

«НОВАЯ» ЭКОНОМИКА: ВЫЗОВЫ И ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ

“NEW” ECONOMICS: CHALLENGES AND PROBLEMS OF FORMATION

УДК 339.94

Л. Ю. Пшебельская, А. В. Ледницкий
Белорусский государственный технологический университет
**ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ**

В статье рассматриваются характерные черты биотехнологии на современном этапе. Развитие рынка биотехнологии является основой обеспечения биологической и экономической безопасности и одним из индикаторов состояния инновационного развития государства. Эффективное управление инновациями направлено на извлечение выгоды из полного ресурсного потенциала инноваций при минимально возможных затратах.

В мире наука и технологии развиваются с достаточной скоростью во многих направлениях, однако биотехнологии выделяются как одна из самых обещающих и динамичных областей. Биотехнологическая сфера сильно диверсифицирована и включает производство биотехнологических фармацевтических продуктов; ферментов и ферментных препаратов; живых культур микроорганизмов; биотехнологических препаратов для добывающих отраслей, сельского хозяйства и для защиты окружающей среды. Разнообразие приложений биотехнологий означает, что, используя интегрированный подход, почти каждая страна может извлечь выгоду.

Помимо простой разработки полезных новых продуктов, биотехнологии также могут влиять на качество жизни и приносить пользу внешней торговле, соответственно, могут воздействовать как на внутренние, так и на внешнеполитические решения. Таким образом, рынок биотехнологических инноваций – перспективное направление, позволяющее эффективно использовать потенциал отечественной науки, развить новую экспортную нишу.

Ключевые слова: биотехнология, наука, инновации, рейтинги, биоэкономика, биофармацевтика, геномная инженерия, биоинформатика, технологии клеточной культуры, экономический рост, устойчивое развитие.

Для цитирования: Пшебельская Л. Ю., Ледницкий А. В. Особенности оценки и перспективы развития биотехнологических инноваций // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. 2024. № 2 (286). С. 5–12.

DOI: 10.52065/2520-6877-2024-286-1.

L. Yu. Pshabelskaya, A. V. Lednitskiy
Belarusian State Technological University
**FEATURES OF ASSESSMENT AND PERSPECTIVES
DEVELOPMENT OF BIOTECHNOLOGICAL INNOVATIONS**

The article considers the characteristic features of biotechnology at the modern stage. The development of biotechnology market is the basis for ensuring biological and economic security, as well as one of the indicators of the state of innovative development of states. Effective innovation management is aimed at capitalising on the full resource potential of innovation at the lowest possible cost.

Globally, science and technology are advancing at an incredible speed in many directions, but biotechnology stands out as one of the most promising and dynamic fields. The biotechnology field is quite highly diversified: biotech pharmaceutical products; enzymes and enzyme preparations; live cultures of microorganisms; biotech products for extractive industries, for agriculture and for environmental protection. The diversity of biotechnology applications means that almost every country can benefit from an integrated approach.

Beyond simply developing useful new products, biotechnology can also affect quality of life and benefit foreign trade. Consequently, they can influence both internal and foreign policy decisions. Thus, the market of biotechnological innovations is a promising area that allows effectively utilising the potential of domestic science and developing a new export niche.

Keywords: biotechnology, science, innovation, rankings, bioeconomics, biopharmaceuticals, genetic engineering, bioinformatics, cell culture technologies, economic growth, sustainable development.

For citation: Pshebelskaya L. Yu., Lednitskiy A. V. Features of assesment and perspectives development of biotechnological innovations. *Proceedings of BSTU, issue 5, Economics and Management*, 2024, no. 2 (286), pp. 5–12 (In Russian).

DOI: 10.52065/2520-6877-2024-286-1.

