

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК: 332.1:004
JEL: O33, Q01

Экономические аспекты применения моделей искусственного интеллекта в устойчивом развитии биоэкономических кластеров России

А.О. Жуков, д.т.н., профессор

<https://orcid.org/0000-0002-5122-3752>; SPIN-код (РИНЦ): 7482-2741
e-mail: aozhukov@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

Жуков А.О., Хачатурян А.А., Хачатурян К.С. Экономические аспекты применения моделей искусственного интеллекта в устойчивом развитии биоэкономических кластеров России // Проблемы рыночной экономики. – 2026. – № 2. – С. 109-118.

DOI: 10.33051/2500-2325-2026-2-109-118

Аннотация

В статье рассмотрены экономические аспекты применения моделей искусственного интеллекта в устойчивом развитии биоэкономических кластеров России. Показано, что в биоэкономике модели создают эффект не сами по себе, а через прогнозирование, согласование потоков сырья и мощностей, глубины переработки биомассы, скорости управленческой реакции на отклонения и способности кластера сохранять устойчивость при внешних ограничениях. Аргументируется, что для российских условий наибольшее значение имеют не универсальные цифровые решения, а модели, учитывающие территориальную неоднородность сырьевой базы, вариативность качества биоресурсов, инфраструктурные ограничения, требования биологической безопасности и задачи технологической самостоятельности. На основе анализа отечественных и зарубежных публикаций предложена авторская типология моделей искусственного интеллекта в биоэкономике, включающая прогностические, оптимизационные, координационные, циркулярные модели. Обосновано, что экономический результат их применения проявляется через прирост добавленной стоимости, снижение ресурсоёмкости, уменьшение логистических и транзакционных издержек, вовлечение побочных потоков в повторный оборот и укрепление устойчивости кластера к внешним шокам. В качестве авторского вклада разработаны коэффициент экономической устойчивости применения моделей искусственного интеллекта и индекс зрелости интеллектуального ресурсного управления. Сделан вывод, что в российской биоэкономике оправдано не максимально широкое, а экономически адресное внедрение искусственного интеллекта, когда выбор типа модели подчинён конкретному источнику эффекта и не разрывает связь между производственной эффективностью, воспроизводимостью ресурсной базы и требованиями безопасности.

Ключевые слова: биоэкономика, искусственный интеллект, устойчивое развитие, биоэкономический кластер, управление ресурсами, цифровая трансформация, технологический суверенитет, биологическая безопасность, циркулярная экономика.

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).

Economic aspects of applying artificial intelligence models in the sustainable development of Russian bioeconomy clusters

Alexander O. Zhukov, Dr. of Sci. (Tech.), Professor
<https://orcid.org/0000-0002-5122-3752>; SPIN-code (RSCI): 7482-2741
e-mail: aozhukov@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

Zhukov A.O., Khachaturyan A.A., Khachaturyan K.S. Economic aspects of applying artificial intelligence models in the sustainable development of Russian bioeconomy clusters // Market economy problems. – 2026. – No. 2. – Pp. 109-118 (In Russian).

DOI: 10.33051/2500-2325-2026-2-109-118

Abstract

The article examines the economic aspects of applying artificial intelligence models in the sustainable development of Russian bioeconomy clusters. It is shown that in the bioeconomy intelligent models do not generate effects by themselves; their value emerges through changes in resource decision quality, including more accurate forecasting, better coordination of biomass flows and processing capacities, deeper biomass valorization, faster managerial response to deviations, and stronger resilience to external constraints. The paper argues that in the Russian context the key role belongs not to universal digital tools but to models adapted to territorial unevenness of the resource base, variability in biomass quality, infrastructure limitations, biological safety requirements, and technological autonomy goals. Based on Russian and foreign studies, the author proposes a typology of artificial intelligence models in the bioeconomy, including predictive, optimization, coordination, circular, and resilience-oriented models. It is demonstrated that the economic effect of such models is manifested through five channels: value added growth, lower resource intensity, lower logistics and transaction costs, greater reuse of by-products, and higher cluster resilience to shocks. As an original contribution, the article develops a coefficient of economic sustainability of artificial intelligence application and an index of intelligent resource management maturity. The paper concludes that in the Russian bioeconomy the priority should be given not to the broadest possible implementation of artificial intelligence, but to economically targeted adoption, when the type of model is selected according to a specific source of economic effect and does not

break the link between production efficiency, resource reproducibility, and safety requirements.

