

РАЗДЕЛ 2

ИННОВАЦИОННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

УДК 330.1+004.8

БИОЭКОНОМИКА И ИНТЕГРАЦИЯ BIOTEХНОЛОГИЙ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ: ОПЫТ ДЛЯ БЕЛАРУСИ

Ю. А. Дриганович¹⁾, Т. А. Зысь²⁾

¹⁾ студент, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, driganoviculia@gmail.com

²⁾ научный руководитель, старший преподаватель, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, zys@bntu.by

В статье рассмотрены актуальные тенденции развития биоэкономики в мире и особенности интеграции передовых биотехнологий и искусственного интеллекта для формирования «зеленой» промышленности. Особое внимание уделено анализу состояния и потенциала белорусской биоэкономики, включая государственную поддержку, научно-исследовательскую активность и перспективы развития биопроизводств с замкнутыми циклами. На примере передовых мировых практик и отечественных проектов показана роль инноваций в обеспечении устойчивого роста и повышения конкурентоспособности.

Ключевые слова: биоэкономика; биотехнологии; искусственный интеллект; устойчивое развитие; инновации; биопроизводство.

BIOECONOMY AND INTEGRATION OF BIOTECHNOLOGIES WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: LESSONS FOR BELARUS

Yu. A. Dryhanovich¹⁾, T. A. Zys²⁾

¹⁾ student, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, driganoviculia@gmail.com

²⁾ senior lecturer, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, zys@bntu.by

The article discusses current trends in the development of the bioeconomy worldwide and the features of integrating advanced biotechnologies and artificial intelligence to shape a «green» industry. Particular attention is given to analyzing the state and potential of the belarusian bioeconomy, including government support, research activity, and prospects for developing bioproduction with closed cycle. Using examples of leading global practices and domestic projects, it demonstrates the role of innovations in ensuring sustainable growth and competitiveness.

Keywords: bioeconomy; biotechnology; artificial intelligence; sustainable development; innovation; bioproduction.

Современный мир стоит перед масштабными вызовами, связанными с климатическими изменениями, истощением природных ресурсов и новыми требованиями к экологической безопасности. В связи с этим особую актуальность приобретает развитие биоэкономики. Согласно отчёту «Финансирование устойчивой глобальной биоэкономики», объем мировой биоэкономики сегодня составляет примерно 4–5 трлн долларов, с прогнозом роста до 30 трлн долларов к 2025 году [1].

Рост биоэкономики обусловлен интеграцией передовых биотехнологий искусственного интеллекта в производство, что создает возможности для перехода к «зеленой» промышленности и устойчивого развития. Биотехнологии обеспечивают создание новых материалов и продуктов, основанных на возобновляемых биологических ресурсах, а ИИ расширяет их потенциал через обработку больших данных, моделирование биологических процессов и оптимизацию технологических циклов. Ведущие экономики мира – Китай, США и страны Европейского союза – активно интегрируют эти технологии для формирования «зеленой» промышленности с акцентом на снижение экологического следа и повышение ресурсной эффективности производства.

По индексу инноваций 2025 г. Китай, США и некоторые страны Евросоюза (Швейцария, Швеция, Финляндия, Нидерланды и Дания) входят в топ 10. Беларусь в данном рейтинге всего лишь на 85 позиции. Расходы на НЕОКР за 2022 г. в Китае составили 2,56 % от ВВП. В США этот показатель 3,9 %, в Швеции – 3,4 %, в Швейцарии – 3,3 %, у остальных перечисленных стран ЕС данный показатель не ниже 2,25 %. В Беларуси расходы на НЕОКР в 2022 г. составили 0,47 %, в 2023 г. данный показатель вырос до 0,58 %, однако в сравнении со странами-лидерами он в 4–5 раз ниже. В экспорте высоких технологий доля у Китая 27,8 %, США 20,6 %, Швейцарии 30 %, Нидерланды 22 %. У остальных стран данный показатель не ниже 10 %. У Республики Беларусь данный показатель составил 6 %, что в 1,5–5 раз ниже [2].

