УДК 332.1:338.1
DOI 10.17513/fr.43800

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЛОБАЛЬНОГО РЫНКА БИОТЕХНОЛОГИЙ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ

Сарсадских А.В., Эйриян Н.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
Екатеринбург, e-mail: nastasiyas@inbox.ru, eyriyann@mail.ru

Быстрый рост биотехнологической отрасли связан с внедрением инновационных решений в медицине, фармацевтике, сельском хозяйстве и промышленном производстве. Цель исследования заключается в выявлении ключевых технологических инноваций и региональных трендов, определяющих перспективы развития глобального рынка биотехнологий в среднесрочной перспективе, а также в оценке влияния данных факторов на формирование стратегий роста отрасли. Для достижения этой цели применялся междисциплинарный подход, включающий экономический анализ, оценку управленческих решений и анализ научно-технологических тенденций. В работе рассмотрены показатели роста биофармацевтики, ферментации, нанобиотехнологии и других направлений, формирующих структуру рынка. Особое внимание уделено влиянию правительственных инициатив, инвестиционной привлекательности и региональных особенностей на развитие данной сферы. Сравнительный анализ, охватывающий Соединённые Штаты Америки, Европейский союз и Азиатско-Тихоокеанский регион, позволил выявить особенности локальных стратегий, а также основные факторы, стимулирующие научно-исследовательскую деятельность и коммерциализацию биотехнологических продуктов. В заключение статьи подведены итоги относительно перспектив отрасли и приведены рекомендации по дальнейшему развитию рынка, включая совершенствование механизмов государственной поддержки, укрепление межрегиональной кооперации и адаптацию новых технологических платформ.

Ключевые слова: биотехнологии, рынок, инновации, рост, регионы, ферментация, биофарма

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL BIOTECHNOLOGY MARKET: TECHNOLOGICAL INNOVATIONS AND REGIONAL TRENDS

Sarsadskikh A.V., Eiriyan N.A.

Ural State University of Economics, Ekaterinburg,
e-mail: nastasiyas@inbox.ru, eyriyann@mail.ru

The rapid growth of the biotechnology industry is associated with the introduction of innovative solutions in medicine, pharmaceuticals, agriculture and industrial production. The purpose of the study is to identify key technological innovations and regional trends that determine the prospects for the development of the global biotechnology market in the medium term, as well as to assess the impact of these factors on the formation of industry growth strategies. To achieve this goal, an interdisciplinary approach was used, including economic analysis, assessment of management decisions and analysis of scientific and technological trends. The paper considers the growth indicators of biopharmaceuticals, fermentation, nanobiotechnology and other areas that form the market structure. Particular attention is paid to the impact of government initiatives, investment attractiveness and regional characteristics on the development of this area. A comparative analysis covering the United States of America, the European Union and the Asia-Pacific region revealed the features of local strategies, as well as the main factors stimulating research and development and commercialization of biotechnological products. In conclusion, the article sums up the prospects of the industry and provides recommendations for further development of the market, including improving government support mechanisms, strengthening interregional cooperation and adapting new technological platforms.

Keywords: biotechnology, market, innovation, growth, regions, fermentation, biopharma

Введение

Современная биотехнология представляет собой быстро развивающуюся отрасль, сочетающую в себе открытия в области генетики, молекулярной биологии, химии, информатики и смежных дисциплин. Отрасль биотехнологий оказывает значительное влияние на решение ряда актуальных задач человечества – от совершенствования методов лечения тяжелых заболеваний до обеспечения продовольственной безопасности и развития экологически чистых

технологий. Масштабы и многообразие применения биотехнологических решений способствуют формированию устойчивого интереса к этому сектору со стороны государственной власти, академических кругов и инвесторов. На протяжении последних десятилетий рынок биотехнологий демонстрирует высокие темпы роста, обусловленные несколькими ключевыми факторами. Во-первых, наблюдается стремительное развитие научно-технического прогресса в области геномики, протеоми-

ки и метабомики, позволяющего создавать принципиально новые лекарства, вакцины и методы диагностики. Во-вторых, усиливается государственная поддержка научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и льготное финансирование стартапов, занимающихся разработкой инновационных продуктов. В-третьих, возрастает потребность общества в более эффективных и безопасных методах лечения хронических и орфанных заболеваний, что стимулирует спрос на передовые биотехнологии.