Keywords: *bioeconomy, artificial intelligence, sustainable development, bioeconomy cluster, resource management, digital transformation, technological sovereignty, biological safety, circular economy.*

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

Биоэкономика постепенно перестаёт быть периферийным понятием и всё заметнее превращается в самостоятельный контур технологического и промышленного развития. На это указывает и запуск национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики», и параллельное сохранение курса на развитие искусственного интеллекта как одной из сквозных технологий государственного значения [1, 3]. В результате меняется и сама постановка исследовательского вопроса. Уже недостаточно обсуждать, помогает ли искусственный интеллект отдельной организации быстрее собирать данные или точнее строить прогноз. Намного важнее понять, как интеллектуальные модели влияют на устройство хозяйственного процесса там, где ресурс имеет биологическую природу, зависит от времени, условий среды, качества хранения и глубины переработки. В такой системе ресурсом выступают не только деньги, оборудование или труд, но и биомасса, вода, земля, побочные органические потоки, генетический материал, энергетические и логистические мощности, а также данные о состоянии этих объектов. Российская экономика имеет сырьевой характер с низким уровнем внутренней конкуренции. Добыча и переработка полезных ископаемых и других природных ресурсов формирует более 70% ВВП страны. Доходная часть бюджета страны критически зависит от цен на нефть. Планка отсечения нефтяных доходов для резервирования в 2021 г составляет 43,29 долл за баррель. Ошибка в распределении таких ресурсов быстро переносится от сырьевой базы к переработке, от переработки к сбыту, от сбоя в одном узле к росту потерь в нескольких звеньях одновременно. Поэтому искусственный интеллект здесь имеет смысл не как самостоятельный символ цифровизации, а как инструмент более точного, гибкого и устойчивого перераспределения ресурсов.

Современная концепция биоэкономики – экономики замкнутого цикла – сформировалась за последние десятилетия и приобрела свою нынешнюю форму, опираясь на более ранние понятия и структуры, такие как экономика функциональных услуг, философия регенеративного проектирования и промышленная экология.

С одной стороны, биоэкономика в стране получает новый институциональный импульс, а биологическая безопасность уже закреплена в нормативном поле как самостоятельная задача государственного регулирования [2, 3]. С другой стороны, развитие цифровых решений происходит в среде, где остаются заметными дефицит качественных данных, кадровые ограничения, инфраструктурная неоднородность и зависимость части хозяйственных процессов от внешних технологических контуров [10, 12]. В такой среде универсальные модели искусственного интеллекта дают эффект только там, где встроены в реальный управленческий цикл и согласованы с экономической логикой конкретного кластера.

Именно поэтому в статье акцент сделан на биоэкономическом кластере как единице анализа. Кластерный уровень позволяет анализировать систему связей между производителями сырья, переработчиками и центрами принятия решений [5, 6, 8].

Цель статьи состоит в том, чтобы выявить экономические аспекты применения моделей искусственного интеллекта в устойчивом развитии биоэкономических кластеров России и предложить авторскую модель оценки их результативности.

Материалы и методы

Исследование опирается на сочетание нормативного, сравнительного и структурно-функционального анализа. Эти документы задают рамку, в которой цифровая технологизация и обращение с биоресурсами начинают рассматриваться как взаимосвязанные процессы.

Эмпирико-аналитическую базу составили российские публикации о биоэкономике, цифровой трансформации аграрного и смежных секторов, технологическом суверенитете и практиках применения искусственного интеллекта в управлении ресурсами. Для расширения сравнительной перспективы использованы зарубежные исследования, посвящённые роли искусственного интеллекта в устойчивом развитии, циркулярной биоэкономике, биопереработке и оценке ресурсной эффективности на базе интеллектуальных моделей.

Методически работа строится в три этапа. На первом этапе уточняется экономическое содержание моделей искусственного интеллекта в биоэкономике. На втором этапе выделяются основные каналы экономического эффекта. На третьем этапе предлагается авторская модель оценки. Под моделями искусственного интеллекта в данной статье понимаются алгоритмические решения, способные преобразовывать данные о состоянии биоресурсов, инфраструктуры, спроса и ограничений в управленческие рекомендации или прямые решения о перераспределении ресурсов.