Введение. Неоспоримым постулатом на современном этапе является то, что биотехнология обладает значительным потенциалом для решения множества задач в различных областях народного хозяйства. В результате мировыми трендами являются стремительное развитие данной сферы, инвестирование в новые стартапы и коммерциализация биотехнологических инноваций. Реализуемые во многих государствах правительственные программы направляются для поддержки научных, исследовательских проектов, создания и развития инновационных компаний, которые смогут обеспечить ресурс для активизации биотехнологического сектора. Мировое научное сообщество располагает работами как теоретической, так и практической направленности для оценки и прогнозирования развития мирового биотехнологического рынка.

Основная часть. Биотехнология как наука появилась в конце XX – начале XXI в. и с этого времени показывает устойчивый рост, становясь одним из приоритетных направлений в мировой науке и экономике. Она использует живые организмы и биологические процессы в практических интересах человека. В традиционном понимании биотехнология (от греч. *bios* – жизнь; *teken* – искусство, мастерство; *logos* – наука) – это наука о методах и технологиях производства, транспортировки, хранения и переработки различных веществ и продуктов с использованием природных биологических объектов и процессов. Европейская федерация биотехнологий приняла следующее определение: «Биотехнология – это интегральное использование биохимии, микробиологии и инженерных наук в целях промышленной реализации способностей микроорганизмов, культур клеток тканей и их частей» [1]. Как наука современная биотехнология возникла на стыке биологических, химических и технических наук. Биотехнологические методы включают микробиологический синтез, клеточную и генную инженерию, инженерную энзимологию, культивирование клеток микроорганизмов, растений и животных, методы цитологии и гистологии.

Значительные успехи, достигнутые во второй половине XX в. в фундаментальных исследованиях в области биохимии, молекулярной биоло-

гии, генетики, явились мощным импульсом для развития биотехнологии. Биотехнология в настоящее время охватывает широкий спектр областей, таких как биохимия, генетика и молекулярная биология. Каждый год разрабатываются новые технологии и продукты в таких областях, как медицина, сельское хозяйство и промышленная биотехнология.

Существуют различные направления биотехнологии, однако нет единой общепринятой типологии. Классификация биотехнологии – достаточно сложная задача ввиду большого количества и разнообразия направлений. Исторически интересна классификация по цветам, которая была впервые предложена в 2003 г. на американо-европейской встрече по биотехнологиям. На первых порах она состояла всего из трех цветов: красный, зеленый и белый. Однако со временем число цветов заметно увеличилось. Например, журнал *Electronic Journal of Biotechnology* определил десять цветов биотехнологий, что соответствует данным большинства современных англоязычных научных изданий [2].

Однако наиболее распространена классификация по следующим основным направлениям биотехнологии:

– «красная» биотехнология – связана с обеспечением здоровья человека и потенциальной коррекцией его генома, производством биофармацевтических препаратов;

– «зеленая» биотехнология – разработка и создание генетически модифицированных растений, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам (определяет современные методы ведения сельского и лесного хозяйства);

– «белая» – промышленная биотехнология: производство биотоплива, биотехнологии в пищевой, химической и нефтеперерабатывающей промышленности;

– «серая» – связана с природоохранной деятельностью, биоремедиацией;

– «синяя» биотехнология – изучение и применение молекулярных биотехнологических методов по отношению к морским (водным) организмам [3].

В данной статье оценивается инновационный потенциал мирового рынка биотехнологий по комплексной методике (рис. 1–8).