По мнению Дж. С. Юань и соавторов, биотехнология прокладывает путь к устойчивому будущему, позволяя использовать биомассу и возобновляемые ресурсы [1]. М. Кочча подчёркивает значение технологий для глобальной устойчивости и тесного взаимодействия науки с промышленностью [2]. Е.Б. Ленчук отмечает потенциал России и существующие институциональные барьеры [3]. Й. Нильсен и коллеги указывают на инновации в промышленной биотехнологии, включая активное внедрение ферментационных методов и создание рекомбинантных белков [4]. Е.В. Журавлева и соавторы рассматривают механизмы укрепления научно-образовательных центров, подчёркивая важность стимулирования прорывных исследований [5]. С точки зрения С.М. Гавриленко, биотехнологии тесно связаны с биополитикой и требуют строгого регуляторного контроля [6]. Л.Г. Молочаева и Ф.Б. Гамаева акцентируют внимание на ключевых трендах рынка: биоэтаноле, нанобиотехнологиях и персонализированных медицинских решениях [7]. Р. Ходж подчёркивает инвестиционную привлекательность отрасли и сокращение сроков разработки новых препаратов [8]. Исследователи И.Г. Дежина и Т.Р. Гареев отмечают возможности сотрудничества России со странами БРИКС, а З.А. Мамедьяров рассматривает биотехнологии как драйвер экономического восстановления [9; 10].

Региональный аспект анализируется Е.Ю. Широковой, которая выделяет факторы активизации инновационных процессов в различных территориях [11]. Н.А. Кравченко и соавторы фокусируются на формировании новых экосистем и партнёрстве государственных и частных структур [12]. Л. Афанасьева и Т. Ткачева подчёркивают роль инновационных ресурсов в устойчивом развитии, тогда как В.И. Бывшев и коллеги показывают, что эффективность институтов поддержки определяет скорость внедрения передовых технологий [13; 14]. П. Покатаев и соавторы рассматривают биотехнологии как базу биоэкономики,

сочетающей экологическую устойчивость и высокий технологический потенциал [15].

Цель исследования заключается в выявлении ключевых технологических инноваций и региональных трендов, определяющих перспективы развития глобального рынка биотехнологий в среднесрочной перспективе, а также в оценке влияния данных факторов на формирование стратегий роста отрасли.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования использовался междисциплинарный подход, объединяющий экономический анализ, управленческие исследования и оценку научно-технологических тенденций. Для систематизации собранных сведений применялся контент-анализ, позволявший выделять ключевые направления и определять их частоту упоминания. Далее полученная информация группировалась по технологическим сегментам (биофармацевтика, сельскохозяйственная биотехнология, нанобиотехнология, биоинформатика и т.д.). С целью оценки влияния государственных инициатив, норм регулирования и инвестиций изучались материалы профильных министерств, отчёты Всемирной организации здравоохранения, Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций, Организации экономического сотрудничества и развития, а также данные венчурных фондов и фармацевтических компаний. Особое внимание уделялось барьерам выхода на рынок, таким как продолжительность клинических испытаний и специфика сертификации. Сравнительный анализ ключевых регионов с учётом государственной поддержки и венчурных инвестиций позволил выявить основные факторы, стимулирующие рост рынка в Соединённых Штатах Америки, Европейском союзе и Азиатско-Тихоокеанском регионе. На заключительном этапе была проведена интеграция результатов, сформулированы выводы о наиболее перспективных технологиях и предложены рекомендации для стратегического планирования в отрасли.

Результаты исследования и их обсуждение

В первую очередь, следует рассмотреть суммарные показатели глобального рынка биотехнологий, отражающие масштабы и перспективы отрасли в ближайшие годы. С одной стороны, растёт спрос на инновационные биофармацевтические препараты и генотерапевтические решения, с другой – происходит эволюция сельскохозяйствен-

ного и промышленного секторов, стремящихся повысить производительность и снизить экологические риски. Для оценки динамики рынка целесообразно рассмотреть ключевые индикаторы в период с 2020 по 2027 год, включая темпы роста и прогнозируемые объёмы (табл. 1). Эти данные демонстрируют, насколько значительным может быть расширение биотехнологического сектора в глобальном масштабе, а также позволяют выделить ключевые факторы, стимулирующие данное расширение.