В 2025 году первое место в мировом рейтинге ведущих инновационных кластеров по версии Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO) занял кластер Шэньчжэнь-Гонконг-Гуанчжоу [3]. Значительный вклад в лидерство кластера в биоэкономике внесло сосредоточение первичных и научно-исследовательских институтов, реализующих инновационные проекты. Так, корпорации и IT-корпорации региона активно используют ИИ для анализа больших данных, связанных с производственными циклами и экологическим мониторингом. Методы машинного обучения применяются для прогнозирования точных уровней выбросов загрязняющих веществ и поиска оптимальных путей их сокращения.

США демонстрируют существенный прогресс в развитии биотехнологий. ИИ все чаще используется для ускорения разработки лекарств биотехнологическими компаниями. Например, в 2024 г. биотехнологической компанией InsilicoMedicine были успешно проведены сгенерированный ИИ клинические испытания нового препарата от фиброза, что ускоряет вывод инновационных медикаментов на рынок [4].

Европейский союз акцентирует внимание на циркулярной биоэкономике и биоразлагаемых материалах. Проект ShapingBio, учрежденный Европейской Комиссией, поддерживает стандартизацию и координацию в биоэкономике, финансирует инновационные стартапы и проекты по циркулярной экономике с применением биотехнологий и ИИ для устойчивого управления ресурсами [5].

Развитие биоэкономики и биотехнологий в Беларуси активно поддерживается государством и различными организациями, такими как Национальный академический центр наук Республики Беларусь, Белорусская академия сельскохозяйственных наук и профильные институты Министерства здравоохранения и образования. Несмотря на то, что Беларусь занимает не лидирующие позиции в ранее перечисленных рейтингах, уровень развития биоэкономики и биотехнологий в стране впечатляет.

В сфере биоэнергетики Беларусь развивает производство биотоплива из возобновляемых ресурсов, включая древесину, сельскохозяйственные отходы, солому и рапс. Проект по строительству биогазовых установок на предприятиях агропромышленного комплекса позволяет получать электроэнергию и тепло из органических отходов хозяйства [6].

Биотехнологии в стране применяются для производства экологически чистых продуктов питания, включая использование микроорганизмов для улучшения качества продукции. Примером успешного проекта может послужить создание РУП «Институт мясо-молочной продукции» ферментированных молочных продуктов с использованием специально подобранных

штаммов бактерий, способствующих улучшению пищеварения и повышению иммунитета потребителей [7].

В Белорусском государственном университете и Витебской государственной академии ветеринарной медицины изучают микрофлору различных слоев почвы и проблематику биоремедиации загрязненных почвенных и водных экосистем. В рамках этих исследований разрабатываются биопрепараты и пробиотики, которые применяются для улучшения качества сельскохозяйственной продукции, повышения устойчивости растений к болезням и снижению зависимости от химических средств защиты растений и удобрений. Изучение микробиома почвы и водных экосистем способствует разработке эффективных методов восстановления загрязненных территорий и защиты природных ресурсов [8].

В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси используются методы генетической инженерии для повышения урожайности зерновых культур, картофеля и овощей. А также устойчивости к болезням и неблагоприятным условиям окружающей среды. Разрабатываются высокопроизводительные породы скота и птицы с улучшенными характеристиками продуктивности и здоровья [9].

Имеющийся потенциал позволил улучшить экологические показатели: снизить углеродоемкость с 0,26 в 2018 г. до 0,21 в 2023 г., тогда как в Китае этот показатель, несмотря на снижение – с 0,47 в 2018 г. до 0,42 в 2023 г. – остается достаточно высоким по сравнению с Беларусью [2].

Таким образом, Республика Беларусь успешно интегрирует достижения современной науки и техники, создавая условия для устойчивого развития и повышения конкурентоспособности своей продукции на международном рынке. Однако на сегодняшний день актуальным остается вопрос низкого финансирования.

