ФАКТОРЫ КАЧЕСТВА И КУЛЬТУРЫ ДАННЫХ 17
ЦИФРОВАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БЕЛАРУСИ 54
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ НИР 67
ЭНЕРГИЯ ДВИЖЕНИЯ К РЕЗУЛЬТАТУ 78

# наука и инновации

№10 (284)
ОКТЯБРЬ 2026
научно-практический журнал




ISSN 1818-9857
ISSN 2412-9372 (online)

# ЦЕНТР СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ
## НАН БЕЛАРУСИ

**20**

**ЛЕТ НА СТЫКЕ НАУКИ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ**



Головная научно-практическая организация Республики Беларусь в области автоматической идентификации и электронных деловых операций.

Центр разрабатывает, внедряет и сопровождает интеграционные проекты на основе IoT, Blockchain, автоматической идентификации и электронного бизнеса.

За 20 лет создано и внедрено более 70 национальных, отраслевых и корпоративных систем, разработано более 30 технических нормативных правовых актов.

**Испытательная лаборатория Государственного предприятия «Центр систем идентификации»:**

- Верификация линейных и двумерных штриховых кодов
- Испытания RFID-меток, измерение чувствительности приемника считывателей RFID-меток
- Изготовление файл-мастера штрихового кода
- Проведение обучающих семинаров по штриховому кодированию и использованию RFID-меток


**Государственное предприятие «Центр систем идентификации»**

220072, Минск, ул. Академическая, 15/2
Email: info@ids.by, сайт: https://ids.by
Телефон/факс: +375(17)373-30-80

**Присвоение и регистрация глобальных номеров расположения — GLN**

Телефоны: +375(17)242-42-00 (многокан.), +375 (29)142-77-00 — доб. номер 2
Email: gln@ids.by

**Служба поддержки Банка электронных паспортов товаров (ePASS)**

Телефоны: +375(17)320-01-12, +375(29)142-77-00 — доб. номер 4
Email: support_epass@ids.by, сайт: https://epass.by
Telegram: epassby_support

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## Государственного предприятия «Центр систем идентификации»



**ИДЕНТИФИКАЦИЯ**
**МАРКИРОВКА**
**ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ**

Проведение научных исследований, разработка стандартов, методик и технологий в области автоматической идентификации, электронного коммерческого документооборота, а также координация этих работ в республике, выполняемых научными и иными организациями, независимо от форм собственности.

Аттестация операторов электронного коммерческого документооборота.

Взаимодействие с органами государственного управления и бизнес-сообществами Республики Беларусь, Евразийской экономической комиссией, структурами ЕЭК ООН (CEFACT, WP6, WP7), Международной организацией по стандартизации ISO, GS1, МТК 517 «Технологии автоматической идентификации и сбора данных».

Создатель, владелец и оператор межведомственной распределенной информационной системы «Банк данных электронных паспортов товаров» – ePASS.by, централизованного информационного ресурса о всех товарах, находящихся в обращении на рынке РБ.

***ePASS.by** – уникальный банк данных, объединяющий миллионы цифровых паспортов товаров в единую экосистему для прозрачных цепей поставок и электронной торговли.*

**Испытательная лаборатория:**

220072, Минск, ул. Академическая, 15/2, каб. 419. Email: lab@ids.by, Телефон/факс: +375(17)379-90-83

**Скачать приложение Epass.by:**

Google play

Available on the App Store

**Интернет-ресурсы «Центра систем идентификации»:**

**www.ids.by** Официальный сайт центра
**www.tc24.by** Официальный сайт ТК BY 24 «Идентификация»
**www.epass.by** Официальный сайт межведомственной распределенной информационной системы «Банк электронных паспортов товаров» — ePASS
**www.aits.by** Официальный сайт Государственной информационной системы идентификации, регистрации, прослеживаемости животных и продукции животного происхождения




Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь, свидетельство о регистрации №388 от 18.05.2009 г.

**Учредитель:**

Национальная академия наук Беларуси

**Редакционный совет:**

В.С. Караник *председатель совета*
С.А. Чижик *сопредседатель совета*
С.С. Щербаков *сопредседатель совета*
Ж.В. Комарова
В.В. Азаренко
О.Ю. Баранов
В.Г. Богдан
С.В. Гапоненко
В.Л. Гурский
В.Г. Гусаков
АЕ. Дайнеко
Дун Суочэн (Dong Suocheng)
В.Г. Залесский
А.И. Иванец
А.В. Кильчевский
А.А. Коваленя
Э.И. Коломиец
С.А. Красный
М.В. Мясникович
В.Я. Панченко
В.Н. Пармон
О.Г. Пенязьков
Ф.И. Привалов
С.П. Рубникович
О.О. Руммо
Сюцин Лю (Xuqing Lui)
А.В. Труханов
С.В. Харитончик
А.Г. Шумилин

**Главный редактор:**
Жанна Комарова

**Ведущие рубрик:**
Ирина Емельянович
Наталья Минакова
Татьяна Жданович
Юлия Василишина

**Дизайн и верстка:**
Татьяна Аверкова

**Адрес редакции:**
220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129.
Тел.: (017) 351-14-46,
e-mail: nii2003@mail.ru,
www.innosfera.belnauka.by

**Подписные индексы:**
**007 532 (ведомственная) 00 753 (индивидуальная)**

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 9,8.
Тираж 478 экз. Цена договорная.
Подписано в печать 16.10.2026.

**Издатель:** РУП «Издательский дом «Беларуская навука».
Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013.
г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №205

© «Наука и инновации»

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал обязательна. За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

# Содержание

## ЭКОНОМИКА ДАННЫХ: БЕЛОРУССКИЙ ВЕКТОР

*Андрей Ермоленко, Андрей Говин*

**Эволюция управления данными** ..... 4

Исследуется эволюция управления данными от пассивных записей до стратегического актива, определяющего конкурентоспособность организаций в цифровой экономике.

*Вячеслав Щербин*

**Экономика данных: часть цифровой экономики или новейший тип экономической теории и практики?** ..... 9

Обосновывается роль экономики данных как принципиально нового типа экономической теории, способного лечь в основу глобальной трансформации народнохозяйственного комплекса.

*Мария Абламейко*

**Правовое регулирование больших данных** ..... 13

В материале рассмотрены вопросы правового регулирования больших данных, показана необходимость реформирования законодательства Беларуси в этой области.

*Виктор Дравица, Ирина Карачун, Борис Паньшин*

**Факторы качества и культуры данных для повышения эффективности цифровой трансформации** ..... 17

На основе анализа опыта США и Китая обосновывается необходимость создания в Беларуси национальной индустрии цифровых данных и внедрения промышленного подхода к повышению их качества.

*Ирина Емельянович*

**Штрихкод: атом экономики данных в цепях поставок** ..... 25

Интервью с заместителем директора Центра систем идентификации НАН Беларуси Евгением Якушкиным о необходимости внедрения единой модели данных и повышения согласованности действий в государственных информационных системах.

*Иван Лесько, Владислав Драпеза, Юлия Олехнович*

**Система управления государственными данными в Республике Беларусь** ..... 29

Рассмотрены различные аспекты управления государственными данными.

*Жанна Комарова*

**Прецизионный анализ и синтез биомедицинских изображений** ..... 34

Ведущий научный сотрудник ОИПИ НАН Беларуси Василий Ковалев делится экспертным видением того, как обеспечить безупречное качество и разметку медицинских данных для ИИ в условиях реального клинического шума и артефактов.

*Вадим Китиков, Евгений Тернов*

**Инструменты персонализированного анализа полноты и своевременности поступления коммунальных платежей** ..... 41

В статье внимание уделено использованию big data для снижения просроченной дебиторской задолженности населения за жилищно-коммунальные услуги и пользование жилыми помещениями.

*Виталий Диско, Алексей Гавриленко*

**Правовое регулирование обработки персональных данных** ..... 46

Доказана важность правового регулирования обработки персональных данных, поскольку любые незаконные операции с ними несут прямые риски для национальной и личной безопасности.

*Сергей Дик, Анастасия Воробей, Инна Андриалович*

**Подготовка специалистов по big data в БГУИР** ..... 50

Статья посвящена подготовке специалистов в области больших данных на примере Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

№10 (284) 2026

# Contents





## ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

*Нина Стома*

**Цифровая активность промышленности Республики Беларусь: анализ внедрения технологий** ..... **54**

На основании данных о внедрении передовых технологий исследуется уровень цифровой активности отечественных предприятий.

## ЦИФРОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА

*Андрей Илюкевич*

**Архитектура инновационной модели управления IT-компанией: преодоление кризисов роста** ..... **61**

Предложена комплексная адаптивная модель управления, разработанная как инновационная гибридная архитектура, структурно интегрирующая принципы органического типа с процессным и проектным управлением.

## ЭКОНОМИКА КАЧЕСТВА

*Андрей Сартори, Анастасия Соловьева*

**Как преодолеть ловушки стереотипов, или Методы повышения результативности НИР** ..... **67**

Представлена адаптированная методология УГТ+, обеспечивающая объективную оценку НИР и фильтрацию неперспективных концепций, минимизирующая технологические риски и издержки.

## ПАТЕНТНЫЙ КОМПАС

*Юрий Нечепуренко, Алексей Ситкевич*

**Создание и коммерциализация ОПС в отделениях наук НАН Беларуси** ..... **73**

Представлен анализ правовой охраны ОПС, созданных в НАН Беларуси в период существования национальной патентной системы.

## ОТКРЫВАЯ СЕБЯ

*Татьяна Беляцкая*

**Энергия движения к результату** ..... **78**

О том, что стоит за официальным статусом, как отстоять право на создание нового направления, а также различать факт, интерпретацию и собственное убеждение, рассказывает заведующая кафедрой менеджмента БГУИР, доктор экономических наук, профессор Татьяна Беляцкая, чья профессиональная область находится на пересечении экономики, управления и цифровых технологий.

## ИНФОЛИНИЯ

*Татьяна Жданович*

**ИнноАватар: шаг навстречу инновациям** ..... **82**

Phygital-проект «ИнноАватаР» от журнала «Наука и инновации» объединил физический и цифровой миры на Фестивале науки – 2026 и позволил тысячам гостей увидеть себя сквозь призму высоких технологий.

*Andrey Ermolenko, Andrey Govin*

**The evolution of data management** ..... **4**

The article examines the evolution of data management — from passive records serving a supporting function to a strategic asset that determines organizations' competitiveness in the digital economy.

*Vyacheslav Shcherbin*

**The data economy: is it a part of the digital economy or a new type of economic theory and practice?** ..... **9**

The paper argues that the data economy represents a fundamentally new type of economic theory, capable of forming the basis for a global transformation of the national economy.

*Maria Ablameyko*

**Legal regulation of big data** ..... **13**

The article examines issues regarding the big data legal regulation and highlights the need to reform Belarusian legislation in this area.

*Viktor Dravitsa, Irina Karachun, Boris Panshin*

**Data quality and culture factors for enhancing digital transformation efficiency** ..... **17**

Based on an analysis of the USA and China experience, the authors show the need for a national digital data industry in Belarus, as well as for an industrial approach to improving data quality.

*Iryna Yemelyanovich*

**The barcode as the building block of the data economy in supply chains** ..... **25**

An interview with Evgeny Yakushkin, Deputy Director of the Centre for Identification Systems at the National Academy of Sciences of Belarus, on the need to implement a unified data model and improve coordination within state information systems.

*Ivan Lesko, Vladislav Drapeza, Yulia Olekhnovich*

**The public data management system in the Republic of Belarus** ..... **29**

Various aspects of public data management have been examined.

*Zhanna Komarova*

**Precision analysis and synthesis of biomedical images** ..... **34**

Vasily Kovalev, a leading researcher at the United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus, shares his expert insights on ensuring impeccable quality and annotation of medical data for AI amidst real-world clinical noise and artefacts.

*Vadim Kitikov, Evgeny Ternov*

**Tools for personalized analysis of the utility payments completeness and timeliness** ..... **41**

The authors consider the big data potential in optimizing education management. Special attention has been paid to the use of big data to reduce the public's arrears on housing and utility services and the use of residential premises.

*Vitaly Disco, Alexey Gavrilenko*

**Legal regulation of personal data processing** ..... **46**

The importance of personal data processing legal regulation has been proven, as any illegal transactions involving such data pose direct risks to national and personal security.

*Sergey Dik, Anastasia Vorobey, Inna Andrialovich*

**Training big data specialists at BSUIR** ..... **50**

The article focuses on the training of specialists in the field of big data, using the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics as a case study. It examines the potential for applying the author's model when designing academic modules, assignments and projects on data analysis, taking into account the impact of big data on the economy and the social sphere.

*Nina Stoma*

**Digital activity in the industry of the Republic of Belarus: analysis of technology implementation** ..... **54**

The article examines the level of industrial enterprises digital activity in the Republic of Belarus based on data on the advanced technologies implementation.

*Andrey Ilukevich*

**Architecture of an innovative management model for an IT company: overcoming growth crises** ..... **61**

The author proposed a comprehensive adaptive management model, developed as an innovative hybrid architecture that structurally integrates organic-type principles with process and project management.

*Andrey Sartori, Anastasia Solovyeva*

**Overcoming stereotype traps, or Methods for improving R&D effectiveness** ..... **67**

An adapted TRL+ (Technology Readiness Level+) methodology is presented which enables the objective assessment of R&D projects and the filtering out of unpromising concepts, thereby minimizing technological risks and costs.

*Yury Nechepurenko, Alexey Sitkevich*

**Development and commercialization of industrial property objects (IPO) in the scientific departments of the National Academy of Sciences of Belarus** ..... **73**

The paper analyzes the legal protection of the IPOs developed at the National Academy of Sciences of Belarus since the inception of the national patent system.

*Tatyana Belyatskaya*

**The energy of moving towards a result** ..... **78**

Head of the Management Department at BSUIR, Doctor of Economic Sciences, and professor, discusses what lies behind an official title, how to assert the right to launch a new initiative, and how to distinguish between facts, interpretations, and personal convictions. Her professional expertise lies at the intersection of economics, management, and digital technologies.

*Tatyana Zhdanovich*

**InnoAvatar: a step towards innovation** ..... **82**

The InnoAvatar phygital project, presented by the journal "Science and Innovation" bringing together the physical and digital worlds, the exhibition space enabled thousands of visitors to see themselves through the lens of high technology.



# Эволюция управления данными



**Андрей Ермоленко,** заведующий лабораторией информационно-аналитических систем Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, кандидат технических наук



**Андрей Говин,** заместитель генерального директора по научной и инновационной работе ОИПИ НАН Беларуси, кандидат технических наук, доцент

В последние два десятилетия данные претерпели фундаментальную трансформацию своего статуса в экономической системе. С середины XX в. они рассматривались как форма представления информации в формализованном (цифровом) виде, позволяющем автоматизировать ее сбор, хранение и дальнейшую обработку средствами вычислительной техники. Такая ситуация определялась техническими ограничениями систем хранения, а также непосредственно самой инфраструктурой. Однако с начала XXI в. произошли революционные изменения материальной базы вычислительной техники и пропускной способности каналов связи, что заложило фундамент для трансформации парадигмы разработки программного обеспечения и использования данных.

Один из видных теоретиков в области создания языков программирования Никлаус Вирт в 1995 г. в форме шутки метко сформулировал ставшую заметной проблему: «программы становятся медленнее куда шустрее, чем компьютеры становятся быстрее», за этим высказыванием позже закрепился термин «закон Вирта» [1]. Этот закон часто противопоставляют знаменитому высказыванию Гордона Мура (закон Мура), который гласит, что производительность процессоров удваивается каждые 18–24 месяца из-за сочетания роста количества транзисторов и увеличения тактовых частот процессоров [2]. Следующие два десятилетия развитие информационных технологий со стороны выглядело в строгом соответствии с законом Вирта, пока не вышли на рынок первые большие языковые модели.

Появление доступных средств искусственного интеллекта в фантастически короткие сроки изменило расстановку приоритетов в информационных технологиях. Далее будет рассмотрен вопрос, как изменилось отношение к данным, которые возникают, обрабатываются и хранятся в информационных системах. Суть изменений отражена в емком высказывании Джека Ма (основателя сервиса Alibaba): «Сегодня данные – это новая нефть» [3]. Вместе с тем, чтобы получить прибыль, необходимо добыть сведения, очистить и превратить в полезный информационный продукт.

Целью настоящей статьи является системный анализ эволюции управления данными, раскрытие механизмов их трансформации в стратегический актив, а также исследование современных моделей их монетизации, обмена и вторичного использования.

## Эволюция управления: от записей к стратегическому активу

Процесс совершенствования управления данными можно условно разделить на 5 этапов, каждый из которых характеризуется изменением роли этого ресурса в организационных и экономических процессах *(таблица)*.

На первых двух этапах данные выполняли преимущественно вспомогательную функцию. В архивный период они существовали в виде бумажных записей, картотек, журналов и служили для фиксации фактов хозяйственной деятельности. Их ценность определялась возможностью ретроспективного анализа и подтверждения правовых отношений.

С возникновением первых электронных вычислительных машин и реляционных баз данных эти сведения стали средством автоматизации операционных процессов: учета транзакций, управления запасами, ведения бухгалтерии. Сформировались базовые принципы управления, которые гарантировали безопасную и надежную работу: атомарность, согласованность, изолированность и долговечность – известные как ACID-свойства. Управление сводилось к корректному хранению и быстрому доступу в рамках операционных задач.

В 1990-е гг. с развитием технологий хранилищ и инструментов бизнес-аналитики (OLAP, BI-системы) данные приобрели новое качество – они стали источником знаний для принятия управленческих решений. Именно тогда зародились первые практики управления (Data Governance) – политики, стандарты, роли и процессы обеспечения качества, а также профессии, связанные с этим – Data Steward, Data Architect, Data Analyst.

Революционные изменения произошли в 2010-е гг. с появлением технологий больших данных (big data) и облачных вычислений. Объемы информации, генерируемой цифровыми платформами (социальные сети, электронная коммерция, мобильные приложения), на несколько порядков превысили потенциал традиционных хранилищ. Такие технологии, как Apache Hadoop, Apache Spark, NoSQL, позволили обрабатывать петабайты структурированных и неструктурированных данных. На этом этапе они стали основой для создания цифровых продуктов и сервисов. Компании Google, Amazon, Facebook продемонстрировали, что сведения о пользователях, собранные в процессе предоставления бесплатных сервисов, могут быть конвертированы в значительную экономическую ценность через таргетированную рекламу и персонализацию.

С 2020-х гг. управление данными вступило в новую фазу, характеризующуюся признанием их стратегическим активом, подлежащим учету на балансе организаций, монетизации и обмену в рамках дата-экосистем. Ключевыми трендами этого этапа стали:

- ***Data as a Service (DaaS)*** *– облачная модель, с помощью которой пользователи получают доступ к нужной информации по требованию и подписке без необходимости самостоятельно собирать, хранить и настраивать инфраструктуру для нее;*
- ***Data mesh (или сетка данных)*** *– децентрализованный подход к управлению аналитическими материалами, при котором ответственность за конкретный их фрагмент делегируется владельцам (так называемое «доменное владение»);*
- ***Data Fabric (или фабрика данных)*** *– архитектура по объединению разрозненных источников информации в единую экосистему без необходимости их физической централизации;*
- ***Data Marketplace*** *– цифровые платформы для поиска, покупки, продажи и обмена сведениями между поставщиками и потребителями.*

Именно на этом этапе данные окончательно превратились из вспомогательного ресурса в самостоятельный объект экономических отношений.

| Этап | Период, гг. | Роль данных | Ключевые технологии | Парадигма управления |
|---|---|---|---|---|
| Архивный | до 1960-х | Пассивные записи, исторические свидетельства | Бумажные носители, картотечные системы | Хранение и поиск |
| Операционный | 1960–1980-е | Средство автоматизации транзакций | Реляционные СУБД (IMS, DB2) | Обеспечение целостности |
| Аналитический | 1990–2000-е | Источник бизнес-аналитики | Хранилища данных (Data Warehouse), OLAP, BI | Извлечение знаний |
| Платформенный | 2010-е | Основа цифровых продуктов | Big Data, Hadoop, облачные платформы | Создание ценности |
| Экосистемный | с 2020-х | Стратегический актив, товар, инфраструктура | Data mesh, Data fabric, AI/ML, API-экономика | Монетизация и обмен |

*Таблица.* Этапы эволюции управления данными

## Данные как стратегический актив

Признание данных активом требует выполнения ряда условий, сформулированных в рамках концепции «Data as an asset». Согласно определению международной некоммерческой организации The Data Management Association International (DAMA), систематизирующей знания и опыт в области управления данными, они являются активом, если [4]:

- *имеют экономическую ценность, то есть способны генерировать доход или снижать затраты;*
- *находятся под контролем организации, обладающей правами на них;*
- *идентифицируемы и измеримы, то есть могут быть учтены и оценены.*

Совет по международным стандартам финансовой отчетности International Accounting Standards Board (IASB) с 2023 г. начал проработку вопроса о включении данных в систему международных стандартов финансовой отчетности, что свидетельствует о постепенном признании их ликвидным активом на уровне глобальной финансовой системы.

Оценка их стоимости представляет собой сложную задачу, поскольку в отличие от традиционных ресурсов данные не изнашиваются физически, могут использоваться многократно и их потенциал зависит от контекста эксплуатации.

При этом они обладают разной ценностью, определяемой следующими характеристиками:

- ***уникальность*** *(отсутствие таких материалов у конкурентов);*
- ***актуальность*** *(релевантность во времени, соответствие текущим бизнес-задачам);*
- ***качество*** *(точность, полнота и непротиворечивость);*
- ***масштабируемость*** *(возможность включения в различные сценарии);*
- ***взаимосвязанность*** *(интеграция с другими наборами).*

При этом особую значимость представляют так называемые темные данные (dark data) – информация, которая собрана организацией в ходе своей деятельности, но не задействована для аналитики и принятия решений. По оценкам IBM, до 80–90% корпоративных данных относятся к категории «темных», что создает значительный нереализованный потенциал [5]. По какой же причине они потенциально очень ценны? Это связано с тем, что применяемые математические подходы обработки данных позволяют существенно улучшить ее результаты при дополнительном задействовании сведений, связанных с исходными. С одной стороны, известно, что существует проблема сложности информационного объекта, которая была сформулирована более 50 лет назад А.Н. Колмогоровым в алгоритмической теории информации (где было доказано, что задача вычисления алгоритмической сложности объекта алгоритмически неразрешима). Это обстоятельство, так называемая колмогоровская сложность, определяет, что модель объекта никогда не будет в полной мере описывать все его свойства. Но с другой стороны, большинство инструментов, связанных с big data, тесно интегрированы с ИИ и алгоритмами машинного обучения, которые в свою очередь опираются на теорию вероятности, и прежде всего на теорему Томаса Байеса. В самом общем виде ее смысл сводится к утверждению, что изначальное (априорное) суждение (событие А), дополненное новой информацией (событие В), даст более приближенную к реальности картину [6]. Другими словами, логика Байеса предопределяет уточнение вероятности того или иного явления, учитывая и ранее известные факты, и новые наблюдения. В качестве дополнительной информации как раз и выступают темные данные: промежуточные отчеты, логи и системные журналы, сведения с датчиков, записи с камер видеонаблюдения и др.

## Монетизация данных

Процесс, отвечающий за преобразование накопленной информации в настоящий источник дополнительной прибыли и конкурентных преимуществ перед другими компаниями, – не что иное, как монетизация данных. Она дает бизнесу возможность эффективно использовать большие data-массивы, превращая их в полноценный актив на рынке [7]. При этом прямая монетизация – это получение дохода от продажи или лицензирования данных третьим сторонам, а косвенная – создание ценности за счет работы с ними для улучшения собственных бизнес-процессов, продуктов и услуг.

В 2025 г. расходы на глобальном рынке инструментов big data составили 394,7 млрд долл. В 2026 г. объем рассматриваемого рынка, как ожидается, достигнет 447,68 млрд долл. По мнению аналитиков Fortune Business Insights, в дальнейшем среднегодовой темп роста в сложных процентах (CAGR) прогнозируется на уровне 12,8% [8].

Прямая монетизация данных может реализовываться через следующие бизнес-модели:

- ***Data Marketplace*** *– создание рыночных площадок для купли-продажи информации (AWS Data Exchange – облачный сервис от Amazon Web Services, позволяющий легко находить, подписываться на сторонние наборы сведений и использовать их в облаке, или Bloomberg Data License – корпоративная подписка от компании Bloomberg на массивы финансовых материалов для автоматической загрузки во внутренние системы и приложения организации);*
- ***Data as a Service (DaaS)*** *– облачная модель управления и дистрибуции данных, предоставление их по подписке через API (Bloomberg Terminal, финансовые материалы), Nielsen Holding (показатели маркетинговой компании о потребительском поведении);*
- ***продажа наборов данных*** *– разовая передача прав на них для исследовательских, маркетинговых и отраслевых целей;*
- ***лицензирование данных*** *– предоставление прав на них на определенных условиях (по территории, сроку, объему).*

При этом модели прямой монетизации не были самоцелью и появились для получения дополнительной прибыли.

Однако гораздо большую экономическую ценность формирует косвенная монетизация. Например, персонализация продуктов и услуг использует отчеты о поведении пользователей для адаптации предло-

жений. Компания Netflix, по собственным оценкам, экономит более 1 млрд долл. ежегодно за счет рекомендательной системы, основанной на информации о предпочтениях потребителей. Монетизация данных через продажу рекламных мест на основе этого лежит в основе таргетированной рекламы, на чем построены бизнес-модели Google, YouTube, Яндекс.

## Обмен данными в дата-экосистемах

Дата-экосистема – это систематизированная среда взаимодействия множества участников (организаций, государственных структур, исследовательских институтов, граждан), в рамках которой осуществляется обмен информацией для создания совместной ценности. В отличие от традиционных рыночных отношений, дата-экосистемы характеризуются:

- *сетевой структурой (множественностью связей между участниками);*
- *синергетическим эффектом от объединения данных;*
- *стандартизацией (использованием единых протоколов и форматов обмена);*
- *доверием (наличием механизмов безопасности и конфиденциальности).*

Примеры дата-экосистем: европейская облачная инициатива Gaia-X по образованию единой децентрализованной облачной системы в целях снижения технологической зависимости от американских облачных провайдеров; российское облачное платформенное решение для федеральных и региональных органов власти «ГосТех»; отраслевые экосистемы в здравоохранении, построенные на базе международного стандарта HL7 FHIR для обмена медицинской информацией.

Эффективный обмен данными требует их унификации с помощью ключевых стандартов и инициатив:

- ***FAIR-принципов (Findability, Accessibility, Interoperability, Reusability)*** *– наборов правил обеспечения доступности и пригодности сведений для их повторного использования, разработанных научным сообществом в 2014 г., одобренных на саммите G20 в Ханчжоу в 2016 г.;*
- ***HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)*** *– протокола обмена медицинскими данными, основанного на REST API и форматах JSON/XML, уже стандарта «де-факто» в здравоохранении;*
- ***OpenAPI Specification (OAS)*** *– стандарта для описания RESTful API в виде единого машино- и человекочитаемого файла в формате JSON, обусловливающего интероперабельность между информационными системами;*
- ***ISO 8000*** *– серии международных стандартов, определяющих требования к качеству данных.*

## Вторичное использование данных (secondary data use)

Эта концепция предполагает применение информации, собранной для одних целей, для достижения иных, первоначально не запланированных задач и приобретает особую значимость в условиях, когда основная экономическая ценность сведений раскрывается именно при их нетривиальной реализации в следующих областях:

- ***научные исследования*** *– клинические данные, полученные в ходе диагностики заболеваний и лечения пациентов, могут быть полезны для ученых, разрабатывающих новые протоколы терапии, для предиктивной аналитики в прогнозировании эпидемий или при создании лекарственных препаратов;*
- ***государственное управление*** *– органы власти генерируют огромные объемы информации в процессе оказания услуг, администрирования, статистического учета, а вторичное их использование позволяет повышать качество обслуживания, оптимизировать бюджетные расходы.*

Для этого данные должны быть доступны – открыты благодаря стандартизированным протоколам, а их поиск должен обеспечиваться через метаданные и идентификаторы, а также интероперабельны – совместимы между собой.

FAIR-принципы позволяют организациям раскрыть потенциал темных данных и сформировать основу для их рециклинга.

Одновременно развивается новый тренд – генерация с помощью ИИ синтетической информации. Для этих целей искусственные наборы данных создаются на базе реальных сведений организации. При этом они математически идентичны, сохраняют все необходимые статистические закономерности, но не содержат персональной информации. Такой подход помогает решить проблему нехватки качественных материалов для искусственного интеллекта с одновременным выполнением требований регуляторов в отношении конфиденциальности. Такие данные активно используются не только для обучения собственных моделей ИИ, но и продаются на маркетплейсах без риска нарушения приватности.

## Вызовы и перспективы

Совершенствование процесса управления сопровождается формированием сложной законодательной системы, отражающей баланс между коммерциализацией данных и защитой прав их субъектов. Современное регулирование стремится к равновесию между тремя группами интересов:

- ***субъектов данных*** *– право на конфиденциальность, контроль над своими сведениями, информированное согласие;*
- ***бизнеса*** *– возможность монетизации данных, инноваций, создания новых продуктов;*
- ***общественных*** *– развитие науки, здравоохранения, государственного управления.*

Вместе с тем нормативно-правовая база еще только начала создаваться, что влечет многочисленные дисбалансы интересов.

Результаты этого с одной стороны – рост числа кибератак и утечек информации, что чревато рисками для организаций и граждан (по сведениям IBM, убытки от этого в 2023 г. составили 4,45 млн долл.), а с другой стороны – пустую нишу заполняют данные низкого качества (по оценкам Gartner, они обходятся организациям в среднем в 12,9 млн долл. ежегодно).

Проблема усугубляется ростом объемов информации и усложнением источников. По оценкам Gartner, к 2027 г. более 70% всего цифрового контента в сети Интернет будет синтетическим, что делает доказательство истинности столь же важным, как и выявление ложности. Подрывают доверие к цифровым технологиям и подвергают организации новым рискам гиперреалистичные диппфейки. Их обнаружение формирует новую дисциплину кибербезопасности, способную распознавать, анализировать и проводить криминалистическую экспертизу сфабрикованных, манипулированных, созданных или обработанных с помощью ИИ мультимедийных материалов, включая изображения, аудио, видео и интерактивные видео в реальном времени, когда основной целью выступает обман или дезинформация. Эта растущая угроза стимулирует спрос на технологии, которые смогут проверить подлинность и снизить риски, связанные с синтетическими и ложными сведениями.

В ближайшие годы можно прогнозировать перспективы управления данными, которые будут определяться следующими трендами:

- *развитие AI/ML-технологий увеличит спрос на качественные сведения и одновременно будут появляться новые возможности для их обработки;*
- *генеративный ИИ потребует огромных объемов материалов для обучения, что актуализирует вопросы лицензирования и этики;*
- *совершенствование технологий обучения ML-моделей на распределенных данных без их централизации решит проблемы конфиденциальности и безопасности;*
- *сформируются национальные и региональные подходы к управлению, отражающие культурные и правовые особенности.*

***

Данные прошли фундаментальную эволюцию от пассивных записей до стратегического актива, определяющего конкурентоспособность организаций в цифровой экономике. Признание этого требует новых методов оценки, учета и управления big data. Традиционные бухгалтерские подходы оказываются недостаточными, что стимулирует другие концепции и стандарты на международном уровне.

Капитализация осуществляется через разнообразные модели: от прямой продажи данных до косвенной монетизации через персонализацию и оптимизацию бизнес-процессов. При этом вторая, как правило, создает большую ценность, чем первая.

Вторичное использование сведений представляет собой значительный нереализованный потенциал, особенно в таких областях, как здравоохранение, наука и государственное управление. Это потребует применения FAIR-принципов и развития законодательной базы.

Нормативно-правовое регулирование активно совершенствуется, ключевая задача при этом – достичь баланса интересов между коммерциализацией данных, защитой прав граждан и общества.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**


1. Цитаты известных личностей // https://ru.citaty.net/avtory/niklaus-virt.
2. Закон Мура: что это и когда перестанет работать //https://trends.rbc.ru/trends/futurology/652569579a794753ae9c5d60?from=copy.
3. Данные: новая нефть или обыкновенный хайп? // https://skillbox.ru/media/code/dannye_eto_novaya_neft_ili_obyknovennyy_khayp.
4. DAMA-DMBOK: свод знаний по управлению данными // https://dokumen.pub/dama-dmbok-2nbsped-9785969304048-g-3192039.html.
5. Что такое «темные данные»? // https://www.ibm.com/think/topics/dark-data.
6. «Формула всего»: универсальная теорема Байеса для объяснения реальности // https://econs.online/articles/bookshelf/formula-vsego-universalnaya-teorema-bayesa-dlya-obyasneniya-realnosti.
7. Монетизация данных // https://www.decosystems.ru/monetizacziya-dannykh.
8. Большие данные (Big Data) мировой рынок // https://www.tadviser.ru/index.php.

