



Научная статья
УДК 338.43:330.341
doi: 10.55186/25876740_2026_69_3_373

БИОЭКОНОМИКА КАК ФАКТОР НАРАЩИВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРАРНЫХ РЕГИОНОВ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И АДАПТАЦИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ

А.Х. Бадмаев¹, В.М. Багинова¹, С.В. Рюмкин²,
И.Н. Рюмкина², А.А. Мангутов¹

¹Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

²Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Новосибирск, Россия

Аннотация. Актуальность исследования определяется необходимостью повышения инновационного потенциала аграрных регионов России на фоне климатических рисков и технологических ограничений. Цель статьи заключается в систематизации зарубежных биоэкономических моделей в аграрной сфере и обосновании адаптируемых аспектов политики для российских регионов на примере Республики Бурятия. Методология исследования включает сравнительный анализ стратегий биоэкономики разных стран и регионов (ЕС, США, Китай, Латинская Америка), контент-анализ приоритетов, многокритериальная оценка адаптируемости (MCDA) и сценарное моделирование эффектов (2026-2035, 2025=100). Результаты исследования определяют, что наиболее устойчивые комбинации включают институционально-кластерное ядро и кооперацию, цифровизацию и агротехнологии (AgTech), являющиеся катализаторами диффузии инноваций, а также низкоотходную переработку и биоэнергетику при наличии спроса и инфраструктуры на них. Для Бурятии MCDA-ранжирование отражает высокую адаптируемость европейского институционального контура (оценка 0,720) и цифровых практик Восточной Азии (оценка 0,715). Кроме того, сценарный прогноз фиксирует рост индекса производительности до 105 — 130 и занятости до 98 — 108 при снижении экологической интенсивности до 95 — 70 в зависимости от сценария. На основе типологизации моделей (биотехнологическая, биомассово-циркулярная, социально-экологическая) предложен портфельный подход к адаптации инструментов под ресурсный профиль региона. Опираясь на сравнительный анализ выделены ключевые элементы моделей (стратегии и институты, инструменты поддержки НИОКР и внедрения, приоритетные направления и измеримые эффекты), а также барьеры и условия переносимости практик в регионы России. Предложена рамка адаптации биоэкономических решений к типам российских регионов и система индикаторов мониторинга влияния биоэкономики на инновационный потенциал аграрных территорий. В заключении статьи отмечено, что биоэкономика может рассматриваться как практический механизм наращивания инновационного потенциала регионов через портфель пилотов, KPI-мониторинг и интеграцию мер АПК, науки и экологии.

Ключевые слова: адаптация моделей, циркулярность, цифровизация, AgTech, Бурятия

Original article

BIOECONOMY AS A DRIVER OF INNOVATION CAPACITY IN AGRICULTURAL REGIONS: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND ADAPTATION IN RUSSIAN REGIONS

A.Kh. Badmaev¹, V.M. Baginova¹, S.V. Ryumkin²,
I.N. Ryumkina², A.A. Mangutov¹

¹Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, Ulan-Ude, Russia

²Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The relevance of this study is determined by the need to increase the innovative potential of Russia's agricultural regions amid climate risks and technological limitations. The aim of the article is to systematize foreign bioeconomic models in the agricultural sector and substantiate transferable policy modules for Russian regions using the Republic of Buryatia as an example. The research methodology includes a comparative analysis of bioeconomy strategies in different countries and regions (EU, USA, China, Latin America), content analysis of priorities, multi-criteria adaptability assessment (MCDA), and scenario modeling of effects (2026-2035, 2025=100). The results of the study indicate that the most sustainable combinations include an institutional-cluster core and cooperation, digitalization and agricultural technologies (AgTech), which act as catalysts for the diffusion of innovations, as well as low-waste processing and bioenergy, given the demand and infrastructure for them. For Buryatia, the MCDA ranking reflects the high adaptability of the European institutional framework (score of 0.720) and East Asian digital practices (score of 0.715). Furthermore, the scenario forecast predicts an increase in the productivity index to 105-130 and employment to 98-108, while environmental intensity decreases to 95-70, depending on the scenario. Based on a typology of models (biotechnological, circular biomass, and socio-ecological), a portfolio approach to adapting tools to the region's resource profile is proposed. Based on a comparative analysis, key model elements (strategies and institutions, R&D and implementation support tools, priority areas, and measurable effects) are identified, as well as barriers and conditions for transferring practices to Russian regions. A framework for adapting bioeconomic solutions to Russian regional types and a system of indicators for monitoring the impact of the bioeconomy on the innovation potential of agricultural territories are proposed. The article concludes by noting that the bioeconomy can be considered a practical mechanism for increasing the innovative potential of regions through a portfolio of pilot projects, KPI monitoring, and the integration of measures from the agro-industrial complex, science, and the environment.

Keywords: model adaptation, circularity, digitalization, AgTech, Buryatia

Поиск моделей развития, обеспечивающих одновременно экологическую устойчивость и технологический прорыв, стал центральным сюжетом мировой аграрной повестки. Биоэкономика трактуется как система хозяйствования, основанная на производстве и использовании возобновляемых биологических ресурсов и биотехнологий для создания добавленной стоимости. В мировой практике биоэкономика

рассматривается как инструмент решения задач изменения климата, продовольственной безопасности и перехода к низкоуглеродной экономике. По оценкам экспертов, объем глобального биоэкономического сектора оценивается около 4 трлн долл., а к 2050 г. может достигнуть 30 трлн долл.; в ЕС и США биоэкономика формирует порядка 5% ВВП и создаёт миллионы рабочих мест [1].

