

МОДЕРНИЗАЦИЯ И ИННОВАЦИИ

УДК: 338.2:004

JEL: O33, O14, L23, C81, Q57

Организационно-экономические механизмы стандартизации данных в развитии биоэкономики и микропроизводства высокоточных изделий**В.С. Гедзюн**, д.т.н.<https://orcid.org/0009-0006-2773-1104>; SPIN-код (РИНЦ): 1370-9597

e-mail: victorgedzyun@mail.ru

А.А. Хачатурян, д.э.н., профессор<https://orcid.org/0000-0003-2703-7690>; SPIN-код (РИНЦ): 9290-1910

e-mail: karutyun@yandex.ru

К.С. Хачатурян, д.э.н., профессор<https://orcid.org/0000-0002-3441-5859>; SPIN-код (РИНЦ): 8409-6371

e-mail: kara111315hks@yandex.ru

Для цитирования

Гедзюн В.С., Хачатурян А.А., Хачатурян К.С. Организационно-экономические механизмы стандартизации данных в развитии биоэкономики и микропроизводства высокоточных изделий // Проблемы рыночной экономики. – 2026. – № 2. – С. 168-175.

DOI: 10.33051/2500-2325-2026-2-168-175**Аннотация**

В статье исследованы организационно-экономические механизмы стандартизации данных в развитии биоэкономики и микропроизводства высокоточных изделий в России. Показано, что в обеих сферах данные приобретают статус самостоятельного производственного ресурса, а их несопоставимость становится источником прямых экономических потерь. Для биоэкономики критическое значение имеют согласованность сведений о происхождении и качестве биосырья. Для микропроизводства высокоточных изделий определяющими выступают совместимость конструкторских данных, от которых зависит повторяемость процессов и устойчивость качества. Обосновано, что стандартизация данных должна рассматриваться как механизм снижения транзакционных и производственных издержек. Предложена авторская модель организационно-экономического контура стандартизации данных. Разработаны формулы оценки стоимости фрагментации данных, годового экономического эффекта стандартизации и срока ее окупаемости. Сделан вывод, что в российских условиях стандартизация данных становится одним из ключевых условий сопряжения национальных проектов в сфере биоэкономики, цифровой трансформации и высокоточного производства. Практическое значение результатов связано с возможностью использования предложенного подхода при проектировании цифровых платформ, отраслевых регламентов, кооперационных соглашений и программ технологического развития предприятий. Цель статьи состоит в разработке организационно-экономической модели стандартизации данных для систем, где биоэкономика и микропроизводство высокоточных изделий формируют единую логику развития через цифровую кооперацию, высокую точность процессов и усложнение требований к прослеживаемости.

Ключевые слова: стандартизация данных, биоэкономика, микропроизводство, высокоточные изделия, цифровая трансформация, интероперабельность, мастер-

данные, смарт-стандарты, цифровые двойники, производственная эффективность.

Статья подготовлена на основе научных исследований, выполненных при финансовой поддержке Минобрнауки России, в рамках государственного задания по теме: Методологическое и прикладное обеспечение применения элементов искусственного интеллекта в биоэкономике, микропроизводстве высокоточных изделий в интересах достижения технологического суверенитета (FNRN-2026-0006).

Organizational and economic mechanisms for data standardization in the development of bioeconomy and micro-production of high-precision products

Viktor S. Gojun, Dr. of Sci. (Tech.)

<https://orcid.org/0009-0006-2773-1104>; SPIN-code (RSCI): 1370-9597

e-mail: victorgedzyun@mail.ru

Arutyun A. Khachaturyan, Dr. of Sci. (Econ.), Professor

<https://orcid.org/0000-0003-2703-7690>; SPIN-code (RSCI): 9290-1910

e-mail: karutyun@yandex.ru

Karine S. Khachaturyan, Dr. of Sci. (Econ.), Professor

<https://orcid.org/0000-0002-3441-5859>; SPIN-code (RSCI): 8409-6371

e-mail: kara111315hks@yandex.ru

For citation

Gojun V.S., Khachaturyan A.A., Khachaturyan K.S. Organizational and economic mechanisms for data standardization in the development of bioeconomy and micro-production of high-precision products // Market economy problems. – 2026. – No. 2. – Pp. 168-175 (In Russian).