Результаты

Первый результат исследования состоит в уточнении самого предмета экономического анализа. В биоэкономике применение искусственного интеллекта не должно оцениваться по количеству цифровых сервисов, по уровню автоматизации или даже по точности прогноза в узком техническом смысле. Первичным является вопрос о том, меняется ли после внедрения модели логика обращения ресурсов внутри кластера.

В традиционной промышленной логике ресурс часто рассматривается как относительно стандартный вход, а задача управления сводится к минимизации затрат на его использование. В биоэкономике ресурс изменчив. Его качество зависит от времени, природных условий, условий хранения, глубины переработки и множества сопутствующих факторов. Следовательно, экономическая ценность модели искусственного интеллекта определяется не только её способностью будущего расчета, но и её способностью своевременно корректировать решения в условиях нестабильности. Такой подход позволяет выделить пять каналов экономического эффекта.

Первый канал связан с уменьшением ошибки планирования. Чем точнее кластер прогнозирует объём и качество биоресурсов, колебания спроса, загрузку мощностей и сроки поставок, тем ниже вероятность потерь от рассогласования между звеньями цепочки. Избыточная биомасса без своевременной переработки может потерять качество, а дефицит сырья способен привести к простоям перерабатывающих мощностей.

Второй канал – снижение ресурсоёмкости. Интеллектуальные модели позволяют гибко подстраивать режимы использования воды, энергии, удобрений, кормов, транспортных и складских мощностей. Экономический эффект здесь проявляется в сокращении удельных затрат на единицу полезного результата. Для кластера это означает не просто снижение себестоимости, а более устойчивое воспроизводство ресурсной базы.

Третий канал – сокращение логистических и транзакционных издержек. Когда участники кластера принимают решения, исходя из несогласованных данных, возникают задержки, дублирование функций, лишние перемещения сырья, перерасход топлива и рост управленческой неопределённости. Координационные модели искусственного интеллекта связывают разрозненные участки процесса в единый информационно-управленческий контур.

Четвёртый канал – увеличение глубины переработки и вовлечение побочных потоков в повторный оборот. Интеллектуальная модель, которая умеет распознавать, направлять и перераспределять такие потоки, работает уже не на снижение затрат, а на расширение самого поля хозяйственной эффективности.

Пятый канал – рост устойчивости кластера к внешним шокам. В российской практике устойчивость к технологическим ограничениям, перебоям поставок, колебаниям качества сырья и инфраструктурным сбоям имеет не меньшее значение, чем текущая рентабельность. Если

модель позволяет сохранить работоспособность кластера в неблагоприятных условиях, она создаёт экономическую ценность даже при умеренном краткосрочном финансовом результате.

Второй результат исследования – авторская типология моделей искусственного интеллекта в биоэкономике.

Модели ориентированы на снижение неопределённости. Они используются для расчёта урожайности, объёма биомассы, состояния сырьевой базы, сезонных колебаний спроса и загрузки мощностей. Их главный эффект состоит в сокращении ошибок планирования.

Оптимизационные модели нацелены на поиск такого режима использования ресурсов, при котором достигается минимальная ресурсоёмкость при сохранении требуемого качества результата. Они важны там, где экономия воды, энергии, кормов, реагентов или транспортных затрат прямо влияет на рентабельность.

Координационные модели работают не на отдельном участке, а на стыке нескольких звеньев. Их функция – согласовать интересы и действия производителей сырья, переработчиков, логистических операторов и центров принятия решений. Экономический смысл таких моделей проявляется в снижении совокупных, а не локальных издержек.

Циркулярные модели обслуживают повторный оборот побочных потоков и отходов. Они помогают увидеть в остатках не проблему утилизации, а резерв для формирования новой стоимости. Эти модели наиболее тесно связывают цифровизацию с принципами циркулярной и биоэкономики.

Модели предназначены для работы в неблагоприятной среде. Они учитывают ограничения по поставкам, инфраструктуре, безопасности, кадровому обеспечению и технологической самостоятельности. Их задача состоит в том, чтобы удержать кластер в рабочем состоянии, когда среда перестаёт быть нормальной.

Эта типология меняет логику инвестиционного выбора.

Третий результат исследования – авторская модель оценки результативности применения искусственного интеллекта в биоэкономическом кластере.