Для России развитие биоэкономики имеет стратегическое значение: при сырьевой ориентации экономики усиливаются риски ценовой волатильности и ограничений внешних рынков. В аграрных регионах биоэкономика может стать драйвером инновационного потенциала за счёт диверсификации цепочек добавленной стоимости (биопродукты, биоэнергия, биоматериалы, био- и цифровые сервисы), развития



Таблица 1. Типология биоэкономических моделей в аграрной сфере
Table 1. Typology of bioeconomic models in the agricultural sector

Модель	Логика и ядро	Инструменты	Типовые риски
Био-технологическая	Рост через R&D, биопроизводство, биоинпуты и новые пищевые технологии	гранты НИОКР, акселераторы, регуляторные «песочницы», стандарты	высокая капиталоемкость, этико-регуляторные барьеры, риск технологического разрыва
Биомассово-циркулярная	Максимизация ценности биомассы и отходов через каскадную переработку	поддержка биорафинерий, инфраструктура цепочек, стандарты устойчивости	конкуренция за сырьё и землю, риски устойчивости землепользования
Социально-экологическая	Устойчивость сообществ и природы, локальные биоцепочки	кооперация, локальные цепочки, агроэкология, обучение кадров	сложность масштабирования, институциональные ограничения

*Составлено авторами на основе источников [2-5]

кооперации и кластеров, а также снижения потерь и отходов.

Цель исследования заключается в выполнении сравнительного анализа зарубежных биоэкономических моделей в аграрной сфере и определении ключевых элементов адаптации для российских регионов (включая пилотную логику для территорий с высоким биоресурсным потенциалом).

Систематизация зарубежного опыта позволяет выделить три укрупнённых типа биоэкономических моделей (табл.1):

1. Биотехнологическая, ориентированная на биопроизводство и прорывные технологии (геномика, синтетическая биология, биопрепараты, пищевые биотехнологии);
2. Биомассово-циркулярная, основанная на каскадном использовании биомассы и глубокой переработке отходов (биорафинерии, биоматериалы, биогаз/биометан);
3. Социально-экологическая, где биоэкономика выступает инструментом инклюзивного развития территорий и сохранения экосистем.

Европейская траектория биоэкономики характеризуется комплексностью и акцентом на циркулярности, то есть биомасса рассматривается как ресурс для цепочек добавленной стоимости, а стратегические инструменты дополняются программами исследований и партнёрств (табл.2). Для ЕС отмечаются значимые эффекты, так с 2023 г. биоэкономика генерирует до 863 млрд евро оборота и обеспечивает более 17 млн рабочих мест [2, 3]. Американская модель исторически ближе к биотехнологическому уклону (биотех, биопроизводство, биотопливо нового поколения) и сочетает рыночные стимулы с масштабными программами НИОКР [4]. Китайская модель опирается на государственное планирование и инвестиции, интегрируя био- и агротех с цифровизацией APK (5G/ AI-проекты, платформы мониторинга) [5]. Латиноамериканские подходы часто связывают биоэкономику с задачами сельского развития и биоразнообразия, формируя инклюзивные цепочки [6].

Ключевой вывод сравнительного анализа состоит в том, что для регионов России наиболее продуктивна стратегия адаптивной политики. Иными словами, не копирование моделей целиком, а сборка портфеля инструментов под ресурсную базу и институциональные возможности конкретной территории. Для аграрных регионов базовый портфель включает (табл.3):

- 1) запуск пилотов переработки биомассы и органических отходов (биогаз/ биометан, биоудобрения);
- 2) поддержку биопрепаратов (биоудобрения, биоpestициды) и технологий для снижения химической нагрузки;
- 3) развитие агропереработки высокой добавленной стоимости (ингредиенты, функциональные продукты);

Таблица 2. Зарубежные модели: ключевые инструменты и эффекты

Table 2. Foreign models: key instruments and effects

Регион/страны	Стратегический фокус	Инструменты	Ожидаемые эффекты
ЕС (Германия, Финляндия, Франция)	циркулярность, устойчивые цепочки биомассы, биоматериалы	Horizon/партнёрства, стандарты, фонды, кластеры	рост оборота и занятости, новые рынки, снижение отходов
США/Канада	биотех, биопроизводство, биоэнергия	гранты НИОКР, стандарты, поддержка биопроизводства	инновации, экспорт биопродуктов, диверсификация регионов
Китай/ Южная Корея	Планово-технологический рост, агротехнологии + ИИ	Государственные инвестиции, субсидии на умные технологии, пилоты 5G/ AI	рост урожайности при ресурсосбережении, цифровые рынки
Латинская Америка (Бразилия, Аргентина)	инклюзивность, биоразнообразие, биоинпуты	программы устойчивого развития, кооперация, экспортные стандарты	занятость и доходы, рост сектора биоинпуты, «зелёный» экспорт

*Составлено авторами на основе источников [4-6]

Таблица 3. Потенциал адаптации в регионах России: портфельный подход

Table 3. Adaptation potential in Russia's regions: a portfolio approach

Тип региона	Биоресурсный профиль	Приоритетные треки биоэкономики	Быстрые пилоты (12-18 мес.)
Зерновой/растениеводческий	растительная биомасса, отходы	биохимия/биополимеры, биогаз/биометан, почвенные улучшители	линии переработки остатков, биоудобрения, мониторинг полей
Животноводческий	органические отходы, корма	биогаз, органические удобрения, ветеринарные биопрепараты	фермерские биогаз-узлы, пилоты «умного стада»
Лесной/таёжный	древесная биомасса	биоматериалы, биохимия, каскадное использование	мини-биорафинерии, лесоагро кластеры
Периферийный/горный	локальные цепочки, логистика	микрпереработка, экобренд, агротуризм	кооперативы переработки, марки происхождения

*Составлено авторами на основе источников [6-9]

- 4) цифровую инфраструктуру (точное земледелие, мониторинг с ИИ, кооперационные платформы);
- 5) кластеризацию и центры компетенций, связывающие НИОКР, бизнес и образовательные организации.

Для усиления практической применимости обзора выполнен пилотный эксперимент для аграрного региона (Республика Бурятия) на основе сценарного подхода и многокритериальной оценки адаптируемости зарубежных биоэкономических моделей. Ниже приведены результаты, которые могут быть реплицированы для других субъектов РФ при наличии региональной статистики и проектных паспортов.