**Вячеслав Щербин,**
доцент кафедры социологии Белорусского государственного университета, кандидат филологических наук



# ЭКОНОМИКА ДАННЫХ:

## часть цифровой экономики или новейший тип экономической теории и практики?



Особенности общественно-экономических формаций К. Маркс и Ф. Энгельс оценили следующим образом: «Экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда» [1]. В первые десятилетия XXI в. это высказывание подтверждается все более наглядно. Многообразие типов новой экономики, каждый из которых обладает специфическим институциональным, кадровым, образовательным, технологическим, экономическим ресурсом, зашкаливает. Несколько десятков ее видов («зеленая», инновационная, интеллектуальная, информационная, когнитивная, креативная, нарративная, ноосферная, платформенная, поведенческая, сетевая, системная, умная, цифровая экономика, экономика гламура, знаний, Интернета, нанопроектов, образов, постзнаний, престижа, услуг и др.) анализировались автором ранее [2]. В последнее время все чаще упоминается так называемая экономика данных, которая определяется в работах исследователей по-разному. Как справедливо заметила доцент БГУ Е. Столярова, «понятие «экономика данных» является относительно новым и до сих пор не имеет однозначной трактовки. В ООН ее определяют как «процесс производства, распространения и потребления цифровой информации». Профессор финского Университета Турку Яни Коскинен считает, что это часть экономики страны или мировой экономики, включающая субъекты экономики, для которых данные являются основным источником или объектом бизнеса» [3]. Иными словами, в соответствии с технологическим ресурсом, ядром которого выступают информационные технологии, ее можно рассматривать как часть цифровой экономики, а согласно с институциональным, кадровым, образовательным, экономическим ресурсом считать новейшим типом экономической теории и практики. Рассмотрим каждый из вариантов данной антиномии.

## Экономика данных как часть цифровой экономики

По мнению Е. Столяровой, «в целом вопрос развития экономики данных, в том числе как части цифровой экономики, пока изучен слабо». Известны работы таких ученых Гарвардского университета, как Б. Чакраворти, А. Бала, Р. Чатуверди, отдельным аспектам уделяет внимание ООН, а также различные рейтинги, например Global Connectivity Index [3].

Однако в современной научной литературе России уже представлены и отдельные критические замечания относительно того, зачем потребовалось выделять «часть цифровой экономики» в виде самостоятельного типа. Так, профессор МГУ Е. Ведута утверждает: «Наступает эра цифровой экономики – «умных» орудий труда с внедрением новейших информационных технологий для работы с «экономикой данных», которая может быть «оплачена» странами-жертвами, импортирующими иностранные инвестиции для развития инфраструктуры (в том числе цифровой) и финансовых спекуляций, чтобы обеспечить переход Запада к новому типу общественного производства» [4].

Еще раньше ведущий научный сотрудник Института экономики РАН О. Сухарев обратил внимание читателей своей книги «Экономика технологического развития» (2008 г.) на необоснованную подмену понятий американскими экономистами: «Впервые термин «информационная экономика» появился в работах сотрудника Стэнфордского центра М. Пората в 1976 г., который обозначил так кластер отраслей, производящих современные базы данных и средства, обеспечивающие их функционирование и применение. В настоящее время термин вбирает в себя и высокотехнологичные производства, которые напрямую трудно отнести к сугубо информационному сектору либо к производствам, производящим исключительно информацию. К таким отраслям относят микроэлектронику, приборостроение, робототехнику, производство телекоммуникационного оборудования, средств связи и т.д. Основными признаками, отделяющими «новую экономику» от традиционной системы, видимо, следует считать: возрастающий темп (превышающий темп роста ВВП) прироста объема информации, давление финансовой сферы на другие секторы экономики, транснациональный характер глобализации мировой экономики, определяемый всепроникающим свойством информации и международной сетью Интернет» [5].

Подобные критические замечания в адрес обоснований типов новой экономики высказывал и белорусский философ И. Левяш: «…эксперт по проблемам информатизации П. Страссман в своей книге «The Squandered Computer» («Разоряющий компьютер») пишет, что никакой явной связи между размером инвестиций в информационные технологии (IT) и прибыльностью предприятия не существует. Его основной вывод: «Сами по себе информационные технологии не прибыльны – прибыль приносят операции над знаниями, способность человека к их освоению, адекватной интерпретации» [6] и дальнейшему использованию.

Несистемное, не связанное с реализацией крупных национальных проектов применение больших данных не делает цифровую экономику экономикой данных. Как справедливо заметила по этому поводу профессор МГУ Е. Ведута, «переход к цифровой экономике как big data стал популярным среди представителей IT-сектора, математиков, увлеченных созданием ЭММ *(экономико-математической модели. – В.Щ.)*, а также статистиков, использующих некоторые количественные взаимосвязи статистических показателей для составления эконометрических моделей. Создание на основе big data новых информационных, математических и эконометрических моделей, как и расширение big data, может быть бесконечным, не имеющим никакого отношения к решению экономических проблем, но увеличивающим при этом рутинные затраты предприятий на сбор ненужной информации. Такой подход к решению экономических проблем с использованием информационных технологий не является новым. Он повторяет ошибки Общегосударственной автоматизированной системы учета и обработки информации (ОГАС), на внедрение которой были затрачены огромные суммы, а итогом явился ручной, не автоматизированный расчет на местах статистических показателей, передаваемых на верхний уровень, который использовал большие данные в некоторых прогнозных экономических моделях, экстраполирующих существующие тенденции экономического развития. Такой подход не отвечает задаче цифровой экономики организовать эффективное взаимодействие экономических агентов с Центром в режиме реального времени. В этом смысле сбор статистических данных big data и использующие их для некоторых расчетов эконометрические модели являются "мертвыми"» [4].

## Экономика данных как новейший тип экономической теории и практики

Экономика данных как новейший тип экономической теории и практики реализуется в виде национальных проектов, объединяющих в своих рамках различные типы данных, длинный список типовых операций и основные виды их структур.

В статье российских экономистов А. Петрова и В. Маркова «Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства»: от концепции к реализации» сообщается о различных его характеристиках (реализация запланирована в Российской Федерации на 2025–2030 гг.):

- *на 2025–2027 гг. объем финансирования предусмотрен в размере 457 млрд руб. с крупными вложениями в федеральные проекты «Цифровое государственное управление» (205 млрд руб.), «Инфраструктура доступа к Интернету» (72,7 млрд руб.), «Цифровые платформы в отраслях социальной сферы» (54,66 млрд руб.) и «Искусственный интеллект» (34,25 млрд руб.). Из информации, представленной директором департамента цифровой трансформации и координации бюджетных расходов Минцифры России А. Чукариным, следует, что проект расширен до 9 федеральных, в числе которых: «Инфраструктура доступа к Интернету», «Цифровые платформы в отраслях социальной сферы», «Искусственный интеллект», «Цифровое государственное управление», «Отечественные решения», «Прикладные исследования и перспективные разработки», «Инфраструктура кибербезопасности», «Кадры для цифровой трансформации», «Развитие государственной статистики»;*
- *ключевой элемент – цифровые платформы, которые служат основой для реализации широкого спектра задач в критически важных областях. Во многих из них, таких как финансовый сектор, розничная торговля, телекоммуникации, транспорт и логистика, здравоохранение, экономический эффект от использования данных уже заметен;*
- *в современном дискурсе акцентируется революционная природа экономики данных и ее трансформационный потенциал для множества аспектов хозяйственной деятельности, при этом данный феномен рассматривается не как преходящая тенденция, а как концептуальный сдвиг в осмыслении ценности информации и методологии ее применения в целях экономического прогресса, что знаменует собой переход к принципиально новой модели экономических отношений, основанной на данных как ключевом ресурсе, драйвере инноваций и роста эффективности управления;*
- *критический элемент в развитии экономики данных – подготовка специалистов, сочетающих понимание принципов цифровизации с опытом работы в государственных структурах и навыками анализа данных, поэтому создание эффективной системы для этого должно стать одним из приоритетных направлений в рамках реализации национального проекта;*
- *наряду с традиционными ресурсами данные рассматриваются как дополнительный фактор производства, что позволяет повысить эффективность процессов в различных сферах;*
- *формирование рынка данных, создание благоприятных условий для их интеграции в экономический оборот и максимизация ценности данных для конечных пользователей – приоритетные направления» [7].*

Стоит отметить, что акцент на самих данных и связанных с ними операциях и структурах (а не на цифровых технологиях!) делают и белорусские специалисты [8].

Так, Е. Столярова пишет: «Среди типов создаваемых данных можно выделить:

- ***персональные данные,*** *которые напрямую связаны с социальными сетями;*
- ***данные, получаемые благодаря развитию Интернета вещей*** *(например, подключение к Интернету автомобилей);*
- ***большие данные*** *(big data), которые накапливаются в результате деятельности отдельных субъектов экономики (например, информация, содержащаяся в миллионах чеков торговой сети)» [3].*

В свою очередь авторы монографии «Основы информационных технологий» (Минск, 2026) считают, что «если появляется возможность использовать полученные/хранимые данные для уменьшения неопределенности о чем-либо, данные превращаются в информацию. Поэтому можно утверждать, что информацией являются используемые данные» [9].

В этой же монографии приводится и список типовых операций с данными:

- ***сбор*** *– накопление данных с целью обеспечения достаточной полноты информации для принятия решения;*
- ***формализация*** *– приведение данных, поступающих из разных источников, к одинаковой форме, чтобы сделать их сопоставимыми, то есть повысить уровень их доступности;*
- ***фильтрация*** *– отсеивание «лишних» данных, в которых нет необходимости для принятия решений; при этом должен уменьшаться уровень «шума», а достоверность и адекватность данных – возрастать;*
- ***сортировка*** *– упорядочение данных по заданному признаку для удобства использования, что повышает доступность информации;*
- ***группировка*** *– объединение данных по заданному признаку для повышения удобства использования и доступности информации;*
- ***архивация*** *– организация хранения данных в удобной и легкодоступной форме; служит для снижения экономических затрат на хранение данных и повышает общую надежность информационного процесса в целом;*
- ***защита*** *– комплекс мер, направленных на предотвращение утраты, воспроизведение и модификацию данных;*
- ***транспортировка*** *– прием и передача (доставка и поставка) данных между удаленными участниками информационного процесса;*
- ***преобразование*** *– перевод данных из одной формы в другую или из одной структуры в другую. Это часто связано с изменением типа носителя: например, книги можно хранить в обычной бумажной форме, но можно использовать для этого и электронную форму.*

Приведенный здесь список типовых операций далеко не полон. Миллионы людей во всем мире занимаются созданием, обработкой, преобразованием, транспортировкой данных, и на каждом рабочем месте выполняются свои специфические операции, необходимые для управления социальными, экономическими, промышленными, научными и культурными процессами [9]. В качестве примера такой специфической операции с данными можно привести определение термина «датификация»: «начало новой волны, знаменующей эпоху больших данных, источниками которых являются, в частности, Интернет вещей и социальные медиа» [10].

Завершить рассмотрение неотъемлемых характеристик экономики данных как новейшего типа экономической теории и практики уместно следующей типологией их структур: «Работа с большими наборами данных автоматизируется проще, когда данные упорядочены, то есть образуют заданную структуру. Существуют три основных типа структур данных: линейная, иерархическая и табличная» [9].

На наш взгляд, именно эти аспекты лежат в основе следующих необычных феноменов:

- *концепции датаизма, пересматривающей не только все существующие определения коммуникации в пользу данных, но и все теории развития в пользу совершенствования алгоритма обработки данных [11];*
- *мнения о том, что «миром владеет тот, кто владеет данными и технологиями их анализа» [12].*

Анализ определений понятия «экономика данных», различных их видов, типовых операций и основных их структур позволяет сделать вывод о том, что мы имеем дело не просто с еще одной разновидностью цифровой экономики (наряду с сетевой, платформенной и другими), а принципиально новым типом экономической теории и практики, который может лечь в основу дальнейшего развития.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**


1. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 23. – М., 1960.
2. Щербин В.К. Многообразие типов новой экономики и подходы к их изучению / В.К. Щербин // Журнал Белорусского государственного университета. Социология. 2024. №1. С. 21–31.
3. Столярова Е. Экономика данных и европейские страны с малой открытой экономикой / Е. Столярова // Банкаўскі веснік. 2021. №9. С. 62–72.
4. Ведута Е.Н. Цифровая экономика приведет к экономической киберсистеме / Е.Н. Ведута // Международная жизнь. 2017. №10. С. 87–102.
5. Сухарев О.С. Экономика технологического развития / О.С. Сухарев. – М., 2008.
6. Отчет о НИР «Разработка механизмов управления процессом модернизации интеллектуального потенциала Беларуси в контексте стратегических приоритетов евразийской интеграции» / Институт философии НАН Беларуси. Рук. И.Я. Левяш. – Мн., 2012.
7. Петров А.Н. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства»: от концепции к реализации / А.Н. Петров, В.А. Марков // Экономические науки. 2024. №10. С. 175–186.
8. Данные // Кандыбович Л.А., Мудрик А.В. Менеджмент знаний. Терминологический словарь-справочник. – Мн., 2010. С. 101–192.
9. Шкурко В.В. Основы информационных технологий / В.В. Шкурко, С.Л. Альхимович, Н.В. Батин; под общ. ред. В.В. Шкурко. – Мн., 2026.
10. Ним Е. (Не) социальное конструирование реальности в эпоху медиатизации / Е. Ним // Социологическое образование. 2017. №16. С. 409–427.
11. Костикова А.А. Цифровая коммуникация: историко-философский анализ / А.А. Костикова // Вестник Московского университета. Сер. 7. Философия. 2019. №5. С. 49–55.
12. Черняк Л. Большие Данные – новая теория и практика // Открытые системы. 2011. №10. С. 18–25.



# Правовое регулирование больших данных



**Мария Абламейко,**
доцент кафедры конституционного права Белорусского государственного университета, кандидат юридических наук, доцент

Использование в экономической, социальной, политической и других сферах жизнедеятельности больших данных (БД) приводит к необходимости введения правил и ограничений по работе с ними, в том числе неструктурированными, содержащими персональные сведения. Появлению БД предшествовало построение и развитие информационного общества, что закрепило за данными статус ценного экономического актива. Цифровая трансформация привела к экспоненциальному росту объемов генерируемой информации. Это связано в том числе с переходом от аналогового формата (бумажные документы, книги и др.) на цифровой и позволило аккумулировать гигантские массивы информации, кардинально изменило подходы к управлению ими во всех сферах общественных отношений. Развитие искусственного интеллекта и необходимость обучения нейронных сетей актуализировали потребность в колоссальных массивах данных, что обусловило их значимость. В связи с тем, что развитие технологий ИИ во многих развитых странах признано национальным приоритетом, все большее внимание уделяется как вопросам наличия данных, так и обеспечению легального доступа к ним.

На правовом уровне многие страны начинают принимать меры по созданию доступа к открытым данным, с одной стороны, и защите своих больших данных – с другой, так как их использование может прямо или опосредованно затрагивать аспекты обеспечения национальной и коллективной безопасности, включая безопасность личности. Международное сообщество стремится выработать общие подходы к регулированию big data таким образом, чтобы соблюсти баланс между стимулированием развития инноваций и безопасностью их функционирования. Решение данной задачи возможно с технической и юридической точки зрения. Внедрение технологий ИИ в общественные процессы не должно приводить к ущемлению прав и свобод человека независимо от экономического эффекта и коммерческого интереса.

На законодательном уровне следует решить ряд вопросов, включая определение терминологии, предоставление доступа к данным государственных структур (формирование института открытых данных), а также классификацию и разграничение big data от персональных данных методами обезличивания последних с целью надежной защиты прав и свобод человека в цифровом пространстве, прежде всего – неприкосновенности частной жизни.

## Характеристика и соотношение понятий «информация» и «данные»

Термин «большие данные» чаще встречается в технической сфере и не имеет однозначного юридического определения. В юридической науке обсуждаются вопросы анализа правовых последствий применения больших данных. Особый интерес вызывают проблемы обеспечения конфиденциальности, защиты персональных данных, кибербезопасности, а также соблюдения норм антимонопольного законодательства крупными цифровыми платформами. Основной акцент исследователи делают на поиске ответов на технологические вызовы и выработке эффективных регуляторных мер.

Об этом писали В. Майер-Шенбергер и К. Кукьер в книге «Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим». Авторы подчеркивают необходимость наличия правовых рамок при обращении с данными, особенно в контексте приватности и предсказательной аналитики [1]. Л. Флориди рассматривает big data через призму этики с точки зрения морально обоснованных решений и прозрачности алгоритмов [2]. Риски и угрозы конфиденциальности, такие как слежка, раскрытие информации и дискриминация, анализирует американский юрист Р. Кало [3]. Деятельность платформ Google, Amazon и иных, использование ими данных с целью доминирования на рынке рассматривает А. Гавер. К вопросам правового определения обращались А. Минбалеев, Л. Терещенко и другие ученые.

Юридическое закрепление понятия «большие данные» как на международном, так и на национальном уровнях отсутствует. В силу этого отдельные аспекты регулируются дискретно – посредством норм, связанных с обработкой и защитой информации, персональных данных и цифровизацией.

Для выявления сущностной характеристики понятия следует обратиться к таким категориям, как «данные» и «информация». Последний термин широко распространен в нормативных правовых актах государств – участников СНГ, что обусловлено долгосрочной стратегией информатизации и цифрового развития в данном регионе.

При этом можно выделить несколько подходов. Например, в законодательных актах Российской Федерации, Кыргызской Республики, Республики Армения в сфере информации и информационных технологий термин раскрывается через категорию «данные», в нашей стране и Казахстане – через «сведения». В соответствии с Законом Республики Беларусь от 10.11.2008 г. №455-З «Об информации, информатизации и защите информации», информация – это сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах, независимо от формы их представления.

В отличие от других стран, в Административном процедурно-процессуальном кодексе Республики Казахстан от 29.06.2020 г. №350-VI разъясняется понятие данных как информации в формализованном виде, пригодной для обработки.

Формулировка термина «большие данные» имеется в актах технического регулирования. В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021 «Национальный стандарт Российской Федерации. Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь» (идентичен Международному стандарту ИСО/МЭК (ISO/IEC) 20546:2019 «Information technology – Big data – Overview and vocabulary», IDT), это большие массивы данных, отличающиеся главным образом такими характеристиками, как объем, разнообразие, скорость обработки и/или вариативность, которые требуют задействования технологии масштабирования для эффективного хранения, обработки, управления и анализа. Также отмечено, что термин «большие данные» широко применяется в различных значениях, например в качестве наименования технологии масштабирования, используемой для обработки больших массивов данных.

Четкое разграничение дефиниций «информация» и «данные» имеет принципиальное методологическое значение. С одной стороны, информация формируется на основе структурирования и интерпретации первичных данных. С другой – ее определение через категорию «сведения» требует симметричного введения понятия «данные» в правовое поле. По нашему мнению, сущность big data необходимо раскрывать именно через категорию данных, а не технологий, поскольку технологический инструментарий обработки таких массивов постоянно эволюционирует, в то время как сам объект регулирования остается неизменным.

Обобщенно можно сказать, что большие данные – это массивы структурированных и неструктурированных данных, обладающие определенными характеристиками, при обработке которых применяются различные технологии. Модель «3V: volume, velocity, variety», предложенная аналитиком компании Gartner

Д. Лэйни, легла в основу характеристики больших данных, в рамках которой рассматриваются такие параметры, как объем информации (ее количество, измеряющееся в гигабайтах, зеттабайтах или йоттабайтах); скорость (насколько быстро происходит генерирование и обработка); разнообразие (различные типы собранных из разных источников, что определяет формат таких данных (структурированные, неструктурированные и др.) [4].

Позднее усилиями экспертов, компаний и исследовательских сообществ в связи с развитием технологий и возрастающими потребностями рынка описанная трехкомпонентная модель пополнилась такими критериями, как veracity (достоверность) – качество данных, позволяющее повысить точность результатов, и value (ценность) – возможность определения скрытых закономерностей, прогнозирование, оптимизация процессов, персонализация предложений, то есть выгода, которую получает организация, что сформировало концепт 5V.

В настоящее время появляются новые характеристики, такие как volatility (изменчивость) – данные подвержены постоянной трансформации, что влияет на их однородность; visualization (визуализация) – делает big data доступными для человеческого восприятия; validity (валидность) – процесс проверки данных различных типов по критериям корректности и полезности для конкретного применения; vulnerability (уязвимость) и viscosity (сложность обработки данных) и др.

В связи с постоянным ростом объема данных, а также скорости обработки увеличивается их разнообразие. По структуре выделяются структурированные, полуструктурированные и неструктурированные. Данный критерий играет значительную роль в связи с наличием правового регулирования в сфере государственных информационных систем, а именно в части структурированных данных и отсутствия в части неструктурированных.

## Правовой режим больших данных

Анализ законодательств стран СНГ позволяет выделить два основных режима, предполагающих полный и частичный доступ путем введения ограничительных мер для их использования: общедоступная информация и информация, доступ к которой ограничен. В условиях цифровизации правовой режим общедоступной информации трансформируется. Все страны находятся в поиске баланса между открытостью информации и обеспечением национальной безопасности. К общедоступной относится информация, доступ к которой не может быть ограничен на законодательном уровне, что гарантирует реализацию конституционного права граждан на доступ к информации, включая данные о деятельности госорганов и порядке предоставления услуг, в том числе электронных и др.

Более передовым можно считать опыт стран, где принят цифровой кодекс. Так, в Цифровом кодексе Кыргызской Республики от 31.07.2025 г. №178 установлен принцип открытости по умолчанию: «данные в общем пространстве цифровых данных являются открытыми данными». В Казахстане государство содействует развитию механизма открытости, достоверности, доступности, актуальности, полноты цифровых данных, их цифровой совместимости и свободного обмена цифровыми данными, что закреплено в Цифровом кодексе Республики Казахстан от 09.01.2026 г. №255-VIII.

Следует отметить, что большое количество данных собирается государственными органами в рамках выполнения возложенных на них полномочий, и их передача третьим лицам не предусмотрена без наличия на то законного основания. Существует множество инициатив по предоставлению открытого доступа к данным, выдвинутых национальными правительствами, межправительственными организациями, а также местными органами управления.

Международное сообщество призывает к открытию данных уже на протяжении длительного времени. В частности, в 2013 г. Департамент ООН по экономическим и социальным вопросам опубликовал «Руководящие принципы по открытым данным правительства» [5], а в 2014 г. была основана глобальная сеть «Открытые данные в интересах развития», которая преобразована в «Данные для развития сети» (Data for Development Network – D4D.net) для применения данных и цифровых технологий для решения важнейших задач развития Глобального Юга [6].

Многие государства уделяют приоритетное внимание разработке специализированных веб-платформ, открывающих публичный доступ к ведомственной информации. Подобные ресурсы успешно функционируют в Дании (Open Data DK), Ирландии (Ireland's Open Data Portal), Эстонии (Estonian Open data portal), а также в Саудовской Аравии, Австралии и др. [7].

Следует разграничивать понятия «большие» и «открытые» данные. Специфика big data

заключается в том, что они могут аккумулировать как общедоступные сведения, предоставляемые в публичном пространстве, так и информацию, оборот которой строго ограничен законодательством, включая персональные данные и иные конфиденциальные ресурсы. Информация с ограниченным доступом – это сведения, распространение и предоставление которых может повлечь за собой причинение вреда правам и законным интересам лиц, а также общественной, государственной или национальной безопасности в целом. К этой категории относятся охраняемые законом тайны (врачебная, банковская, коммерческая), а также персональные данные граждан. На уровне большинства юрисдикций сегодня сформирована развитая нормативная база, регламентирующая оборот персональных сведений субъектов. Особый акцент делается на обеспечении конфиденциальности в разнородных отраслях, оперирующих чувствительными массивами информации. При этом наиболее жесткий правовой режим традиционно присущ государственным секретам и иным сведениям, представляющим стратегическую ценность, раскрытие которых способно нанести ущерб национальной безопасности. В целом, аналогичные критерии градации и правовой защиты применимы и к феномену больших данных.

Технологии обработки больших массивов структурированных данных достаточно развиты как с технической точки зрения (в формате информационных ресурсов и систем), так и с юридической, что нашло отражение в действующих нормативных правовых актах. Основная коллизия заключается в том, что неструктурированные сведения крайне сложно отнести к какому-либо конкретному правовому режиму информации. Для легального и безопасного использования таких массивов целесообразно применять процедуру обезличивания, что позволит минимизировать или полностью исключить риски нарушения законодательства о персональных данных и конфиденциальности.

Таким образом, большие данные следует квалифицировать не только как колоссальные информационные массивы, но и как самостоятельную технологию их генерации, хранения и аналитической обработки. В связи с тем, что данный инструментарий относится к категории сквозных цифровых решений, его правовое регулирование неизбежно должно носить комплексный и межотраслевой характер. Регулирование технологии больших данных, как и технологий искусственного интеллекта, возможно в рамках определенных отраслей права в зависимости от сферы применения.

С точки зрения правового регулирования big data можно определить три подхода. В рамках первого следует фокусироваться на принятии специализированного акта. Второй подход предполагает внесение изменений в действующее законодательство в сфере информации. Третий – предусматривает дополнение законодательства о персональных данных, так эта сфера является наиболее критичной.

На наш взгляд, к этому вопросу следует подходить комплексно, используя все вышеуказанные стратегии. Определение терминологии, основных характеристик, правовых режимов в зависимости от сферы применения, правила предоставления доступа к большим данным государственных структур, а также процедуры обезличивания следует закрепить в Законе «Об информации, информатизации и защите информации». Вместе с тем отдельную главу, касающуюся вопроса анонимизации персональных данных, следует внести в Закон «О защите персональных данных». Впоследствии возможно формирование отдельного законодательного акта.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**


1. Майер-Шенбергер В. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / В. Майер-Шенбергер, К. Кукьер; пер. с англ. И. Гайдюк. – М., 2014.
2. Floridi L. What is Data Ethics? / L. Floridi, M. Taddeo // Philosophical Transactions of The Royal Society a Mathematical Physical and Engineering Sciences. 2016. Vol. 374, №2083. Art. 20160360 // https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0360.
3. Calo R. Consumer Subject Review Boards: A Thought Experiment / Big data and privacy making ends meet // https://fpf.org/wp-content/uploads/2013/08/Wu-Big-Data-Threats1.pdf.
4. Laney D. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety / Application Delivery Strategies, Meta Group, 2001.
5. Организация Объединенных Наций // https://publicadministration.desa.un.org/ru/topics/digital-government/ogd.
6. Data for Development Network // https://www.d4d.net.
7. Глобальный атлас регулирования искусственного интеллекта / под ред. А.В. Незнамова. – М., 2023.

# 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.*

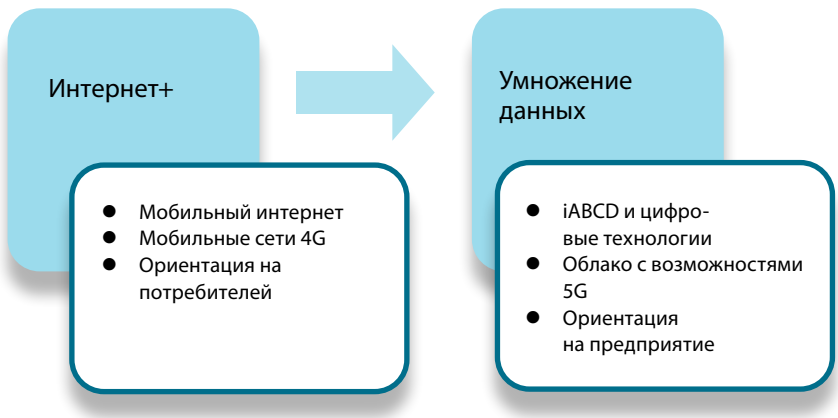



*Рис. 2.* Эволюционная трансформация моделей цифровизации: от концепции «Интернет+» к парадигме «Умножение данных»

## 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.

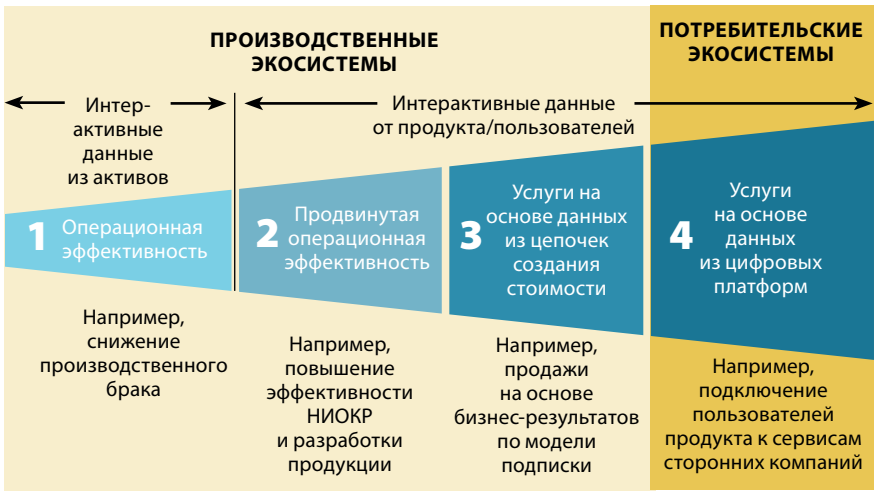



*Рис. 3*. Эффекты интеграции потребительских и производственных экосистем [15]

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**

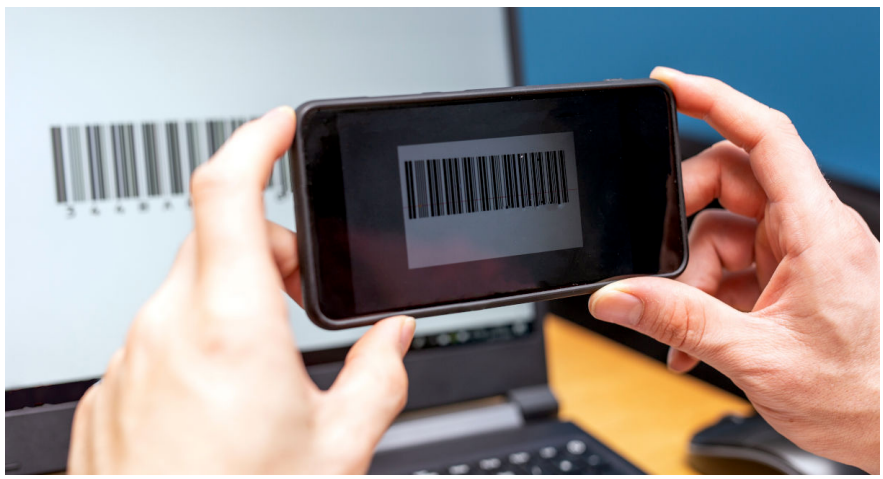

1. Gartner. Data Quality: Why It Matters and How to Achieve It // https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-improve-your-data-quality.
2. Redman T.C. Bad Data Costs the U.S. $3 Trillion Per Year // https://hbr.org/2016/09/bad-data-costs-the-u-s-3-trillion-per-year.
3. A compounding threat: The 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.



**Подпрограмма «Экономика данных» Государственной программы «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг. исходит из того, что отсутствие стандартизации процессов получения и обработки информации приводит к дублированию функционала в государственных информационных системах, избыточным временным и финансовым затратам на их администрирование. Возникает стратегическая необходимость внедрения единой модели данных и повышения согласованности действий между ведомствами в процессе создания таких ресурсов. Какая работа в этом направлении ведется в Центре систем идентификации НАН Беларуси, рассказывает заместитель директора учреждения – начальник управления электронных ресурсов Евгений Якушкин.**

# Штрихкод: атом экономики данных в цепях поставок

– Критичным условием повышения эффективности цифровой трансформации, а также конкурентоспособности государства становится переход от разрозненных ведомственных информационных систем к единому пространству данных, а точнее – модели сопоставимых данных и сквозным цифровым сервисам, в том числе для отраслей экономики и субъектов хозяйствования, а не только для госорганов. Применительно к цепям поставок, торговым процессам – это профиль форматов и структур данных, позволяющий описать характеристики поставщиков, покупателей, обязательств, товаров, мест отгрузки-разгрузки, событий в таком виде, чтобы они однозначно и одинаково понимались всеми информационными системами. Международные стандарты идентификации задают правила, по которым товар получает один и тот же уникальный унифицированный идентификатор как ключ к стандартизованной информации в базах данных независимо от того, в какой системе – налоговой, таможенной, транспортной, торговой – эти данные находятся. Без такой унификации формирование единой архитектуры государственных цифровых платформ технически сложно: каждая ИС продолжит вести свой собственный, несовместимый с другими способ описания товаров.



*Что это означает с точки зрения практики и какую роль в данном процессе играет Центр систем идентификации?*

– Эта роль определена несколькими постановлениями Правительства Республики Беларусь и состоит в научно-методическом обеспечении процессов развития электронной торговли в нашей стране на базе международных стандартов идентификации GS1, действующих более чем в 150 странах. В ее основе – глобальные идентификационные номера торговых единиц GTIN и глобальные номера местонахождения участников хозяйственных операций GLN, которые физически кодируются в привычном линейном штрихкоде или записываются в память RFID-меток. GS1 Беларуси является частью международной сети и имеет национальный префикс 481.