DOI: 10.33051/2500-2325-2026-2-168-175

Abstract

This article examines the organizational and economic mechanisms of data standardization in the development of the bioeconomy and micro-manufacturing of high-precision products in Russia. It is shown that in both areas, data is acquiring the status of an independent production resource, and their incompatibility is becoming a source of direct economic losses. For the bioeconomy, the consistency of information on the origin and quality of bio-raw materials is critical. For the micro-manufacturing of high-precision products, the compatibility of design data, which determines the repeatability of processes and the stability of quality, is decisive. It is substantiated that data standardization should be considered as a mechanism for reducing transaction and production costs. The author proposes a model of the organizational and economic framework of data standardization. Formulas for estimating the cost of data fragmentation, the annual economic effect of standardization, and its payback period are developed. It is concluded that in the Russian context, data standardization is becoming a key condition for the alignment of national projects in the field of bioeconomy, digital transformation, and high-precision manufacturing. The practical significance of the results is associated with the possibility of using the proposed approach in the design of digital platforms, industry regulations, cooperation agreements, and programs for the technological development of enterprises.

Keywords: data standardization, bioeconomy, micromanufacturing, precision manufacturing, digital transformation, interoperability, master data, smart standards, digital twins, manufacturing efficiency.

The article is based on scientific research carried out with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, as part of a state assignment on the topic: Methodological and applied support for the use of artificial intelligence elements in bioeconomics, micro-production of high-precision products in the interests of achieving technological sovereignty (FNRN-2026-0006).

Введение

Цифровизация бизнес-процессов является неотъемлемым реквизитом современного бизнеса, ключом к решению многих проблем и способом вывести компанию на качественно иной уровень. В первую очередь компании видят в цифровизации возможность повышения конкурентоспособности и устойчивости бизнеса. Немаловажной характеристикой цифровизации является тот факт, что проекты по внедрению цифровых решений неизменно связаны с анализом и совершенствованием бизнес-процессов и организационной структуры компании [3,5].

Актуальность проблемы управления качеством данных также подчеркивается применением в современных системах стандартизации элементов, позволяющих изменить устаревший документно-ориентированный подход на дата-ориентированный, тем самым косвенно влияя и на качество конечного продукта или услуги.

В российской экономике сразу несколько направлений промышленной политики подвели вопрос стандартизации данных к уровню стратегической задачи. Биологические ресурсы и связанные с ними производственные цепочки начинают рассматриваться как самостоятельный контур технологического развития. Для обрабатывающей промышленности значение этой связки усиливается тем, что в стратегическом направлении цифровой трансформации прямо зафиксирован риск роста стоимости информационного обмена и принятия решений из-за отсутствия единых стандартов данных. Следовательно, тема стандартизации перестает быть узкой технической проблемой интеграторов и становится вопросом экономической устойчивости производственных систем [7].

Особенно отчетливо эта проблема проявляется на стыке биоэкономики и микропроизводства высокоточных изделий. На первый взгляд это разные сферы. В одной объектом управления выступают биосырье и лабораторные процессы. В другой – микрогеометрия, измерения и воспроизводимость технологических цепочек. Однако в обеих сферах эффективность зависит от того, насколько согласованы между собой данные о продукте, процессе и стоимости. Если эти данные существуют в разрозненных системах и описываются разными словарями, предприятие теряет время, накапливает ошибки и поздно замечает отклонения. Именно поэтому стандартизация данных должна пониматься как организационно-экономический механизм.

Материалы и методы

В нашей стране компаниями и научным сообществом уделяется достаточное внимание цифровизации экономики. Однако, большинство исследований проводится вендорами решений, а также консалтинговыми компаниями, с целью проведения продаж, при этом научных работ, целью которых был бы цифровизационный процесс, его проблемы и атрибуты - мало.

Исследование опирается на нормативный, сравнительный и структурно-функциональный анализ. Нормативная база включает российские документы и стандарты, определяющие стратегию технологического развития, цифровой трансформации обрабатывающих отраслей, а также формирующие переход к цифровым двойникам и цифровому представлению производственных элементов [1-6].