В то же время Беларусь обладает значительным потенциалом для развития биоэкономики и биотехнологий. Например, с 2020 по 2024 гг. численность занятых в сфере научных исследований и разработок составляла 3,5–3,6 %, а величина инвестиций в инновации ежегодно возрастает. Например, если в 2020 г. данный показатель составлял 320 млн руб., то в 2024 г. он составил 460 млн руб. увеличившись почти на 44 %. Однако, по внутренним затратам на научные исследования и разработки в процентах к валовому внутреннему продукту наблюдался спад с 0,58 % до 0,51 %, что свидетельствует о недостаточности финансирования и необходимости принятия мер по расширению программы государственной поддержки исследований (таблица) [2; 10, с. 57, 32].

Динамика показателей инновационного потенциала Республики Беларусь

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024
Численность граждан, занятых в сфере научных исследований и разработок, % от общего числа занятых	3,5	3,6	3,6	3,6	3,5
Инвестиции в инновации (новые технологии, оборудование, ПО), млн руб.	320	350	380	420	460
Внутренние затраты на научные исследования и разработки, в процентах к ВВП	0,58	0,56	0,46	0,47	0,48

Исходя из представленных данных по инновационному потенциалу Беларуси, можно предложить следующие направления дальнейшего развития биоэкономики в стране: усиление государственной поддержки и финансирования научно-технических программ в области биотехнологий; системное внедрение биопроизводств с замкнутыми производственными циклами для повышения экологической устойчивости и ресурсосбережения; расширение международного сотрудничества в сфере науки и инноваций в рамках ЕАЭС, ШОС и других интеграционных объединений; содействие созданию и коммерциализации высокотехнологичной продукции с экспортным потенциалом.

Таким образом, развитие биоэкономики с использованием интеграции биотехнологий и искусственного интеллекта становится ключевым фактором устойчивого экономического роста и экологической безопасности. Беларусь, располагая значительным научным и технологическим потенциалом, имеет возможность усилить свои позиции на мировой арене, если будет продолжать расширять государственную поддержку, стимулировать инновации и развивать международное сотрудничество. Внедрение замкнутых производственных циклов и продвижение экспортно-ориентированных биотехнологических продуктов способствует формированию конкурентоспособной и эффективной экономики будущего.

Библиографические ссылки

1. Financing a Sustainable Global Bioeconomy. URL: <https://www.naturefinance.net/resources-tools/financing-sustainable-global-bioeconomy> (дата обращения: 20.10.2025).
2. TheGlobalEconomy.com // Интернет-ресурс американской экономической Ассоциации. URL: <https://www.theglobaleconomy.com/economies> (дата обращения: 20.10.2025).
3. The Global Innovation Index 2025. Ranking of World's 100 Innovation Clusters. URL: <https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-2025-gii-2025-clusters-top100-ranking.pdf> (дата обращения: 20.10.2025).
4. Insilico Medicine. Использование ИИ в разработке лекарств. URL: <https://involta.media/post/startup-insilico-medicine-provodit-pervye-ispytaniya-lekarstva-razrabotannogo-ii> (дата обращения: 12.10.2024).
5. Recommendations for a Competitive EU Bioeconomy. URL: <https://www.shapingbio.eu/news/press-release-eu-project-shapingbio-offers-recommendations-for-a-competitive-eu-bioeconomy/> (дата обращения: 12.10.2024).
6. Министерство энергетики Республики Беларусь. Использование биомассы для производства энергии в Беларуси. URL: <https://energoeffect.gov.by/> (дата обращения: 12.10.2024).
7. РУП «Институт мясо-молочной продукции». URL: <https://www.instmmp.by/struktura/otdely-i-laboratorii> (дата обращения: 12.10.2024).
8. Биопрепараты БГУ для борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений. URL: <https://bsu.by/news/biopreparaty-bgu-dlya-borby-s-vreditelyami-i-vozbuditelyami-bolezney-rasteniy-zapustili-v-massovoe-p-d/> (дата обращения: 21.10.2025).
9. Биотехнологическая промышленность Республики Беларусь 2024. URL: <https://investin-belarus.by/upload/medialibrary/reviews/biotehnologii-v-belarusi-2024.pdf> (дата обращения: 21.10.2025).
10. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2025. URL: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/9be/bw58kf25iyvf50lhg5ggffbiroi4haqa.pdf> (дата обращения: 20.10.2024).