Объём рынка биотехнологий практически удвоится в течение семи лет, что свидетельствует о растущей значимости инновационных биопроцессов и продуктов. Позитивная динамика особенно заметна в медицинской и сельскохозяйственной сферах, тогда как сдерживающими факторами остаются длительные процедуры регуляторного одобрения и потенциальные

риски, связанные с использованием генетических технологий.

Структура рынка биотехнологий охватывает несколько ключевых сегментов. Среди них биофармацевтика, ферментация, нанобиотехнология, 3D-биопечать и биоинформатика (табл. 2). Сегмент биофармацевтики растёт в среднем на 9,2% ежегодно за счёт увеличения распространённости хронических заболеваний и востребованности персонализированных методов лечения. Ферментация, объём которой достиг 57 млрд долларов США в 2020 году, обеспечивает производство антибиотиков, пробиотиков, биоэтанола и других соединений. Нанобиотехнология и 3D-биопечать открывают дополнительные перспективы в направлении целевой доставки лекарств и создания искусственных тканей. Развитие биоинформатики ускоряет анализ больших данных, обеспечивая поддержку в R&D и персонализированной медицине.

Таблица 1

Ключевые индикаторы рынка биотехнологий (2020–2027 гг.)

Показатель	Значение
Базовый год	2020
Размер рынка в 2020 г.	497,2 млрд долл. США
Прогнозируемый период	2021–2027
CAGR (2021–2027)	9,4%
Прогнозируемый размер рынка к 2027 г.	952,0 млрд долл. США
Исторический период	2016–2020
Основные факторы роста	Госинициативы, инновации, спрос на продукты сельского хозяйства, рост хронических заболеваний
Основные вызовы	Регуляторные барьеры, генетические риски
Покрываемые сегменты	Применение, технологии, регион

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных Global Market Insights [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gminsights.com/industry-reports/food-and-beverages> (дата обращения: 01.02.2025).

Таблица 2

Ключевые сегменты рынка пищевой биотехнологии

Сегмент / технология	Основные характеристики	Прогноз роста
Биофармацевтика	Разработка биопрепаратов, вакцин, генной терапии	CAGR ~9,2% к 2027 г.
Ферментация	Производство антибиотиков, пробиотиков, биоэтанола	Объём 57 млрд долл. (2020 г.)
Нанобиотехнология	Применение наноматериалов, таргетных систем доставки лекарств	Высокий рост за счёт инноваций
3D-биопечать	Биопечать тканей и органов, широкий потенциал для R&D	Развитие персонализированной медицины
Биоинформатика	Анализ генома, больших данных, ускорение исследовательских процессов	Усиление роли в персонализированных решениях

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных Global Market Insights [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gminsights.com/industry-reports/food-and-beverages> (дата обращения: 01.03.2025).

Таблица 3

Ключевые сегменты рынка пищевой биотехнологии

Сегмент	Основные характеристики	Примеры применения
Трансгенные культуры	– Модифицированные гены для повышения устойчивости к вредителям и стресс-факторам – Сокращение использования пестицидов	– Кукуруза с генами Vt для защиты от насекомых – Соевые бобы с устойчивостью к гербицидам
Синтетические биопродукты	– Технологии клеточного мяса и растительных аналогов – Фокус на здоровом и экологичном питании	– Соевые и гороховые белки в качестве заменителей мясных продуктов – Клеточные культуры мышечной ткани
Животноводство	– Генная инженерия для повышения надоев и снижения эмиссий – Ферментационные добавки для кормов	– Биополимерные системы для уменьшения метановых выбросов – Вакцины против болезней скота, повышающие продуктивность
Микроорганизмы (ферментация)	– Применение дрожжей, бактерий и грибов – Получение пробиотиков и ферментов	– Производство сыров, йогуртов, вина, пива – Биологические консерванты и улучшители пищевых свойств

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных Global Market Insights [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gminsights.com/industry-reports/food-and-beverages> (дата обращения: 01.03.2025).