Научная база исследования сформирована из российских публикаций по биоэкономике, цифровизации промышленности, цифровой зрелости предприятий, смарт-стандартам и моделям внедрения цифровых технологий, а также из зарубежных работ [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Российские источники позволяют описать институциональные и организационные условия развития, зарубежные исследования дают проработанный аппарат анализа управления метаданными [15, 16, 17]. В результате стандартизация данных рассматривается как механизм согласования экономических интересов, ответственности и информационных потоков между участниками цепочки создания стоимости.

Методически статья исходит из того, что данные становятся экономическим ресурсом только тогда, когда они одновременно сопоставимы, интерпретируемы и пригодны для повторного использования в разных контурах управления. Если стандартизация отсутствует, предприятие несет не только технические, но и прямые экономические потери. Именно это положение становится исходной точкой зрения авторов.

Результаты исследования

Организационно-экономический смысл стандартизации данных состоит в том, что она уменьшает стоимость координации между участниками производственной системы. Отсутствие единых стандартов данных повышает стоимость информационного обмена и увеличивает риск использования недостоверной информации при принятии управленческих решений. Для предприятия это выражается в дополнительных трудозатратах на ручное сопоставление показателей, в ошибках интеграции между системами из-за несогласованности параметров.

В биоэкономике эффект стандартизации данных проявляется прежде всего через прослеживаемость и сопоставимость. Если сведения о происхождении биосырья собраны в несовместимых формах, предприятие не может быстро и надежно принимать решения о оценке экономического результата. На сегодняшний день во многих странах уделяется внимание обеспечению того, чтобы принимаемые фискальные решения были связаны с окружающей средой и не только стимулировали текущую экономику, но и создавали основу для устойчивого развития в будущем [8].

Современные публикации по биоэкономике показывают, что развитие этой сферы все сильнее зависит от качества цифровых контуров, кадров и способности согласовывать данные о биоресурсах и производственных процессах. Европейские исследования также подтверждают, что без общих принципов описания и повторного использования данных система управления быстро теряет целостность [9, 11].

В микропроизводстве высокоточных изделий проблема выглядит еще жестче, поскольку здесь цена информационного разрыва мгновенно отражается на точности. При работе с микрогеометрией даже небольшое рассогласование между измерительными данными приводит к потере времени и снижению воспроизводимости качества. Зарубежные исследования показывают, что экономический эффект возникает от того, насколько полно данные сохраняют смысл при переходе между этапами цикла [7].

Первый механизм – механизм управления справочными и нормативно-справочными данными. Для предприятия он означает закрепление единых идентификаторов единиц измерения. В экономическом плане это снижает стоимость согласования между подразделениями и контрагентами. Без унифицированного ядра предприятие переводит в цифровой контур отдельные бизнес-процессы, но не систему.

Второй механизм – механизм метаданных и регламентов обмена. Его задача состоит в том, чтобы зафиксировать происхождение показателей, метод получения и права на использование. Для биоэкономики это особенно важно в работе с лабораторными протоколами, а для микропроизводства – при передаче параметров.

Третий механизм – механизм распределения ответственности. В типичной производственной системе проблема данных часто маскируется под проблему программного обеспечения. На деле она связана с тем, что никто не несет полной ответственности за жизненный цикл ключевого информационного объекта. Поэтому в организационной модели должны быть выделены зоны ответственности. Такой подход особенно актуален там, где биоэкономические процессы сопрягаются с микропроизводством высокоточных изделий, например при выпуске биочипов, сенсорных систем или лабораторной микротехники (рис. 1).

Предлагается оценивать экономическую целесообразность стандартизации данных через три взаимосвязанные величины.

Первая величина – стоимость фрагментации данных:

$$C_f = C_{map} + C_{val} + C_{dup} + C_{del} + C_{err}, (1)$$

где C_{map} – затраты на сопоставление и преобразование данных между системами,

C_{val} – затраты на верификацию и очистку,

C_{dup} – затраты на повторный ввод и дублирование,

C_{del} – потери от задержек принятия решений и запуска операций,
 C_{err} – потери от ошибок, брака и неверных управленческих действий.