Вообще в целом, матрица приоритетов фиксирует, какие направления выступают «ядерными» в национальных/региональных стратегиях биоэкономики. Такими сферами, чаще всего, являются циркулярность и замкнутые циклы, биотехнологии/генетика, органика/экологизация, цифровизация/агротехнологии (AgTech), агропереработка и снижение отходовности, а также кластерные и институциональные механизмы. Визуализация частоты упоминаний и сравнительная матрица приведены на рисунках 1, 2.

Для детализации выявленных приоритетов и проведения сравнительного анализа строится бинарная матрица (табл.4). В ней фокусируется наличие (1) или отсутствие (0) выраженного

стратегического акцента на конкретное направление в национальных политиках. Такой формат позволяет наглядно сопоставить профили разных стран и выделить наиболее распространённые комбинации приоритетов, формирующие ядро той или иной биоэкономической модели.

Немецкая модель делает акцент на сочетании экономики и экологии, а также через призму развития биотехнологий и биологически подтвержденных материалов, поддерживаемых программами НИОКР и координационными институтами. Сильная сторона — это устойчивость исследовательской базы и межведомственная координация; ограничение — длительные регуляторные циклы и дискуссии о рисках для биоразнообразия.

Финляндия рассматривает биоэкономику как опору конкурентоспособности и экспортной специализации, развивая цепочки глубокой переработки биомассы и биоматериалов. Переносимость для РФ высока в регионах с лесоаграрным профилем при наличии логистики и инвесторов.

Франция использует государственно-программный подход в виде крупных инициатив по поддержке биоэкономики, связи аграрной политики и инноваций, развития экосистемы пилотов и демонстрационных проектов. Для регионов РФ особенно релевантна проектная логика и стандартизация качества биопродуктов.



Американская модель опирается на рыночные стимулы и масштабное финансирование исследований в биотехнологиях и биопроизводстве. Для аграрных регионов РФ важны инструменты ускорения коммерциализации (акселераторы, гранты на прототипирование, закупки для пилотов).

Китай интегрирует биоэкономику в плановое развитие, связывая продовольственную безопасность с цифровой трансформацией

АПК. Пилотные проекты «умного земледелия» (IoT/5G/AI) демонстрируют эффекты ресурсосбережения и роста производительности; для РФ переносим подход через агрокластеры и региональные платформы мониторинга.

В странах Латинской Америки биоэкономика часто рассматривается как механизм сельского развития и использования биоразнообразия, а также как рынок биопрепаратов (биоудобрения, микробные средства). Для РФ ценно сочетание

технологической повестки с социальными эффектами и экспортной сертификацией.

Для сопоставления переносимости зарубежных моделей в аграрный регион со смешанной структурой хозяйств использована простая многокритериальная схема (MCDA) с нормированием показателей и весами критериев [16] такими как, институциональная поддержка, технологичность, адаптируемость, циркулярность, цифровизация и кластеризация. Итоговая рейтинг-оценка служит ориентиром для формирования «портфеля заимствований» по принципу комбинации институциональных и технологических компонентов.

В ниже представленной таблице 5 присвоенные веса критериям отражают их относительную важность для успешной адаптации в условиях пилотного региона с учетом его специфики. Наибольший вес отдан институциональным и адаптационным факторам, что подчеркивает критическую роль управления и ответственности местным условиям.

Итоговый рейтинг адаптируемости (табл.6) рассчитывается как взвешенная сумма нормализованных оценок по всем критериям, что позволяет объективно ранжировать модели для формирования гибридной стратегии заимствования.

Рисунок 3 иллюстрирует сравнительную оценку уровня технологичности и институциональной поддержки. Расположение стран в диаграмме показывает, что Европейские страны (Германия, Финляндия и Франция) ориентированы больше на институциональную поддержку, в то время как США, Канада, Китай и Южная Корея — на уровень технологичности. Гармонию между двумя аспектами демонстрирует Латинская Америка, в лице Бразилии и Аргентины.

Рисунок 4 визуализирует интегральную оценку адаптируемости этих моделей для условий Республики Бурятия, где размер точки соответствует итоговому индексу MCDA. Близость точек к осям «Технологичность» и «Институты» указывает на ключевые заимствуемые компоненты.

Сценарный блок задаёт три траектории: пессимистическую (медленное внедрение, узкие пилоты), инерционную (частичная диффузия технологий и институциональных мер) и оптимистическую (портфель пилотов + кооперация + инфраструктурная и кадровая поддержка). Показатели представлены в индексной форме (2025 = 100).

Результаты сценарного моделирования (табл.7) количественно подтверждают положительное влияние биоэкономической трансформации на ключевые показатели региона.

Как видно на рисунках 5-7, даже пессимистический сценарий предполагает рост производительности при снижении экологической нагрузки. Оптимистический сценарий, предполагающий комплексный портфель мер, ведет к значительному улучшению всех трех индикаторов, демонстрируя синергетический эффект от внедрения биоэкономических принципов.

Для «пакета быстрых побед» предложены четыре пилотных направления: биогаз на фермах, переработка органических отходов в биоудобрения, кооперативная переработка молока и цифровой мониторинг пастбищ. Таблица 8 отражает укрупнённые параметры CAPEX/OPEX и ориентиры эффективности (NPV, IRR), что позволяет сопоставлять пилоты и формировать инвестиционный конвейер.