Центр выступает владельцем и оператором республиканской информационной системы – Банка данных электронных паспортов товаров с описанием до 170 атрибутов каждого – от состава и массы до производителя и импортера (ePASS), их накоплено более 23 млн. Пользователи системы – более 90 тыс. субъектов хозяйствования. Работает этот ресурс уже свыше 15 лет, обеспечивая сопоставимыми данными о товарах в международном формате множество государственных и частных структур, задействованных в процессах заказа, доставки и оплаты товаров.

*Как компетенции Центра соотносятся с задачами подпрограммы «Экономика данных» – прослеживаемостью, электронным документооборотом, использованием искусственного интеллекта?*

– Мы закладываем наш опыт и экспертные знания в основу разрабатываемых нормативных правовых и технических актов, научных публикаций и научно-методических рекомендаций. Например, в 2026 г. под редакцией директора Центра систем идентификации В.И. Дравицы вышла монография «Цифровые экосистемы идентификации и прослеживаемости товаров в цепях поставок: теория и практика». В соответствии с поручением Правительства подготовлены и проходят завершающие стадии согласования методические рекомендации по переходу участников производства и оборота товаров в Республике Беларусь на использование двумерных штриховых кодов, что расширит возможности применения технологий идентификации в реальном секторе. В сентябре текущего года завершено согласование проекта постановления Совета Министров о корректировке порядка штрихового кодирования. Завершается согласование с органами государственного управления совместного постановления Национальной академии наук Беларуси, МНС, Минфина и Минсвязи об использовании электронных накладных.

*Исчезнут ли при этом привычные нам штрихкоды?*

– Нет, они останутся. Двумерные коды – это разновидность штриховых машиночитаемых символик. Поэтому, строго говоря, штриховые коды не исчезнут. Они как были ключом к базам данных о товарах, так и останутся, но с одной особенностью: сегодня код – это ключ к информации в одной базе одного предприятия. В перспективе, о чем и говорится в наших рекомендациях, технология диспетчеризации (resolving) по информации в двумерном коде позволит получать данные из множества информационных систем. То есть код становится ключом от нескольких дверей, образно говоря. И позволит уйти от порой излишней централизации при хранении данных, обеспечить их более оперативное обновление непосредственно в первоисточниках. Важно то, что работа эта идет в соответствии с мировыми тенденциями и новейшими стандартами в этой сфере.

*Почему развитие именно международных (а не только национальных) стандартов идентификации – объективная необходимость?*

– Потому что цепь поставок редко замыкается внутри одной страны. Как только товар пересекает границу, его код должен читаться и однозначно интерпретироваться десятками информационных систем разных стран, а сведения о продукции однозначно интерпретироваться в сопроводительных документах – международной транспортной накладной, ветеринарном сертификате и т.д. Национальный стандарт, не согласованный с международным, создает технический барьер для автоматизации процессов в торговле и разрешительных процедурах. Показательный пример – интеграция на основе международного стандарта e-CERT еще одной разработки Центра – Государственной информационной системы идентификации, регистрации и прослеживаемости животных и продукции животного происхождения (ГИС AITS) с российской

федеральной системой в области ветеринарии «Меркурий», которая ежегодно сопровождает электронными сертификатами поставки белорусской продукции в РФ на сумму более 4,5 млрд долл., сократив при этом, по оценке профильных ведомств, в несколько раз время контрольных процедур на пограничных пунктах пропуска. По направлению применения ИИ в подпрограмме 1 заложены задачи по обработке больших данных и поддержке принятия решений – Центр в этой части ведет работу по автоматизированной проверке достоверности данных, поступающих в ePASS (порядка 15–20 тыс. новых цифровых паспортов товаров ежедневно), и по построению на этой основе инструментов прогнозирования спроса.

*Если говорить об электронной торговле, сразу возникает вопрос доступности технологий. Ведь для запуска таких сложных процессов одного желания мало: нужны специфические знания и огромные бюджеты. Как быть малому и среднему бизнесу, научным учреждениям? Есть ли у центра готовые решения для них?*

– Мы активно работаем в этом направлении. Буквально в 4-м квартале 2026 г. начнется опытно-промышленная эксплуатация интернет-витрины товаров и услуг организаций Национальной академии наук Беларуси по адресу https://market.ids.by/, которая представляет собой современную платформу электронной торговли готовой продукцией в сегменте B2B, базирующуюся на информации из ePASS. Это перспективный рынок, включающий свыше 90 тыс. продавцов и покупателей в лице юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, которыми представляется ассортимент из более чем 23 млн позиций. На этом ресурсе могут размещаться коммерческие предложения на поставку более 3 тысяч видов товаров Академии, уже внесенных в ePASS. При этом ее потенциал намного выше, поскольку пока не вся продукция академических организаций зарегистрирована в данной системе. По приобретенной у Центра лицензии аналогичная платформа уже развернута в России на базе мультибрендового центра «Белмаш» (г. Москва) по адресу https://moskwatorg.ru/, в сентябре на ней начали регистрироваться первые российские субъекты. Обе платформы объединены в сеть, то есть коммерческое предложение о реализации товара (продукции), размещенное на академическом ресурсе https://market.ids.by/, по желанию пользователя автоматически появляется на https://moskwatorg.ru/ и работает на основе местного законодательства. Сотрудничество базируется на безбумажной технологии договорных отношений, международном стандарте базисов поставки, электронном взаимодействии со смежными информационными источниками. Все процессы строятся на международных стандартах, что делает ее привлекательной для тех предприятий, которым в настоящее время вхождение в электронную торговлю затруднено.

Наши эксперименты на предыдущих этапах разработки с организациями Отделения аграрных наук показали применимость этой технологии не только для товаров, но и для услуг, таких как НИР, НИОКР, то есть той сферы, в которой преимущественно работают научные учреждения. Считаем, что развитие собственной B2B-платформы для электронной торговли готовой продукцией, производимой в НАН Беларуси, – перспективное направление коммерциализации научно-практических разработок и представления в сети Интернет информации о ее возможностях, важный инструмент установления связей с потребителями. Кроме того, при принятии соответствующих управленческих решений и небольшой технической доработке в будущем платформа может выступить централизованным инструментом оптимизации закупок товарно-материальных ценностей и услуг Академией наук.

*Исчерпан ли технический предел автоматизации в цепях поставок или все же есть скрытые возможности для снижения трудоемкости процессов, ускорения операций и повышения их точности?*

– Безусловно, потенциал – и немалый – имеется. Ведь сегодня цифровизированы в основном процессы, производные от ручных операций поиска товаров и партнеров, согласования условий поставок и т.д. То есть алгоритм установления обязательств, заключения договора, согласования поставляемого (приобретаемого) ассортимента товаров пока не переведен в электронный формат и в большинстве случаев требует администрирования человеком. Но с появлением технологий создания больших массивов структурированных данных на основе международных стандартов появляется и техническая возможность описать обязательства по поставке и по покупке в семантике интернет-платформ.

Иными словами, сейчас зарождаются условия для практической реализации положений концепции «единого окна», разработанной центром по заказу Евразийской экономической комиссии еще 10 лет назад. Ее суть в том, что как только товар представлен структурированно в электронном виде с использованием глобального номера его разновидности GTIN и стандартизированного набора атрибутов (состав ингредиентов, характеристики, единицы измерения, место производства, условия поставки), а поставщик и покупатель также идентифицированы посредством глобального номера местоположения GLN и размещены на интернет-ресурсах, подобных ePASS или интернет-витрине, эти описания, оставаясь привычным «текстом для человека», становятся одновременно и машиночитаемым кодом, а значит теми данными, которые могут быть сопоставлены между собой в рамках алгоритмов обработки больших данных. Формализованная потребность покупателя – предложение на закупку – это те же состав, характеристики, единицы измерения, место производства, условия поставки, и составляются они так же, как и запросы на поставку продукции. Остается поместить оба предложения в информационную среду, где машинные алгоритмы их сопоставят и при совпадении встречных заявок выдадут команды на физическое перемещение товаров, заказ релевантного транспорта, страхование грузов и многое другое. Такой информационной средой является не отдельный маркетплейс, а вообще совокупность всех торговых платформ в сети Интернет.

Без общей системы идентификаторов, событий, стандартов обмена информацией вышеуказанное сопоставление на уровне информационных систем чрезвычайно затруднительно и пока требует посредника в лице человека, перечитывающего прайс-листы, счета, спецификации, накладные и разнородные описания товаров на разных платформах.

*Какую роль в этой схеме может выполнять искусственный интеллект и работает ли центр в данном направлении?*

– Там, где данные уже структурированы и достоверны, ИИ применим для задач, решение которых требует анализа объемов данных, физически недоступных человеку: сверка качества и полноты поступающих в ePASS первичных сведений о товарах, выявление аномалий и потенциально ошибочных описаний и т.д. Но без стандартизированного, машиночитаемого описания товара и участников сделки любые алгоритмы искусственного интеллекта будут вынуждены анализировать плохо сопоставимые информационные конструкции. Центр совместно с Институтом математики Национальной академии наук Беларуси ведет разработку и обучение собственной узкоспециализированной модели ИИ, которая должна значительно упростить внесение данных в ePASS для широкого круга пользователей. Это очень актуальная задача, обусловленная постоянным расширением количества товарных групп, охватываемых системой маркировки средствами идентификации в ЕАЭС, в первую очередь в России, куда поставляется значительная доля белорусских товаров. А в перспективе мы планируем применять ИИ для вышеупомянутой торговой платформы.

*Нет ли риска потери цифрового суверенитета из-за использования международных, а не национальных стандартов?*

– Суверенность в экономике данных означает, что страна сама управляет своей национальной инфраструктурой (реестрами, депозитарием кодов, информационными системами) на основе стандартов, совместимых с международными. Это требует поддержания компетенций в определенных направлениях, в нашем случае – в области кодирования продукции и создания информационных ресурсов национального уровня. С этой целью сотрудники Центра участвуют в подготовке стандартов и иных основополагающих документов в сфере идентификации товаров и электронной коммерции, будучи экспертами таких международных структур, как Центр ООН по упрощению процедур торговли и электронному бизнесу (UN/CEFACT), Международная организация по стандартизации (на базе центра работает профильный Технический комитет в сфере идентификации), Ассоциация GS1, Евразийская экономическая комиссия и других. В настоящее время, например, мы участвуем в выработке минимальных технических требований к цифровому паспорту товара в рамках UN/CEFACT. Эта масштабная интеграция открывает новые горизонты для развития цифровой экономики, позволяя нам не просто следовать глобальным трендам, но и активно формировать технологическое будущее нового поколения.

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

# Система управления государственными данными в Республике Беларусь




**Иван Лесько,** начальник управления информационно-аналитического сопровождения цифрового развития Центра цифрового развития



**Владислав Драпеза,** ведущий специалист управления информационно-аналитического сопровождения цифрового развития Центра цифрового развития



**Юлия Олехнович,** специалист управления информационно-аналитического сопровождения цифрового развития Центра цифрового развития



В условиях цифровой трансформации управление данными находится в фокусе внимания как органов власти, так и научного сообщества. Сведения, содержащиеся в государственных информационных системах (ГИС) и государственных информационных ресурсах (ГИР), зачастую собираются и обрабатываются по несогласованным правилам: различаются состав, структура и уровень детализации, применяемые классификации, что приводит к дублированию запросов, снижению сопоставимости и достоверности материалов. Ответом на эти вызовы выступает совершенствование системы, что создаст надежную основу для принятия оптимальных решений, повысит прозрачность работы органов власти и обусловит эффективное межведомственное взаимодействие. Для граждан и бизнеса это означает улучшение качества цифровых сервисов на базе единых, актуальных и достоверных данных. Для достижения поставленной цели в нашей стране реализуется комплекс мер на нормативном правовом, организационном и прикладном уровнях.

## Научно-методологические основы

В ряде научно-исследовательских работ были заложены научно-методологические основы по совершенствованию управления государственными данными. В частности, ОАО «Гипросвязь» выполнена НИР «Разработка научно обоснованных предложений по регулированию оборота государственных данных в Республике Беларусь», в рамках которой проработаны требования к аудиту (анализу), представлены предложения по нормативному правовому обеспечению, проанализировано состояние всей рассматриваемой экосистемы [1].

Центром цифрового развития в рамках НИР «Разработка научно обоснованных предложений по формированию межотраслевой, отраслевой и региональной топологии взаимодействия государственных цифровых платформ и информационных систем, определению детализированных требований к базовым сервисам и видам обеспечения государственных цифровых платформ» продемонстрировано, что государственные данные – важнейший сквозной элемент на всех уровнях управления цифровым государством, построенном на доменном подходе, начиная от ресурсов, лежащих в основе ГИС, и заканчивая конкретными цифровыми сервисами, направленными на потребности граждан и бизнеса [2].

Отдельным методологическим массивом выступает комплекс стандартов, унифицирующих рассматриваемые подходы. В рамках стандартизации базовыми направлениями являются: семантическое ядро, классификация, реестры метаданных, концепции и применение данных, их эталонная архитектура, модель регулирования, терминология и сценарии, взаимодействие и обмен сведениями, их качество, регламентирование процессов аналитики больших данных (БД). На международном уровне эти вопросы нашли отражение в ряде стандартов, в первую очередь – ISO/IEC 38505-1:2026 «Information technology – Governance of data» («Информационные технологии – Управление данными») [3]. В Беларуси лучшие международные практики адаптируются с учетом национального контекста. ОАО «Гипросвязь» представлен проект стандарта «Информационные технологии. Использование данных. Терминология и сценарии использования», направленный на совершенствование механизмов регулирования в этой области.

## Нормативный правовой уровень

Аспекты управления государственными данными постоянно эволюционируют с точки зрения нормативного правового регулирования на основе Закона Республики Беларусь от 28.11.2004 г. №345-З «О государственной статистике», который содержит расширенный понятийный аппарат, усовершенствованные принципы и т.д. [4]. Так, введены термины «индивидуальные административные данные» (о конкретном юридическом или физическом лице, в том числе индивидуальном предпринимателе), «поставщики административных данных» (субъекты правоотношений, предоставляющие сведения органам государственной статистики и (или) организациям, уполномоченным ее вести), «субъект индивидуальных административных данных», а также «статистические метаданные» (описывающие информацию путем указания используемых источников, статистической методологии, показателей качества и др.).

Наряду с независимостью, статистической конфиденциальностью, объективностью, актуальностью и своевременностью закреплены такие определения, как «обоснованность официальной статистической методологии» (опора на международные стандарты, последовательное применение единых понятий, терминов и классификаций); «умеренность возлагаемой на респондентов нагрузки» (прямо предусматривающая, что во избежание дублирования запроса используются административные и другие данные); «доступность» (распространение информации на равных условиях, в ясной форме, со статистическими метаданными); «сопоставимость сведений во времени» и т.д.

В круг субъектов правоотношений включены поставщики административных данных – государственные органы и иные юридические лица Республики Беларусь (ст. 8). Статья 11-1 закона обязывает предоставлять сведения на безвозмездной основе и, что принципиально важно, обеспечивать необходимые для официальной статистической информации состав, структуру и уровень детализации материалов, а также сопровождать их пояснениями, необходимыми для правильной интерпретации.

Органы статистики могут безвозмездно получать административные данные и иную информацию, в том числе распространение и (или) предоставление которых ограничено (за исключением составляющих государственные секреты), пользоваться инфор-

мационными ресурсами, базами организаций (в том числе иметь удаленный доступ к ним посредством общегосударственной АИС (ст. 10), государственных органов и т.д. (ст. 20).

Индивидуальные административные данные отнесены к конфиденциальным; их распространение и (или) представление не осуществляются, за исключением случаев опубликования в составе статистической отчетности без указания наименования (фамилии, собственного имени, отчества) субъекта (ст. 21), что создает правовые условия для повторного использования. Ответственность за нарушение этого правила несут лица, получившие эти данные (ст. 24). Тем самым Закон №238-З сформировал понятийный и принципиальный фундамент управления государственными данными: принцип исключения дублирования, требования к составу, структуре и детализации, институт метаданных.

Указом Президента Республики Беларусь от 02.03.2011 г. №95 «О некоторых вопросах сбора информации, не содержащейся в государственной статистической отчетности» регулируется в том числе порядок сбора информации, не касающейся этой отчетности (в документ внесены корректировки Указом Президента Республики Беларусь от 21.07.2025 г. №285) [5]. Закреплено, что «под государственными данными понимается документированная информация, получаемая государственными органами, иными государственными организациями в связи с осуществлением государственно-властных полномочий, в том числе административных процедур, контрольных (надзорных) и других функций, возложенных на них нормативными правовыми актами».

Дальнейший вектор преобразований задает Директива Президента Республики Беларусь от 02.04.2025 г. №11 «О совершенствовании функционирования системы органов власти и управления, усилении исполнительской дисциплины» [6], во исполнение которой утвержден план мероприятий, предусматривающий реализацию комплекса взаимоувязанных задач, среди которых:

- *определение типовых структур государственных данных, метаданных и классификаций;*
- *формирование соответствующего каталога и его последующее постоянное обновление;*
- *оптимизация состава, структуры и уровня детализации информации, собираемой и обрабатываемой посредством ГИС (ГИР), а также гармонизация классификаций и обеспечение полноты, актуальности, достоверности сведений с возможностью их повторного применения.*

Предусматриваются мероприятия, направленные на институциональное совершенствование контура управления государственными данными: создание единой информационной системы оперативной и ведомственной отчетности, внесение предложений о приведении в соответствие с Директивой №11 Закона Республики Беларусь от 28.11.2004 г. №345-З «О государственной статистике», Указа Президента от 02.03.2011 г. №95 «О вопросах сбора информации», а также постановления Национального статистического комитета от 13.10.2016 г. №152 «О создании Межведомственного совета по государственной статистике».

Вырабатываются прикладные решения на инструментальном уровне: создан Каталог государственных данных (КГД) и Единая система классификаций (ЕСК). В цифровом пространстве КГД фиксируется, какие государственные данные существуют в стране, какой состав (характеристики) они имеют, а также в каких ГИС (ГИР) обозначенные единицы содержатся. ЕСК в свою очередь образует единую систему всех справочников Беларуси, используемых в ГИС (ГИР), что призвано обеспечить согласованность классификаций. В КГД и ЕСК применяются разработанные Национальным статистическим комитетом типовые структуры государственных данных, метаданных и классификаций, предназначенные для единообразного описания сущностей всеми участниками взаимодействия.

Таким образом, Директива №11 придала новый импульс развитию институционального контура системы управления государственными данными в нашей стране. Так, изменениями в Закон Республики Беларусь от 28.11.2004 г. №345-З «О государственной статистике», внесенными 16.03.2026 г., закреплено преобразование Межведомственного совета по государственной статистике в Совет по управлению государственными данными (Совет), координирующий деятельность госорганов и организаций [7]. Помимо этого, постановлением Национального статистического комитета от 10.04.2026 г. №16 «О Межведомственном совете по управлению государственными данными» утверждено Положение о Совете [8], а постановлением от 10.04.2026 г. №17 утвержден его пофамильный состав [9].

Упомянутые нормативные акты заложили фундаментальную правовую основу, а практические меры очерчены в Государственной программе «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг. Одна из ее подпрограмм – «Экономика данных» – направлена на формирование и развитие полноценного оборота данных как ключевого экономического ресурса [10].

Помимо этого, в соответствии с п. 8 Положения о порядке создания, развития, модернизации и взаимодействия государственных цифровых платформ, информационных систем, не предназначенных для обработки данных, отнесенных к государственным секретам, на стадии проектирования предусмотрена процедура согласования с Советом состава, структуры и уровня детализации сведений, собираемых и обрабатываемых посредством ГЦП (ГИС), применяемых для этого классификаций [11].

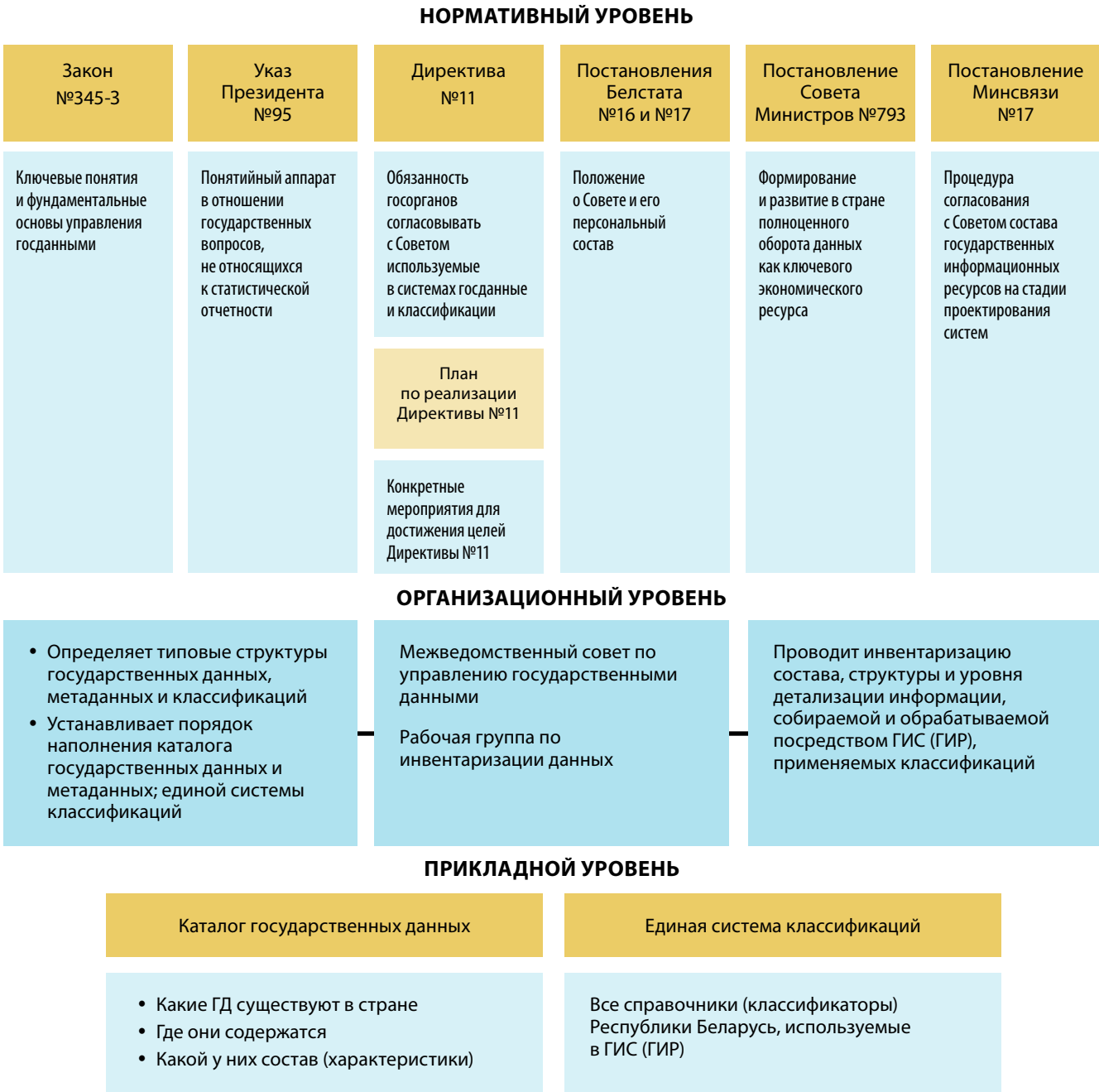



*Рисунок*. Система управления государственными данными в Республике Беларусь

## Организационный уровень

Совет по управлению государственными данными как институциональное ядро является постоянно действующим координационным и консультативным органом, в задачи которого входит: регулирование деятельности субъектов правоотношений в области государственной статистики, государственных органов и организаций по вопросам управления данными.

Полномочия Совета с учетом принятия постановления Национального статистического комитета №16 предусматривают [8]:

- *определение типовых структур государственных данных, метаданных и классификаций;*
- *установление порядка наполнения каталога и единой системы классификаций;*
- *проведение инвентаризации состава, структуры и уровня детализации информации, собираемой и обрабатываемой посредством ГИС (ГИР), классификаций;*
- *принятие решений, обязательных для выполнения государственными органами.*

Совет вправе создавать рабочие (экспертные) группы, вносить предложения по корректировке нормативных правовых актов, размещать сведения о составе, структуре и детализации информации. Персональный состав Совета, включающий председателя Белстата, его заместителей, руководителей и заместителей КГК, Минобразования, Минсвязи, Минэкономики, Минфина, Минюста, Нацбанка, Госстандарта, Аппарата Совета Министров, Администрации Президента, Банка развития, представителей научных организаций (БГУИР, БГЭУ, Академии управления, НЦЭУ, НЦЗПД, НЦЗПИ) и бизнес-сообщества (ОАО «Гастелловское», ОАО «ГУМ», ООО «Спарина», Ассоциация налогоплательщиков) [9], обеспечивает межведомственный охват и участие в управлении уполномоченных от науки и реального сектора экономики. Одно из ключевых направлений работы Совета – инвентаризация сведений в ГИС (ГИР). Кроме того, действует рабочая группа, целью которой является оказание методической поддержки работникам.

Таким образом, в Республике Беларусь сформирована целостная многоуровневая система управления государственными данными, которая постоянно развивается и состоит из нормативного правового, организационного и прикладного уровней *(рисунок)*.

Регулирование данной сферы эволюционирует от сугубо статистического подхода к комплексному регламентированию: понятийный аппарат актуализируется институциональным механизмом координации, наделенным реальными распорядительными полномочиями, а также дополняется нормативными правовыми актами. В ближайшее время планируется усовершенствовать систему управления государственными данными посредством завершения информационного наполнения КГД и ЕСК, гармонизации применяемых классификаций на основе обязательных решений Совета.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**


1. Разработка научно обоснованных предложений по регулированию оборота государственных данных в Республике Беларусь: отчет о НИР (заключ.) / ОАО «Гипросвязь»; рук. Д.В. Демьянюк, С.В. Спиридонов, Н.Г. Юневич. – Мн., 2024.
2. Разработка научно обоснованных предложений по формированию межотраслевой, отраслевой и региональной топологии взаимодействия государственных цифровых платформ и информационных систем, определению детализированных требований к базовым сервисам и видам обеспечения государственных цифровых платформ: отчет о НИР (заключ.) / Государственное предприятие «ЦЦР»; рук. С.Н. Беликов. – Мн., 2024.
3. Information technology – Governance of data: ISO/IEC 38505-1:2026. Instead of ISO/IEC 38505-1:2017. Published 20.08.26.
4. Об изменении Закона Республики Беларусь «О государственной статистике»: Закон Республики Беларусь от 30.12.2022 г. №238-З // https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12200238.
5. Об изменении Указа Президента Республики Беларусь: Указ Президента Республики Беларусь от 21.07.2025 г. №285 // https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32500285).
6. О совершенствовании функционирования системы органов власти и управления, усилении исполнительской дисциплины: Директива Президента Республики Беларусь от 02.04.2025 г. №11 // https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P02500011.
7. Об изменении законов по вопросам регулирования гражданского судопроизводства и гражданских правоотношений: Закон Республики Беларусь от 16.03.2026 г. №134-З // https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12600134.
8. О Межведомственном совете по управлению государственными данными: постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь, 10.04.2026 г., №16 // https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=T22606244.
9. Об утверждении состава Межведомственного совета по управлению государственными данными: постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 10.04.2026 г. №17 // https://etalonline.by/document/?regnum=t21904252p.
10. О Государственной программе «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг.: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.2025 г. №793 // https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22500793.
11. О порядке создания, развития, модернизации и взаимодействия государственных цифровых платформ и государственных информационных систем: постановление Министерства связи и информатизации Республики Беларусь от 06.10.2022 г. №17 (в ред. постановления Министерства связи и информатизации Республики Беларусь от 21.05.2026 г. №9 // https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22340069.

# Прецизионный анализ и синтез биомедицинских изображений





**Главным условием эффективности медицинского искусственного интеллекта становится не колоссальный объем выборки, а безупречное качество и глубина разметки данных – огромных массивов информации, историй болезней, тысяч снимков КТ и МРТ и др. И если на входе алгоритм получает зашумленную, неточную или некорректно размеченную информацию, на выходе неизбежно формируется искаженная клиническая картина. Но как обеспечить эталонное качество данных, когда реальная клиника полна хаоса, артефактов и шумов? Своим «прецизионным» видением проблемы делится ведущий научный сотрудник лаборатории анализа биомедицинских изображений ОИПИ НАН Беларуси, кандидат технических наук Василий КОВАЛЕВ.**

*Василий Алексеевич, ваша лаборатория обучает нейросети уже более 13 лет. С чего все начиналось и как эволюционировала индустрия за это время? Стало проще, сложнее или, может быть, страшнее?*

– Изменилось абсолютно все. Возникли принципиально новые программные и технические средства для обучения. Колоссально развились нейронные сети: они усложнились, получили другую архитектуру, стали в разы эффективнее и намного требовательнее. Да и задачи теперь несопоставимо масштабнее и затратнее с вычислительной точки зрения. Ну а там, где растут технические мощности, неизбежно увеличиваются и финансовые аппетиты проектов. Мы физически больше не можем работать на том оборудовании, которое было актуально в начале пути. Существующие сегодня модели на порядок мощнее, но для их обучения требуются просто гигантские массивы качественных данных. Если раньше практически 100% задач сводилось к банальной классификации, например по принципу «больной/здоровый», то с появлением класса генеративных нейронных сетей, способных создавать объекты после соответствующего обучения, ситуация кардинально изменилась. Мы перешли от простого распознавания образов к их цифровому моделированию и делаем это очень давно. Анализ, интерпретация и обработка медицинских изображений – сфера крайне чувствительная к инновациям. Все технологические новинки появляются у нас одними из первых.

*Но ведь на этом прогресс не остановился? Что происходит в индустрии сейчас?*

– После генерации изображений произошла еще одна крупная революция в развитии искусственного интеллекта. И наша лаборатория, конечно, не осталась в стороне от появившихся больших языковых моделей (LLM). Они открыли совершенно другой этап нашей работы, который в корне меняет подход к анализу медицинских данных.

*Правильно ли я понимаю, что это гигантские системы, которые физически невозможно запустить на обычном гаджете?*

– Как правило, они огромны. Хотя существующие технологии позволяют портировать некоторые нейросети на локальные устройства. Конечно, на телефоне это будет скорее игрушка. Но на хорошем, мощном современном домашнем ПК запустить такую модель вполне реально. Главное их отличие будет в интерфейсе и масштабе. Общение с ИИ идет не только через клавиши, а и голосом. Более того, эти сети невероятно сложны. Их обучали и обучают на колоссальном объеме разнотипных данных – изображениях, звуках, исторических архивах, представленных на разных языках. В общем, туда загрузили все, что можно найти в Интернете, и даже больше. Например, профессиональные медицинские базы данных – на них модели тоже активно учились. Современные LLM, по сути, интегрируют внутри себя все предыдущие архитектуры сетей.

*Если оценивать этот масштабный технологический сдвиг, в чем принципиальное отличие нового подхода к анализу информации от прежних IT-моделей?*

– Раньше мы работали с так называемыми унимодальными нейронными сетями. Они умели взаимодействовать только с одним типом данных: со звуком, текстом, с медицинскими сигналами или изображениями. Затем наступила эра многомодальных нейросетей. Это как раз то направление, над которым сейчас активно работает команда нашей лаборатории, когда объединяются изображение и текст.

*Как это выглядит на практике, какие реальные задачи в медицине помогает решать?*

– Сеть способна автоматически генерировать текстовое описание того, что изображено на снимке. Возьмем диагностику легких, которой мы занимаемся очень давно. По медицинскому протоколу рентгеновское и/или томографическое изображение грудной клетки должен изучить специально обученный врач-радиолог, у нас его чаще называют рентгенологом. Он профессионально оценивает изображение и подробно описывает, что видит: например, затемнение в определенной доле легкого или мелкие нодулы – новообразования, которые могут быть крайне агрессивными и указывать на рак легких. При этом не ставит окончательный диагноз, а формирует детальное описание для истории болезни, на основе которого пациента отправляют на дальнейшие обследования. И вот этот сложнейший процесс первичного описания снимка мы теперь можем автоматизировать и усилить с помощью нейросетей.

*Обыватели часто думают, что ИИ устроен просто: нейросеть посмотрела на снимок и сразу поставила окончательный диагноз.*

– Это огромное заблуждение. В жизни так не бывает. Диагноз – это слишком серьезная и сложная вещь. Он всегда ставится на основе комплекса совершенно разнотипных данных. Именно поэтому врач отправляет нас и на анализ крови, и на кардиограмму, даже если на сердце нет жалоб. В диагностике важно все. Но вернемся к радиологу: его ключевая функция – профессионально и детально описать снимок. И мы ставим перед нейросетью схожую цель: по изображению грудной клетки сгенерировать полноценное текстовое заключение. Это абсолютно нетривиальная инженерная задача. Мы вышли на качественно новый уровень, где искусственный интеллект одновременно работает с разнородными, мультимодальными данными. Под моим руководством в БГУ дипломные работы на эту тему защищали уже трое студентов. И что самое интересное – пути решения и финальные итоги у всех разные. Стало понятно, что к этой проблеме действительно можно подходить с совершенно разных технологических сторон. Если резюмировать эволюционный процесс в нашей сфере, то его можно описать так: сначала были унимодальные сети для одного типа данных, затем появились гетерогенные, или многомодальные системы, связывающие, например, картинку и текст, и вот сейчас на вершину поднялись большие языковые модели, выступающие в роли универсального мультимодального интеллекта.