Экономический смысл формулы состоит в том, что неструктурированность данных производит собственную скрытую себестоимость. Она проявляется в удлинении производственного цикла, в перерасходе рабочего времени и в росте запасов незавершенного производства. Для биоэкономики и микропроизводства это особенно чувствительно, потому что в обеих сферах велик удельный вес сложных измерений и параметров качества.

Вторая величина – годовой экономический эффект стандартизации данных:

$$E_s = S_{map} + S_{err} + S_{cyc} + S_{inv} + \Delta R - I_s - C_{gov} - C_{tr}, \quad (2)$$

где S_{map} – экономия от сокращения затрат на сопоставление данных,

S_{err} – экономия от уменьшения ошибок и брака,

S_{cyc} – эффект сокращения производственного и управленческого цикла,

S_{inv} – эффект от снижения запасов и высвобождения оборотного капитала,

S_{inv} – прирост выручки за счет ускоренного запуска продукции и более стабильного качества,

I_s – инвестиции в стандартизацию,

C_{gov} – текущие затраты на поддержание регламентов и качества данных,

C_{tr} – затраты на обучение и переходный период.

Третья величина – срок окупаемости стандартизации:

$$T_{pb} = \frac{I_s + C_{trans}}{S_{map} + S_{err} + S_{cyc} + S_{inv} + \Delta R - C_{gov}^{ann}}, \quad (3)$$

где C_{trans} – единовременные затраты переходного периода,

C_{gov}^{ann} – среднегодовые затраты на поддержание стандартов и качества данных.

Формула удобна тем, что позволяет принимать решение на этапе проектирования цифрового контура. Если ожидаемый экономический эффект не покрывает стоимость перехода в разумный срок, предприятие должно либо сужать контур стандартизации до критических объектов, либо перестраивать организационную модель.



Рис. 1. Организационно-экономический контур стандартизации данных в системе развития биоэкономики и микропроизводства высокоточных изделий

Источник: составлено автором.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют утверждать, что стандартизация данных в современных производственных системах играет ту же роль, которую в более ранних промышленных укладах играли унификация деталей и нормирование технологических операций. Разница состоит в том, что теперь объектом упорядочения становятся не только физические параметры, но и цифровой смысл производственного процесса. В биоэкономике это выражается в переходе к управляемому цифровому следу биоресурса. В микропроизводстве – в переходе от локальных файлов и межсистемных преобразований к сквозному цифровому следу.

Для российских условий принципиально важно то, что институциональные предпосылки такого перехода уже сформированы, но еще не преобразованы в массовую практику предприятий. Национальные проекты в области биоэкономики и данных, стратегические документы по цифровой трансформации промышленности, а также развитие стандартов в области цифровых двойников и обмена производственной информацией создают рамку, внутри которой стандартизация данных может стать частью технологического развития. Однако сама по себе нормативная рамка эффекта не порождает. Он возникает лишь тогда, когда предприятие переводит стандартизацию в язык экономических расчетов, контрактных обязательств, ролей и управленческих процедур. Именно в этом состоит организационно-экономический смысл предложенной модели.

Выводы

В статье показано, что для биоэкономики стандартизация данных обеспечивает сопоставимость сведений о сырье, биопроцессах, лабораторном контроле и экологических параметрах, а для микропроизводства высокоточных изделий – совместимость конструкторских, технологических и метрологических данных. Это позволяет объединить две внешне разные сферы через общую экономическую проблему – проблему стоимости несогласованных данных.