Распределение приоритетов в зарубежных биоэкономических моделях (по частоте упоминаний)

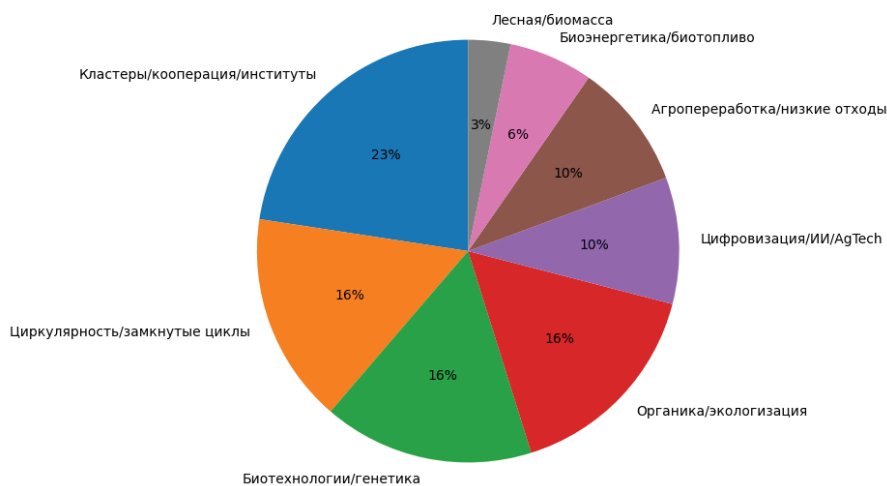


Рисунок 1. Распределение приоритетов в зарубежных биоэкономических моделях (по частоте упоминаний)

Figure 1. Distribution of priorities in foreign bioeconomic models (by frequency of mentions)

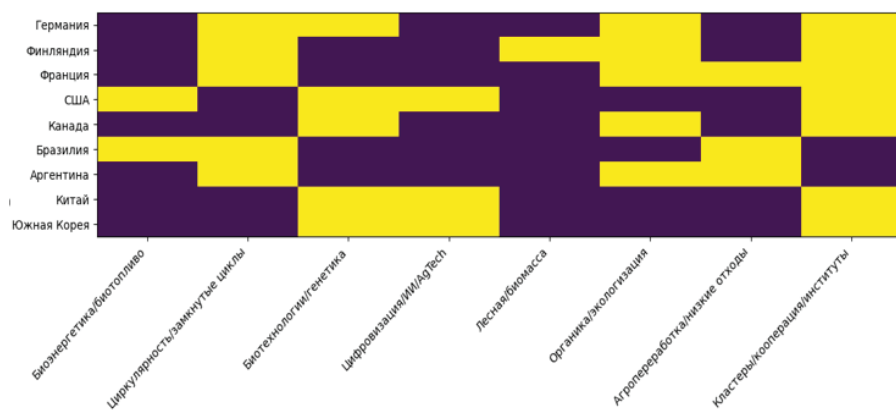


Рисунок 2. Матрица приоритетов зарубежных моделей биоэкономики

Figure 2. Matrix of priorities of foreign bioeconomy models

Таблица 4. Матрица приоритетов зарубежных моделей биоэкономики (фрагмент)

Страна/ регион	Биоэнергетика/ биотопливо	Циркулярность/ замкнутые циклы	Биотехнологии/ генетика	Цифровизация/ ИИ/ AgTech	Лесная/ биомасса	Органика/ экологизация	Агропереработка/ низкие отходы	Кластеры/ кооперация/ институты
Германия	0	1	1	0	0	1	0	1
Финляндия	0	1	0	0	0	1	0	1
Франция	0	1	0	0	0	1	1	1
США	1	0	1	1	0	0	0	1
Канада	0	0	1	0	0	1	0	1
Бразилия	1	1	0	0	0	0	1	0
Аргентина	0	1	0	0	0	1	1	0
Китай	0	0	1	1	0	0	0	1

*Составлено и разработано авторами на основе источников [7-15]





Таблица 5. Веса критериев MCDA
Table 5. MCDA criteria weights

Показатель	Вес
Inst_norm	0.22
Tech_norm	0.2
Adapt_norm	0.2
Circularity_norm	0.15
Digital_norm	0.13
Cluster_norm	0.1

*разработано авторами

Для Бурятии в качестве базовой «конструкции» рекомендуется сочетание институционально-кластерного ядра (германский/европейский контур), цифровых платформенных решений (китайский/корейский контур) и узкого набора биоэнергетических пилотов (американский контур) с обязательной привязкой к кооперации и подготовке кадров.

В российских условиях барьеры внедрения биоэкономики концентрируются в пяти группах.

- Институциональные: разобщённость программ (АПК/наука/ экология), отсутствие единого координатора и проектного офиса. Мера: закрепление координатора и портфеля проектов, регламент межведомственного взаимодействия;
- Инфраструктурные: дефицит мощностей хранения и переработки, лабораторной базы, логистики и энергообеспечения. Мера: инфраструктурные субсидии и ГЧП-проекты, «якорные» биопереработчики;
- Финансовые: высокая капиталоемкость био-производства и длительные сроки окупаемости. Мера: смешанное финансирование (грант + льготный кредит + гарантии), этапность инвестиционных решений;
- Кадровые: недостаток биотехнологов, инженеров, специалистов по точному земледелию и сервису. Мера: образовательные программы, дуальное обучение, центры компетенций;
- Рыночные и регуляторные: сертификация биопродуктов, требования к устойчивости, ограниченный спрос на инновационные решения. Мера: стандарты, «зелёные» закупки для пилотов, продвижение экотрендов и экспортных каналов.

Наиболее эффективной является комбинация инструментов, закрывающих весь цикл инноваций, от исследований и прототипирования до масштабирования и рынка. В таблице 9 приведен рекомендуемый набор мер, которые могут быть адаптированы под бюджет и профиль региона.

Для регионов с выраженным биоресурсным потенциалом и сочетанием аграрной и природоохранной повестки (включая Республику Бурятию) целесообразен гибридный портфель: биопрепараты для снижения химической нагрузки, биогаз/биометан для утилизации органических отходов, малые линии глубокой переработки (ингредиенты и функциональные продукты), а также цифровые инструменты мониторинга и кооперации. Запуск портфеля рекомендуется начинать с 2 — 3 пилотов, обеспечив измеримость эффектов и последующее масштабирование.

Обсуждение результатов подтверждает, что биоэкономика в аграрной сфере представляет собой не отдельную технологию, а инновационную экосистему, охватывающую всю цепочку «биоресурсы — знания и технологии — биопродукты и сервисы — рынки — социально-экологические эффекты». При переносе практик в российские регионы критичны четыре условия:

1. Институциональная сборка предопределяет собой наличие регионального центра компетенций/координации (на базе НОЦ, технопарка или отраслевого института) и понятного портфеля мер поддержки, связывающего НИОКР, пилотирование и внедрение;
2. Инфраструктура цепочек включает в себя логистику, хранение, переработку, доступ к энергии и цифровой инфраструктуре;
3. Кадры и сервисная экосистема состоит из агроинженеров, биотехнологов, сервисных компаний точного земледелия;
4. Измеримость основана на KPI-панелях и алгоритмах обратной связи, без которых стратегия биоэкономики рискует остаться декларацией.