Каждое из представленных направлений по-своему способствует росту отрасли. Особую роль играет комплексный подход, где нанотехнологии сочетаются с генной инженерией, а биоинформатика облегчает процесс анализа данных. Объединение перечисленных технологий способствует появлению новых продуктов и услуг, востребованных как в медицине, так и в сельском хозяйстве, промышленности и других сферах.

Пищевые биотехнологии отличаются многообразием направлений и методик, каждая из которых имеет своё прикладное значение и набор технологических особенностей. Наиболее востребованными в последние годы остаются: трансгенные культуры для повышения урожайности и устойчивости, синтетические биотехнологические продукты (такие как растительные заменители мяса и клеточно выращенные белки), решения для животноводства, направленные на улучшение качества и объёмов выпускаемой продукции, а также использование микроорганизмов в производстве ферментов, пробиотиков и прочих функциональных компонентов (табл. 3).

Каждый сегмент рынка вносит вклад в продовольственную безопасность и улучшение качества питания: трансгенные культуры внедряются там, где законодательство лояльно к ГМО, а в Европе регулирование более строго. Синтетические биопродукты популярны за счёт экологических факторов и изменений в предпочтениях потребителей. Технологии животноводства повышают отраслевую эффективность, снижая

негативное воздействие на экологию. Ферментационные методы и микроорганизмы востребованы для производства как традиционных, так и функциональных пищевых продуктов.

В географическом разрезе выделяют три центра роста: США, Европу и Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР). В США благодаря инвестициям и господдержке прогнозируется темп роста (CAGR) до 9,2%. Германия в Европе наращивает биотехнологические кластеры и сосредоточена на качестве и безопасности, что иногда замедляет коммерциализацию, но гарантирует высокие стандарты. В АТР (Китай, Индия и др.) значительную роль играют государственные программы и формирование биотехнологических кластеров, ориентированных на клеточные и генные технологии для сельского хозяйства и медицины.

При этом Северная Америка (США, Канада) выделяется инвестициями в R&D и венчурным капиталом; Европа – жёсткими экологическими нормами, удлиняющими вывод продуктов, но повышающими их качество; АТР ожидает рост свыше 11% CAGR до 2032 года за счёт внимания к альтернативным источникам белка и агроинновациям. Крупные корпорации (BASF SE, Bayer CropScience AG) и специализированные компании (Arcadia Biosciences, AquaBounty Technologies) конкурируют за приоритет в инновациях.

Латинская Америка, обладая ресурсами, делает ставку на повышение эффективности животноводства и рост экспорта, тогда как Ближний Восток и Африка внедряют

прецизионные методы для сохранения воды и рационального использования земли. В целом, глобальный рынок биотехнологий сочетает высокие темпы роста и разнообразие технологий (нанобиотехнологии, редактирование генома, 3D-биопечать). В ближайшие годы спрос усилится благодаря потребности в эффективных методах диагностики и лечения, а также экологических решениях для сельского хозяйства и промышленности.

Заключение

Проведённое исследование позволило выявить ключевые технологические инновации и региональные особенности, определяющие перспективы развития мирового рынка биотехнологий. Полученные данные свидетельствуют о высоком темпе роста отрасли, поддерживаемом государственной и частной финансовой помощью, а также интенсивными научными разработками в сфере генной инженерии, нанобиотехнологии и биоинформатики. Особую роль играет ориентация на преодоление последствий пандемии COVID-19, которая повысила интерес общества и инвесторов к передовым медицинским и промышленным решениям.

Высокая динамика развития сохраняется за счёт вовлечения новых участников рынка, совершенствования нормативных механизмов и расширения межрегионального сотрудничества. При этом остаются актуальными риски, связанные с безопасностью и этическими вопросами использования генетических технологий. В долгосрочной перспективе эффективность внедрения инноваций будет определяться сбалансированным сочетанием научных, экономических и регуляторных факторов.