## Качество данных в медицинских ИИ-системах

*Дискуссии о колоссальных возможностях ИИ, обучающегося на терабайтах медицинской информации, не утихают. Однако в IT-индустрии и биомедицинской инженерии существует различная специфика использующихся данных. Как добиться качества диагностических моделей и конечных программных продуктов?*

– Ключевая проблема кроется в том, что в этой отрасли не работает классическое индустриальное правило «почти готово». Если обычный материальный объект сделан на 95% или на 99%, его в ряде сфер можно использовать и постепенно доводить до ума. Но если алгоритмическая система или программное обеспечение готовы лишь на 99% – результат фактически равен нулю, а значит, он никому не нужен. Оставшийся процент некачественных данных или критической ошибки в коде полностью парализует систему. Код либо работает идеально и решает задачу, либо бесполезен. Именно поэтому за красивой визуализацией и «шедеврами», выдаваемыми нейросетями, всегда обязан стоять жесткий контроль качества и экспертный аудит.

*Сегодня часто звучит тезис, что данные – это новый экономический актив. Но их ценность напрямую зависит от достоверности. Если говорить о медицине, что именно определяет качество этого актива? Ведь за ним стоят не просто сухие цифры в таблицах, а человеческие жизни.*

– Данные действительно стали ценнейшим активом, но без должной чистоты они превращаются в «токсичный» капитал. Для нас как профессионалов это фундамент, без которого никакой искусственный интеллект не заработает, сколько бы денег в него ни вложили. Понятие «качество» жестко привязано к типу данных, и начинается оно не в момент анализа, а в момент фиксации – с аппаратуры, которая эти данные снимает. В медицине информация редко записывается со слов пациента. Это всегда показания приборов. Если мы говорим о лучевой диагностике, то ключевой фактор – какая именно установка делала снимок. В Беларуси, например, основная масса рентгеновских аппаратов – это отечественная техника компании «Адани». И это действительно хорошие, надежные машины, с которыми мы успешно работаем уже много лет. Наш уровень здесь весьма неплох. Но качественное «железо» – это лишь половина дела. Огромную роль играет человеческий фактор и культура сбора информации. Под этим я имею в виду в том числе подготовку пациента. Персонал наших поликлиник обучен внимательно следить за стандартами: лаборанты не позволят человеку войти в аппарат с посторонними предметами, например украшениями, которые потом дадут артефакты и брак на снимке. За этим следят очень строго, поэтому на выходе и получается чистый материал. Я видел базы данных коллег из других стран – там ситуация другая. Кроме того, у нас эти данные изначально цифровые. Это принципиальный момент для экономики здравоохранения и обучения ИИ. Мы не занимаемся оцифровкой старого материала. Знаете, как бывает в некоторых зарубежных клиниках, с которыми мы сотрудничаем? Там берут обычную аналоговую пленку и просто переснимают на фотокамеру или мобильный телефон. Формально файл становится цифровым. Но вы же понимаете, какое там качество? Для серьезных алгоритмов такой суррогат непригоден.

## Интерпретация данных и концепция Second Opinion

*Когда врач анализирует массив информации – снимки МРТ, КТ, анализы крови, – как именно функционирует ИИ? Существует ли какой-то эталонный базис для верификации решений?*

– У ИИ есть условный цифровой эталон нормы и тысяч патологий, на которых модель долго обучали. Она сопоставляет содержимое анализируемого кадра с терабайтами других изображений, выявляя даже микроскопические аномалии. Однако такая система нужна не для замены человека, а исключительно для реализации концепции «второго мнения». Никакой искусственный интеллект не ставит диагноз. Это дело только врача, несущего полную юридическую и уголовную ответственность за его точность. Прямое автоматическое назначение лечения машиной невозможно. Если в качестве эталонных данных, на которых учили модель, была хотя бы одна ошибка, система может пойти по ложному следу.

*Насколько практикующие белорусские врачи ментально и профессионально готовы доверять подсказкам ИИ, велик ли барьер скепсиса и консерватизма со стороны отечественного медицинского сообщества?*

– Медицинский ИИ – это высокотехнологичный цифровой ассистент, инструмент подсказки, обеспечивающий то самое независимое «второе мнение». Замена врача искусственным интеллектом – опасная иллюзия. Нейросеть способна обнаружить на снимке крошечный очаг патологии, который человеческий глаз может пропустить из-за банальной усталости в конце смены. Но компьютер полностью лишен клинического мышления, живой интуиции и способности видеть пациента целиком, со всеми его индивидуальными особенностями. К тому же ответственность за жизнь человека всегда несет доктор, который может воспринимать подсказки алгоритма, но в любом случае за ним остается финальный диагноз. Если говорить о готовности белорусских врачей доверять подсказкам ИИ, то барьер и скепсис действительно есть, но я бы не связывал это с консерватизмом. Скорее всего, это нормальная, здоровая профессиональная осторожность. Главный принцип медицины – «не навреди», поэтому врач просто не имеет права верить красивой компьютерной программе на слово. Ему нужны жесткие доказательства и четкое понимание того, почему робот принял именно такое решение. Сейчас ситуация на местах меняется очень быстро. Например, у нового поколения медиков недоверия практически нет, для них цифровые помощники – это естественная рабочая среда. На базе наших РНПЦ и медицинских вузов мы видим огромный интерес к технологиям со стороны молодых специалистов. Да и у опытных докторов сомнения мгновенно исчезают, когда ИИ за секунды находит скрытый очаг, сам размечает сложнейшие снимки и берет на себя тонну рутинной работы. Доктора начинают видеть в ИИ не конкурента, который хочет их заменить, а надежного, точного и очень быстрого коллегу.

## Приватность и преодоление разрыва между симуляцией и реальностью

*Чтобы полностью исключить риск утечек, мировая медицина все чаще переходит на «синтетику» – искусственные медицинские снимки и карты. Планирует ли ваша научная команда создавать и коммерциализировать такие генеративные модели, чтобы поставлять безопасные учебные базы для наших разработчиков, например IT-решений?*

– Переход на синтетические данные – закономерная тенденция, обусловленная колоссальной чувствительностью медицинской тайны. Действительно, утечка реального КТ-снимка или карты пациента несет огромные репутационные, правовые и этические риски. Технологии генеративно-состязательных и диффузионных моделей позволяют создавать клинически точные деперсонализированные симуляции. Что касается планов нашей научной команды в ОИПИ, то мы активно движемся в направлении разработки безопасных верифицированных массивов данных, однако наш подход к «синтетике» носит более глубокий, прецизионный характер. Генерация радиологических изображений или электронных карт ради простой продажи IT-компаниям – тупиковый путь. Наша цель гораздо шире – сформировать национальную экосистему доверенных медицинских данных, которая обеспечит технологический суверенитет и безопасность как для разработчиков, так и для практического здравоохранения.

В этом направлении несколько приоритетов. Во-первых, преодоление «галлюцинаций» нейросетей. Речь идет о том, что если обычный коммерческий

генератор может сделать визуально правдоподобный снимок легких, то для медицинской диагностики этого мало. Мы закладываем в архитектуру ИИ строгие анатомические и физические инварианты, чтобы синтезированные патологии (например, онкологические новообразования на ранних стадиях) имели жесткую клиническую достоверность, а не являлись «фантазией» алгоритма. Во-вторых, для обучения сильных ИИ-решений отечественным IT-компаниям нужны сочетанные данные. Наша команда ориентирована на создание связанных синтетических пакетов: например, искусственный КТ-снимок, подкрепленный сгенерированным текстовым анамнезом и лабораторными показателями несуществующего пациента. В-третьих, любая обучающая база должна пройти полную верификацию со стороны медицинского сообщества. Компьютерная модель никогда не заменит врача в вопросах экспертной оценки. Поэтому синтетические наборы разрабатываются в тесной связке с ведущими медцентрами страны, выступающими главными арбитрами. Коммерциализация таких решений – вопрос времени и готовности нормативно-правовой базы. Но мы четко осознаем, что без безопасных, лишенных персональных рисков обучающих выборок белорусские IT-разработчики медицинского софта не смогут конкурировать на глобальном рынке. ОИПИ НАН Беларуси готов выступить фундаментальным научно-технологическим партнером в этом процессе.

*В чем математическая и практическая суть синтетических данных?*

– Синтетические данные – это медицинская информация, созданная искусственно с помощью генеративных нейросетей, а не собранная с реальных пациентов. На сгенерированном снимке нет чужого копирайта или личной тайны, его можно свободно передавать исследователям, полностью защищая конфиденциальность граждан. С точки зрения математического анализа, если представить клинические признаки в функциональном пространстве в виде диаграммы рассеяния, мы увидим, что данные здоровых и больных людей образуют пересекающиеся, хаотичные структуры вроде бублика или диска. Найти чистую границу разделения крайне сложно – точность диагностики даже у опытных врачей (тестировали их по туберкулезу) в сложных пограничных задачах составляет в среднем 95%. Предел. Синтез же позволяет искусственно «доставить» недостающие точки на график – генерировать редчайшие, промежуточные патологии, которых физически нет в клинике из-за ограниченности выборки. Мы выравниваем хаотичную выборку до состояния идеальной математической модели, позволяя ИИ успешно обучаться скрытым закономерностям и преодолевать человеческий порог точности диагностики. У нас в лаборатории разработан собственный генератор медицинских изображений. С помощью его решений можно «догенерировать» редкие патологии и «скормить» их нейросети. Как именно она учится внутри, какие конкретно цифры меняет в своих слоях – это внутренняя фундаментальная проблема ИИ. Но мы точно знаем, что если эти пограничные точки будут в обучающей выборке, сеть будет их знать и не ошибется на реальном пациенте.

*Насколько прослеживаемы и адекватны решения модели, обученной на таких «виртуальных» пациентах, когда она сталкивается с хаотичными шумами и артефактами реального тонометра на руке человека?*

– Вы затронули одну из самых острых и болезненных проблем современной прикладной науки об искусственном интеллекте. В международной инженерной практике этот феномен называют Simulation-to-Real Gap – разрывом между симуляцией и реальностью. Скажу так: без специальной подготовки модель, обученная на «стерильных» виртуальных пациентах, при столкновении с реальным тонометром на руке человека с высокой долей вероятности поведет себя неадекватно, а логика ее решений будет абсолютно непрослеживаемой. Нейросеть копирует физиологию, но не хаос окружающего мира. Например, GAN или диффузионные модели – нейросети-генераторы создают математически красивую, сглаженную симуляцию. Максимум, что туда закладывают разработчики, – стандартный, предсказуемый шум вроде белого или гауссовского. Но живой человек в клинике или дома – это источник физического хаоса. Он может случайно вздохнуть, покашлять, у него может быть тремор рук, микросмещение манжеты тонометра или банальная аритмия. Реальный датчик давления фиксирует этот рваный, нелинейный шум. Сталкиваясь с ним, «чистая» модель слепнет, что в медицине недопустимо. Чтобы вернуть ей адекватность, используют несколько фильтров: физически обоснованный синтез, агрессивный состязательный шум (когда в процессе обучения виртуальный сигнал намеренно «калечат» экстремальными искажениями, принудительно обучая модель игнорировать форму кривой и искать скрытые, инвариантные признаки болезни) и, наконец, гибридный трансфер, когда на

синтетике модель получает «базовое образование», но финальную калибровку и дообучение она обязана проходить на небольшом, но качественном датасете с реальными артефактами живых людей. Выпускать искусственный интеллект к человеку без жесткого стресс-тестирования реальными шумами – это большой медицинский и юридический риск.

## Государственные базы данных и мультимодальная интеграция

*Василий Алексеевич, вы и ваша команда собрали сложнейший массив данных, полученных от практикующих медиков. Скажите честно: этот колоссальный труд стал частью мирового научного пространства или все же остается сугубо локальным, местечковым продуктом?*

– Знаете, слово «местечковый» здесь категорически неприменимо. Нам не просто есть чем гордиться – наши разработки изначально создавались как часть глобального научного контекста. Тот массив верифицированного, глубоко аннотированного скрининга легких, КТ и МРТ, который мы сформировали в сотрудничестве с отечественными медиками, – без преувеличения, актив мирового уровня. В IT-индустрии ценность измеряется уникальностью и точностью выборки. О локальном статусе не говорят, когда на вас ссылаются в высокоцитируемых трудах за рубежом или предлагают написать главы для американских фундаментальных учебников.

Более того, именно в этой части нам очень сильно завидуют зарубежные коллеги. В Беларуси, и конкретно в Минске, данная работа поставлена на столь высокий уровень благодаря специфике нашей системы здравоохранения. Приведу реальный пример. После моего доклада на одной крупной международной конференции ко мне подошел опытный профессор и прямо сказал: «Как же вам повезло!» А секрет этого «везения» кроется в том, что у нас исторически сложилась централизованная государственная система здравоохранения. В той же Германии, например, подобный массив данных для обучения искусственного интеллекта собрать физически невозможно. Там медицинская среда разбита на огромное множество частных и страховых учреждений. Клиника оказывает услугу по страховке, после чего вся информация уходит в ее закрытую коммерческую базу. Эти данные стоят колоссальных денег, принадлежат разным собственникам и наглухо защищены юридическими барьерами. То, что для европейского исследователя является недостижимой роскошью из-за бюрократии и коммерческой тайны сотен мелких клиник, для нас – доступный рабочий массив. Благодаря единым государственным стандартам мы можем аккумулировать колоссальные объемы верифицированной информации со всей страны в одном центре. И это наш главный козырь в мировой гонке медицинских ИИ-технологий. Гордость за то, что белорусская академическая школа способна не просто «догонять» коллег с Запада или Востока, а самостоятельно задавать планку, безусловно, присутствует. Но эти данные – наше национальное достояние, фундамент для создания суверенного медицинского ИИ, и разбазаривать его мы не имеем права.

*Еще один мировой тренд современности – это мультимодальный ИИ, который анализирует пациента комплексно: КТ/МРТ + генетический паспорт + текстовый анамнез. Умеют ли ваши алгоритмы уже сейчас работать в связке с цифровыми картами централизованной системы электронного здравоохранения Беларуси или эти IT-платформы пока развиваются изолированно друг от друга?*

– Мультимодальность – магистральный путь мирового медицинского искусственного интеллекта. Попытка диагностировать патологию только по одному КТ-снимку без учета лабораторных маркеров и анамнеза – это вчерашний день науки. Если отвечать на ваш вопрос честно и реалистично, то могу сказать, что на текущем этапе наши алгоритмы и централизованная информационная система здравоохранения Республики Беларусь проходят стадию глубокой технологической интеграции, но говорить об их полностью бесшовной автоматической связке в режиме реального времени пока преждевременно. Обе платформы долгое время развивались параллельно, и сейчас мы активно преодолеваем этот разрыв. Здесь важно понимать текущую диспозицию и те вызовы, на которые мы совместно отвечаем. А их немало. Отечественные исследовательские модели уже сейчас технически умеют работать с мультимодальными данными. В рамках научных проектов мы успешно объединяем анализ радиологических изображений (DICOM-файлы) с текстовыми структурированными выписками и биохимическими показателями. Созданные алгоритмы способны сопоставлять динамику изменений на КТ с текстовым описанием симптоматики. Главная проблема заключалась не в математике ИИ, а в стандартизации

входящих потоков данных. Из различных источников известно, что централизованная система электронного здравоохранения Беларуси проделала колоссальный путь. Однако исторически медицинские данные в клиниках накапливались в разнородных, часто изолированных локальных базах – ЛИС, МИС. Чтобы ИИ мог «читать» электронную карту, данные в ней должны быть строго структурированы по международным медицинским протоколам, например HL7 FHIR. Сейчас Минздрав ведет масштабную работу по приведению всех электронных паспортов пациентов к единому цифровому знаменателю. По мере наполнения централизованой системы такими валидированными данными интеграционное окно расширяется.

И, возвращаясь к барьерам безопасности и деперсонализации, – эта платформа содержит строго персональные данные граждан и находится под мощным контуром защиты. Мы не можем просто «подключить» нейросеть к живой базе данных из соображений защиты медицинской тайны. Поэтому интеграция строится по модели защищенных шлюзов. Отрабатываются механизмы, при которых обезличенные деперсонализированные профили из электронной системы здравоохранения могут безопасно передаваться нашим алгоритмам для пакетного анализа и поддержки принятия врачебных решений. Перспектива единого цифрового контура заключается в том, что мы не развиваемся изолированно. ОИПИ НАН Беларуси, РНПЦ медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения и профильные IT-разработчики двигаются навстречу друг другу. Конечная цель – создание ситуации, когда врач в клинике, открывая электронную карту пациента в ЦИСЗ, будет кликом одной кнопки отправлять запрос на наш ИИ-сервер. Алгоритм мгновенно подтянет рентгеновскую томографию, проанализирует текстовый анамнез, сопоставит их и выдаст врачу комплексное второе мнение. Технологический фундамент для этого уже заложен, сейчас идет тонкая инженерная и нормативная настройка этого процесса.

## Должна ли быть этика впереди технологий

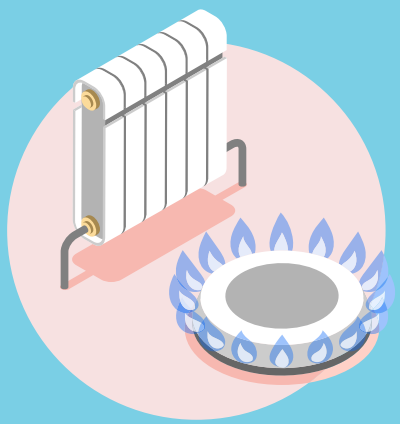
*Мы много говорили о софте, об анализе снимков и базах данных. Но ведь ИИ стремительно выходит из экранов компьютеров, мобильных телефонов в физический мир. Вас как ученого это беспокоит?*

– Все идет к тому, что искусственный интеллект скоро обретет физическое воплощение и будет полноценно жить среди нас. Пугает ли это? В общем-то да, настораживает. Потому что, на мой взгляд, пришло время вернуться к классике и возродить законы робототехники, предложенные фантастом Айзеком Азимовым. Робот в принципе не должен иметь возможности переступить защитный этический барьер, сформулированный человечеством. Но создать такую базу не под силу людям сугубо технологического склада, вроде меня. Это задача для философов и мыслителей, работающих в тесной консультации с практиками. На данном историческом этапе морально-этические нормы должны идти строго впереди технологий, а безумный технологический прогресс – сделать шаг назад.

*В свое время Карл Маркс утверждал, что бытие определяет сознание, а прогресс движут материальные ценности. Однако мы подошли к уникальной точке излома, когда развитие должно опираться на утилитарные запросы. Фокус на исключительно земных благах уже привел человечество к череде глобальных кризисов. Представьте, если бы главным мотивом каждого человека были не капиталы, а базовые заповеди: «не убей», «не укради». Мир все равно остался бы несовершенным, но точно не настолько пугающим.*

– Похоже, именно из-за засилья материального мышления ученые почти не подают заявки на масштабные этические или философские проекты в области ИИ. В грантовых фондах их попросту высмеют! Там потребуют сугубо прикладной, осязаемый продукт: для химии, растениеводства, промышленного производства и т.д. К сожалению, сейчас все мыслят исключительно сиюминутными экономическими категориями. Но человечеству жизненно необходимо понять: основа нашего выживания лежит не только в том, чтобы просто удовлетворять свои базовые потребности, но и в том, чтобы наш собственный мозг продолжал функционировать и созидать. Иначе эту ключевую функцию перехватит машина. Здесь и возникает главный экзистенциальный вызов: сколько прав мы готовы делегировать алгоритмам? И сколько прав они со временем способны взять сами, без нашего спроса? В эпоху, когда цифровой код обретает плоть, человечеству нужно держать ухо востро.

Жанна КОМАРОВА



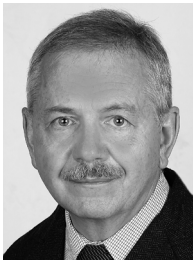









**Вадим Китиков,**
директор Института жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор



**Евгений Тернов,**
заведующий сектором информатизации ЖКХ Института жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси, кандидат технических наук

# Инструменты персонализированного анализа полноты и своевременности поступления коммунальных платежей

Взыскание дебиторской задолженности (ДЗ) населения по оплате жилищно-коммунальных услуг не теряет остроты многие годы и является комплексной проблемой, включающей целый ряд социально-экономических и научно-технических аспектов, характерных для каждого региона страны. В 2023 г. Институтом жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси по запросу Могилевского областного центра информационных систем (КУП «МОЦИС») были проведены исследования с целью определения неиспользованных потенциальных возможностей по повышению эффективности управления погашением задолженности населения за услуги ЖКХ в регионе [1].

Исходными данными при этом выступали сводные ежемесячные суммы образования и погашения ДЗ на протяжении 2 лет. По результатам их экономико-математического анализа были сформулированы и обоснованы следующие заключения:

- *оценка эффективности работы организации, уполномоченной осуществлять сбор, расчет, начисление и учет коммунальных платежей, со стороны вышестоящего местного органа государственного управления по выполнению принятых им показателей 100%-й оплаты текущего потребления энергоресурсов, ежемесячного снижения доли просроченной ДЗ в общей сумме задолженности населения не менее чем на 1 процентный пункт по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, а также полной оплаты текущего потребления жилищно-коммунальных услуг и пользования жилым помещением не отражает действительную результативность усилий по полноте взыскания неуплаченных сумм и начисленной на них пени;*
- *установленные законодательством сроки начала принятия мер принудительного взыскания просроченной ДЗ не ранее 2-х месяцев после наступления крайней даты своевременного внесения коммунальных платежей – 25-го числа следующего месяца – в совокупности с незначительным объемом пени на ранних стадиях образования пассива приводят к наращиванию существенных его объемов (в 2020 г. кредиторская задолженность организаций ЖКХ выросла с 6,27 до 6,64 руб. на 1 руб. просроченной ДЗ всех потребителей за оказанные услуги с долей населения – 27,73%, из которых 3,28 руб. – недоимка за топливно-энергетические ресурсы);*
- *более действенными мерами погашения долгов в сравнении с трудноосуществимыми на практике техническими мероприятиями по ограничению оказания жизненно важных коммунальных услуг, услуг электросвязи, а также отчуждения занимаемого жилого помещения как крайней меры воздействия [2] показали себя поиск мобильных телефонных номеров и иных контактных данных недобросовестных потребителей в социальных сетях и архивных данных их предыдущих обращений в учреждения ЖКХ с последующим применением предупредительных мер воздействия: настойчивым напоминанием о необходимости своевременного внесения оплаты и оперативного погашения образовавшейся задолженности, а также в необходимом случае – адресным содействием в преодолении влияния объективных неблагоприятных жизненных обстоятельств;*
- *в связи с применением предупредительных мер воздействия просроченная ДЗ населения по новым лицевым счетам, переданным на обслуживание КУП «МОЦИС» по Могилевской области, имела положительную динамику к снижению за 2022 г. по отношению к 2021 г. в денежном исчислении в 1,96 раза, а в процентном отношении к просроченной задолженности по множеству лицевых счетов, зафиксированному на 1 января отчетного года, – в 2,51 раза;*
- *на 01.01.2022 г. каждая успешная попытка контакта представителей центра с потребителем, имевшим просроченную ДЗ со сроком образования менее 2 месяцев, способствовала предотвращению кредиторской задолженности организации ЖКХ в размере от 35,36 до 37,44 руб., включая 17,47 руб. за топливно-энергетические ресурсы, что в целом по области составило от 31,4 до 33,2 тыс. руб., включая 15,5 тыс. руб. – за топливно-энергетические ресурсы; представленные суммы потенциально могли бы быть предельно увеличены в 2 раза.*

По итогам выполнения работы Главным управлением ЖКХ Могилевского областного исполнительного комитета деятельность КУП «МОЦИС» по взысканию просроченной ДЗ населения была признана эффективной [3]. Также была отмечена актуальность дальнейших комплексных исследований процессов управления дебиторской задолженностью за оказанные жилищно-коммунальные услуги на расширенном объеме данных отраслевого и в перспективе межотраслевого уровня. Началом стала обработка массива исторических анонимизированных персональных данных о накоплении недоимок и начисленной пени по районам и городам областного подчинения с 01.01.2021 по 01.09.2024 г., содержащих следующую информацию:

- *номер лицевого счета; почтовый адрес, связанный с ним; ФИО физического лица – потребителя жилищно-коммунальных услуг (ответственного квартиросъемщика) или нескольких лиц при разделении лицевого счета между ними; номера контактных телефонов либо их отсутствие; статус жилья (государственное или приватизированное); количество зарегистрированных; число полных месяцев задолженности; ДЗ на 1-е число отчетного месяца – услуги/пеня;*
- *начисленная сумма за отчетный месяц (услуги/пеня); внесенная оплата в счет погашения начисленной суммы и ДЗ (с возможным образованием переплаты – услуги/пеня); просроченная ДЗ за отчетный месяц (услуги/пеня); дата последней исполнительной надписи либо ее отсутствие.*

Данные в удобном для дальнейшего исследования виде сформированы посредством программного преобразования электронных ведомостей просроченной ДЗ населения, полученных из республиканской платежной системы АИС «Расчет – ЖКУ», из табличного формата Excel в такое же количество наборов данных формата JSON для анализа методами Data Science [4].

Названные ведомости формируются в первый и последний день календарного месяца и содержат в общем случае неповторяющиеся сведения как о составе лицевых счетов с просроченной ДЗ, так и о накопленных и погашенных суммах за потребленные жилищно-коммунальные услуги и начисленной на нее пени. По количеству записей и объему информации итоговые JSON-файлы, сформированные для 21 района Могилевской области и 2 городов (Могилев и Бобруйск), могут быть отнесены к категории больших данных *(таблица)*.

Для первичного автоматического преобразования представленных в таблице сведений из электронных таблиц Excel в двумерные наборы данных JSON требуется около 6–7 ч работы персонального компьютера, оснащенного ЦПУ AMD Phenom II X4 970 с частотой 3,5 ГГц и 16 Гбайт оперативной памяти.

По результатам анализа и корректировки структуры первичных электронных цифровых данных разработан алгоритм построения индивидуальных платежных траекторий потребителей жилищно-коммунальных услуг, допустивших образование просроченной ДЗ, в разрезе лицевых счетов *(рис. 1)*.

Полученный массив индивидуальных платежных траекторий для первичного анализа позволяет выделить на рассматриваемом временном отрезке следующие группы потребителей:

- *впервые допустивших образование просроченной ДЗ (в первое или последнее число месяца);*
- *погасивших накопившиеся долги и не допускающих их повторного образования;*
- *впервые допустивших однократное образование задолженности, вызванное полным, но несвоевременным внесением коммунальных платежей;*
- *всех остальных потребителей, постоянно (либо повторно после погашения) имеющих неоплаченные суммы.*

Отработка полученного массива индивидуальных платежных траекторий позволит в ходе дальнейших исследований получить аналитический материал по структуре ДЗ как по районам и городам областного подчинения, так и по региону в целом для поддержки принятия решений по усилению равномерности и полноты погашения просроченной ДЗ на протяжении календарного года.

В качестве макропоказателя для укрупненного анализа ситуации с просроченной ДЗ могут использоваться тренды изменения ДЗ и начисленной на нее пени на рассматриваемом временном отрезке по районам и городам областного подчинения *(рис. 2)*.

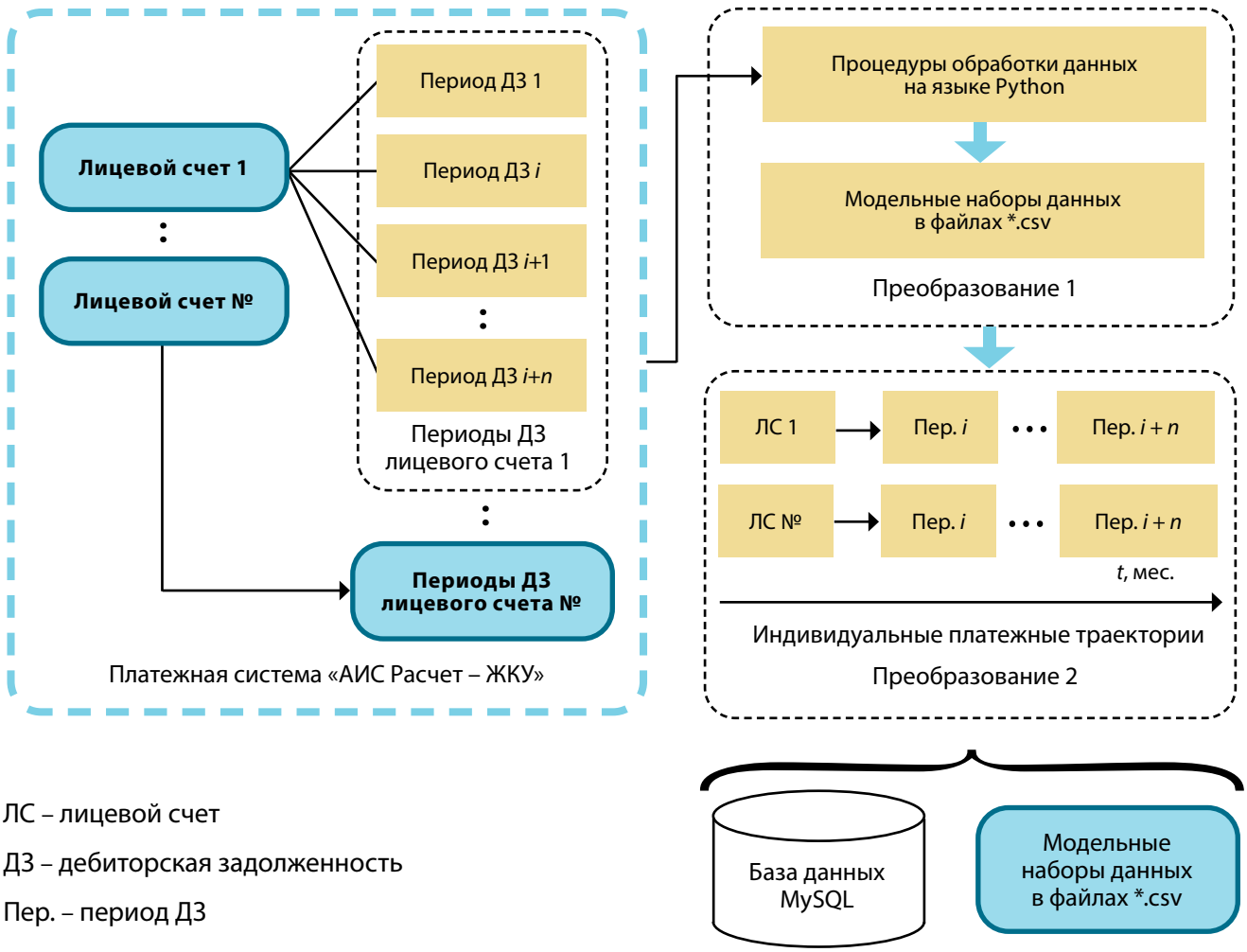
В ходе анализа указанных тенденций может быть успешно решена техническая задача оперативного определения вклада отдельных категорий граждан

| Год | Количество файлов (2 на каждый месяц) | Количество записей | Объем данных, Гбайт |
|---|---|---|---|
| 2021 | 552 | 2 569 275 | 1,055 |
| 2022 | 552 | 2 688 748 | 1,097 |
| 2023 | 552 | 2 402 257 | 0,948 |
| 2024 | 391 | 1 488 247 | 0,585 |
| Всего | 2047 | 9 148 527 | 3,685 |

*Таблица.* Характеристики наборов персонализированных данных о накоплении просроченной дебиторской задолженности населения за оказанные жилищно-коммунальные услуги в Могилевской области за период 01.01.2021 – 01.09.2024 гг.

в снижение и/или рост просроченной ДЗ за оказанные ЖКУ и начисленной на нее пени. Категоризация потребителей представляет собой сложный и трудоемкий процесс, что обусловлено недостаточной систематизацией данных в текстовых полях исходных электронных ведомостей, полученных из АИС «Расчет – ЖКУ», где в одном поле с ФИО домовладельца могут быть представлены имена других проживающих или зарегистрированных, наименование организации, статус индивидуального предпринимателя, сведения о судебных разбирательствах, смерти нанимателя, оформлении наследства и другие пометки. Для максимальной информативности эти сведения должны быть извлечены и переведены в категориальные признаки, что требует разработки системы признаков и программного кода для автоматического преобразования всех обнаруженных вариантов представления данных, устранения синонимов и ошибок ввода. Помимо этого адресное текстовое поле должно быть разделено на унифицированные составляющие почтового адреса. В технологии Data Science перечисленные преобразования соответствуют так называемой чистке и разметке данных. В целом наработки обозначенного этапа исследований могут послужить основанием для глубокой трансформации формата исходных данных, формируемых средствами АИС «Расчет – ЖКУ», в целях упрощения их последующего анализа методами Data Science.