Таблица 6. Результаты MCDA (рейтинг адаптируемости для Бурятии, шкала 0 — 1)
Table 6. MCDA results (adaptability rating for Buryatia, scale 0 — 1)

Страна/ регион	MCDA_ балл	Ключевая интерпретация (для заимствования)
Германия	0.720	Сильные институты + био-кластеры; применимо к НОЦ/кластеризации и регуляторике.
Китай	0.715	Цифровизация/AgTech + масштабируемые цепочки; применимо к платформам и мониторингу.
Южная Корея	0.715	Высокая технологичность; применимо к точному земледелию/роботизации нишево.
США	0.705	Биотехнологии и биоэнергетика; применимо к пилотам биогаза/ биотоплива.
Франция	0.655	Экологизация + кооперация; применимо к органике и стандартам качества.
Финляндия	0.625	Лесо-биомасса и циркулярность; применимо к лесной биомассе и биоэнергии.
Канада	0.530	Баланс техно и устойчивости; применимо к кооперативным форматам и поддержке.
Бразилия	0.450	Агропереработка и биоэнергетика; применимо к низкоотходной переработке.
Аргентина	0.385	Экстенсивные модели; применимо ограниченно (институциональные риски).

*разработано авторами

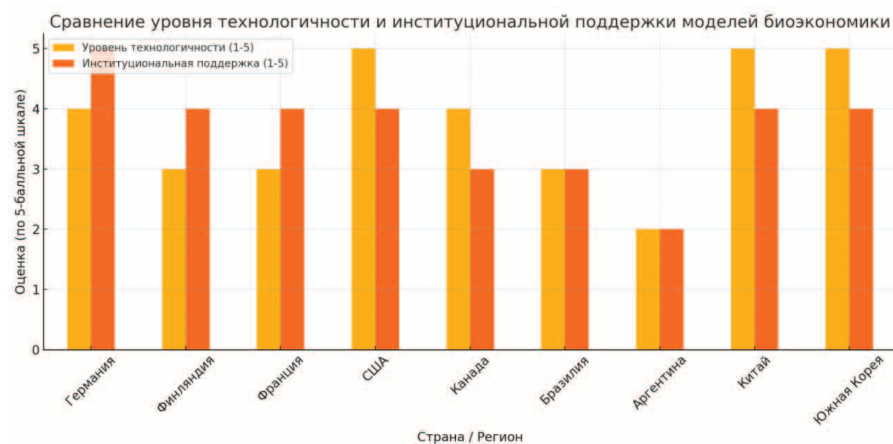


Рисунок 3. Сравнение технологичности и институциональной поддержки зарубежных моделей (оценка 1 — 5)
Figure 3. Comparison of technology and institutional support of foreign models (score 1 — 5)

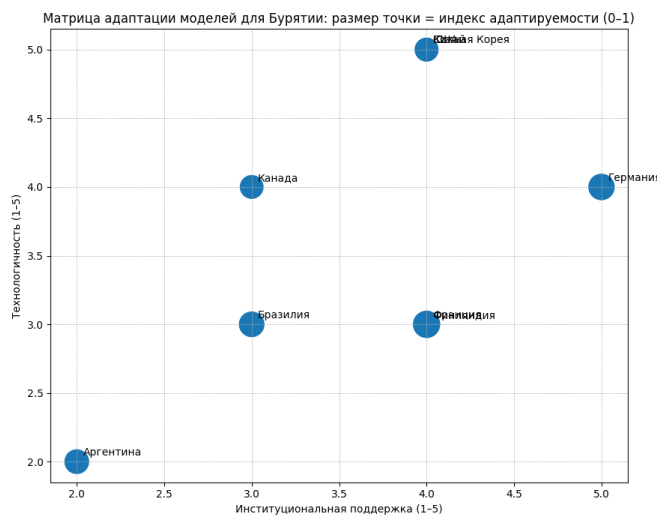


Рисунок 4. Матрица адаптации моделей для Бурятии (размер точки = индекс адаптируемости)
Figure 4. Adaptation matrix of models for Buryatia (point size = adaptability index)

Таблица 7. Итоговые значения сценариев для Бурятии (индекс, 2025 = 100)
Table 7. Final values of scenarios for Buryatia (index, 2025 = 100)

Показатель	Пессимистический (2025 к 2025)	Инерционный (2025 к 2025)	Оптимистический (2025 к 2025)
Производительность	105.0	115.0	130.0
Занятость в АПК	98.0	103.0	108.0
Интенсивность выбросов/эконагрузка (ниже — лучше)	95.0	85.0	70.0

*разработано авторами

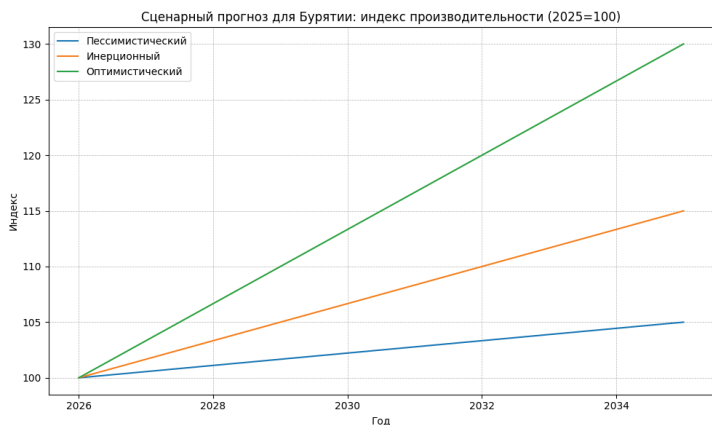


Рисунок 5. Сценарный прогноз: индекс производительности (2025 = 100)
Figure 5. Scenario forecast: productivity index (2025 = 100)