Предлагается коэффициент экономической устойчивости применения моделей искусственного интеллекта:

$$K_{\text{эу}} = \frac{\Delta DV + S_r + S_l + V_c + U_s}{C_d + C_i + C_s + C_t} \cdot (1 - R_k), (1)$$

где ΔDV – прирост добавленной стоимости;

S_r – экономия от снижения ресурсоёмкости;

S_l – экономия логистических и транзакционных издержек;

V_c – стоимость, полученная за счёт вовлечения побочных потоков в повторный оборот;

U_s – эффект устойчивости, выраженный в предотвращённых потерях от сбоев и ограничений;

C_d – затраты на разработку или приобретение модели;

C_i – затраты на интеграцию;

C_s – затраты на сопровождение данных и обеспечение цифровой безопасности;

C_t – затраты на подготовку персонала;

R_k – коэффициент критических рисков.

Смысл формулы в том, что она заставляет учитывать не только прямую экономию, но и те хозяйственные эффекты, которые обычно остаются «невидимыми»: предотвращённые потери, устойчивость к сбоям, рост глубины переработки, снижение зависимости от случайных решений. Это делает модель ближе к реальной экономике кластера, чем классические расчёты окупаемости цифрового проекта.

Для оценки готовности кластера к масштабированию интеллектуальных решений предлагается индекс зрелости интеллектуального ресурсного управления:

$$I_{\text{зир}} = 0,22x_1 + 0,18x_2 + 0,16x_3 + 0,14x_4 + 0,12x_5 + 0,10x_6 + 0,08x_7, (2)$$

где x_1 – полнота и сопоставимость данных;

x_2 – точность моделей для целей ресурсного управления;

x_3 – фактическое снижение ресурсоёмкости;

x_4 – доля побочных потоков, возвращаемых в оборот;

x_5 – степень встроенности моделей в цикл принятия решений;
 x_6 – уровень технологической самостоятельности цифрового контура;
 x_7 – кадровая обеспеченность эксплуатации моделей.

Значение индекса ниже 0,45 отражает пилотную стадию. Диапазон 0,45–0,70 показывает, что модель даёт частичный локальный результат, но ещё не стала элементом управленческой системы. Уровень выше 0,70 означает, что кластер готов использовать ИИ как рабочий механизм устойчивого развития.

Логика предлагаемой модели может быть оформлена в виде рисунка (рис. 1).