Важные дополнительные сведения для углубленного разделе-




ЛС – лицевой счет

ДЗ – дебиторская задолженность

Пер. – период ДЗ

*Рис. 1.* Преобразование электронных ведомостей текущей просроченной дебиторской задолженности населения за оказанные жилищно-коммунальные услуги в индивидуальные цифровые платежные траектории

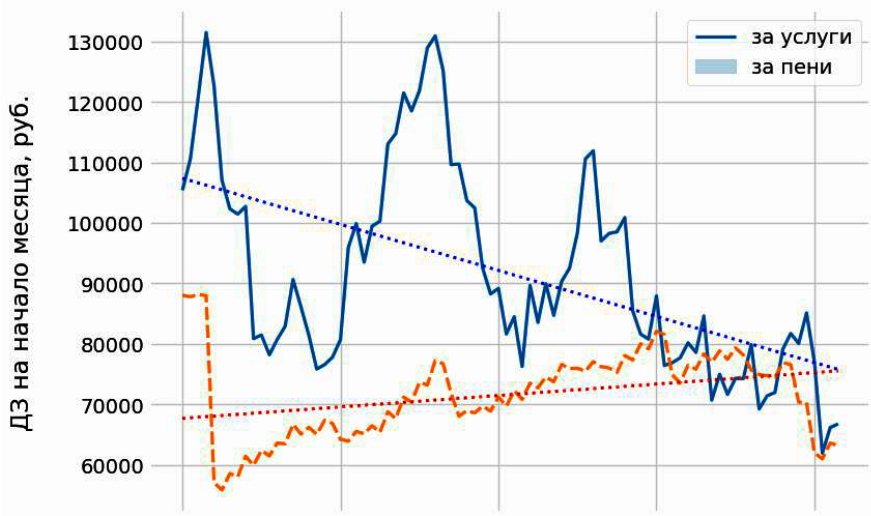



*Рис. 2.* Динамика просроченной дебиторской задолженности населения на примере отдельно взятого района

ния множества лицевых счетов на целевые категории для машинного обучения, выработки рекомендаций и принятия мер воздействия ожидается получить в ходе систематизации частично размеченных КУП «МОЦИС» данных, содержащих информацию о ранее принятых мерах принудительного взыскания просроченной ДЗ, а также социальном статусе домовладельца, допустившего ее образование в том или ином размере (неработающий, покинувший пределы страны, многодетная семья, лицо в социально опасном положении). Программная унификация и разметка указанных показателей с формированием соответствующих категориальных признаков представляет отдельную задачу.

Подготовленные указанными способами данные – четко структурированный исходный материал для разведочного анализа и обучения предсказывающих моделей.

Помимо инструментальных средств управления процессами образования и погашения просроченной дебиторской задолженности населения за оказанные жилищно-коммунальные услуги и пользование жилым помещением, а также предложений по внесению изменений в нормативные и законодательные акты Республики Беларусь результаты выполняемых в Институте жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси исследований по указанной тематике предполагается использовать для совершенствования системы оценки деятельности организаций по учету, расчету и начислению оплаты указанных услуг на принципах хорошо зарекомендовавшей себя на примере зарубежного опыта в других отраслях экономики сбалансированной системы показателей BSC (Balanced Scorecard) [5] и связать воедино классические финансово-экономические данные с показателями удовлетворенности работой названных учреждений их сотрудниками, потребителями и органами государственного управления, а также индикаторами оптимальности бизнес-процессов.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Исследовать процессы образования и погашения дебиторской задолженности населения за жилищно-коммунальные услуги в Могилевской области, выполнить анализ эффективности работы КУП «МОЦИС» по сокращению дебиторской задолженности: отчет о НИР (заключ.) / Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси; рук. Е.В. Тернов. – Мн., 2023.
2. Что будет, если не платить за услуги ЖКХ? // https://myfin.by/ stati/view/cto-budet-esli-ne-platit-za-uslugi-zkh.
3. Кислый В. Критерии объективности / В. Кислый // Живи как хозяин. 2023. №9. С. 8–11.
4. Тернов Е.В. О применении методологии Data Science в работе по взысканию дебиторской задолженности за оказанные жилищно-коммунальные услуги / Е.В. Тернов // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12–13 окт. 2023 г. / Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси. – Мн., 2023. С. 277–286.
5. Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию (практический опыт внедрения методики сбалансированной системы показателей Balanced Score-card) / Р. Каплан, Д. Нортон; пер. с англ. – М., 2003.



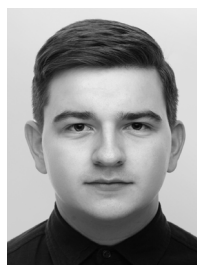



# Правовое регулирование обработки персональных данных

**Современный этап общественных отношений характеризуется повсеместным развитием цифровых технологий, а также активизацией информационного обмена между различными субъектами. Государственные органы, субъекты хозяйствования, а также граждане активно взаимодействуют между собой. Особое место в этих процессах занимает обработка персональных данных, поскольку незаконные действия с ними влекут большую угрозу как для отдельного человека, так и для государства и общества в целом. Вследствие этого важно предупреждать неправомерные ситуации, своевременно реагировать на возникающие вызовы, в том числе путем надлежащего правового обеспечения.**



**Виталий Диско,**
начальник управления контроля и аудита Национального центра защиты персональных данных Республики Беларусь



**Алексей Гавриленко,**
заместитель начальника управления контроля и аудита Национального центра защиты персональных данных Республики Беларусь

Более 150 государств имеют законы о персональных данных и специальные уполномоченные органы по их защите. Действующее правовое регулирование в данном поле в Беларуси – результат многолетнего развития, основанного в первую очередь на осмыслении историчности регламентирования информационных отношений. При этом принимался во внимание и опыт других стран, что позволило сформировать правовую базу, учитывающую лучшие мировые тенденции с учетом национальных особенностей.

В нашей стране, одной из немногих в мире, на уровне Основного Закона закреплена норма, согласно которой государство создает условия для защиты персональных данных и безопасности при их использовании (ч. 2 ст. 28 Конституции). Указанные положения отражены и в других нормативных правовых актах. Так, в п. 29 Концепции национальной безопасности Республики Беларусь, утвержденной решением Всебелорусского народного собрания 25.04.2024 г. №5, как основная угроза обществу обозначены неправомерные действия в отношении персональных данных, вследствие чего необходимо совершенствовать практику их обработки и своевременно актуализировать законодательство. Отражение в важнейших документах перечисленных вопросов подчеркивает их значимость и актуальность. При этом центральное место в системе специальных нормативных правовых актов занимает Закон Республики Беларусь от 07.05.2021 г. №99-З «О защите персональных данных», который содержит формулировки таких терминов, как «персональные данные», «обработка персональных данных», «оператор», «уполномоченное лицо» и др., устанавливает правовые аспекты и меры защиты, закрепляет права граждан в рассматриваемой сфере.

Правильное понимание терминов законодательства – важнейшее условие надлежащей реализации предусмотренных им положений. Несмотря на отсутствие единого определения персональных данных, подход к трактовке термина един – возможность идентификации человека.

Обозначить исчерпывающий перечень сведений, являющихся персональными данными, довольно сложно: некоторые технологии сегодня не позволяют распознать личность, а завтра – без проблем сделают это, способствуя применению в отношении нее специальной модели поведения. Яркий пример методов, которые, на первый взгляд, не позволяют кого-либо персонифицировать, – собираемые на интернет-сайтах cookie-файлы, IP-адреса, сведения о геолокации и т.п. Учитывая это, абз. 9 ст. 1 Закона №99-З определяет персональные данные как любую информацию, относящуюся к идентифицированному лицу, или лицу, которое может быть идентифицировано.

Идентифицированным считается лицо, которое уже известно и безусловно выбрано среди множества других благодаря указанию фамилии, собственного имени, отчества в совокупности с другими данными, которые выделяют кого-то среди прочих. Вместе с тем обладание указанными сведениями не обязательно, личность может быть определена с помощью иных маркеров (пол, профессия, образование, хобби и т.п.).

Если человек однозначно не выявлен среди остальных, то сведения о нем могут относиться к персональным данным о физическом лице, которое может быть идентифицировано. Прямо или косвенно это можно сделать через вышеперечисленные признаки, характерные для физической, психологической, умственной, экономической, культурной или социальной идентичности субъекта (абз. 17 ст. 1 Закона). Следовательно, данное определение предусматривает отнесение к персональным данным любой информации о лице, которое может быть прямо (личность можно установить на основании имеющихся данных, без использования дополнительных сведений) или косвенно (то, что нельзя узнать по имеющейся информации, можно сделать путем ее объединения с иными сведениями) распознано.

Закон предусматривает также ряд параметров, наличие которых может свидетельствовать о возможности прямого или косвенного определения лица, в число которых входят признаки, характерные для: физической (пол, вес, рост, цвет глаз, состояние здоровья), психологической (информация о нейронной активности лица и др.), умственной (информация об образовании и др.), экономической (профессия, владение имуществом, уровень дохода, номер банковской карты и др.), культурной (увлечения, хобби и др.) и социальной (вероисповедание, национальность, политические взгляды) идентичности.

Таким образом, действовавший ранее подход, при котором к персональным данным относили исключительно фамилию, собственное имя, отчество, дату рождения, личный номер, сведения из удостоверяющего

личность документа и другие подобные, с учетом реалий изменился.

В нашей стране закреплен общепринятый широкий подход для понятия персональных данных, который учитывает тенденции развития информационных технологий и предполагает значительный объем информации о человеке. В этой связи при работе с ней важно понимать, что все, что позволяет распознать личность, - это его персональные данные, обращаться с которыми нужно должным образом.

Под их обработкой (с учетом абз. 6 ст. 1 Закона) понимается любое действие или их совокупность, совершаемые с данными, включая сбор, систематизацию, хранение, изменение, использование, обезличивание, блокирование, распространение, предоставление и удаление.

Участники правоотношений в данной области:

- ***субъект персональных данных*** *– физическое лицо, в отношении которого ведется обработка информации;*
- ***оператор*** *– государственный орган, юридическое или физическое лицо Республики Беларусь, иная организация, в том числе индивидуальный предприниматель, самостоятельно или совместно с иными указанными лицами обеспечивающая и (или) осуществляющая обработку персональных данных (то есть тот, кто непосредственно это делает);*
- ***уполномоченное лицо*** *– проводит от имени оператора или в его интересах обработку персональных данных (организация или человек, которым это поручается).*

Например, при размещении заказа в интернет-магазине зачастую предлагают согласиться на направление рекламных сообщений. Рассылает их компания, оказывающая такой вид услуг. В данной ситуации покупатель выступает субъектом персональных данных, интернет-магазин – оператором, а привлеченная компания – уполномоченным лицом. При этом именно оператор обязан контролировать уполномоченных лиц и убеждаться, что все действия с данными производятся с соблюдением требований.

Регламентирована и система правовых оснований обработки персональных данных. Это делается с согласия субъекта согласно ч. 1 п. 3 ст. 4 Закона, за исключением предусмотренных им и иными законодательными актами случаев. Следовательно, информация может обрабатываться либо на основании законодательства, либо с согласия гражданина. Важно отметить, что в указанной части Закон не установил каких-либо новых требований, а закрепил существовавший ранее подход.

Для большинства ситуаций получение согласия индивида не требуется: когда речь идет о сведениях для трудоустройства, при осуществлении правосудия, административных процедур, ведении административного и уголовного процессов, назначении и выплате пенсий, пособий, исполнении заключенных договоров, реализации обязанностей (полномочий), предусмотренных законодательными актами, и т.п. При этом для достижения отдельных целей это делается с согласия человека, например для участия в маркетинговых исследованиях, рекламных играх и др.

Обеспечение надлежащего правового основания обработки персональных данных – не единственное условие ее правомерности. Операторам требуется реализовывать комплекс защитных мер. Так, оговорен так называемый риск-ориентированный подход к выстраиванию системы защиты, при котором оператор самостоятельно решает, какие меры необходимы и достаточны для выполнения обязанностей по охране персональных данных.

В соответствии со ст. 17 Закона обязательными мерами являются:

- *назначение оператором структурного подразделения или человека, ответственного за внутренний контроль при обработке сведений;*
- *издание оператором (юридическим лицом Республики Беларусь, иной организацией, индивидуальным предпринимателем) документов, устанавливающих политику уполномоченного лица в отношении данного процесса;*
- *ознакомление работников с положениями законодательства о персональных данных, в том числе с требованиями по их защите, документами, определяющими политику оператора, а также обучение специалистов.*

С января по сентябрь 2026 г. Национальным центром защиты персональных данных рассмотрено 33 уведомления о нарушениях систем защиты данных. Примечательно, что 19 инцидентов произошли не из-за технических сбоев или несанкционированного доступа, а вследствие так называемого человеческого фактора – ошибок и невнимательности сотрудников. Эта статистика наглядно демонстрирует, что слабое звено здесь зачастую – люди. В этой связи важно именно знание правил работы. Должен быть регламентирован порядок доступа к персональным данным, в том числе анализируемым

в информационном ресурсе (системе); осуществлена техническая и криптографическая защита сведений на основании требований Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь.

Оператору также необходимо выполнять обязанности, предусмотренные Указом Президента Республики Беларусь от 28.10.2021 г. №422 «О мерах по совершенствованию защиты персональных данных»: установить и поддерживать в актуальном состоянии перечень информационных ресурсов (систем), содержащих персональные данные, собственниками (владельцами) которых они являются, и перечень уполномоченных лиц, если обработкой занимаются они.

Центром сформирована необходимая методологическая база, направленная на помощь операторам, разработаны шаблоны и формы документов, подготовлены разъяснения и рекомендации общего характера и по отдельным сферам деятельности (здравоохранение, образование и др.). Именно надлежащая реализация всех рекомендаций оператором обусловливает должный уровень защиты сведений. Важно отметить, что это должно рассматриваться не как обременение, а как необходимое условие защиты от репутационных и финансовых потерь, способ экономии трудовых и материальных ресурсов. Так, по результатам социологического опроса, проведенного в 2026 г., более 50% юридических лиц называют защиту персональных данных на предприятии конкурентным преимуществом. При этом более 92% граждан считают, что организации должны принимать соответствующие меры.

Помимо эффективного правового регулирования порядка работы с персональными данными важно должным образом контролировать соблюдение положений нормативных правовых актов. Центр как уполномоченный орган следит за этим процессом, проводя проверки:

- ***плановые*** *(их график ежегодно утверждается директором и размещается на официальном интернет-сайте не позднее 30 декабря года, предшествующего году проверки);*
- ***внеплановые*** *(без включения в план проверок и предварительного уведомления оператора);*
- ***камеральные*** *(посредством изучения, анализа и оценки информации, размещенной в СМИ, сети Интернет, представленной самим оператором).*

Следует отметить, что эти контрольные мероприятия имеют в первую очередь профилактический и предупредительный характер. Кроме того, Центр оказывает содействие в устранении выявленных нарушений по результатам проверок.

Одно из важных направлений деятельности Центра – рассмотрение жалоб, связанных с персональными данными. Среди наиболее актуальных можно выделить: получение нежелательной рекламы; истребование избыточной личной информации, а также копий документов; запись телефонных разговоров без согласия; видеофиксация при реализации товаров и оказании услуг; нереализация прав субъектов персональных данных (например, невозможность отозвать согласие на их обработку).

С учетом поступающих обращений и жалоб, результатов контрольной деятельности Центр ведет системную и комплексную работу, направленную на совершенствование законодательства. Так, планом подготовки проектов законодательных актов на 2026 г., утвержденным Указом Президента Республики Беларусь №400 от 18.11.2025 г., предусмотрена корректировка Закона «Об изменении законов по вопросам защиты персональных данных» с учетом практики его применения. Предлагаемые преобразования направлены на снижение административной нагрузки на организации; повышение их защиты при использовании современных технологий (применение методов видеонаблюдения, аудиозаписи, автоматизации); закрепление сложившейся практики применения отдельных норм; уточнение функций Центра в части правового просвещения по вопросам защиты информации и взаимодействия с профессиональным сообществом лиц, занимающихся этими вопросами.

Таким образом, правовое регулирование процесса обработки персональных данных в Республике Беларусь соответствует современным потребностям общества и направлено в первую очередь на обеспечение функционирования целостной и эффективной защиты информации, что отвечает интересам государства, способствует охране прав человека и требует активного участия в этом процессе бизнеса и граждан. ИИ



# Подготовка специалистов по BIG DATA в БГУИР




**Сергей Дик,**
заведующий кафедрой инженерной и компьютерной графики факультета компьютерного проектирования БГУИР, кандидат физико-математических наук, доцент



**Анастасия Воробей,**
старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования БГУИР, магистр технических наук



**Инна Андриалович,**
старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования БГУИР, магистр техники и технологии


**В условиях цифровой трансформации данные становятся важным ресурсом социально-экономического развития. Они накапливаются в информационных системах предприятий, банков, торговых сервисов, логистических сетей, системах электронного государственного управления, образования, здравоохранения, социальных медиа и устройствах Интернета вещей, однако сами по себе не создают ценности: она возникает при корректной постановке задач, обеспечении качества сведений, их хранении, обработке и дальнейшем использовании.**

Классическая характеристика больших данных (БД) связана с моделью 3V, предложенной Д. Лейни: volume – объем, velocity – скорость поступления и обработки, variety – разнообразие [5]. В дальнейшем в научной и прикладной литературе модель получила развитие за счет характеристик veracity – достоверность и value – ценность. Следовательно, эксперт по big data должен не только владеть программными средствами обработки информации, но и уметь оценивать ее исходное качество, понимать предметную область, формулировать аналитические задачи, интерпретировать результаты и объяснять их лицам, принимающим решения.

Подготовка таких специалистов в нашей стране актуализируется в связи с реализацией Государственной программы «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.2025 г. №793 [1], ориентированной на цифровую экосистему, сервисы и инфраструктуру управления данными.

БГУИР как профильный университет в сфере высоких технологий располагает образовательными предпосылками для того, чтобы выпускать на рынок профессионалов, сочетающих знания в программировании, базах данных, информационных системах, искусственном интеллекте, аналитике и экономике.

Социально-экономическое значение больших данных состоит в том, что они изменяют способы функционирования организаций и общества. Если ранее многие заключения принимались преимущественно на основе опыта руководителя, экспертной оценки или ограниченной статистической информации, то сегодня значительная часть управленческих процессов опирается на анализ цифрового следа деятельности людей, организаций и технических систем.

В бизнесе технологии БД применяются для сегментации клиентов, прогнозирования спроса, персонализации предложений, выявления мошеннических операций, оптимизации логистики и оценки результативности маркетинговых кампаний.

В государственном управлении анализ данных поддерживает планирование ресурсов, развитие цифровых сервисов, мониторинг показателей и повышение адресности услуг.

В образовании данные могут использоваться для исследования учебной активности, определения тем, вызывающих затруднения, и адаптации учебных траекторий. Межотраслевой характер данной сферы отражен в тематике XII Международной научно-практической конференции «Big data and Advanced Analytics», проведенной в БГУИР 23 апреля 2026 г.: ее направления включали применение больших данных в различных областях [2].

Одновременно с новыми возможностями возникают риски: нарушение конфиденциальности, непрозрачность моделей машинного обучения, низкое качество исходной информации, несанкционированный доступ и дискриминационные последствия алгоритмических концепций. Поэтому аналитическая система должна рассматриваться не только как программный продукт, но и как элемент социальной среды, способный влиять на людей, организации и общественные отношения.

Подготовка молодых людей, способных работать с БД, осуществляется в БГУИР в рамках направлений, связанных с цифровыми системами и технологиями, программной инженерией, информатикой, искусственным интеллектом, экономической информатикой, и нацелена на понимание студентами принципов защиты информации, корректной работы с персональными данными, оценки ограничений моделей и ответственной интерпретации выводов *(таблица)*.

| Группа компетенций | Содержание подготовки | Результат обучения |
|---|---|---|
| Математико-статистическая | Теория вероятностей, математическая статистика, моделирование | Обоснованный выбор методов анализа и корректная интерпретация результатов |
| Программно-технологическая | Программирование, алгоритмы, базы данных, SQL, информационные системы | Разработка и сопровождение решений для хранения и обработки данных |
| Аналитическая | Очистка, интеграция и преобразование данных, визуализация, машинное обучение | Получение обоснованных аналитических выводов и прогнозов |
| Предметно-экономическая | Экономика, логистика, маркетинг, управление, бизнес-процессы | Постановка значимых прикладных задач и оценка эффекта решений |
| Правовая и этическая | Защита информации, конфиденциальность, персональные данные, ответственность при использовании алгоритмов | Ответственное и безопасное применение технологий работы с данными |

*Таблица*. Основные группы компетенций специалиста по большим данным

В учебно-методических материалах университета представлены дисциплины, непосредственно с этим связанные: «Анализ данных», «Аналитика больших данных», «Модели и методы обработки больших объемов данных», «Модели и методы обработки и анализа больших объемов информации» [3]. Важная особенность образовательного процесса – сочетание инженерно-технической и прикладной составляющих. Технологическая часть формирует способность разрабатывать программные решения, работать с алгоритмами, базами данных, SQL-запросами и информационными системами; аналитическая – подразумевает освоение методов преобразования и визуализации данных, статистического анализа и машинного обучения. Предметно-ориентированный компонент позволяет связывать результаты обработки данных с задачами экономики, логистики, маркетинга и управления. В частности, кафедра экономической информатики университета реализует учебные дисциплины, связанные с информационными системами в экономике и логистике, экономикой электронного бизнеса, электронным маркетингом и искусственным интеллектом [4].

Таким образом, обучение предполагает не набор разрозненных технических дисциплин, а последовательное формирование способности пройти полный цикл работы с данными.

Качественная подготовка в области БД требует связи обучения с практическими задачами. Профессиональный аналитик оперирует неполными, противоречивыми и разнородными данными, формулирует гипотезы, выбирает показатели, проверяет ограничения применяемых методов и предоставляет выводы заинтересованным сторонам. В этой связи существенное значение приобретает научная и проектная деятельность студентов. XII Международная научно-практическая конференция «Big data and Advanced Analytics» продемонстрировала востребованность исследований, связанных с применением данных для оптимизации IT- и бизнес-решений, а также для задач медицины, образования и других сфер [2].




*Рис. 1.* Выступление на XI Международной научно-практической конференции «Big data and Advanced Analytics»



*Рис. 2.* Практические занятия в компьютерной лаборатории

Эффективной формой обучения является выполнение проектов, в рамках которых студент проходит полный цикл аналитической деятельности:

- *формулирует проблему предметной области и определяет цель анализа;*
- *устанавливает источники данных и оценивает качество информации;*
- *выполняет сбор, очистку, интеграцию и преобразование данных;*
- *проектирует структуру базы данных, хранилища или набора данных для аналитической обработки;*
- *применяет методы статистического анализа и при необходимости машинного обучения;*
- *визуализирует результаты, оценивает ограничения модели и формулирует рекомендации.*

Например, проект по анализу продаж может включать сведения о времени покупки, категории продукции, регионе, канале продвижения и характеристиках клиента. В ходе работы студент должен не только построить диаграммы, но и ответить на содержательные вопросы: какие группы товаров формируют наибольшую выручку; как меняется спрос по сезонам; какие факторы связаны с повторными покупками; насколько надежен прогноз; какие ограничения имеют исходные данные и выбранная модель. Такой алгоритм связывает технические действия с экономическим результатом и развивает способность обосновывать управленческие рекомендации.

Перспективными векторами совершенствования образовательной деятельности выступают усиление междисциплинарности, расширение проектного обучения, развитие компетенций Data Engineering, включение вопросов управления качеством и жизненным циклом данных, а также углубление этико-правовой составляющей. Важным остается взаимодействие с организациями-заказчиками через практики, совместные кейсы, стажировки и проекты. Такой подход приближает содержание учебных задач к существующим условиям функционирования информационных систем и цифровой экономики.

Большие данные являются не только технологическим направлением, но и социально-экономическим феноменом, поскольку влияют на процессы принятия решений, эффективность, качество государственных и коммерческих услуг, а также положение человека в цифровой среде. Поэтому подготовка специалистов по БД должна быть междисциплинарной и объединять программирование, базы данных, статистику, методы искусственного интеллекта, экономический анализ, информационную безопасность и профессиональную этику.

БГУИР располагает для этого необходимым потенциалом: учебные программы включают дисциплины по анализу данных, аналитике и обработке больших данных, а проводимая ежегодно на базе университета Международная научно-практическая конференция «Big data and Advanced Analytics» и другие научные мероприятия университета обеспечивают исследовательскую и практическую составляющие учебного процесса [2, 3] *(рис. 1)*. Наиболее результативная модель обучения предполагает использование проектных заданий, в которых студент решает целостную прикладную задачу – от работы с исходными данными до представления обоснованных рекомендаций *(рис. 2)*.

В дальнейшем эффективность образовательного процесса будет определяться степенью интеграции в него реальных кейсов, современных идей, проектного обучения, принципов ответственного использования данных и взаимодействия с работодателями. Это позволит готовить не только технически грамотных сотрудников, но и аналитиков, способных понимать социально-экономическое значение данных, учитывать риски цифровой среды и принимать профессионально обоснованные решения.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**


1. О Государственной программе «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 гг.: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.2025 г. №793 // https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22500793.
2. BIG DATA и анализ высокого уровня = BIG DATA and Advanced Analytics: сб. науч. статей XII Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 23 апреля 2026 г.: в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники [и др.]; редкол.: В.А. Богуш [и др.]. – Мн., 2026.
3. БГУИР. Учебные программы УВО по ОСВО поколения 3+ // https://www.bsuir.by/online/otdel-metod-obespecheniay/3/uchebnye-programmy-uvo-3.html.
4. БГУИР. Кафедра экономической информатики. Учебная работа // https://www.bsuir.by/ru/kaf-ekonom-informat/uchebnaya-rabota.
5. Laney D. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety / D. Laney // https://diegonogare.net/wp-content/uploads/2020/08/3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf



# Цифровая активность промышленности Республики Беларусь: анализ внедрения технологий

УДК 338.2(476):004

**Аннотация.** *На основании данных о внедрении передовых технологий исследуется уровень цифровой активности отечественных предприятий. Актуальность темы заключается в возрастающей роли цифровой трансформации, которая становится ключевым фактором формирования конкурентоспособности производственного комплекса, обеспечивая его устойчивое развитие и адаптацию к вызовам современной экономики. Выделены наиболее используемые цифровые технологии как подтверждение интереса белорусских организаций к автоматизации и оптимизации бизнес-процессов, повышению конкурентоспособности продукции и эффективности. Проведено сопоставление показателей в разрезе видов экономической деятельности, определившее передовые отрасли. Проведена оценка причин, препятствующих внедрению информационных технологий, включая финансовые, кадровые, организационные и инфраструктурные ограничения. Разработаны рекомендации, направленные на устранение сдерживающих факторов и стимулирование процессов цифровизации.*

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, конкурентоспособность, сдерживающие факторы, цифровая активность, цифровые технологии, эффективность.*

**Для цитирования:** *Стома Н. Цифровая активность промышленности Республики Беларусь: анализ внедрения технологий // Наука и инновации. 2026. №10. С. 54–60.*

*https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-10-54-60*

Цифровизация в современных условиях становится ключевым фактором повышения конкурентоспособности компаний. Внедрение передовых цифровых технологий способствует получению новых знаний, расширению производственных возможностей, повышению эффективности использования материальных, трудовых, интеллектуальных и финансовых ресурсов, оперативному обмену информацией, прозрачности ведения бизнеса, формированию высокотехнологичного автоматизированного производства, что в итоге позволяет предприятиям адаптироваться к меняющимся условиям экономической реальности и повысить конкурентные преимущества. Вопросы, связанные с цифровой экономикой и цифровой глобализацией, рассматривают в своих работах Головенчик Г.Г. и Ковалев М.М. [1]. Зубрицкая И.А. исследует цифровую трансформацию в промышленном секторе [2]. Анализ значимости цифровой культуры организаций проводит Паньшин Б.Н. [3]. Управление рисками цифрового преобразования рассматривает Лопатова Н.Г. [4]. О роли инвестиций в формировании цифровой экономики пишет Муха Д.В. [5, 6]. Преснякова Е.В. изучает влияние цифровой трансформации на реализацию промышленной политики страны [7].



**Нина Стома,**
младший научный сотрудник
Института экономики
НАН Беларуси;
tomanina0@gmail.com

Представленное в этой статье исследование на основании данных о внедрении передовых технологий, обнародованных Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь [8], и с учетом опроса предприятий промышленности, проведенного в 2024 г. Центром инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН Беларуси, оценивает уровень их цифровой активности и выявляет препятствия на пути внедрения [7, 9].

Отечественные организации применяют различные цифровые технологии для взаимодействия с потребителями, поставщиками и в общих целях для повышения эффективности работы [10–12]. По информации Национального статистического комитета, к таким технологиям относятся Интернет вещей, радиочастотная идентификация, большие данные, искусственный интеллект, цифровые двойники [8] *(рис. 1)*.

Удельный вес субъектов хозяйствования, использующих Интернет вещей, в 2024 г. составил 21,5%, что выше по сравнению с 2022 г. на 3 п.п. [8]. Большие данные – обширные наборы информации, характеризующиеся значительными объемами, разнообразием, скоростью обработки и/или вариативностью, требующие масштабируемой технологии для эффективного хранения, манипулирования, управления и анализа [13], в 2024 г. задействовали 13,7% предприятий, что на 1,4 п.п. больше, чем в 2022 г. Применение искусственного интеллекта выросло с 3,6% в 2022 г. до 5,8% в 2024 г. [8]. Цифровой двойник представляет собой виртуальную цифровую модель (прототип) существующего физического объекта или процесса, воспроизводящую внутренние функции, технические характеристики и поведение реального элемента в условиях взаимодействия помех и окружающей среды [13]. Его внедрение характеризуется самой малой долей – 0,5% – и демонстрирует снижение в 2024 г. [8].

Исследуя тенденции цифровизации в белорусских организациях промышленности, можно отметить ориентацию на модернизацию производства, повышение качества обработки данных и результативность бизнес-процессов.

Рассмотрим данные, полученные в ходе опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН, которые позволили оценить уровень использования передовых технологий в разрезе видов экономической деятельности *(табл. 1)*.

Согласно опросу, доля применения аддитивных технологий равна 27% (31 организация), робототехники – 19% и интеллектуальной автоматизации бизнес-процессов – 18%, что суммарно составляет 64% предприятий от общего количества. Меньшее их число задействует Интернет вещей (11%), искусственный интеллект (8%), большие данные (8%), радиочастотную идентификацию (5%), цифровой двойник (4%) *(рис. 2)*.

Общереспубликанские данные об использовании цифровых технологий *(рис. 1)* отличаются от результатов опроса предприятий. В последнем лидируют аддитивные технологии, робототехника и интеллектуальная автоматизация бизнес-процессов. При этом Интернет вещей, занимающий верхнюю строчку в официальной статистике, здесь занимает 4-е место. Но в обоих случаях прослеживается низкий уровень внедрения цифрового двойника на предприятиях, причинами чего

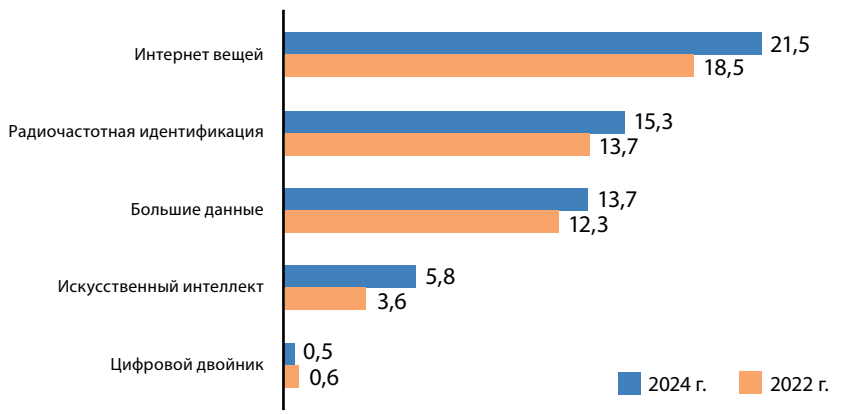



*Рис. 1.* Использование цифровых технологий, %. Источник: [8]

| Наименование показателя | Вид экономической деятельности * | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Искусственный интеллект | 1 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | 1 | - | 5 | 9 |
| Интернет вещей | - | - | 1 | 2 | - | 3 | - | - | 1 | 1 | 4 | 12 |
| Робототехника | 3 | 1 | 1 | 3 | - | 5 | 2 | 1 | 2 | - | 4 | 22 |
| Интеллектуальная автоматизация бизнес-процессов | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 2 | 3 | 20 |
| Аддитивные технологии (3D-печать) | 7 | 2 | 5 | - | 1 | 3 | - | - | 1 | 2 | 10 | 31 |
| Радиочастотная идентификация (RFID) | 1 | - | - | 2 | - | 2 | - | - | 1 | - | - | 6 |
| Большие данные | - | - | 1 | 2 | | 4 | - | - | - | - | 2 | 9 |
| Цифровой двойник | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 4 |

*Таблица 1.* Результаты опроса предприятий промышленности, ед.