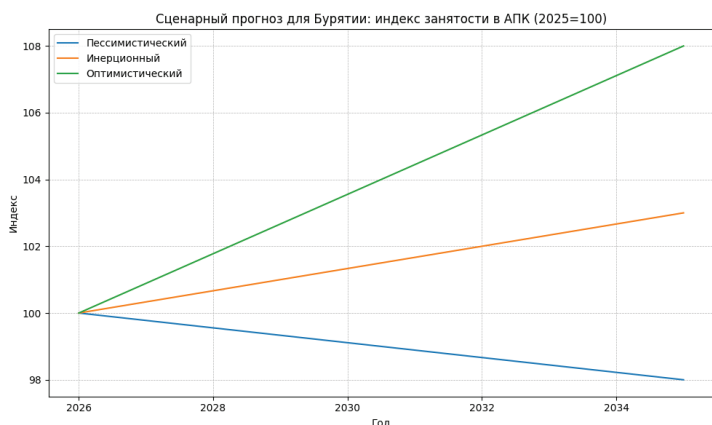


Рисунок 6. Сценарный прогноз: индекс занятости в АПК (2025 = 100)
Figure 6. Scenario forecast: employment index in the AIC (2025 = 100)

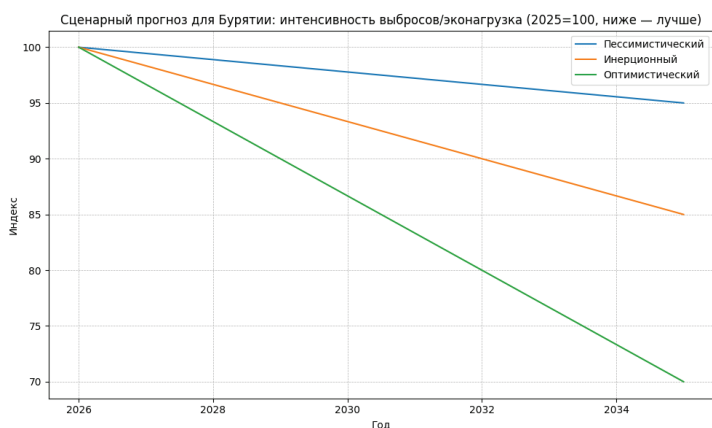


Рисунок 7. Сценарный прогноз: интенсивность выбросов/эконагрузка (2025 = 100, ниже — лучше)
Figure 7. Scenario forecast: emission intensity/environmental load (2025 = 100, lower is better)

Таблица 8. Сводные финансовые параметры пилотного проекта (укрупнённо)
Table 8. Summary financial parameters of the pilot project (aggregated)

Проект	CAPEX, млн руб.	OPEX, млн руб./год	Выручка/эф-фekt (старт), млн руб./год	Горизонт, лет	Рост выручки, %/год	NPV (12%), млн руб.	IRR	Простой срок окупаемости, лет
Биогаз (ферма ~ 500 КРС) + когенерация	80.0	12.0	25.0	10.0	3.0	9.8	0.147	6.0
Компостирование/грануляция биоудобрений (кооператив)	25.0	6.0	12.0	10.0	2.0	14.0	0.237	4.0
Кооперативная переработка молока (мини-завод)	60.0	18.0	30.0	10.0	4.0	34.6	0.230	5.0
Цифровой мониторинг пастбищ + учёт стада	8.0	2.2	5.0	7.0	2.0	6.0	0.322	3.0

*разработано авторами

Риски биоэкономики для регионов РФ также универсальны, которые включают в себя конкуренцию за биомассу и землю, экологические ограничения (вода, почвы, биоразнообразие), регуляторные барьеры для новых биопродуктов и длительные циклы сертификации. Поэтому портфельный подход должен сопровождаться обязательными экологическими превентивными мерами такими как, оценка устойчивости землепользования, приоритет каскадного использования биомассы, поддержка технологий сокращения потерь и отходов.

Сравнительный анализ зарубежных биоэкономических моделей показывает, что наиболее эффективный путь для российских аграрных регионов — это адаптационная политика и портфельное проектирование биоэкономики по типу территории. Наиболее «акклиматизированными» являются такие инструменты среднего уровня, как гранты и проектное финансирование НИОКР, пилот-кластеры биопереработки и биопрепаратов, цифровизация агропроизводства, кооперация и подготовка кадров. Предложенная рамка адаптации и набор KPI-индикаторов позволяют связать биоэкономику с измеримым ростом инновационного потенциала, устойчивости и конкурентоспособности аграрных регионов России.