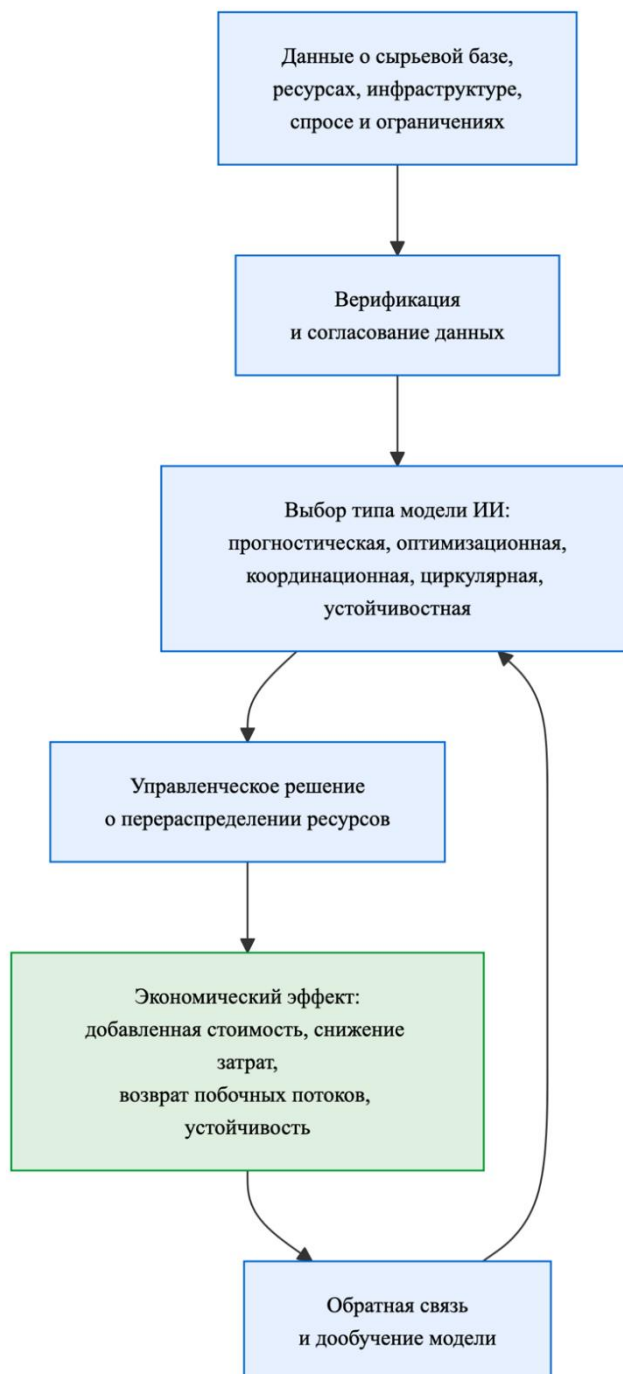


Рис. 1. Контур формирования экономического эффекта от применения моделей искусственного интеллекта в биоэкономическом кластере

Источник: составлено автором.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют критически взглянуть на распространённую установку, согласно которой искусственный интеллект автоматически усиливает устойчивое развитие. Цифровая модель не существует вне институциональной и ресурсной среды. Даже хорошо работающий алгоритм не создаёт полноценного экономического эффекта.

В российской практике эта проблема усиливается несколькими обстоятельствами. Во-первых, развитие биоэкономики идёт в условиях пространственной неоднородности. Во-вторых, вопросы биологической безопасности и технологической самостоятельности не являются внешними ограничениями, которые можно добавить в конце проекта. В-третьих, сам рынок цифровых решений почти всегда требует внедрения под конкретный хозяйственный контур.

Отсюда вытекает важный прикладной вывод. Для большинства биоэкономических кластеров в России не нужен сложный искусственный интеллект. Им нужен управленчески пригодный искусственный интеллект. Слишком сложная модель, которая не объяснима для пользователя, способна увеличить уязвимость системы. В таком случае затраты на цифровизацию растут быстрее, чем её хозяйственная отдача.

Особого внимания заслуживает кадровый вопрос. В биоэкономике недостаточно просто иметь аналитиков данных или специалистов по программированию. Не менее важны сотрудники, которые понимают биотехнологический процесс, структуру затрат, особенности хранения и переработки биомассы, логику логистики и ограничения нормативной среды. Пока такие смешанные компетенции не сформированы, модель искусственного интеллекта остаётся инструментом узкой группы специалистов и не становится частью коллективной управленческой практики.

Однако для обеспечения подобного непрерывного образования важно провести трансформацию системы подготовки кадров под конкретные технологические задачи, что значимо и для воспроизводства трудовых ресурсов, подготовленных сообразно уровню и направлениям технологического обновления биоэкономики. Решение этой задачи возможно через формирование контура направлений подготовки и специальностей, а также путем создания компетентностной модели биоэкономики, что обеспечит планомерность и системность организации подобной подготовки.

Наконец, применение искусственного интеллекта в биоэкономике нельзя оценивать только по линии сокращения издержек. Для части проектов главный эффект проявляется в предотвращении потерь, в повышении управляемости, в возможности переработать то, что раньше считалось отходом, или в сохранении устойчивости при внешнем шоке.

Выводы

Проведённый анализ показывает, что экономические аспекты применения моделей искусственного интеллекта в биоэкономике России определяются не фактом цифровизации как таковым, а характером её включения в ресурсное управление. В условиях биоэкономического кластера интеллектуальные модели начинают создавать реальную стоимость только тогда, когда они влияют на распределение биосырья, режимы переработки, оборот побочных потоков, согласованность участников и устойчивость к внешним ограничениям.

В работе обосновано, что для российской практики полезнее говорить не об искусственном интеллекте, а о типах адресных моделей: прогностических, оптимизационных, координационных и циркулярных. Такая типология позволяет увязать цифровой инструмент с конкретным источником эффекта и, следовательно, сделать инвестиционное решение более рациональным.

Авторский вклад исследования состоит в разработке коэффициента экономической устойчивости применения моделей искусственного интеллекта и индекса зрелости интеллектуального ресурсного управления. Их практическая ценность в том, что они позволяют оценивать цифровой проект не по формальному признаку внедрения, а по способности приносить устойчивый хозяйственный результат в реальной среде ограничений.