Источник: разработано автором по данным опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН

*Примечание: 1 – производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки; 2 – производство транспортных средств и оборудования; 3 – производство прочих готовых изделий; ремонт, монтаж машин и оборудования; 4 – производство продуктов питания, напитков и табачных изделий; 5 – производство текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха; 6 – производство химических продуктов; 7 – производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов; 8 – металлургическое производство, производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования; 9 – производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры; 10 – производство электрооборудования; 11 – прочее; 12 – общий итог

могут являться высокая стоимость и сложность интеграции в производственные процессы, а также необходимость постоянного сопровождения.

Как показали результаты опроса, 113 промышленных субъектов внедряют в свою деятельность передовые технологии:

- *из 18 производителей химических продуктов 5 используют робототехнику; 4 – большие данные; 3 – Интернет вещей; 3 – аддитивные технологии (3D-печать); 2 – радиочастотную идентификацию; 1 – интеллектуальную автоматизацию бизнес-процессов;*
- *среди 15 предприятий по выпуску машин и оборудования, не включенных в другие группировки, 7 освоили аддитивные технологии (3D-печать); по 3 организации – робототехнику и интеллектуальную автоматизацию бизнес-процессов; 1 – искусственный интеллект; 1 – радиочастотную идентификацию;*
- *в числе 13 производств продуктов питания, напитков и табачных изделий 3 применяют робототехнику; 3 – интеллектуальную автоматизацию бизнес-процессов; по 2 компании – Интернет вещей, радиочастотную идентификацию и большие данные; 1 – искусственный интеллект;*
- *в составе 11 организаций по изготовлению прочих готовых изделий, ремонту, монтажу машин и оборудования 5 задействуют аддитивные технологии (3D-печать); 2 – интеллектуальную автоматизацию бизнес-процессов; по 1 предприятию – искусственный интеллект, Интернет вещей, робототехнику и большие данные;*
- *на 8 предприятиях вычислительной, электронной и оптической аппаратуры 2 внедрили робототехнику и по 1 предприятию – искусственный интеллект, Интернет вещей, аддитивные технологии (3D-печать), радиочастотную идентификацию, цифровой двойник, интеллектуальную автоматизацию бизнес-процессов;*

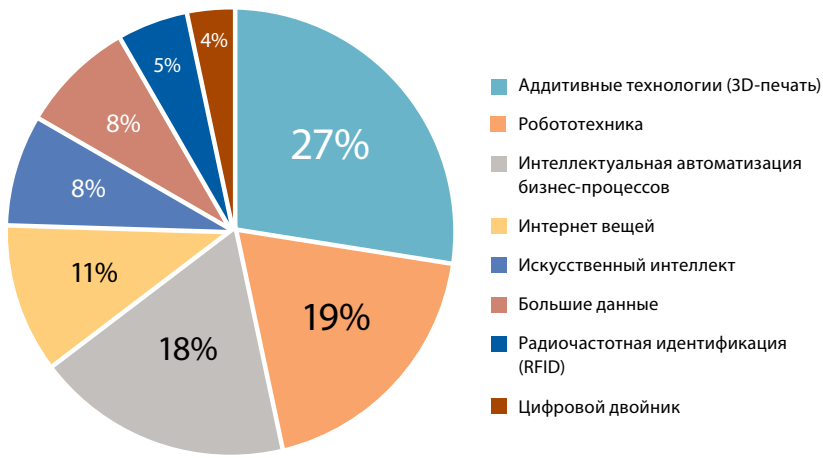



*Рис. 2.* Использование передовых технологий организациями, %

Источник: разработано автором по данным опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН

- *в группе из 6 производств электрооборудования по 2 предприятия освоили 3D-печать и интеллектуальную автоматизацию и по 1 – Интернет вещей и цифровой двойник;*
- *из 5 субъектов хозяйствования, выпускающих транспортные средства и оборудование, на 2 уже имеется 3D-печать, на 2 – интеллектуальная автоматизация бизнес-процессов и на 1 – робототехника;*
- *в числе 3 производств текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха 2 применяют интеллектуальную автоматизацию бизнес-процессов; 1 – робототехнику;*
- *из 3 организаций, изготавливающих резиновые и пластмассовые изделия, а также прочие неметаллические минеральные продукты, 2 ввели в свою деятельность робототехнику, 1 – интеллектуальную автоматизацию бизнес-процессов;*
- *одно предприятие металлургического производства и производства готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования, использует робототехнику;*
- *из 30 компаний, входящих в группу «Прочее», 10 прибегли к аддитивным технологиям (3D-печать), 5 – к искусственному интеллекту, 4 – к Интернету вещей; 4 – к робототехнике; 3 – к интеллектуальной автоматизации бизнес-процессов; по 2 – к большим данным и цифровому двойнику (рис. 3).*




*Рис. 3.* Использование передовых технологий предприятиями по отраслям, ед.
Источник: разработано автором по данным опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН

Также были проанализированы результаты опроса предприятий по использованию специальных программных средств *(табл. 2)*.

| Наименование показателя | Вид экономической деятельности * | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Планирование ресурсов предприятия (ERP) | 3 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | - | 2 | 2 | 4 | 28 |
| Управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | - | 2 | 2 | 2 | 15 |
| Управление цепочками поставок (SCM) | - | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | 4 |
| Управление персоналом (HRM) | 2 | 2 | 1 | 2 | - | 4 | 1 | - | 1 | 1 | 3 | 17 |
| Автоматизированное проектирование (CAD/CAM/CAE) | 8 | 3 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 3 | 2 | 8 | 33 |
| Управление производственными процессами (MES) | 3 | 2 | 1 | 2 | - | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 3 | 15 |
| Большие данные | - | - | 1 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | 2 | 9 |
| Цифровой двойник | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 4 |

*Таблица 2.* Результаты опроса предприятий промышленности, ед.

Источник: разработано автором по данным опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН

*Примечание: 1 – производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки; 2 – производство транспортных средств и оборудования; 3 – производство прочих готовых изделий; ремонт, монтаж машин и оборудования; 4 – производство продуктов питания, напитков и табачных изделий; 5 – производство текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха; 6 – производство химических продуктов; 7 – производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов; 8 – металлургическое производство, производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования; 9 – производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры; 10 – производство электрооборудования; 11 – прочее; 12 – общий итог

Распределение удельного веса использования специальных программных средств приведено на *рис. 4*.

Среди них наиболее популярно автоматизированное проектирование (CAD/CAM/CAE) – 27%, или 33 организации; на 2-м месте – планирование ресурсов предприятия (EPR) – 23%; и на 3-м – управление персоналом (HRM) – 14%. Менее активно применяются управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) – 13%; управление производственными процессами (MES) – 12%; управление данными об изделии (PLM) – 8%; управление цепочками поставок (SCM) – 3%.

Внедрение указанных средств предприятиями по виду экономической деятельности отражено на *рис. 5*.

Анализ этого процесса на 121 предприятии показал:

- *среди 21 из них, производящих машины и оборудование, на 8 имеются системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM/CAE), 3 – ERP, MES и PLM, 2 – CRM и HRM;*
- *на 14 производствах прочих готовых изделий, ремонта, монтажа машин и оборудования в 5 внедрены CAD/CAM/CAE, в 4 – ERP, в 1 – управление цепочками поставок (SCM), CRM, HRM, MES и PLM;*
- *из 14 производителей химических продуктов 4 применяют управление персоналом, 3 – планирование ресурсов предприятия, 2 – управление данными об изделии и управление взаимоотношениями с клиентами, 1 – SCM, CAD/CAM/CAE, MES;*
- *в группе из 11 компаний вычислительной, электронной и оптической аппаратуры 3 сделали акцент на CAD/CAM/CAE, 2 – на ERP, PLM, CRM, 1 – на HRM и MES;*
- *среди 10 производств транспортных средств и оборудования 3 интегрировали в процессы CAD/CAM/CAE, 2 – планирование ресурсов, управление производственными процессами и персоналом, 1 – управление взаимоотношениями с клиентами;*
- *в числе 10 изготовителей продуктов питания, напитков и табачных изделий 4 применяют ERP, 2 – управление производственными процессами и персоналом, 1 – CRM и CAD/CAM/CAE;*
- *на 9 предприятиях электрооборудования 2 внедрили ERP, CRM и CAD/CAM/CAE, 1 – HRM, MES, PLM;*
- *в 7 организациях по производству резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов 2 отметили планирование ресурсов предприятия, 1 – SCM, CRM, HRM, CAD/CAM/CAE, MES;*
- *из 5 фирм, выпускающих текстильные, кожаные и меховые изделия, одежду, 2 взяли на вооружение ERP, 1 – SCM, CRM, CAD/CAM/CAE;*
- *среди 20 прочих субъектов хозяйствования в 8 наблюдается активное внедрение автоматизированного проектирования, в 4 – планирование ресурсов предприятия, в 3 – управление производственными процессами и персоналом, в 2 – управление взаимоотношениями с клиентами.*

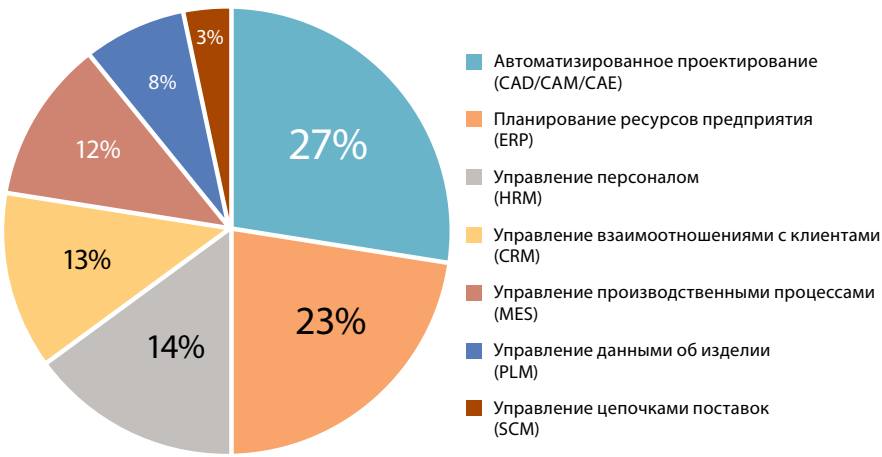



*Рис. 4.* Использование специальных программных средств организациями, %
Источник: разработано автором по данным опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН

## Результаты исследований и их обсуждение

Опрос предприятий, проведенный Центром инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН Беларуси, свидетельствует о том, что среди отраслей промышленности во внедрении передовых цифровых технологий лидируют химическое и машиностроительное производство *(табл. 1 и 2)*.

Наиболее часто используются аддитивные технологии – 27%, робототехника – 19% и интеллектуальная автоматизация бизнес-процессов – 18%. Первые активно внедряются в производстве машин и оборудования и в организациях по выпуску прочих готовых изделий, ремонту и монтажу, вторые – в производстве




*Рис. 5.* Использование специальных программных средств предприятиями по отраслям, ед.

Источник: разработано автором по данным опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН

химических продуктов, резиновых и пластмассовых изделий, третьи – в пищевой отрасли и в организациях по выпуску прочих готовых изделий.

Передовыми среди информационных систем являются автоматизированное проектирование, распространенное в отрасли машиностроения и оборудования и при изготовлении прочих готовых изделий, – 27%; планирование ресурсов предприятия, преобладающее в пищевой и химической промышленности, а также в производстве прочих готовых изделий, – 23%; управление персоналом, чаще встречающееся в химической сфере и автомобилестроении, – 14%.

В исследовании также проводится анализ причин, сдерживающих внедрение цифровых технологий, что имеет высокую практическую значимость, так как позволяет уделить внимание проблемным местам и перейти к разработке мероприятий по их устранению *(табл. 3)*.

На основании опроса можно выделить наиболее весомые препятствия на пути интеграции передовых производственных технологий в работу предприятий с долей ответов респондентов выше 19,4%. Это высокая стоимость внедрения, отсутствие навыков и опыта персонала в данной области, проблемы импортозамещения и сложности с поиском альтернативных поставщиков. Менее значимые, но заметные барьеры (до 11,3% ответов) – недостаточность финансирования, неготовность инфраструктуры, в том числе IT-сферы, регуляторные и законодательные ограничения.

По мнению автора, для устранения сдерживающих факторов необходимы следующие

| Препятствия, возникающие при интеграции новых технологий в работу предприятия | Ответы респондентов, % | Препятствия, возникающие при интеграции передовых производственных технологий в работу предприятия | Ответы респондентов, % |
|---|---|---|---|
| Проблемы импортозамещения и сложности с поиском альтернативных поставщиков | 20,9 | Высокая стоимость внедрения | 27,5 |
| Недостаточное финансирование для внедрения новых технологий | 16,9 | Отсутствие навыков и опыта персонала в данной области | 22,3 |
| Низкая подготовка сотрудников и отсутствие квалифицированных специалистов | 16,5 | Зависимость от иностранных поставщиков программных решений и высокотехнологичного оборудования | 15,6 |
| Отсутствие доступа к необходимым технологическим инновациям из-за санкций | 14,9 | Техническая сложность внедрения и интеграции передовых производственных технологий | 12,3 |
| Недостаточное качество или функциональность доступного оборудования | 11,6 | Недостаточность государственной финансовой поддержки | 8,1 |
| Проблемы совместимости внедряемых технологий с существующей инфраструктурой и процессами | 11,6 | Неготовность инфраструктуры, в том числе IT-сферы | 7,6 |
| Регуляторные ограничения и законодательные препятствия | 3,2 | | |

*Таблица 3.* Препятствия для внедрения передовых производственных технологий

Источник: разработано автором по данным опроса Центра инновационной и инвестиционной политики Института экономики НАН

механизмы: господдержка в виде субсидий или грантов, налоговые льготы; программы льготного кредитования для приобретения современного оборудования или технологических решений; поддержка локализации производства оборудования и ПО; предоставление доступа к государственным программам обучения и переподготовки персонала по работе с новыми технологиями; содействие в установлении партнерских связей с исследовательскими институтами и университетами; создание и развитие инновационных центров и технопарков; привлечение иностранных инвестиций для установления кооперационных связей и трансфера технологий.

Таким образом, анализ текущих тенденций цифровой активности белорусских предприятий свидетельствует о выраженной заинтересованности в модернизации производственных и управленческих процессов посредством автоматизации и оптимизации работы, что отражает стратегический приоритет цифровой трансформации как фактора обеспечения конкурентоспособности промышленного комплекса страны.

*Статья подготовлена по результатам исследования, выполненного в рамках гранта БРФФИ «Теоретико-методологические основы и организационно-правовое обеспечение внедрения искусственного интеллекта на промышленных предприятиях Республики Беларусь» (договор с БРФФИ №Г25ИИ М-004 от 02.05.2025 г., №ГР 20250938).*

Статья поступила в редакцию 14.05.2026 г.

**Summary.** The article examines the level of digital activity of industrial enterprises in the Republic of Belarus based on data on the implementation of advanced technologies. The relevance of the topic lies in the increasing role of digital transformation of enterprises, which is becoming a key factor in shaping the competitiveness of the industrial complex, ensuring its sustainable development and adaptation to the challenges of the digital economy. The article highlights the most commonly used digital technologies as a confirmation of the interest of Belarusian enterprises in automating and optimizing business processes, increasing the competitiveness of products, and improving efficiency. The article also compares indicators by economic activity, identifying the leading industries. To draw attention to the problem areas, an assessment was conducted to identify the reasons that hinder the implementation of digital technologies, including financial, human, organizational, and infrastructure constraints. Recommendations were developed to address these barriers and promote the adoption of digital technologies.

**Keywords:** artificial intelligence, competitiveness, constraints, digital activity, digital technologies, efficiency.

https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-10-54-60

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Головенчик Г.Г. Цифровая экономика – шанс для Беларуси: монография / М.М. Ковалев, Г.Г. Головенчик. – Мн., 2018.
2. Зубрицкая И.А. Цифровая трансформация промышленных предприятий Республики Беларусь: экономическое содержание, виды и цели / И.А. Зубрицкая // Цифровая трансформация. 2018. №3(4). С. 5–13.
3. Паньшин Б.Н. Экономические аспекты цифровой культуры предприятия = Economic aspects of the digital culture of the enterprise / B.N. Panshin // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы III Междунар. науч. конф. (Минск, 1 марта 2021 г.) / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. А. Королева (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2021.
4. Лопатова Н.Г. Управление экономическими рисками цифрового преобразования организаций / Н.Г. Лопатова // Цифровая трансформация. 2025. №31(3). С. 5–13.
5. Муха Д.В. Роль инвестиционной политики в формировании и развитии цифровой экономики / Д.В. Муха // Вестник Института экономики НАН Беларуси. 2021. №.2. С. 83–96.
6. Механизмы инновационного развития экономики Республики Беларусь / Д.В. Муха [и др.]; науч. ред. Д.В. Муха; НАН Беларуси, Ин-т экономики. – Мн., 2022.
7. Преснякова Е.В. Научно-технологический потенциал организаций промышленности Беларуси / Е.В. Преснякова // Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. 2023. №2(308). С. 12–18.
8. Информационное общество в Республике Беларусь, 2025 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь // https://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatistika/publications/izdania/public_compilation/index_152032/.
9. Преснякова Е.В. Доклад: «Оценка готовности промышленных предприятий к внедрению новых и передовых производственных технологий в контексте обеспечения технологического суверенитета» в рамках конференции «Промышленный комплекс Республики Беларусь: экспорт, импортонезависимость, эффективный менеджмент», Минск, 20 мая 2025 г. // https://youtu.be/uQnbi__gpKI?si=38i_A14opcCCQxSH/.
10. Стома Н.В. Оценка развития цифровизации Республики Беларусь: анализ позиций в мировых рейтингах / Н.В. Стома // Банковский вестник. 2020. №12. С. 52–61.
11. Стома Н.В. Использование цифровых технологий в промышленности / Н.В. Стома // Молодежь в науке – 2023: тез. докл. XX Междунар. науч. конф. молодых ученых (Минск, 20–22 сент. 2023 г.): аграр., биол., гуманитар. науки и искусства, мед., физ.-мат., физ.-техн., химия и науки о Земле / НАН Беларуси, Совет молодых ученых; редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2023.
12. Стома Н.В. Применение цифровых технологий в организациях Республики Беларусь / Н.В. Стома // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты и перспективы: сб. науч. ст.: в 3 томах. Т. 2 / ред. кол.: Д.В. Муха (гл. ред.) [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси. – Мн., 2025.
13. Цифровая трансформация. Термины и определения: СТБ 2583-2020. – Введ. 2021–03–01. – Мн., 2020.

# Архитектура инновационной модели управления ИТ-компанией: *преодоление кризисов роста*

Интенсивный рост ИТ-компаний в условиях быстрой цифровой трансформации неизбежно приводит к организационным кризисам, обусловленным неспособностью традиционных, механистических структур обеспечить требуемый уровень гибкости и координации [3, 4]. Типичные структуры, основанные на жесткой иерархии и функциональном подходе (наследие рациональной бюрократии), порождают системные кризисы масштабирования (функционализм, эффект «бутылочного горлышка»), поскольку не могут эффективно разрешить острый конфликт между необходимостью сохранения гибкости для инноваций и потребностью в стандартизации для масштабирования бизнеса. В рамках проведенного автором исследования был осуществлен сравнительный анализ существующих управленческих подходов, который доказал неадекватность как чисто функциональных, так и чисто проектных схем в динамичной ИТ-среде. Результатом этой работы стало обоснование необходимости гибридизации – создания нового методологического аппарата, способного установить баланс между управляемостью и адаптивностью. Целью данной статьи является разработка и детальное описание архитектуры комплексной адаптивной модели управления, которая выступает в качестве инновационного инструмента, позволяющего преодолеть выявленные кризисы масштабирования и роста.



**Андрей Илюкевич,**
заместитель генерального директора ОАО «Агентство цифровой трансформации», аспирант Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники;
a.ilukevich@yandex.ru

**Аннотация.** *В качестве методологического аппарата для ИТ-компаний, переживающих интенсивный рост и организационную трансформацию, предложена комплексная адаптивная модель управления (КАМУ). Она разработана как инновационная гибридная архитектура, структурно интегрирующая принципы органического типа (гибкость для инноваций) с процессным и проектным управлением (для контроля и масштабирования). Детально представлена архитектура модели через 3 взаимосвязанные подсистемы: структурно-функциональную, информационно-поведенческую и подсистему саморазвития. Особое внимание уделено роли цифрового двойника организации как ключевому инструменту формального моделирования и стратегического предвидения, обеспечивающему баланс между адаптивностью и управляемостью, необходимый для преодоления кризисов роста. Обоснована практическая значимость путем определения количественных метрик верификации эффективности модели.*

**Ключевые слова:** *управление организацией, инновационная модель управления, архитектура, комплексная адаптивная модель управления, кризисы роста, цифровой двойник организации, гибридная структура, стратегическая адаптивность, ITSM-подход.*

**Для цитирования:** *Илюкевич А. Архитектура инновационной модели управления ИТ-компанией: преодоление кризисов роста // Наука и инновации. 2026. №10. С. 61–66.*

*https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-10-61-66*

УДК 332.012.324

## Архитектурные принципы и структура КАМУ

Для обеспечения устойчивого развития ИТ-компании необходим комбинированный подход к управлению, который стратегически сочетает проектную гибкость и органическую структуру (для инноваций) с процессной формализацией (для обеспечения контроля и управляемости).

Разработанная комплексная адаптивная модель управления представляет собой инновационный гибридный синтез, базирующийся на принципах органического типа управления: децентрализации, власти, основанной на экспертизе (адхократии), процессно-проектной интеграции и принятия решений на основе данных. При этом выполняются 2 ключевых требования: гарантируется системная целостность и высокая приспособляемость к внешним условиям.

Архитектурно модель структурирована через три взаимосвязанные подсистемы. Их интеграция позволяет преодолеть иерархическую жесткость и функциональную разобщенность, направляя усилия на преодоление кризисов роста. Схема архитектуры КАМУ проиллюстрирована на *рис. 1*.

*Структурно-функциональная подсистема* отвечает за организационный дизайн и гибридную департаментизацию. Ее задача – внедрение элементов органической модели, позволяющих преодолеть функционализм и негибкость [3].

*Информационно-поведенческая подсистема* обеспечивает цифровую интеграцию систем управления задачами и проектами (СУЗП), корпоративных систем управления знаниями (КСУЗ) и координацию горизонтальных связей. Преодолевает кризис разобщенности и слабой скоординированности деятельности подразделений [2].

*Подсистема саморазвития (стратегической адаптивности)* фокусируется на стратегическом предвидении, формальном моделировании и непрерывном совершенствовании. Преодолевает кризис стратегического «бутылочного горла» и недостаточной адаптивности [4].

Интеграция этих подсистем позволяет устранить иерархическую жесткость, обеспечивая системную целостность организации в условиях высокодинамичной внешней среды.

## Структурно-функциональная подсистема

Структурно-функциональная подсистема является основой КАМУ и формирует гибридный организационный дизайн, необходимый для преодоления системных кризисов функционализма и структурной негибкости, которые возникают при масштабировании




*Рис. 1.* Схема архитектуры комплексной адаптивной модели управления для ИТ-компании
Источник: собственная разработка

ИТ-компаний [3]. Суть ее архитектуры заключается в стратегическом отказе от жесткой иерархии в пользу элементов органического типа структуры, сохраняя при этом необходимые для управляемости стандарты.

Реализация этого подхода требует внедрения гибридной департаментизации, которая представляет собой синтез функциональной, проектной и в отдельных случаях матричной структур. Функциональные отделы сохраняют свое значение для стандартизации рутинных и поддерживающих процессов (например, HR, финансы), а также служат центрами для развития и консолидации глубокой технологической экспертизы. Однако проектные и продуктовые команды становятся основной горизонтальной осью управления и ключевыми узлами создания ценности и принятия оперативных решений. Такая интеграция позволяет организации получать преимущества стандартизации в рутинных процессах и одновременно сохранять гибкость в основных проектно-ориентированных задачах.

Ключевым механизмом преодоления узких мест является децентрализация и экспертная власть (адхократия). Модель предусматривает передачу оперативных и тактических полномочий на уровень команды, максимально приближенный к клиенту или продукту. В данном случае напрямую реализуются принципы органического типа управления, где власть основана на экспертных знаниях и компетентности [5], а не на иерархическом положении. В этой структуре проектные команды должны быть автономны и кросс-функциональны, то есть иметь в своем составе все необходимые компетенции (разработчик, аналитик, тестировщик) для реализации полного цикла работ без постоянного обращения к внешним функциональным отделам. Этот подход значительно повышает скорость принятия решений, снижает риск разобщенности [2] и обеспечивает оперативную адаптацию к требованиям рынка.

Для повышения гибкости и реализации принципов гибридизации вводится понятие роли как более гибкой единицы, чем должность. Это позволяет одному сотруднику выполнять несколько ролей в разных процессах и проектах (например, быть разработчиком в проекте А и техническим экспертом в функциональном отделе Б). Структурно-функциональная подсистема создает адаптивную платформу, где стабильность (функции) гармонично сочетается с динамизмом (проекты и команды), что выступает основой для устойчивого роста.

## Информационно-поведенческая подсистема

Информационно-поведенческая подсистема важна для обеспечения структурной целостности модели, так как отвечает за координацию горизонтальных связей и формирование корпоративной культуры. Ее основная задача – преодоление кризиса разобщенности и слабой скоординированности деятельности кросс-функциональных команд, которые часто возникают при внедрении чисто проектных структур [2].

Цифровая интеграция выступает фундаментом этой подсистемы. Внедрение СУЗП и КСУЗ является не просто автоматизацией, а необходимым условием для обеспечения формальных внутрифирменных коммуникаций и прозрачности принятия решений. Эффективная работа СУЗП гарантирует, что децентрализованные команды имеют актуальную информацию о состоянии смежных проектов и ресурсов, что позволяет избежать дублирования функций и ресурсных конфликтов. КСУЗ, в свою очередь, способствует аккумуляции и распространению экспертных знаний, усиливая принцип адхократии [5].

Помимо формальной цифровой интеграции необходимо формирование органической предпринимательской культуры. Это достигается через внедрение партисипативного управления (вовлечение сотрудников в процесс принятия решений), а также через акцент на ситуационной и нематериальной мотивации [6]. В условиях децентрализации и высокой динамики рынка стабильность информационно-поведенческой подсистемы оценивается в том числе через такие индикаторы, как текучесть кадров [9]. Предпринимательская культура, основанная на доверии, общих целях и признании экспертного вклада, способствует снижению текучести, выступая ключевым фактором стабильности в ИТ-среде.

Информационно-поведенческая подсистема обеспечивает эффективное взаимодействие между структурными элементами, создавая благоприятную среду для реализации потенциала гибридного дизайна КАМУ.

## Подсистема саморазвития (стратегической адаптивности)

Подсистема саморазвития – инновационное ядро архитектуры КАМУ, фокусирующееся на стратегическом предвидении,

формальном моделировании и непрерывном совершенствовании процессов. Ее ключевая задача – преодоление кризиса стратегического «бутылочного горла» [4] и обеспечение долгосрочной адаптивности организации к динамичным рыночным изменениям.

Главным инструментом этой подсистемы выступает цифровой двойник организации *(рис. 2)*, представляющий собой не просто аналитический инструмент, а комплексную виртуальную модель ИТ-компании, которая в реальном времени интегрирует данные из структурно-функциональной и информационно-поведенческой подсистем (СУЗП, КСУЗ, показатели текучести кадров, временные метрики).

Цифровой двойник выполняет функцию формального моделирования, позволяя не просто фиксировать текущее состояние, а активно прогнозировать и оптимизировать управленческие решения до их фактического внедрения. С его помощью осуществляются:

- ***сценарное моделирование,*** *оценивающее влияние гипотетических структурных изменений, например реорганизации отдела или запуска нового масштабного проекта, на ключевые метрики (Time-to-Market, загрузку ресурсов, текучесть кадров);*
- ***количественная оценка рисков,*** *связанных с интенсивным ростом и ресурсными ограничениями, что имеет значение для ИТ-отрасли [4];*
- ***принятие решений, основанных на данных:*** *моделирование, использующее количественные методы [7], обеспечивает выбор оптимальных управленческих альтернатив, минимизируя дорогостоящие ошибки, сделанные в реальной операционной среде.*

Также в целях непрерывного совершенствования в рамках подсистемы саморазвития используются реинжиниринг бизнес-процессов для радикальной перестройки операций, которые не могут быть оптимизированы стандартными методами, а также ITSM-подход для структурированного управления ИТ-услугами на протяжении всего их жизненного цикла, формализации и повышения качества обслуживания [8].

Ротацию кадров задействуют как метод горизонтального развития сотрудников и как механизм движения системы управления, что важно для адхократических структур [5].

Подсистема саморазвития, централизованная вокруг цифрового двойника организации, преобразует эмпирические данные, поступающие из первых двух подсистем, в стратегические решения, обеспечивая непрерывную самокорректировку и системную устойчивость КАМУ.

**АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ОРГАНИЗАЦИИ В ИТ-КОМПАНИИ И ЕГО РОЛЬ В КАМУ**

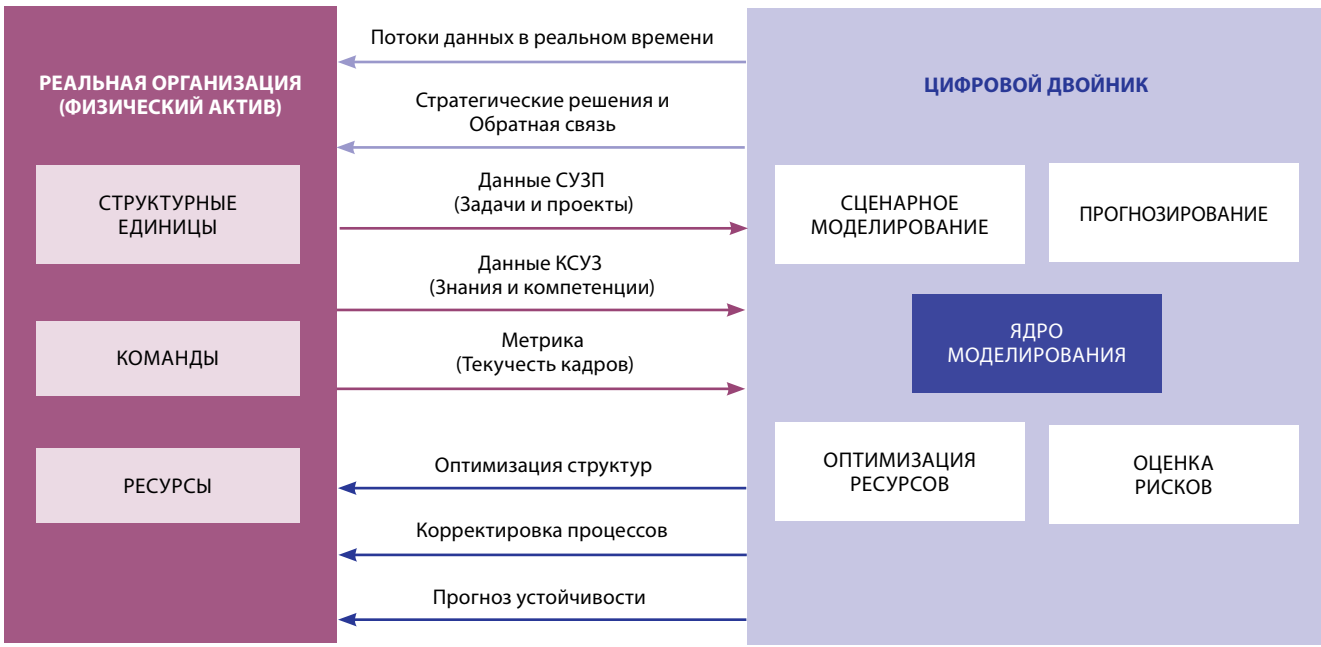



*Рис. 2.* Архитектура цифрового двойника организации в ИТ-компании. Источник: собственная разработка

## Детализация архитектуры КАМУ

Разработка инновационной модели управления требует не только логического обоснования ее архитектуры, но и представления четких количественных метрик для ее верификации. КАМУ выступает как практически значимый методологический аппарат, эффективность которого должна быть эмпирически подтверждена путем обработки и интерпретации количественной информации [1]. Этот процесс осуществляется на основе статистического анализа (включая корреляционно-регрессионный), который позволяет установить корреляционную связь между внедрением элементов модели (например, децентрализации, цифровой интеграции, использованием цифрового двойника) и динамикой ключевых показателей, отражающих преодоление кризисов роста.

## Ключевые индикаторы и методология верификации

В *таблице* представлено соответствие между организационными кризисами, которые призвана преодолеть КАМУ, подсистемами модели, ключевыми индикаторами верификации и необходимыми аналитическими методами.