Авторский вклад работы состоит в разработке организационно-экономической модели стандартизации данных, формул оценки стоимости фрагментации, годового эффекта стандартизации и срока ее окупаемости, а также в описании блок-схемы управленческого контура. Практическая ценность результатов состоит в возможности использовать предложенный подход при проектировании цифровых платформ, отраслевых регламентов, кооперационных соглашений и программ технологического развития предприятий, работающих на стыке биоэкономики и высокоточного производства

Литература

1. Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» // Официальный интернет-портал правовой информации.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» // Официальный интернет-портал правовой информации.
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 № 3113-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности» // Официальный интернет-портал правовой информации.
4. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения.
5. ПНСТ 951-2024. Цифровая промышленность. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Концептуальная модель цифровых двойников для производственной сферы. Часть 3. Цифровое представление производственных элементов.
6. ПНСТ 952-2024. Цифровая промышленность. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Концептуальная модель цифровых двойников для производственной сферы. Часть 4. Обмен информацией.
7. Афанасьев В. Б., Рожков А. А. Модель управления цифровизацией планирования производства // Креативная экономика. 2025. Т. 19. № 9. С. 2375–2398. DOI: 10.18334/ce.19.9.123710.
8. Волчик О. В. Управление качеством данных в сфере стандартизации посредством смарт-стандартов // Прогрессивная экономика. 2024. № 7. С. 106–117. DOI: 10.54861/27131211_2024_7_106.
9. Дробот Е. В., Гаврилина М. Ю. Концепции зеленой, циркулярной и биоэкономики в контексте устойчивого развития: синергия и стратегия // Экономика, предпринимательство и право. 2025. Т. 15. № 6. С. 3827–3844. DOI: 10.18334/epp.15.6.123474.
10. Зинич Л. В., Асташова Е. А., Кузнецова Н. А. Модель внедрения цифровых технологий в деятельность предприятий агропромышленного комплекса // Вопросы инновационной экономики. 2025. Т. 15. № 1. С. 213–224. DOI: 10.18334/vines.15.1.121999.
11. Печаткин В. В., Ялалова А. И. Цифровая зрелость промышленных предприятий: понятийный аппарат и методические подходы к оценке // Креативная экономика. 2025. Т. 19. № 7. С. 1869–1890. DOI: 10.18334/ce.19.7.123492.
12. Титова Е. С. Управленческие подходы к обеспечению технологического суверенитета в контексте развития биоэкономики в Российской Федерации // Лидерство и менеджмент. 2024. Т. 11. № 1. С. 211–230. DOI: 10.18334/lim.11.1.120502.

13. Титова Е. С., Шубенкова Е. В. Биоэкономика: новые технологии, производительность труда и подготовка кадров // Экономика труда. 2025. Т. 12. № 5. С. 653–668. DOI: 10.18334/et.12.5.123091.
14. Туровец Ю. В., Вишнеvский К. О. Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 3. С. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96.
15. Ahmed F., Han S. Interoperability of Product and Manufacturing Information Using Ontology // Concurrent Engineering: Research and Applications. 2015. Vol. 23. No. 3. Pp. 265–278. DOI: 10.1177/1063293X15590462.
16. Basile V., Modica F., Rebaioli L., Surace R., Fassi I. Process Chains for Micro-Manufacturing: Modeling and Case Studies // Journal of Manufacturing and Materials Processing. 2023. Vol. 7. No. 6. Art. 215. DOI: 10.3390/jmmp7060215.
17. Kumar P., Hendriks T., Panoutsopoulos H., Brewster C. Investigating FAIR Data Principles Compliance in Horizon 2020 Funded Agri-Food and Rural Development Multi-Actor Projects // Agricultural Systems. 2024. Vol. 214. Art. 103822. DOI: 10.1016/j.agsy.2023.103822.