Для российских биоэкономических кластеров опасно как недооценивать искусственный интеллект, так и идеализировать его. Экономически оправданным является только такое

внедрение, при котором интеллектуальная модель не разрывает связь между производственной эффективностью, воспроизводимостью ресурсной базы, требованиями биологической безопасности и задачами технологического суверенитета. Именно в этой связке искусственный интеллект перестаёт быть цифровой надстройкой и становится инструментом устойчивого развития.

Литература

1. Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» // Официальный интернет-портал правовой информации.
2. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» // Официальный интернет-портал правовой информации.
3. Гейт Н. А., Эдер А. В. Роль цифровизации в переходе к устойчивому развитию российского агропромышленного комплекса // Цифровая экономика. 2023. № 3(24). С. 76–81. DOI: 10.34706/DE-2023-03-09.
4. Герцик Ю. Г., Петренко Е. С., Притворова Т. П. Развитие биоэкономики и биотехнологий в странах Евразийского экономического союза как перспективное направление научно-производственной интеграции // Экономика Центральной Азии. 2022. Т. 6. № 1. С. 47–64. DOI: 10.18334/asia.6.1.114401.
5. 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.
6. Конягина М. Н., Кох Л. В. Информационные технологии и инновации для аграрного сектора России // Креативная экономика. 2024. Т. 18. № 8. С. 2069–2084. DOI: 10.18334/ce.18.8.121495.
7. Нестеренко М. А., Комлацкий Г. В. Биоэкономика как новая парадигма развития // Russian Journal of Management. 2022. Т. 9. № 4. С. 96–100. DOI: 10.29039/2409-6024-2021-9-4-96-100.
8. Пантелеева Т. А. Интеграция инструментов искусственного интеллекта в систему стратегического менеджмента агробизнеса // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8. № 2. С. 145–166. DOI: 10.18334/ppib.8.2.111548.
9. Рудник П. Б., Абашкин В. Л., Абдрахманова Г. И. и др. Искусственный интеллект в России: разработка и применение / под ред. Л. М. Гохберга, П. Б. Рудника, Г. И. Абдрахмановой. Москва: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. 86 с. DOI: 10.17323/978-5-7598-3038-2.
10. 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.
11. 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.
12. Butean A., Cutean I., Barbero R., Enriquez J., Matei A. A Review of Artificial Intelligence Applications for Biorefineries and Bioprocessing: From Data-Driven Processes to Optimization Strategies and Real-Time Control // Processes. 2025. Vol. 13. No. 8. Art. 2544. DOI: 10.3390/pr13082544.
13. Kulkov I., Kulkova J., Rohrbeck R., Menvielle L., Kaartemo V., Makkonen H. Artificial Intelligence-Driven Sustainable Development: Examining Organizational, Technical, and Processing Approaches to Achieving Global Goals // Sustainable Development. 2024. Vol. 32. No. 3. Pp. 2253–2267. DOI: 10.1002/sd.2773.
14. Leal Filho W., Ribeiro P.C.C., Mazutti J., Lange Salvia A., Bonato Marcolin C., Lima Silva Borsatto J.M., Sharifi A., Sierra J., Luetz J., Pretorius R., Viera Trevisan L. Using Artificial Intelligence to Implement the UN Sustainable Development Goals at Higher Education Institutions // International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 2024. Vol. 31. No. 6. Pp. 726–745. DOI: 10.1080/13504509.2024.2327584.

15. OECD. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. Paris: OECD Publishing, 2009. DOI: 10.1787/9789264056886-en.
16. Shah M., Wever M., Espig M. A Framework for Assessing the Potential of Artificial Intelligence in the Circular Bioeconomy // Sustainability. 2025. Vol. 17. No. 8. Art. 3535. DOI: 10.3390/su17083535.
17. Tsui T.-H., van Loosdrecht M.C.M., Dai Y., Tong Y.W. Machine Learning and Circular Bioeconomy: Building New Resource Efficiency from Diverse Waste Streams // Bioresource Technology. 2023. Vol. 369. Art. 128445. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.128445.