Корреляционно-регрессионный анализ должен быть направлен на выявление корреляции между независимыми переменными (факторы, отражающие внедрение КАМУ) и зависимыми (метрики из *таблицы*). Доказательство наличия сильной обратной корреляции между, например, уровнем децентрализации и Time-to-Market, подтвердит эффективность структурно-функциональной подсистемы. Снижение текучести кадров после внедрения механизмов информационно-поведенческой подсистемы (партисипативное управление, КСУЗ) свидетельствует о стабилизации организационной среды [1, 6].

| Кризис, который преодолевается | Соответствующая подсистема КАМУ | Ключевой индикатор верификации (Метрика) | Аналитический метод верификации |
|---|---|---|---|
| Функционализм и структурная негибкость | Структурно-функциональная | Сокращение времени вывода продукта на рынок (Time-to-Market) | Корреляционно-регрессионный анализ |
| Разобщенность и слабая координация | Информационно-поведенческая | Снижение текучести кадров (в разрезе команд) | Корреляционно-регрессионный анализ |
| Кризис стратегического «бутылочного горла» | Подсистема саморазвития | Уменьшение времени принятия стратегических решений | Количественный анализ данных |
| Падение производительности команд | Все подсистемы | Рост производительности (объем/качество работы на одного специалиста) | Дисперсионный анализ<br>Корреляционно-регрессионный анализ |

*Таблица*. Соответствие архитектуры КАМУ и количественных метрик верификации
Источник: собственная разработка

## Практическая значимость КАМУ

Роль комплексной адаптивной модели управления заключается в предоставлении руководству ИТ-компаний четкого инновационного методологического аппарата, необходимого для системной трансформации в условиях интенсивного масштабирования. В отличие от общих, слабо структурированных рекомендаций по внедрению гибких методологий (например, Agile) [6], КАМУ предлагает интегрированный подход, охватывающий все 3 ключевых уровня организационного управления. Это обеспечивает комплексное воздействие на кризисы роста, а не только их частичное устранение на оперативном уровне.

Прикладной характер модели проявляется в предоставлении готовой архитектуры изменений. Структурно-функциональная подсистема предлагает четкий ориентир, который позволяет компаниям перейти от неэффективной иерархической модели к гибридной, процессно-проектной структуре. Такая трансформация устраняет функциональную разобщенность и обеспечивает необходимую децентрализацию власти на уровень компетенций, что важно для повышения скорости разработки продукта и, как следствие, сокращения Time-to-Market.

КАМУ формализует стратегическое предвидение через внедрение цифрового двойника организации. Использование данной технологии преобразует процесс принятия решений из интуитивного в прогностический и основанный на данных. Это позволяет руководству моделировать сценарии роста и структурные реорганизации, количественно оценивать риски и оптимизировать распределение ресурсов, что является прямым механизмом преодоления кризиса стратегического «бутылочного горла» [4, 10]. Модель также включает инструментарий непрерывного совершенствования, который с помощью

ITSM-подхода используется для стандартизации ИТ-услуг и реинжиниринга бизнес-процессов для проведения радикальных преобразований при обнаружении критических дисфункций [8].

Также практическая ценность КАМУ усиливается тем, что модель не является абстрактной концепцией. Она напрямую связывает архитектурные элементы с измеримыми количественными метриками *(таблица)* и позволяет менеджменту верифицировать эффективность внедренных изменений в режиме реального времени, доказывая возврат инвестиций в управленческую трансформацию.

## Заключение

Данное исследование, направленное на разработку нового методологического аппарата для управления быстрорастущими ИТ-компаниями, привело к созданию комплексной адаптивной модели управления – ответу на вызовы этапа интенсивного роста, где традиционные механистические структуры демонстрируют неадекватность и приводят к системным кризисам масштабирования.

Ключевой инновационный элемент модели – цифровой двойник организации, который, выступая ядром подсистемы саморазвития, обеспечивает формальное моделирование и стратегическое предвидение [4, 10]. Это позволяет руководству принимать решения, основанные на данных, минимизируя риски в реальной операционной среде.

Практическая значимость модели подтверждается четко определенными количественными метриками верификации (сокращение Time-to-Market, снижение текучести кадров), которые эмпирически подтверждают ее эффективность с помощью корреляционно-регрессионного анализа. Внедрение КАМУ требует системной трансформации, охватывающей структурный реинжиниринг, внедрение ITSM-подхода [11] и использование цифрового двойника как инструмента непрерывного самосовершенствования.

КАМУ дает возможность сохранять системную целостность и высокую адаптивность организации в условиях высокодинамичной внешней среды, подтверждая, что гибридный подход является единственным путем к устойчивому преодолению кризисов роста в ИТ-отрасли. Дальнейшее развитие темы представляется целесообразным сосредоточить на эмпирической верификации предложенной модели на основе фактических данных ИТ-компаний, успешно совершивших переход к адаптивному управлению.

Статья поступила в редакцию
17.04.2026 г.

**Summary.** A complex adaptive management model (CAMM) is proposed as a methodological framework for IT companies experiencing intensive growth and organizational transformation. It is developed as an innovative hybrid architecture that structurally integrates organic principles (flexibility for innovation) with process and project management (for control and scaling). The model's architecture is presented in detail through three interconnected subsystems: structural-functional, information-behavioral, and the self-development subsystem. Particular attention is paid to the role of the digital twin of the organization as a key tool for formal modeling and strategic foresight, providing the balance between adaptability and controllability necessary to overcome growth crises. The practical significance is substantiated by defining quantitative metrics for verifying the model's effectiveness.

**Keywords:** organization management, innovative management model, architecture, complex adaptive management model, growth crises, digital twin of the organization, hybrid structure, strategic adaptability, ITSM approach.

https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-10-61-66

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

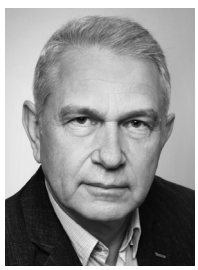
1. Виханский О.С. Менеджмент: учебник / О.С. Виханский, А.И. Наумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М., 2006.
2. Мескон М.Х. Основы менеджмента / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури; пер. с англ. – М., 2000.
3. Калязина Е.Г. Трансформация подходов к управлению в условиях цифровизации / Е.Г. Калязина, Е. Ю. Плешакова // Теория и практика общественного развития. 2024. №6. С. 85–93.
4. Головина О.Д. Организация деятельности IT-компаний в области управления проектами / О.Д. Головина, О.А. Воробьева // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2023. Т. 33, №2. С. 223–228.
5. Романова Ю.Д. (ред.). Информационные технологии в менеджменте (управлении): учебник и практикум для академического бакалавриата. – М., 2018.
6. Rigby D. The Agile C-Suite / D. Rigby, S. Elk, S. Berez // Harvard Business Review. 2020. May-June. P. 108–116.
7. Беляцкая Т.Н. Предпринимательская деятельность и управление проектами в ИТ-сфере: учеб. пособие. – Мн., 2023.
8. Беляцкий Н.П. Основы лидерства: учебник для студентов специальностей «Менеджмент», «Экономика и управление на предприятии». – Мн., 2010.
9. Петров И.С. Современные информационные системы поддержки управленческих решений в IT-отрасли / И.С. Петров // Экономика и управление. 2022. №2. С. 45–53.
10. Козлов А.В. ITSM-подход в управлении ИТ-инфраструктурой сети МПК / А.В. Козлов // Вестник транспорта. 2020. №3. С. 112–120.
11. Иванов Д.А. Современные подходы к управлению ИТ. Процессная парадигма / Д.А. Иванов // CIO. 2011. №1. С. 24–30.

Продолжение. Начало в №9

# Как преодолеть ловушки стереотипов, или Методы повышения результативности НИР

Эффективное управление современными научно-исследовательскими работами предполагает использование объективных инструментов, адаптирующих классическую методологию уровней готовности технологий под требования проверяемости результатов многокритериального анализа. Ранжирование альтернативных решений по риску внедрения, учет необходимых и достаточных испытаний, формулировка объективных критериев уровней готовности УГТ+ как ключевого элемента формирования технологической воронки, поэтапная фильтрация тупиковых концепций дает возможность своевременно выявлять технологические риски и минимизировать издержки на неперспективные проекты.





**Андрей Сартори,**
главный специалист филиала ПАО «ОДК-УМПО» «Опытно-конструкторское бюро им. А.М. Люльки», кандидат физико-математических наук, доцент



**Анастасия Соловьева,**
главный конструктор филиала ПАО «ОДК-УМПО» «ОКБ им. А.М. Люльки» (г. Москва)

## Уровни готовности технологий УГТ+, УГП+

Уровни готовности технологий, введенные в практику более 40 лет назад [1–3], оказались чрезвычайно ценным инструментом для упрощения и повышения результативности управления НИР. Регулярно обновляемые нормативные документы, определяющие порядок планирования научными разработками с метриками УГТ [4], могут успешно применяться в отдельных поисковых работах. Однако управление НИР для исполнителей и квалифицированного заказчика (КЗ) обретает общий базис и согласованность лишь при условии, что критерии, установленные в нормативных документах, будут расширены для достижения объективности, удовлетворения требованиям необходимости и достаточности, раскрытия содержания, результата, выбора лучшего решения, а не факта предоставления отчета.

Анализ предложений потенциальных исполнителей госзаказа 2.0 (НИР в интересах квалифицированного заказчика), а также изучение структуры и результатов НИР позволили выявить и систематизировать дополнительные критерии оценки, повышающие достоверность результата. Их использование позволит заказчикам и подрядчикам формировать детализированные технические задания (ТЗ) и планы по шаблону. Это, в свою очередь, минимизирует вероятность упущения критических факторов, способных на поздних этапах замедлить или остановить цикл создания новых изделий. Ввиду этого в контексте настоящего исследования настройка системы критериев уровней готовности рассматривается как важнейший аспект повышения результативности, инструмент своевременного обнаружения технологических рисков путем их включения в объем испытаний, а также снижения издержек на реализацию неперспективных проектов.

Отметим, что уровень производственной готовности обычно упускается из виду на начальных этапах разработки инновационных решений. Однако без его учета оценка конкурентоспособности промышленных изделий оказывается неконтролируемо завышенной. Производственная составляющая также может содержать ловушки и трудно преодолимые препятствия. Если при выборе концепции не принять во внимание такие особенности, как доступность новых материалов и технологий, себестоимость обработки, контроль качества, наличие ресурсов, то это скажется на конкурентоспособности решения задачи КЗ.

Принципы детализации критериев просты: каждый из них направлен на минимизацию риска позднего определения проблем по критическим факторам, предотвращение нерационального расходования средств на верификацию бесперспективных концепций и, как следствие, способствует повышению общей результативности. Дополненные критерии согласуются с существующими национальными стандартами [5], расширяя их содержательную часть для обеспечения максимальной объективности, полноты и проверяемости.

Детализация критериев позволяет более точно установить реальный уровень готовности технологии к внедрению в изделие КЗ, служит основой для отбора наиболее перспективных инновационных концепций. Как будет показано далее на примере S-кривой, чрезвычайно важно связать уровень готовности с вероятностью внедрения, так как от этого напрямую зависит форма технологической воронки (сколько альтернативных решений должно рассматриваться на каждом УГТ), что в итоге обеспечивает повышение результативности НИР.

Исследование структурировано по двум ключевым этапам. Первый предполагает детализацию результатов поисковых исследований (УГТ 1 – УГТ 3), которые ожидает получить КЗ. Второй включает объединение критериев по функциональным группам (компонентам) для повышения удобства и обеспечения полноты последующей верификации. Для каждого компонента при разработке плана работ конкретизируются его индивидуальные объективные критерии достижения уровня готовности в зависимости от контекста проекта.

Принципиально важно, что уровень готовности определяется не для абстрактной технологии, а для каждого критического элемента изделия КЗ отдельно в условиях эксплуатации. При этом действует жесткое правило «узкого горлышка»: итоговый уровень готовности не может быть выше минимального значения уровней готовности его компонентов.

## Детализация результатов УГТ 1 – УГТ 3 для поисковых НИР

Конструктор квалифицированного заказчика оперирует конкретными техническими решениями. Ему объективно сложно сформулировать содержание научно-исследовательских работ, методологию измерений и фундаментальные результаты в научных терминах, вдобавок к этому сама базовая технология еще не определена. На данной стадии потребность КЗ сводится к выбору оптимального технологического решения, а целевые параметры напрямую зависят от той концепции, которую только предстоит выбрать. Поэтому целевые показатели должны быть основаны на выводах аналитического поиска, обосновании наилучших практик, уточнении критических факторов, верификации данных. В поиске и поэтапном отборе альтернативных концепций заключается ключевое отличие исследуемого процесса от традиционных опытно-конструкторских работ (ОКР), реализуемых в рамках жестко регламентированного ТЗ.

Обсуждение технологических запросов с конструкторами показало, что приведенный ниже шаблон позволяет более структурированно готовить ТЗ с разделением результатов по уровням готовности, предвосхитить тупиковые направления. Вполне возможно, что результаты исследования не смогут удовлетворить ряду критериев УГТ, тогда это должно стать весомым основанием

для пересмотра или приостановки работ. Вместе с тем их прекращение допустимо также и в случае, если все установленные показатели обеспечивают полноту и достаточность исследований, но практическая реализация концепции оказалась невозможной в силу объективных физических ограничений (законов природы).

## Результаты, ожидаемые КЗ на УГТ 1

Основным итогом на данном этапе выступает разработка и первичное обоснование инновационной концепции, включающей в себя альтернативные технологии, совокупность которых образует начальный этап фильтрации и отбора, вход в технологическую воронку. Здесь концепция представляет собой гипотезу инновационного решения задачи КЗ, которую не удалось выполнить другими путями в конкретных условиях эксплуатации изделия. Она может содержать материал, характеристики, метод изготовления, технологию, алгоритм, предполагаемые преимущества с точки зрения конкурентоспособности изделия КЗ, гипотезу новизны на современном уровне техники. Формирование технологической воронки по принципу «от поставленной задачи», а не «от априорно заданной технологии» выступает самым эффективным инструментом нивелирования рисков и позволяет избежать реализации неперспективных (тупиковых) идей, возникающих при безальтернативной ориентации на единственный, выбранный заранее технологический базис.

На данном этапе предварительно формулируются критические и стоп-факторы, в том числе в части контроля качества, производственного потенциала для макетирования и применимости инновационных материалов, оценки перспектив интеграции технологии в изделие КЗ. Параллельно проводится оценка достаточности выделяемых ресурсов, а также обоснование того, почему передовые подходы позволят достичь результата там, где другие не достигли успеха. Базовые концепции разрабатываются на основе имеющихся данных, профильных компетенций исполнителя, первоначального анализа информации и включают определение критериев эффективности, служащих основой для сравнения альтернативных проектных вариантов. Результатом указанных процедур выступает предварительный выбор наименее рисковых идей и целесообразность продолжения работ на УГТ 2.

## Результаты, ожидаемые КЗ на УГТ 2

По итогам этого этапа квалифицированный заказчик ожидает получить обоснованную концепцию или набор альтернативных решений, сформированных на основе достигнутого на уровне УГТ 1 системного понимания соответствия технологии и задачи. На этапе УГТ 2 проводится углубленный анализ существующего уровня техники, причин недостижения требуемых характеристик, возможных сложностей и путей преодоления. Программа отчетности включает детальное описание критических, второстепенных и стоп-факторов (в том числе блокирующие патенты), оценку их взаимного влияния. Основное внимание уделяется полноте и достаточности испытаний по критическим и стоп-факторам, без учета второстепенных. Приводятся результаты математического моделирования новых подходов и аргументированно обосновывается выбор проектных концепций для последующего макетирования на уровне УГТ 3, разрабатываются программа и методика экспериментальных исследований, формируется технический облик испытательного стенда, включая подбор методов и средств диагностики. Конечный результат – отбор оптимального решения из ряда альтернативных и научно-техническое обоснование актуализированной концепции, подлежащей практической реализации и экспериментальной проверке на стадии УГТ 3.

## Результаты, ожидаемые КЗ на УГТ 3

Завершающая фаза поискового исследования – этап демонстрации жизнеспособности концепции технологии на уровне экспериментального макета (материал, элемент конструкции, алгоритм). Согласно такому подходу, макет – это упрощенная имитация конечного продукта для проверки гипотез на предмет устойчивости к критическим и стоп-факторам. Конструктивно он может быть выполнен в виде отдельных составных частей, не требующих на текущей стадии взаимной интеграции. Примечательно, что уровень готовности инновационного материала оценивается через степень готовности выполненного из него конструктивного элемента изделия КЗ. Настоящий этап не включает процедур оптимизации, проведение которых предусмотрено на более поздних стадиях УГТ.

Соответственно, в составе и результатах работ целесообразно отобразить обоснование критических

факторов и диапазон их изменений, отсутствие стоп-факторов на уровне текущего понимания технологии, программу и методику испытаний (ПМИ), соответствующий эскизный проект на макет и стенд, их изготовление и сборку, проведение необходимых и достаточных испытаний по ПМИ, анализ с подтверждением плановых показателей, предварительную оценку интеграции в состав изделия, а также ресурса работы в составе изделия КЗ, обоснование работ по достижению УГТ4.

## Связь уровней готовности с вероятностью внедрения: S-кривая

Методическая ценность управления по уровням готовности существенно возрастает благодаря выявленной в методике «Бережливого НИР» S-образной зависимости между вероятностью внедрения технологии и этапом УГТ [6]. Принимая возражения оппонентов, что каждый проект индивидуален, отметим, что статистический аппарат иногда позволяет давать количественную информацию о свойствах систем даже в тех областях, где законы поведения ее единичного элемента не могут быть заданы. Например, такой прием используется в классической термодинамике и при прогнозировании движения транспортных потоков.

При разработке методики бережливого управления НИР в выборе между полным отсутствием априорной информации о реализуемости конкретной технологии и среднестатистическим распределением вероятностей коммерциализации, полученных на однотипных проектах, нами выбран второй подход. Иными словами, шансы на успех конкретной технологии приняты за интегральный критерий для отбора альтернативных вариантов.

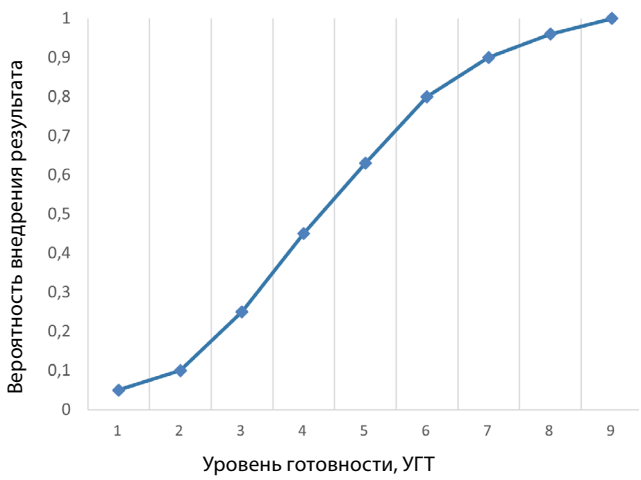



*Рисунок.* Зависимость вероятности внедрения результата инновационной концепции от УГТ. Вероятность внедрения – величина, обратная риску. Источник: составлено авторами

В технологической воронке целесообразно оставлять только те решения, которые занимают верхние позиции в рейтинге вероятности внедрения. Научная гипотеза заключается в том, что вместо трудоемкой и зачастую нереализуемой на практике оцифровки множества факторов (технологических, производственных, организационных, правовых, экономических, валютных) целесообразнее использовать интегральный показатель вероятности внедрения. При таком подходе первостепенное значение имеет сам факт недостижения целевого уровня готовности технологии, вне зависимости от природы деструктивного фактора, вызвавшего данное отклонение. Таким образом обеспечивается отбор и реализация наиболее успешного варианта – аналогично тому, как путевки на Олимпиаду получают те, кто победил в отборочных соревнованиях, не важно, по какой причине.

Данная закономерность, наглядно иллюстрируемая S-кривой, служит фундаментальной основой для повышения результативности. Из нее следует, в частности, что из 20 альтернативных технологий, достигших УГТ 1, в среднем с наибольшей вероятностью только одна будет успешно внедрена. Разработки остальных 19 как менее эффективных должны быть обоснованно остановлены как можно раньше. Ресурсы, потраченные на их создание, с точки зрения КЗ будут израсходованы впустую и снизят эффективность экономической модели внедрения инноваций. Следует отметить, что достижение технологией УГТ 3, как видно из *рисунка*, также не гарантирует решения задачи заказчика. В среднем только одна из трех может быть реализована в продукте. Это говорит, с одной стороны, о существенном влиянии воронки технологий на результативность НИР, а с другой – о необходимости разработки более прозрачного механизма ранней диагностики рисков, пошагового отбора наиболее перспективных концепций, методик управления технологической воронкой.

Отсюда следует, что для учета всего комплекса критических факторов, планирования репрезентативного объема испытаний и обеспечения однозначного, прозрачного ранжирования альтернативных решений нужна особая практически значимая точность, объективность и достоверность дополнительных параметров уровней готовности. Чем точнее и достовернее будут данные, тем выше уверен-

ность при закрытии неперспективных направлений и надежнее перераспределение ресурсов в пользу решений с минимальным уровнем риска.

Для достижения необходимой и достаточной полноты критериев исполнителю и КЗ существенно поможет пошаговая инструкция, шаблон или классификация критериев по группам, изложенные далее.

## Группы критериев (компоненты) уровней готовности

В рамках исследования необходимость и достаточность результатов НИР трактуется как гарантированный учет испытаний всех критических функций макета и их воздействия на специфические риски изделия КЗ при планировании и мониторинге работ. При этом необходимым признается параметр, критически влияющий на конкурентоспособность изделия. Чтобы исключить потерю значимых показателей, предлагается классифицировать их по самостоятельным функциональным группам (компонентам УГТ).

Достаточность трактуется как проведение полного объема испытаний, которые требуются для подтверждения достижения каждого уровня готовности, без упущения важных факторов.

Ввиду индивидуальности каждого НИР нецелесообразно вводить жесткие критерии для всех проектов. Вместо этого опишем содержание проверяемых результатов, общие правила, по которым КЗ сможет сконструировать конкретные критерии с учетом контекста его проекта.

Поддержание планового темпа верификации критериев позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать достижение следующего УГТ. И наоборот, задержки на контрольных точках служат индикатором наличия скрытых технологических или административных проблем.

Разработанные форматы результатов, изначально ориентированные на элементную базу инновационного изделия, могут быть адаптированы к созданию новых материалов, инженерного ПО и математических моделей. Важно помнить, что альтернативные концепции могут иметь собственные детальные

| Наименование компонентов УГТ | Описание критериев |
|---|---|
| Подтверждение характеристик на поэтапно усложняемых экспериментальных образцах (дополненный классический УГТ) | Содержит критерии выполнения заданных требований (характеристик) и отсутствие стоп-факторов для объекта разработки в составе продукта КЗ. Является основным для подтверждения и обоснования целесообразности продолжения работ на следующем УГТ. Экспериментальное и теоретическое подтверждение соответствия характеристик экспериментальных образцов (макет, модель, демонстратор) требованиям ТЗ проводится поэтапно с последовательным приближением к конечному масштабу и условиям реальной эксплуатации с учетом п. 2 |
| Полнота испытаний на требования текущего УГТ | Критерии дают возможность оценить необходимость и достаточность включенных в программу испытаний условий для данного УГТ. Все применимые условия и требования суммированы в программе методики испытаний. Критерии построены на принципе поэтапного приближения условий испытаний от лабораторных к реальным, от единичных критических факторов в ограниченных диапазонах до полной имитации реальных условий* |
| Интеграция в изделие верхнего уровня | Критерии позволяют оценить, выполняются ли условия интеграции разрабатываемого компонента/технологии в изделие верхнего уровня путем верификации последовательно возрастающих требований по физико-химическому и информационному интерфейсу с целью минимизации рисков эффективного функционирования в составе изделия верхнего уровня |
| Экспериментальная база для проведения испытаний | Критерии задают уровни готовности поэтапно усложняемой экспериментальной базы для проведения необходимых и достаточных испытаний в соответствии с ПМИ (макет, модель, демонстратор) по мере продвижения по уровням готовности |
| Опытно-экспериментальное производство | В связи с ограничениями, которые могут возникнуть при изготовлении экспериментальных и опытных образцов, а также необходимостью разработки и освоения инновационных производственных технологий проводится оценка степени готовности опытно-экспериментального производства, а также степени интеграции создаваемых технологий в общий производственный процесс. Данный критерий непосредственно связан со шкалой оценки уровня готовности производства |
| Перспективные материалы | Описывает риски и соответствующие уровни готовности новых (перспективных) материалов различных поставщиков для применения в объекте разработки по уровням готовности. Позволяет учесть и снизить риски качества и количества материалов для применения в конструкции разрабатываемого изделия |
| Ресурс в составе изделия КЗ | Работы по определению и подтверждению ресурса изделия КЗ и его основных агрегатов (систем, деталей) с использованием расчетных и натурных исследований (испытаний) должны проводиться на всех стадиях его создания. Компонент определяет результаты поэтапно уточняемой оценки ресурса объекта разработки в составе изделия КЗ с целью доведения его характеристик до целевого (конкурентоспособного) уровня, определения стоп-факторов |
| Эксплуатационная технологичность | Компонент содержит критерии поэтапного обеспечения эксплуатационной технологичности (ЭТ) изделия КЗ, определяющей его приспособленность к последующей реальной эксплуатации, включая объем, реализуемость, сроки необходимого ремонтного и технического обслуживания. В качестве количественных показателей оценки ЭТ обычно принимаются продолжительность и трудоемкость выполнения работ по ТО, текущему и капитальному ремонту. Необходимый уровень ЭТ достигается путем сокращения объемов плановых и внеплановых работ по ремонту и ТО и частоты их проведения (путем повышения надежности техники), обеспечения удобных подходов к блокам и агрегатам, широким применением в двигателе стандартизованных и унифицированных изделий |

*Таблица.* Перечень компонентов УГТ. *Критерии полноты и достаточности описаны в работе [7]

графики получения УГТ, однако достижение ими контрольных вех – уровней готовности – должно быть синхронным для возможности ранжирования и отбора наиболее перспективных из них *(таблица)*.

Отметим, что разделение УГТ на компоненты, каждый из которых оценивается по отдельным критериям, представляет собой основу многокритериального анализа, целью которого является более точное определение практической применимости технологии на ранней стадии для повышения конкурентоспособности изделия КЗ.

## Заключение

В рамках последовательного системного подхода рассмотрены ловушки стереотипов и критерии успеха на пути внедрения результатов поисковых НИР в инновационное изделие. Это позволяет выделить наиболее значимые проблемы и сформировать меры по их устранению в рамках модели научно-производственного взаимодействия квалифицированного заказчика и исполнителя.

Описанные барьеры и методологическая рассогласованность сопряжены с высокими издержками для заказчика ввиду запоздалого выявления неперспективных разработок при реализации необоснованного, технологически ориентированного подхода («от технологии»). В качестве превентивного инструмента в систему менеджмента интегрирована модель управления технологической воронкой. Научную новизну концепции составляет предложенный нами подход к формированию исходного набора альтернатив, многокритериальный анализ и последующая поэтапная селекция наиболее жизнеспособных вариантов, ориентированных на требования заказчика. Данный процесс базируется на численной оценке рисков коммерциализации по мере приближения условий испытаний к реальным.

При таком подходе ключевым инструментом управления становится объективная оценка уровня готовности по результатам, где особое значение приобретает детализация технических заданий на основе дополненных критериев, достижение которых оценивается поэтапно в конкретных условиях и по методикам заказчика. В целях интеграции результатов НИР в реальный сектор экономики и минимизации рисков критерии впервые классифицированы по функциональным признакам/компонентам, сформулированы базовый набор для планирования, а также условие проведения необходимых и достаточных испытаний на разных уровнях готовности технологий.

Разработанные методы повышения эффективности научно-исследовательских работ прошли практическую апробацию в рамках проектов тематики научных исследований в 2025–2026 гг. Экспертные обсуждения с инициаторами внедрения продемонстрировали достижение консенсуса и более глубокого, согласованного понимания целей и планируемых итогов со стороны как исполнителей, так и конструкторов. Это позволило сформировать единый взгляд на необходимый и достаточный набор результатов, важных для достижения научно-технического суверенитета, а также обеспечило превентивную диагностику рисков, ранее приводивших к снижению результативности.

Дальнейшее развитие предложенного научно-методического подхода заключается в декомпозиции изделия на критические элементы (КЭ), их функциональном анализе, планировании разработки каждого из них по уровням готовности с учетом полноты и достаточности испытаний, оценке экономической эффективности воронки технологий.

Пилотный проект Минобрнауки РФ в интересах КЗ при доработке единого базиса и соответствующих процедур управления НИР потенциально может превратиться в эффективный инструмент повышения результативности проектов по запросам квалифицированного заказчика и поисковых НИР других программ.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**


1. TRL Mankins J.C. Technology readiness levels / Advanced Concepts Office of Space Access and Technology NASA // https://www.researchgate.net/publication/247705707_Technology_Readiness_Level_-_A_White_Paper.
2. DOE/National Energy Technology Laboratory-2015/1710. Technology Readiness Assessment January 2015, 144 // https://www.netl.doe.gov/File Library/Research/Coal/Reference Shelf/DOE-NETL-20151710-2014-Technology-Readiness-Assessment-Comprehensive.pdf.
3. Automotive Technology and Manufacturing Readiness Levels (2011). A guide to recognized stages of development // https://docplayer.net/23627310-Automotive-technology-and-manufacturing-readiness-levels-a-guide-to-recognised-stages-of-developmentwithin-the-automotive-industry.html .
4. Постановление Правительства РФ от 06.10.2025 г. №1552 «О планировании технологической политики в Российской Федерации» // https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/412711715/).
5. ГОСТ Р 58048-2017. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий. – М., 2018.
6. Сартори А.В., Манцевич Н.М. Модель бережливого управления инновационными проектами на основе учета рисков и численной оценки экономической целесообразности выполнения этапов работ // https://cyberleninka.ru/article/n/model-berezhlivogo-upravleniya-innovatsionnymi-proektami-na-osnove-ucheta-riskov-i-chislennoy-otsenki-ekonomicheskoy.
7. Сартори А.В. Повышение результативности исследований: планирование по уровням готовности в бережливом НИОКР // https://doi.org/10.22394/2410-132X-2022-8-1-4-21.

**Аннотация.** *Выполнен анализ правовой охраны объектов промышленной собственности (ОПС), созданных в НАН Беларуси в период существования национальной патентной системы, который выявил, что Академия наук занимает лидирующие позиции в стране в сфере создания изобретений, полезных моделей и сортов растений, а также по количеству договоров, в которых ее организации выступали в качестве лицензиаров. Показано, что за последние 10 лет во всех отделениях наук наблюдалось падение изобретательской и патентно-лицензионной активности. Установлено, что коммерциализация ОПС на лицензионной основе в значительных объемах осуществляется только в организациях, входящих в Отделение аграрных наук. Выявлены имеющиеся проблемы в сфере управления интеллектуальной собственностью в академических учреждениях и сформулированы основные направления совершенствования этого вида деятельности.*

**Ключевые слова:**
*интеллектуальная собственность, система управления, объекты промышленной собственности, изобретения, сорта растений, НАН Беларуси, организации.*

**Для цитирования:**
*Нечепуренко Ю., Ситкевич А. Создание и коммерциализация ОПС в отделениях наук НАН Беларуси // Наука и инновации. 2026. №10. С. 73–77.*

*https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-10-73-77*



**Юрий Нечепуренко,**
начальник научно-инновационного отдела НИИ физико-химических проблем БГУ, кандидат химических наук;
nuv_1956@mail.ru



**Алексей Ситкевич,**
заведующий сектором научно-технологического и инновационного развития Института экономики НАН Беларуси

# Создание и коммерциализация ОПС в отделениях наук НАН Беларуси

УДК 338.2



В соответствии с Государственной программой инновационного развития Республики Беларусь на 2026–2030 гг., совершенствование инструментов государственной инновационной политики предполагает создание полноценного рынка результатов научно-технической деятельности (НТД) и рынка интеллектуальной собственности (ИС) посредством формирования благоприятных институциональных условий, а также соответствующих структур управления в этой сфере на отраслевом и корпоративном уровнях.

Академия наук как главная научная организация страны в предстоящую пятилетку выступает государственным заказчиком научных исследований 12 государственных программ научных исследований, 2 научно-технических программ, заказчиком от Республики Беларусь научно-технических программ Союзного государства. Это ведущий научно-производственный комплекс, в состав которого входят научные учреждения, научно-практические центры и предприятия. Здесь разрабатывается большое количество объектов промышленной собственности, которым важна эффективная коммерциализация. Некоторые вопросы изобретательской и патентно-лицензионной работы НАН Беларуси, а также существующая система управления интеллектуальной собственностью рассмотрены в [1–4]. В настоящей статье приведены результаты анализа деятельности отделений наук по созданию ОПС и их коммерциализации в 1993–2025 гг.

По состоянию на 1 января 2026 г. академическими организациями получено около 9,5 тыс. охранных документов (патентов и свидетельств) на ОПС, структура которых представлена на *рис. 1*. Из них в конце 2025 г. поддерживалось в силе 526 объектов [5].