References

1. Federal Law No. 488-FZ dated 31.12.2014 “On Industrial Policy in the Russian Federation”. Official Internet Portal of Legal Information.
2. Order of the Government of the Russian Federation No. 1315-r dated 20.05.2023 “On Approval of the Concept of Technological Development for the Period up to 2030”. Official Internet Portal of Legal Information.
3. Order of the Government of the Russian Federation No. 3113-r dated 07.11.2023 “On Approval of the Strategic Direction in the Field of Digital Transformation of Manufacturing Industries”. Official Internet Portal of Legal Information.
4. GOST R 57700.37-2021. Computer Models and Simulation. Digital Twins of Products. General Provisions.
5. PNST 951-2024. Digital Industry. Industrial Automation Systems and Integration. Conceptual Model of Digital Twin for Manufacturing. Part 3. Digital Representation of Manufacturing Elements.
6. PNST 952-2024. Digital Industry. Industrial Automation Systems and Integration. Conceptual Model of Digital Twin for Manufacturing. Part 4. Information Exchange.
7. Afanasyes V.B., Rozhkov A.A. The Digitalization Management Model of Production Planning. Creative Economy, 2025, vol. 19, no. 9, pp. 2375–2398. DOI: 10.18334/ce.19.9.123710.
8. Volchik O.V. Data Quality Management in Standardization Through the Use of Smart Standards. Progressive Economy, 2024, no. 7, pp. 106–117. DOI: 10.54861/27131211_2024_7_106.
9. Drobot E.V., Gavrilina M.Y. Concepts of Green, Circular and Bioeconomics in the Context of Sustainable Development: Synergy and Strategy. Journal of Economics, Entrepreneurship and Law, 2025, vol. 15, no. 6, pp. 3827–3844. DOI: 10.18334/epl.15.6.123474.
10. Zinich L.V., Astashova E.A., Kuznetsova N.A. A Model for Implementing Digital Technologies in Agribusiness. Russian Journal of Innovation Economics, 2025, vol. 15, no. 1, pp. 213–224. DOI: 10.18334/vinec.15.1.121999.
11. Pechatkin V.V., Yalalova A.I. Digital Maturity of Industrial Companies: Conceptual Framework and Methodological Approaches to Assessment. Creative Economy, 2025, vol. 19, no. 7, pp. 1869–1890. DOI: 10.18334/ce.19.7.123492.
12. Titova E.S. Managerial Approaches to Ensuring Technological Sovereignty in the Context of the Development of Bioeconomics in the Russian Federation. Leadership and Management, 2024, vol. 11, no. 1, pp. 211–230. DOI: 10.18334/lim.11.1.120502.
13. Titova E.S., Shubenkova E.V. Bioeconomics: New Technologies, Labor Productivity and Personnel Training. Russian Journal of Labour Economics, 2025, vol. 12, no. 5, pp. 653–668. DOI: 10.18334/et.12.5.123091.
14. Turovets Yu.V., Vishnevskiy K.O. Standardization in Digital Manufacturing: Implications for Russia and the EAEU. Business Informatics, 2019, vol. 13, no. 3, pp. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96.

15. Ahmed F., Han S. Interoperability of Product and Manufacturing Information Using Ontology // Concurrent Engineering: Research and Applications. 2015. Vol. 23. No. 3. Pp. 265–278. DOI: 10.1177/1063293X15590462.
16. Basile V., Modica F., Rebaioli L., Surace R., Fassi I. Process Chains for Micro-Manufacturing: Modeling and Case Studies // Journal of Manufacturing and Materials Processing. 2023. Vol. 7. No. 6. Art. 215. DOI: 10.3390/jmmp7060215.
17. Kumar P., Hendriks T., Panoutsopoulos H., Brewster C. Investigating FAIR Data Principles Compliance in Horizon 2020 Funded Agri-Food and Rural Development Multi-Actor Projects // Agricultural Systems. 2024. Vol. 214. Art. 103822. DOI: 10.1016/j.agsy.2023.103822.

Об авторах

Гедзюн Виктор Станиславович, доктор технических наук, ФГБНУ «Аналитический центр», г. Москва, начальник научно-организационного отдела.

Хачатурян Арутюн Арутюнович, доктор экономических наук, профессор, ФГБНУ «Аналитический центр», г. Москва, главный научный сотрудник.

Хачатурян Каринэ Суреновна, доктор экономических наук, профессор, ФГБНУ «Аналитический центр», г. Москва, главный научный сотрудник.

About authors

Viktor S. Gojun, Doctor of Sci. (Tech.), Analytical Center, Moscow, Head of the Scientific and Organizational Department.

Arutyun A. Khachaturyan, Doctor of Sci. (Econ.), Professor, Analytical Center, Moscow, Chief Researcher.

Karine S. Khachaturyan, Doctor of Sci. (Econ.), Professor, Analytical Center, Moscow, Chief Researcher.