References

1. Federal Law No. 492-FZ dated 30.12.2020 "On Biological Safety in the Russian Federation". Official Internet Portal of Legal Information.
2. Decree of the President of the Russian Federation No. 490 dated 10.10.2019 "On the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation". Official Internet Portal of Legal Information.
3. Gate N.A., Eder A.V. The Role of Digitalization in the Transition to Sustainable Development of the Russian Agro-Industrial Complex. Digital Economy, 2023, no. 3(24), pp. 76–81.
4. Gertsik Yu.G., Petrenko E.S., Pritvorova T.P. Development of Bioeconomy and Biotechnologies in the Countries of the Eurasian Economic Union as a Promising Direction of Scientific and Industrial Integration. Journal of Central Asia Economy, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 47–64.
5. Drobot E.V., Gavrilina M.Yu. Concepts of Green, Circular and Bioeconomy in the Context of Sustainable Development: Synergy and Strategy. Journal of Economics, Entrepreneurship and Law, 2025, vol. 15, no. 6, pp. 3827–3844.
6. Konyagina M.N., Kokh L.V. Information Technologies and Innovations for the Agrarian Sector of Russia. Creative Economy, 2024, vol. 18, no. 8, pp. 2069–2084.
7. Nesterenko M.A., Komlatsky G.V. Bioeconomy as a New Development Paradigm. Russian Journal of Management, 2022, vol. 9, no. 4, pp. 96–100.
8. Panteleeva T.A. Integration of Artificial Intelligence Tools into the Strategic Management System of Agribusiness. Food Policy and Security, 2021, vol. 8, no. 2, pp. 145–166.
9. Rudnik P.B., Abashkin V.L., Abdrakhmanova G.I. et al. Artificial Intelligence in Russia: Development and Application. Moscow, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics, 2025. 86 p.
10. Titova E.S. Managerial Approaches to Ensuring Technological Sovereignty in the Context of the Development of Bioeconomy in the Russian Federation. Leadership and Management, 2024, vol. 11, no. 1, pp. 211–230.
11. Titova E.S., Shubenkova E.V. Bioeconomy: New Technologies, Labor Productivity and Personnel Training. Russian Journal of Labour Economics, 2025, vol. 12, no. 5, pp. 653–668.
12. Butean A., Cutean I., Barbero R., Enriquez J., Matei A. A Review of Artificial Intelligence Applications for Biorefineries and Bioprocessing: From Data-Driven Processes to Optimization Strategies and Real-Time Control // Processes. 2025. Vol. 13. No. 8. Art. 2544. DOI: 10.3390/pr13082544.
13. Kulkov I., Kulkova J., Rohrbeck R., Menvielle L., Kaartemo V., Makkonen H. Artificial Intelligence-Driven Sustainable Development: Examining Organizational, Technical, and Processing Approaches to Achieving Global Goals // Sustainable Development. 2024. Vol. 32. No. 3. Pp. 2253–2267. DOI: 10.1002/sd.2773.
14. Leal Filho W., Ribeiro P.C.C., Mazutti J., Lange Salvia A., Bonato Marcolin C., Lima Silva Borsatto J.M., Sharifi A., Sierra J., Luetz J., Pretorius R., Viera Trevisan L. Using Artificial Intelligence to Implement the UN Sustainable Development Goals at Higher Education Institutions // International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 2024. Vol. 31. No. 6. Pp. 726–745. DOI: 10.1080/13504509.2024.2327584.
15. OECD. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. Paris: OECD Publishing, 2009. DOI: 10.1787/9789264056886-en.

16. Shah M., Wever M., Espig M. A Framework for Assessing the Potential of Artificial Intelligence in the Circular Bioeconomy // Sustainability. 2025. Vol. 17. No. 8. Art. 3535. DOI: 10.3390/su17083535.

17. Tsui T.-H., van Loosdrecht M.C.M., Dai Y., Tong Y.W. Machine Learning and Circular Bioeconomy: Building New Resource Efficiency from Diverse Waste Streams // Bioresource Technology. 2023. Vol. 369. Art. 128445. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.128445.

Об авторах

Жуков Александр Олегович, доктор технических наук, профессор, ФГБНУ «Аналитический центр», г. Москва, заместитель директора по научной работе.

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

Alexander O. Zhukov, Doctor of Sci. (Tech.), Professor, Analytical Center, Moscow, Deputy Director for Scientific Work.

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.