Наибольший интерес среди ОПС представляют изобретения, которые определяют технологический уровень предприятия, а в совокупности – отрасли и экономики Беларуси в целом. Поэтому рассмотрим их создание по отделениям наук, за исключением Отделения гуманитарных наук и искусств. На *рис. 2* приведено общее количество патентов на изобретения и селекционные достижения (сорта растений и породы животных). Наибольшее их число, как следует из представленных данных, получено в отделениях физико-технических наук и аграрных наук, однако во всех отделениях за последние 10 лет наметилась тенденция их резкого уменьшения *(рис. 3)*.

Созданные в организациях НАН Беларуси результаты научной и научно-технической деятельности, в том числе охраноспособные, активно вводятся в гражданский оборот как на территории нашей страны, так и за рубежом. Их коммерциализация осуществлялась в последние годы четырьмя основными способами:

- *выполнение НИОКТР в рамках заданий государственных программ различных уровней с последующей безвозмездной передачей результатов этих работ для использования на производственных площадях предприятий, определенных в качестве изготовителей конечной продукции;*
- *предоставление права коммерциализации объектов интеллектуальной собственности по лицензионным договорам и договорам передачи секретов производства (ноу-хау),*

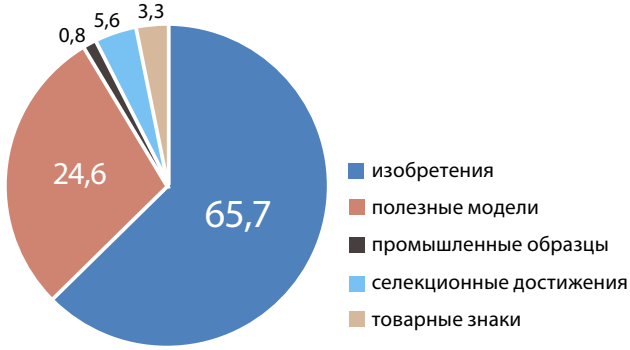
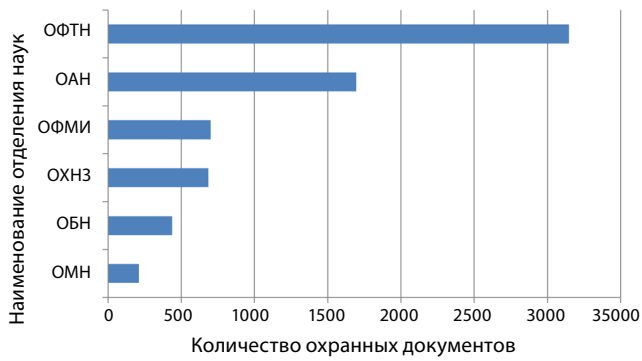



*Рис. 1.* Распределение объектов промышленной собственности, созданных в НАН Беларуси в 1993–2025 гг., по видам, %




ОФТН – Отделение физико-технических наук,
ОАН – Отделение аграрных наук,
ОФМИ – Отделение физики, математики и информатики,
ОХНЗ – Отделение химии и наук о Земле,
ОБН – Отделение биологических наук,
ОМН – Отделение медицинских наук

*Рис. 2.* Распределение общего количества патентов на изобретения и селекционные достижения, полученных организациями отделений наук НАН Беларуси в 1993–2025 гг.

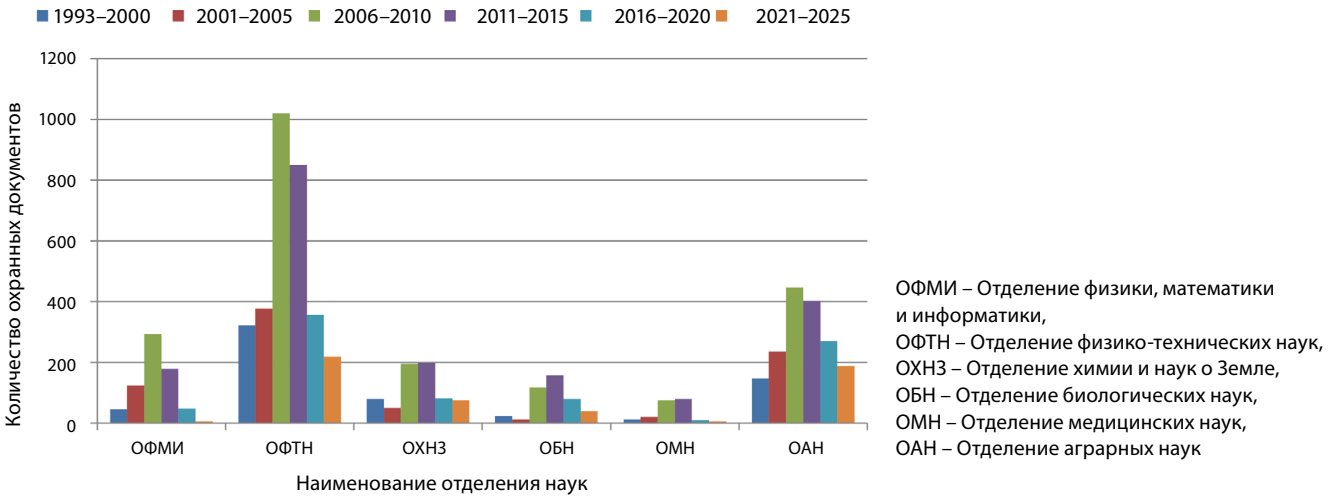



*Рис. 3*. Распределение общего количества патентов на изобретения и селекционные достижения, полученных организациями отделений наук НАН Беларуси в разные временные периоды

*а также трансфер результатов НТД по договорам передачи документированной научно-технической информации;*

- *внедрение результатов научно-технической деятельности, включая ОПС, в собственное производство научных организаций и предприятий;*
- *продажа исключительных прав на объекты ИС по договорам уступки; уступка имущественных прав на результаты НТД в рамках гражданско-правовых договоров.*

Академия наук занимает лидирующие позиции по количеству зарегистрированных договоров о предоставлении права использования объектов промышленной собственности по лицензионным договорам на территории Республики Беларусь и Российской Федерации *(таблица)*: имеет самый высокий показатель среди всех республиканских органов государственного управления и организаций, подчиненных Правительству, как лицензиар.

Как свидетельствуют данные *таблицы*, наибольшее количество лицензионных договоров зарегистрировано на сорта растений. В то же время следует отметить, что с 2015 г. организации НАН Беларуси не продали ни одной лицензии о предоставлении права использования изобретений.

На *рис. 4* показано процентное распределение лицензиаров в разбивке по отделениям наук. Наибольшее количество патентных лицензий на изобретения предоставили институты Отделения химии и наук о Земле (ОХНЗ), Отделения физико-технических наук (ОФТН) и Отделения аграрных наук (ОАН) – 20, 14 и 12 соответственно, полезных моделей и сортов растений – ОАН (29 и 1082), а товарных знаков и секретов производства (ноу-хау) – ОХНЗ (19 и 53). Следует отметить, что лицензионные договоры о предоставлении права использования секретов производства (ноу-хау) регистрировались в национальном патентном ведомстве до введения в действие Закона Республики Беларусь «О коммерческой тайне» [6].

В 2025 г. действовало 547 договоров на передачу прав на результаты НТД на возмездной основе [5]. Всего же, согласно данным годовых отчетов НАН Беларуси, лицензионные поступления в период 2010–2025 гг. составили 18,97 млн деноминированных руб. (в эквиваленте 8,68 млн долл. по средневзвешенному курсу). Распределение этих средств по отделениям наук приведено на *рис. 5*.

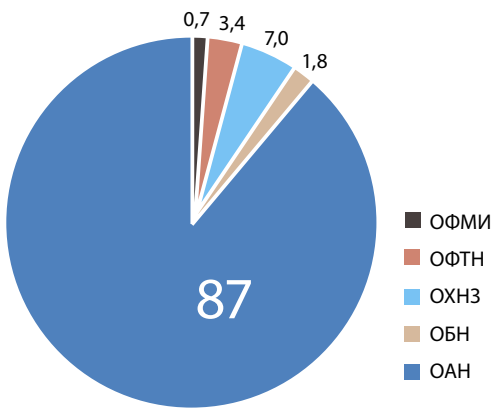



*Рис. 4*. Распределение зарегистрированных в 1994–2025 гг. лицензионных договоров, в которых организации отделений наук НАН Беларуси выступали в качестве лицензиара, %

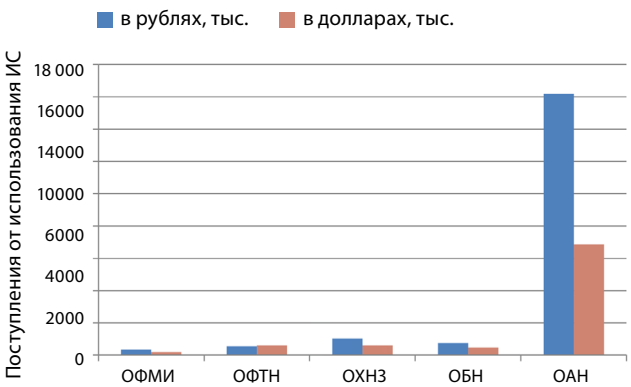



*Рис. 5.* Распределение поступивших в 2010–2025 гг. лицензионных платежей в разбивке по отделениям наук НАН Беларуси

Важным способом коммерциализации является использование результатов научно-технической деятельности, включая ОПС, для собственных нужд. По состоянию на 31.12.2025 г. в НАН Беларуси функционировало 10 промышленных и 5 сельскохозяйственных производств, кроме этого, на базе 23 научных и 8 иных учреждений созданы производственные участки, лабораторные и опытно-промышленные производства. Объем выпущенной коммерческими структурами академии продукции в 2025 г. (без учета НИОКТР) составил 608,2 млн руб. [5].

Продажа исключительных прав на объекты промышленной собственности по договорам уступки пока не получила широкого развития. В исследуемый период с участием организаций НАН Беларуси были зарегистрированы в национальном патентном ведомстве договоры уступки 24 патентов на изобретения, 10 патентов на полезные модели и 7 товарных знаков. В Евразийском патентном ведомстве по двум договорам уступлено 2 евразийских патента на изобретения. В Роспатенте зарегистрированы 3 договора уступки изобретений (в двух – изменение состава правообладателей, в одном – приобретение патента на изобретение), 1 на уступку 2 полезных моделей и 1 – промышленного образца.

| Вид ОПС | Количество зарегистрированных договоров в Республике Беларусь / Российской Федерации | Доля договоров данного вида в общем количестве договоров, % |
|---|---|---|
| Изобретение | 52/1 | 3,9 |
| Полезная модель | 41/2 | 3,2 |
| Промышленный образец | 7/1 | 0,6 |
| Сорт растения | 848/277 | 82,7 |
| Товарный знак | 32/3 | 2,6 |
| Секреты производства (ноу-хау)* | 96/– | 7,0 |
| Итого | 1076/284 | 100,0 |

*Таблица.* Сводные данные по видам лицензионных договоров на объекты промышленной собственности, зарегистрированных в Республике Беларусь и Российской Федерации в 1994–2025 гг.

Несмотря на то, что ведущая в стране научно-производственная корпорация добилась значительных успехов в создании и коммерциализации результатов научно-технической деятельности, следует выделить ряд системных проблем, сдерживающих дальнейшее развитие в этой сфере, а именно:

- *отсутствие в организациях экономической стратегии в части разработки и продвижения на рынок результатов НТД, содержащих объекты ИС, и в связи с этим низкое качество значительной части патентов на изобретения, что не позволяет доводить их до рынка;*
- *наблюдаемый в последние 10 лет спад в изобретательской и патентно-лицензионной деятельности во всех отделениях наук, в том числе в сфере создания и коммерциализации изобретений, относящихся к V и VI технологическим укладам, а также патентуемых в дальнем зарубежье;*
- *низкие сроки поддержания в силе охранных документов на объекты промышленной собственности: по состоянию на 31.12.2025 г. таковых насчитывалось только 526 (около 5% ОПС);*
- *активная работа по использованию изобретений и сортов растений наблюдалась только в Отделении аграрных наук, при этом после 2014 г. организациями НАН Беларуси не продана ни одна патентная лицензия на изобретение;*
- *недостаток информации об эффективности принятия к учету в качестве нематериальных активов результатов НТД и их коммерциализации;*
- *отсутствие статистических наблюдений по объемам выпускаемой продукции собственного производства, охраняемой созданными в академии ОПС;*
- *недостаточное количество высококвалифицированных штатных работников в сфере правовой охраны и коммерциализации объектов интеллектуальной собственности (патентоведы, экономисты-менеджеры по управлению ИС, оценщики объектов ИС) и др.*

С учетом мирового опыта и стоящих перед Республикой Беларусь социально-экономических задач, а также предложений, сформулированных в работе [3], необходимо предпринять следующие шаги.

- *Проведение внутреннего аудита по оценке состояния и эффективности имеющейся системы управления ИС в каждой академической организации (наличие локальных нормативных документов, эффективной системы стимулирования авторов за создание и использование объектов ИС, принятие результатов НТД к учету в качестве нематериальных активов и др.).*
- *В целях выявления ранее полученных результатов НТД, имеющих коммерческий потенциал, осуществление инвентаризации неучтенных активов.*
- *На основе результатов выполненного анализа разработка основных направлений деятельности НАН Беларуси в сфере интеллектуальной собственности на ближайшее десятилетие в целях повышения результативности и вклада науки в экономику страны.*
- *Контроль со стороны Президиума НАН Беларуси и профильных отделений наук за формированием и функционированием в каждой организации технического и естественно-научного профиля эффективной системы управления ИС, которая включает наличие организационной структуры и нормативно-правовое обеспечение на всех стадиях управления инновационной деятельностью.*
- *Оптимизация инновационной инфраструктуры для повышения эффективности коммерциализации объектов интеллектуальной собственности. Принимая во внимание относительно небольшие по международным меркам объемы поступлений лицензионных платежей от реализации прав на объекты интеллектуальной собственности во всех отделениях наук, за исключением ОАН, целесообразно рассмотреть возможность открытия на базе научных организаций и предприятий локальных центров трансфера технологий по укрупненным направлениям научно-технической деятельности.*
- *Совершенствование подготовки, повышения квалификации и переподготовки специалистов в сфере ИС на базе Университета НАН Беларуси. Пересмотр существующих и разработка новых учебных программ по управлению интеллектуальной собственностью как составной части управления инновационным проектом, а также краткосрочной программы повышения квалификации для руководящих работников академии всех уровней (от директора до руководителя НИОКТР).*

Выполнение сформулированных в статье предложений по повышению эффективности создания и коммерциализации результатов НТД, базирующихся на объектах ИС, позволит НАН Беларуси реализовать свой высокий кадровый, научно-технический и инновационный потенциал для решения важной задачи – повышения роли науки в отечественной экономике за счет увеличения объемов выпуска конкурентоспособной высокотехнологичной научной продукции.

Статья поступила в редакцию
02.07.2026 г.

**Summary.** An analysis of the legal protection of industrial property objects created in the NAS of Belarus during the existence of the national patent system was carried out. It revealed that the Academy of Sciences occupies a leading position in the country in the field of creating inventions, utility models and plant varieties, as well as in the number of contracts in which the organizations of NAS of Belarus acted as licensors. It has been shown that over the past 10 years in all departments of sciences there has been a drop in inventive and patent-licensing activity. It has been established that the commercialization of industrial property on a licensed basis in significant volumes is carried out only in organizations belonging to the Department of Agrarian Sciences. The existing problems in the field of intellectual property management in the organizations of the NAS of Belarus were identified and the main directions for improving this type of activity were formulated.

**Keywords:** intellectual property, management, industrial property objects, inventions, plant varieties, National Academy of Sciences of Belarus, organizations.

https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-10-73-77

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Нечепуренко Ю. Управление интеллектуальной собственностью в организациях НАН Беларуси // Наука и инновации. 2014. №5 (135). С. 47–52.
2. Нечепуренко Ю., Гончаров В., Коршунов А. Правовая охрана и лицензирование объектов промышленной собственности в НАН Беларуси // Наука и инновации. 2020. №6 (208). С. 50–56.
3. Нечепуренко Ю. Система управления интеллектуальной собственностью в НАН Беларуси // Наука и инновации. 2022. №4 (230). С. 52–58.
4. Нечепуренко Ю.В. Рынок объектов промышленной собственности, созданных в Республике Беларусь / Ю.В. Нечепуренко. – Мн., 2022.
5. Отчет о деятельности Национальной академии наук Беларуси в 2025 году. – Мн., 2026.
6. О коммерческой тайне: Закон Республики. Беларусь от 05.01.2013 г. №16-З // https://pravo.by/upload/docs/op/H11300016_1357765200.pdf.

ГОД БЕЛОРУССКОЙ ЖЕНЩИНЫ

# Энергия движения к результату



**Татьяна Беляцкая,**
заведующая кафедрой менеджмента БГУИР, доктор экономических наук, профессор

**Уже почти три десятилетия наука – это моя жизнь, моя страсть и моя работа. Я начинала свой путь в переломном 1997 г., во времена, когда мир менялся с головокружительной скоростью, а старые экономические модели рушились, уступая место новой реальности. Сегодня за моим официальным статусом доктора наук, профессора и заведующей кафедрой стоит нечто большее, чем просто успешная карьера. Моя профессиональная область находится на пересечении экономики, управления и цифровых технологий. Начинала я с исследования антикризисного управления конверсионными предприятиями, затем сосредоточилась на электронной экономике и электронном бизнесе. Эти темы объединяет один вопрос: как действовать, когда среда меняется быстрее, чем сложившиеся институты и привычные модели управления.**

## Увидеть многое, чтобы создать свое

Мой путь в науку, конечно, складывался не в пустоте. Я дочь профессора Николая Петровича Беляцкого и внучка Ивана Васильевича Ченцова –кандидата технических наук, много лет возглавлявшего кафедру в БГИНХ имени В.В. Куйбышева, нынешнем БГЭУ. В нашей семье наука и преподавание всегда были частью жизни. Эту традицию по-своему продолжает и мой сын: он окончил физический факультет БГУ, сейчас учится в магистратуре и занимается разработкой собственных решений в области искусственного интеллекта. Думаю, для нашей семьи важнее всего не сама преемственность, а интерес к знаниям, сложным задачам и тому, что еще только предстоит понять.

На мое профессиональное мышление повлияла возможность видеть разные образовательные и управленческие культуры. Во время учебы и стажировок в Германии, Польше, Италии и Узбекистане я наблюдала, как по-разному могут быть устроены университет, работа с исследователями и взаимодействие с бизнесом. Это постепенно избавляет от представления, будто существует одна правильная модель, которую достаточно однажды найти и затем воспроизводить.

Чужой опыт нельзя просто перенести в другую страну, но он расширяет представление о возможном. Для меня эти наблюдения были важны прежде всего потому, что показывали: новые модели можно создавать самим, если понимать их смысл и быть готовыми последовательно проводить идею в жизнь.

## Будущее сначала приходится объяснять

Сегодня словосочетание «электронная экономика» стало привычным, но когда я впервые предложила выделить это направление как самостоятельную область в образовании, мне пришлось столкнуться с необходимостью не только объяснять сам термин, но и доказывать статус этой дисциплины. На всех уровнях согласования приходилось заново раскрывать ее суть, убеждать, что речь идет не о временном увлечении технологиями или переименовании уже существующих предметов. Цифровая среда ломала саму логику рынков, бизнеса и управления, а значит, требовала профессионалов с совершенно новым сочетанием экономических и технологических компетенций.

Я глубоко признательна профессору Михаилу Павловичу Батуре (тогда ректору БГУИР) за поддержку моего начинания, за то, что он стал впоследствии научным консультантом моей докторской диссертации. Его наставничество оказалось важным на этапе, когда новое направление только предстояло наполнить предметным содержанием. Сложно выделить какой-то один фактор, который в итоге стал решающим для коллег и оппонентов. Очевидно, сработал не какой-то один из аргументов, которыми я оперировала, а синергетический эффект – моя убежденность в необходимости этих изменений соединилась с четким пониманием векторов развития экономики и того, каких специалистов ей вскоре будет не хватать. Порой новое требует долгого осмысления и защиты просто потому, что его ценность еще не стала очевидной для большинства.

С 2012 г. я возглавляю кафедру менеджмента БГУИР. А в 2013-м состоялся первый набор по специальностям «Экономика электронного бизнеса» и «Электронный маркетинг», позднее появились магистратура и обновленная специальность «Электронная экономика». Для меня особенно важно, что идея, зародившаяся как научная концепция, успешно интегрировалась в образовательную систему: сформированы стандарты и программы, создана сильная команда преподавателей, подготовлена когорта специалистов. На мой взгляд, результат есть тогда, когда направление переросло своего инициатора и продолжило развиваться как самостоятельная экосистема, с преемственностью и единомышленниками.

## Жизнь сложнее предложенных схем

Важной профессиональной вехой стала защита докторской диссертации в 2019 г. Работа фокусировалась на стратегических контурах развития национальной электронной экономической системы. В итоговом тексте она была представлена стройно и последовательно: проблема, гипотеза, методология, выводы. Но в действительности живая наука почти никогда не развивается по прямой линии. За каждой строкой стоят массивы данных, требовавших переосмысления, определения, идеи, от части которых впоследствии пришлось отказаться, модели, жизнеспособные лишь в строго заданных границах, вопросы, оставшиеся без однозначного ответа.

В экономической науке невозможно изолировать все факторы и получить безупречно чистый

результат. Ее материал – решения людей и организаций, статистика, технологии, общественные изменения. Реальность почти всегда сложнее предложенной схемы.

Когда долго работаешь над гипотезой, а данные ее не подтверждают, первой реакцией может быть разочарование. Но научная дисциплина начинается именно тогда, когда мы перестаем уговаривать факты соответствовать ожиданиям. Если гипотеза не подтвердилась, нужно изменить вопрос, проверить исходные предпосылки или признать ограниченность модели

В научном мире, да и не только, важно уметь отделить ошибку в исследовании от оценки самого исследователя. Не столь опасно ошибиться и признать это, сколь не заметить ошибку или продолжать защищать свой вывод только потому, что в него уже вложено много сил, настаивать на своей версии, уходя все дальше по ложному пути. Сначала нужно дать себе время на нормальную человеческую реакцию, затем вернуться к материалу и разложить ситуацию на части: что именно не получилось, каких данных не хватило и что еще можно проверить. Эмоция постепенно превращается в задачу.

Я убеждена, что успех – это не окончательная точка. Защита диссертации, выход книги или начало нового проекта приносят удовлетворение, но вскоре возникают другие, все новые и новые вопросы. Например, в управленческой работе настоящий результат виден не в день запуска. Он кристаллизируется позже – когда созданное проходит проверку временем, выдерживает изменения, увлекает за собой других людей и продолжает жить своей собственной жизнью.



## Профессия, которая не заканчивается вечером

У научной и управленческой работы есть побочные эффекты, о которых редко пишут в официальных биографиях. Первый – дефицит времени. Руководитель кафедры находится в точке пересечения множества процессов: учебных программ, научных проектов, диссертаций, работы преподавателей и вопросов студентов. При этом нельзя позволить текущим задачам полностью заслонить то, ради чего все это делается.

Границы между работой и личной жизнью становятся размытыми. Незаконченная мысль возвращается вечером, статья читается в выходной, принятое решение продолжает занимать тебя после завершения рабочего дня. Работа легко забирает все время, если не устанавливать границы сознательно. И я не могу сказать, что мне всегда удается выдерживать их идеально.

Тревожность часто оказывается продолжением ответственности. Управленец отвечает не только за документ или показатель, но и за людей: за нагрузку преподавателей, качество подготовки студентов, возможности молодых исследователей. Поэтому особенно остро воспринимаются ситуации, когда труд человека остается незаметным, правила применяются избирательно или административное удобство ставится выше профессионального содержания.

Со временем я научилась различать ответственность и стремление нести все на себе. Для меня важно помнить, что занятость сама по себе не является доказательством значимости, а постоянная усталость – показателем качества работы. Большая система не должна зависеть от выносливости одного человека. Ее устойчивость определяется тем, насколько люди понимают общую задачу, способны действовать самостоятельно и готовы принимать решения.

## Наука учит сомневаться, управление – отвечать за решения

Наука учит жить в неопределенности: не ждать полной ясности, а действовать при неполной информации, оценивать риски и оставлять возможность пересмотреть решение. Она учит признавать ошибки без немедленной попытки оправдаться и различать факт, интерпретацию и собственное убеждение.

Привычка сомневаться иногда усложняет жизнь. Исследователю трудно удовлетвориться первым объяснением или принять решение только потому, что кто-то излагает его уверенно. Но именно сомнение защищает от поспешности и профессионального высокомерия. Научная и управленческая работа требуют разного темпа. Наука заставляет остановиться и еще раз проверить вывод. Управление, напротив, не позволяет бесконечно откладывать решение. Мне близко это сочетание: сохранять осторожность в оценках, но не превращать ее в бездействие.

Руководство для меня – не право всегда быть правой. Это обязанность удерживать смысл общей работы, вовремя принимать решения и создавать условия, в которых другие могут проявлять инициативу, профессионально расти и брать на себя ответственность. Если все значимые процессы замыкаются на одном человеке, значит, система еще не создана.

## Когда идея начинает жить дальше

Мой источник энергии – движение от замысла к результату. Особенно важно видеть, как первоначальная идея меняет масштаб: становится темой исследования, затем образовательной программой, а позже – частью профессионального опыта выпускников. В такие моменты понимаешь, что работа продолжает жить уже не только в документах и публикациях.

Многое дает общение со студентами, магистрантами и аспирантами. Молодые исследователи задают прямые вопросы и не принимают объяснение только потому, что оно давно существует. Их вопросы заставляют заново проверять привычные конструкции. Научное руководство в этом смысле – взаимный процесс: ты передаешь опыт, но одновременно учишься видеть предмет глазами другого человека.

Поддерживают чтение, разговор с коллегами и возможность остаться наедине со сложной задачей. Энергия не всегда приходит как вдохновение. Чаще она возникает из рабочего ритма: прочитать, сопоставить, сформулировать вопрос, принять решение, сделать следующий шаг.

Я не воспринимаю жизнь женщины в науке как торжественную историю непрерывного преодоления. Не все ограничения нужно молча принимать, некоторые необходимо обозначать и менять. Верность себе для меня заключается не в способности выдержать абсолютно все, а в понимании того, ради чего ты работаешь и как сохранить силы для длинной дистанции.

Наука – это не только опубликованный результат. Это процесс уточнения, сомнения и возвращения к вопросу. Но неопределенность для меня не означает остановку. Это пространство, в котором нужно думать, принимать ответственность и создавать то, чего еще нет.

### Правила жизни

- *Не подгонять реальность под ожидаемый результат. Если факты противоречат гипотезе, менять нужно гипотезу, а не факты.*
- *Не путать ошибку с несостоятельностью. Ошибка требует анализа и исправления, но не дает основания обесценивать человека.*
- *Сохранять сомнение, но не превращать его в бездействие. Не всегда можно дождаться полной определенности – иногда решение нужно принимать, ясно понимая его ограничения.*
- *Создавать то, что способно развиваться без тебя. Устойчивый результат продолжается в работе других людей.*
- *Рассчитывать силы на длинную дистанцию. Масштабная работа требует не разового усилия, а внутренней устойчивости.*

Фото Елизаветы Юшко-Садовской



# ИнноАватаР:

На Фестивале науки – 2026 в Минске научно-практический журнал «Наука и инновации» традиционно выступал информационным партнером, но в этом году впервые примерил на себя роль и полноценного участника. При финансовой поддержке Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси и НПЦ по материаловедению редакция организовала собственную интерактивную зону, которая стала одним из самых посещаемых и трендовых мест на мероприятии. Издание представило собственный фиджитал-проект «ИнноАватаР» – пространство, объединившее физический и цифровой миры и позволившее гостям фестиваля увидеть себя сквозь призму высоких технологий. Программа была разделена на два тематических дня.

**5 сентября** было отдано робототехнике. Центром притяжения посетителей стал представленный на стенде журнала уникальный робот-художник – скетчбот: за считанные минуты он запечатлевал образ каждого желающего, переносил изображение в свой персональный цифровой мир, обрабатывал при помощи особым образом обученной нейросети и создавал графический портрет. Алгоритм, по которому работала роборука, каждый раз удивлял нестандартными решениями и вызывал целые дискуссии среди любителей технологий, воодушевленных такой демонстрацией возможностей современных умных машин. «Курсу к 4-му сам сделаю подобный робот, и еще совершеннее», - поделился планами новоиспеченный студент 1-го курса БНТУ, наблюдая за созданием своего робопортрета. Он, как и почти две сотни других гостей нашего стенда, получил в подарок этот дружеский скетч – как яркое воспоминание о фестивале и свидетельство того, что современный мир движется в новое технологическое будущее.

**6 сентября** посетители стенда могли с помощью селфи-зеркала сгенерировать и забрать с собой своего персонального «цифрового аватара», отсканировав специальный QR-код на экранах. Гостей фестиваля такой формат чрезвычайно заинтересовал: очередь желающих сняться на память об этом дне постоянно росла. Оказалось, что слухи о «волшебном» зеркале уже прокатились по Ботсаду. Люди подходили поодиночке и семьями, компаниями друзей и влюбленными парами, с детьми и питомцами.

Помимо развлекательного интерактива в течение двух дней




# Шаг навстречу инновациям

редакция презентовала также свежие выпуски журнала, посвященные самым актуальным научным направлениям – от трехмерного моделирования исторического наследия Беларуси и AI-технологий до серьезных демографических исследований, вызвавшие большой интерес у посетителей фестиваля. Среди преподавателей, школьников, студентов, аспирантов, художников и людей всех возможных профессий встречались как уже состоявшиеся наши авторы из вузов и институтов НАН («О, вот в том номере у вас на столе – моя статья!»), так и потенциальные, предлагавшие темы и материалы для печати. Мы с удовольствием подарили выпуски бывшей сотруднице Института тепло- и массообмена, ныне пенсионерке, семье с тремя детьми, интересовавшимися научными экспериментами, студенту БГУ и другим. Были и фотографирующие подписной индекс журнала: "Я обязательно подпишусь!"

Фестиваль науки – 2026 остался в памяти как настоящий праздник – ПРАЗДНИК НАУКИ. Или – игры в нее, увлекательной и рождающей массу вопросов у участников. И это правильно, ведь так и выкристаллизовывается интерес к знаниям. Юные археологи искали артефакты в песочницах-раскопах, будущие химики переливали меняющее цвет содержимое таинственных пробирок, потенциальные космонавты запускали миниатюрные ракеты, а криминалисты методом дедукции следовали за Шерлоком Холмсом… Каждый из них когда-нибудь найдет себя, получив ответы на свои сегодняшние вопросы и, хочется верить, внеся вклад в большую науку.

Журнал же «Наука и инновации» в очередной раз доказал, что умеет говорить о сложных академических знаниях на понятном, современном и увлекательном языке цифровой эпохи.

Скачать фото с селфи-зеркала можно здесь: *Phygital-проект «ИнноАватаР»*

Оформить подписку на журнал «Наука и инновации» можно в любом отделении «Белпочты». Подписной индекс для индивидуальных подписчиков – **00753**
для ведомственных – **007532**

«НПЦ НАН Беларуси
по материаловедению»

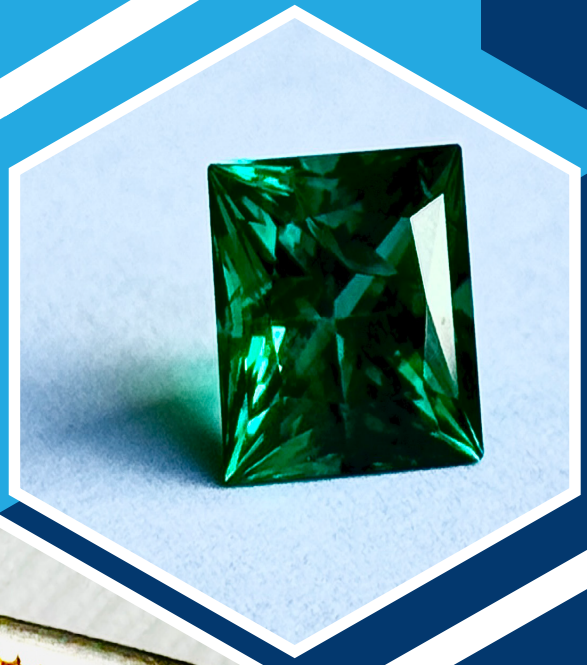
# ИНЖИНИРИНГОВО-СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ПО СВЕРХТВЕРДЫМ МАТЕРИАЛАМ











УНП 100029036

# Лаборатория физики высоких давлений и сверхтвердых материалов предлагает решения для различных отраслей промышленности

**Республика Беларусь, 220072,**
**г. Минск, ул. Петруся Бровки, 19**
**Тел.: +375 (17) 379-13-16**
**Email: priemnaya@physics.by**
**https://physics.by**

# ЗНАТЬ
ВСЕ НЕВОЗМОЖНО,
НО **МОЖНО**
УЗНАТЬ
# БОЛЬШЕ



научно-практический журнал
**Наука и инновации**

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129
тел.: **(+375 17) 351-14-46** факс: **(+375 17) 379-16-12**
e-mail: **nii2003@mail.ru**

**www.innosfera.by** **@science_innovations**

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:
00753
007532