Таким образом, результаты исследования подтверждают перспективность биотехнологий как одного из ключевых направлений в формировании инновационной экономики. Рекомендации, полученные на основе сравнительного анализа различных регионов, указывают на важность укрепления кооперации между государством, бизнесом и научным сообществом. Это создаст благоприятные условия для дальнейшего роста сектора, ускорения выхода на рынок новых продуктов и повышения глобальной конкурентоспособности биотехнологических решений.

Список литературы

1. Yuan J.S., Pavlovich M.J., Ragauskas A.J., Han B. Biotechnology for a sustainable future: biomass and beyond // *Trends in Biotechnology*. 2022. Vol. 40. № 12. P. 1395–1398. DOI: 10.1016/j.tibtech.2022.09.020.
2. Coccia M. New directions of technologies pointing the way to a sustainable global society // *Sustainable Futures*. 2023. Vol. 5. P. 100114. DOI: 10.1016/j.sfr.2023.100114.
3. Ленчук Е.Б. Россия в мировом процессе научно-технологического развития // *Контурные глобальных трансформаций: политика, экономика, право*. 2021. Т. 14, № 4. С. 72–91. DOI: 10.23932/2542-0240-2021-14-4-5.
4. Nielsen J., Tillegreen Ch.B., Petranovic D. Innovation trends in industrial biotechnology // *Trends in Biotechnology*. 2022. Vol. 40. № 10. P. 1160–1172. DOI: 10.1016/j.tibtech.2022.03.007.
5. Журавлева Е.В., Воробьева Т.Н., Захарова Д.А., Жабинская В.П. Достижение мирового уровня научно-образовательными центрами – тренды, механизмы, результаты // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34, № 9. С. 112–118. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10919.
6. Гавриленко С.М. Технонаука, биополитика и биобанкинг // *Эпистемология и философия науки*. 2020. Т. 57, № 1. С. 38–44. DOI: 10.5840/eps20205714.
7. Molochaeva L.G., Gamaeva F.B. Key trends in the global biotechnology market // *BIO Web of Conferences*. 2024. Vol. 82. P. 05032. DOI: 10.1051/bioconf/20248205032.
8. Hodge R. The future is bright, the future is biotechnology // *PLoS Biology*. 2023. Vol. 21. № 4. P. e3002135. DOI: 10.1371/journal.pbio.3002135.
9. Дежина И.Г., Гареев Т.Р. Россия и новые страны БРИКС: перспективы технологической кооперации // *Мировая экономика и международные отношения*. 2024. Т. 68, № 9. С. 113–124. DOI: 10.20542/0131-2227-2024-68-9-113-124.
10. Мамедьяров З.А. Развитие науки и технологий: посткризисные оценки // *Мировая экономика и международные отношения*. 2022. Т. 66, № 5. С. 14–22. DOI: 10.20542/0131-2227-2022-66-5-14-22.
11. Широкова Е.Ю. Научно-технологическое развитие регионов: тенденции и факторы активизации // *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*. 2024. Т. 59, № 3. С. 171–190. DOI: 10.55959/MSU0130-0105-6-59-3-8.
12. Kravchenko N.A., Markova V.D., Yusupova A.T. Emerging Regional Innovation Ecosystems: In Search of Partnerships // *Regional Research of Russia*. 2024. Vol. 14. № 3. P. 387–397. DOI: 10.1134/S2079970524600392.
13. Afanasyeva L., Tkacheva T. Forming of Innovative Resources in the Context of Ensuring Sustainable Development of Regions // *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 295. P. 01005. DOI: 10.1051/e3sconf/202129501005.
14. Byvshev V. I., Parfenteva K. V., Uskov D. I., Panteleeva I. A. Regional Institutions to Support Science and Innovation: Mechanisms to Improve the Efficiency of Their Operation // *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. 2022. Vol. 15. № 4. P. 559–579. DOI: 10.17516/1997-1370-0706.
15. Pokataiev P., Liezina A., Petukhova H., Andriushchenko A. The role of biotechnology in the development of the bioeconomy // *Acta Innovations*. 2023. № 46. P. 19–34. DOI: 10.32933/actainnovations.46.2.