Список источников

1. Росконгресс. (2024). Стратегия развития биоэкономики России: анализ и перспективы. http://roscongress.org/materials/strategiya-razvitiya-bioekonomiki-rossii-analiz-i-perspektivy-2024/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.kz%2F (дата обращения: 11.01.2026).
2. OECD (2025). Biotechnology update. <http://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/biosafety-novel-food-and-feed-safety/biotech-update-issue-47-june-2025.pdf> (accessed 15 January 2026).
3. Институт исследований мировых рынков (ИИМР). (2025). Биоэкономика. Трансформация глобальной экономической системы и опора национальной безопасности <http://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1777357025&tld=ru&lang=ru&name=Bioekonomika.pdf> (дата обращения: 15.01.2026).
4. Gatto, F., & Re, I. (2021). Circular Bioeconomy Business Models to Overcome the Valley of Death. A Systematic Statistical Analysis of Studies and Projects in Emerging Bio-Based Technologies and Trends Linked to the SME Instrument Support. *Sustainability*, Vol. 13, no. 4, p. 1899. <http://doi.org/10.3390/su13041899> (accessed 20 January 2026).
5. Пьянкова С.Г., Ергунова О.Т., Хуан Цзе. (2025). Искусственный интеллект как драйвер агротехнологий России и Китая: государственная аграрная политика, институциональное партнерство, проекты и стратегии // *Экономика региона*, № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-kak-drayver-agrotehnologii-rossii-i-kitaya-gosudarstvennaya-agrarnaya-politika-institutsionalnoe> (дата обращения: 22.01.2026).
6. Гомонов К.Г. (2021). Анализ среды обеспечения циркулярной экономики в странах Латинской Америки и Карибского бассейна // *Вопросы инновационной экономики*, № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sredy-funktsionirovaniya-tsirkulyarnoy-ekonomiki-v-stranah-latinskoy-ameriki-i-karibskogo-basseyna> (дата обращения: 22.01.2026).
7. South Korea Smart Farming Robotics Market. (2024). <http://www.kenresearch.com/south-korea-smart-farming-robotics-market> (accessed 22 January 2026).
8. National Research Strategy BioEconomy 2030. (2025). http://www.pflanzenforschung.de/application/files/4415/7355/9025/German_bioeconomy_Strategy_2030.pdf (accessed 26 January 2026).
9. Sustainability Governance of Canada's Agriculture-based Bioeconomy. (2020). *IEA Bioenergy*. <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/10/Sustainability-Governance-of-Canada-Agriculture-based-Bioeconomy-full-copy-Final-Oct-26-2020.pdf> (accessed 26 January 2026).
10. Косоногова Е.С., Яковлев П.О., Сливинский Д.В. (2021). Инновации в межотраслевой цепочке поставок: исследовательские тренды биоэкономики замкнутого цикла // *IACJ*, № 6. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-mezhotraslevoy-tsepoche-postavok-issledovatel'skie-trendy-bioekonomiki-zamknutogo-tsikla> (дата обращения: 28.01.2026).





Таблица 9. Пример применения рамки к пилотному региону (кратко)
Table 9. An example of applying the framework to a pilot region (briefly)

Группа инструментов	Конкретные меры	Целевой эффект
НИОКР и внедрение	конкурсы прикладных проектов; гранты на прототипы; ваучеры на испытания; доступ к лабораториям	рост инновационной активности и числа внедрений
Кластеризация и кооперация	аглобиокластеры; кооперационные платформы; центры компетенций; сервисные компании	снижение транзакционных издержек, ускорение диффузии инноваций
Инвестиции и инфраструктура	льготные кредиты; ГЧП; субсидии на переработку; индустриальные парки	рост глубокой переработки и выпуск биопродуктов
Регулирование и стандарты	сертификация биопродуктов; стандарты устойчивости; «зелёные» закупки	формирование рынка и доверия потребителей
Кадры	программы подготовки биотех/ агроинженеров; дуальное обучение; стажировки	закрывание кадрового дефицита, повышение производительности
Цифровизация	точное земледелие; мониторинг ИИ; цифровые паспорта биосырья; платформы кооперации	ресурсосбережение и рост управляемости цепочек

*разработано авторами

11. 中国农业生产数字化研究报告. The Research on Digital Transformation of Agricultural Production. (2021). http://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202110251524836921_1.pdf?1635169158000.pdf (accessed 02 February 2026).
12. French Organic Farming in 2040: a foresight exercise. (2025). <http://agriculture.gouv.fr/french-organic-farming-2040-foresight-exercise> (accessed 02 February 2026).
13. Биоэкономика БРИКС 2025: национальные стратегии и промышленные инициативы. http://roscongress.ru/materials/bioekonomika-briks-2025-natsionalnye-strategii-i-promyshlennye-initsiativy/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 18.01.2026).
14. The Bioeconomy 500 for 2025 — Outstanding Leaders of the Bioeconomy's Development and Deployment. (2025). <http://advancedbiofuelsusa.info/the-bioeconomy-500-for-2025-outstanding-leaders-of-the-bioeconomy-s-development-and-deployment> (accessed 06 February 2026).
15. Dürr, J., & Sili, M. (2022). New or Traditional Approaches in Argentina's Bioeconomy? Biomass and Biotechnology Use, Local Embeddedness, and Sustainability Outcomes of Bioeconomic Ventures. *Sustainability*, vol. 14, no. 21, p. 14491. <http://doi.org/10.3390/su142114491> (accessed 06 February 2026).
16. Byomkesh, Talukder & Hipel, Keith & Vanloon, Gary. (2018). Using multi-criteria decision analysis for assessing sustainability of agricultural systems. *Sustainable Development*, vol. 26. <http://doi.org/10.1002/sd.1848> (accessed 08 February 2026).

References

1. Roskongress. (2024). *Strategiya razvitiya bioekonomiki Rossii: analiz i perspektivy* [Russia's Bioeconomy Development Strategy: Analysis and Prospects] <http://roscongress.org/>

Информация об авторах:

- Бадмаев Андрей Хобисхалович**, старший преподаватель кафедры экономика и организация АПК, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7524-9888>, 5913-0566, Badmaev.ah@yandex.ru
- Багинова Виктория Матвеевна**, профессор, доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерский учет и аудит, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6497-0361>, Scopus ID: 57203419073, SPIN-код: 6779-8201, baginova_v@mail.ru
- Рюмкин Сергей Владимирович**, доктор экономических наук, профессор кафедры управления и отраслевой экономики, Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2427-8029>, Scopus ID: 57209072716, Researcher ID: AAB-8463-2021, SPIN-код: 4795-9793, sergeyryumkin@gmail.com
- Рюмкина Инга Николаевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экология, Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7410-6479>, Scopus ID: 57214130410, Researcher ID: AAE-5100-2021, SPIN-код: 8283-9861, ingaryumkina@gmail.com
- Мангутов Александр Александрович**, аспирант экономического факультета, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, mangut03@mail.ru

Information about the authors:

- Andrey K. Badmaev**, senior lecturer, department of economics and organization of the agro-industrial complex, Buryat state agricultural academy named after V.R. Filippov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7524-9888>, 5913-0566, Badmaev.ah@yandex.ru
- Victoria M. Baginova**, professor, doctor of economics, department of accounting and audit, Buryat state agricultural academy named after V.R. Filippov, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6497-0361>, Scopus ID: 57203419073, SPIN: 6779-8201, baginova_v@mail.ru
- Sergey V. Ryumkin**, doctor of economics, department of management and industrial economics, Siberian state university of engineering and biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2427-8029>, Scopus ID: 57209072716, Researcher ID: AAB-8463-2021, SPIN: 4795-9793, sergeyryumkin@gmail.com
- Inga N. Ryumkina**, candidate of economic sciences, associate Professor, Department of Ecology, Siberian state university of engineering and biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7410-6479>, Scopus ID: 57214130410, Researcher ID: AAE-5100-2021, SPIN-code: 8283-9861, ingaryumkina@gmail.com
- Aleksandr A. Mangutov**, graduate student of the department faculty of economics, Buryat state agricultural academy named after V.R. Filippov, mangut03@mail.ru

✉ ingaryumkina@gmail.com

ibskogo basseina [Analysis of the environment for supporting the circular economy in the countries of Latin America and the Caribbean]. *Issues of Innovation Economics*, no. 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sredy-funktsionirovaniya-tsirkulyarnoy-ekonomiki-v-stranah-latinskoy-ameriki-i-karibskogo-basseyna> (accessed 22 January 2026).

7. National Research Strategy BioEconomy 2030. (2025). http://www.pflanzenforschung.de/application/files/4415/7355/9025/German_bioeconomy_Strategy_2030.pdf (accessed 22 January 2026).

8. South Korea Smart Farming Robotics Market. (2024). <http://www.kenresearch.com/south-korea-smart-farming-robotics-market> (accessed 26 January 2026).

9. Sustainability Governance of Canada's Agriculture-based Bioeconomy. (2020). *IEA Bioenergy*. <http://www.iea-bioenergy.com/wp-content/uploads/2020/10/Sustainability-Governance-of-Canada-Agriculture-based-Bioeconomy-full-copy-Final-Oct-26-2020.pdf> (accessed 26 January 2026).

10. Kosonogova E.S., Yakovlev P.O., Slivinsky D.V. (2021). Innovations in the inter-industry supply chain: research trends in the circular Bioeconomy [Innovation in the Cross-Industry Supply Chain: Research Trends in the Circular Bioeconomy]. *IACJ*, no. 6. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-mezhotraslevoy-tsepochnke-postavok-issledovatel'skie-trendy-bioekonomiki-zamknutogo-tsikla> (accessed 28 January 2026).

11. 中国农业生产数字化研究报告. The Research on Digital Transformation of Agricultural Production. (2021). http://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202110251524836921_1.pdf?1635169158000.pdf (accessed 02 February 2026).

12. French Organic Farming in 2040: a foresight exercise. (2025). <http://agriculture.gouv.fr/french-organic-farming-2040-foresight-exercise> (accessed 02 February 2026).

13. *Bioekonomika BRIKS 2025: natsionalnye strategii i promyshlennye initsiativy* [BRICS Bioeconomy 2025: National Strategies and Industrial Initiatives]. http://roscongress.ru/materials/bioekonomika-briks-2025-natsionalnye-strategii-i-promyshlennye-initsiativy/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (accessed 18 January 2026).

14. The Bioeconomy 500 for 2025 — Outstanding Leaders of the Bioeconomy's Development and Deployment. (2025). <http://advancedbiofuelsusa.info/the-bioeconomy-500-for-2025-outstanding-leaders-of-the-bioeconomy-s-development-and-deployment> (accessed 06 February 2026).

15. Dürr, J., & Sili, M. (2022). New or Traditional Approaches in Argentina's Bioeconomy? Biomass and Biotechnology Use, Local Embeddedness, and Sustainability Outcomes of Bioeconomic Ventures. *Sustainability*, vol. 14, no. 21, p. 14491. <http://doi.org/10.3390/su142114491> (accessed 06 February 2026).

16. Byomkesh, Talukder & Hipel, Keith & Vanloon, Gary. (2018). Using multi-criteria decision analysis for assessing sustainability of agricultural systems. *Sustainable Development*, vol. 26. <http://doi.org/10.1002/sd.1848> (accessed 08 February 2026).

materials/strategiya-razvitiya-bioekonomiki-rossii-analiz-i-perspektivy-2024/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.kz%2F (accessed 10 January 2026).

2. Biotechnology update. (2025). <http://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/bio-safety-novel-food-and-feed-safety/biotech-update-issue-47-june-2025.pdf> (accessed 15 January 2026).

3. *Institut issledovaniy mirovykh rynkov (IIMR)*. (2025). *Bioekonomika. Transformatsiya global'noi ehkonomicheskoi sistemy i opora natsional'noi bezopasnosti* [Bioeconomy. Transformation of the global economic system and the foundation of national security]. <http://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1777357025&tld=ru&lang=ru&name=Bioekonomika.pdf> (accessed 15 January 2026).

4. Gatto, F., & Re, I. (2021). Circular Bioeconomy Business Models to Overcome the Valley of Death. A Systematic Statistical Analysis of Studies and Projects in Emerging Bio-Based Technologies and Trends Linked to the SME Instrument Support. *Sustainability*, vol. 13, no. 4, p. 1899. <http://doi.org/10.3390/su13041899> (accessed 20 January 2026).

5. P'yankova S.G., Ergunova O.T., Khuan Tsze. (2025). *Iskusstvennyy intellekt kak draiver agrotekhnologii Rossii i Kitaya: gosudarstvennaya agrarnaya politika, institucional'noe partnerstvo, proekty i strategii* [Artificial Intelligence as a Driver of Agricultural Technologies in Russia and China: State Agricultural Policy, Institutional Partnerships, Projects, and Strategies]. *Regional economy*, no. 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-kak-drayver-agrotekhnologii-rossii-i-kitaya-gosudarstvennaya-agrarnaya-politika-institutsionalnoe> (accessed: 22 January 2026).

7. Gomonov K.G. (2021). *Analiz sredy obespecheniya tsirkulyarnoi ehkonomiki v stranakh Latinskoi Ameriki i Kar-*