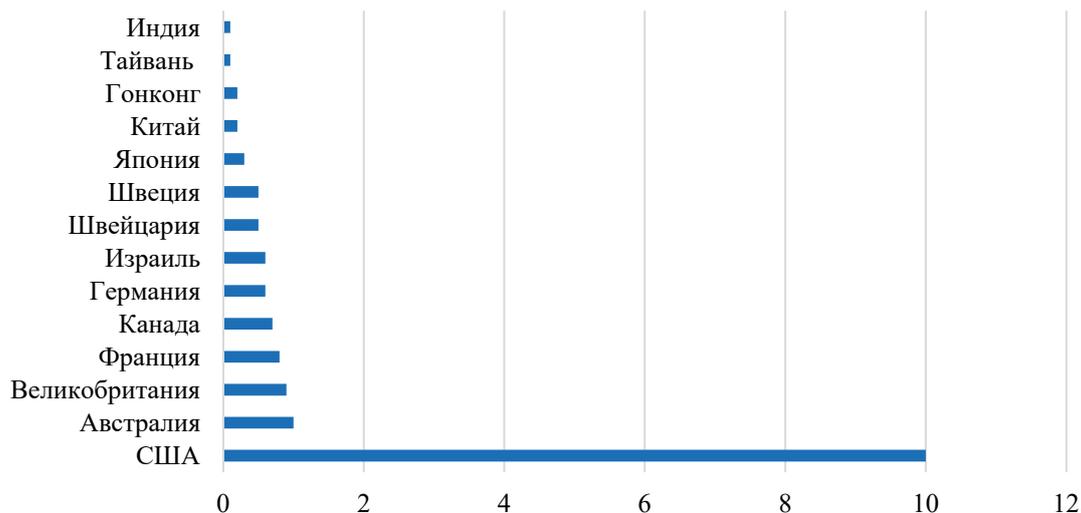


Рис. 1. Оценка рынка биотехнологий по категории «продуктивность» [5]

Исходя из публикуемой статистики и прогнозов экспертов в данной области, в ближайшие годы мировой рынок биотехнологий ждет значительный рост. По оценкам экспертов, объем мирового рынка биотехнологий составил 1,55 трлн долл. США в 2024 г.; ожидается, что он достигнет около 4,61 трлн долл. США к 2034 г., увеличиваясь со среднегодовым темпом роста 11,5%. Объем рынка биотехнологий в Северной Америке (лидер рынка) достиг 521,02 млрд долл. США в 2023 г. [4–6]. За таким ростом стоит несколько факторов: развитие генетики в диагностике, регенеративной медицины и искусственного интеллекта.

Активизируется биотехнологический сектор в таких странах, как Китай, Япония и Индия, благодаря проводимым правительственным инициативам: оптимизация процесса регулирования разработки и внедрения на рынок лекарственных средств, стандартизация клинических исследований, совершенствование политики кредитования, налогообложения и ценообразования, что обеспечит отрасли прибыльный потенциал роста [7].

Размер выручки биотехнологических компаний по направлениям представлен в таблице. В структуре рынка преобладает биофармацевтика [4].

На протяжении продолжительного периода предлагались различные методики, по которым можно комплексно оценить рынок биотехнологий. Одной из самых распространенной стала рейтинговая оценка, предложенная доктором Яли

Фридманом (США), который имеет большой опыт работы в международной биотехнологии. Он является создателем глобальной системы показателей биотехнологии Scientific American World VIEW. Данная система комплексно оценивает биотехнологическую отрасль и инновационный потенциал в более чем пятидесяти странах мира. Методика охватывает семь категорий:

- 1) продуктивность;
- 2) защита интеллектуальной собственности;
- 3) поддержка бизнеса;
- 4) интенсивность;
- 5) образование (кадры);
- 6) научный потенциал;
- 7) политика и стабильность.

Рейтинг каждой категории состоит из ряда показателей. Общий рейтинг для каждой страны выводится из среднего арифметического балла отдельных подгрупп. Стране с самым высоким рейтингом присваивается балл 10, а стране с самым низким рейтингом – 0.

Лидерами рейтинга по категории «продуктивность» мирового рынка биотехнологий являются США, Австралия, Франция и Великобритания (рис. 1). При этом поскольку рынок биотехнологий, как правило, производит продукты и услуги с высокой добавленной стоимостью, одним из основных способов измерения продуктивности является оценка доходов компаний и количество биотехнологических компаний, зарегистрированных в стране (рис. 1).

Выручка мирового рынка биотехнологий по секторам, млрд долл. США

Сектора рынка	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Структура рынка в 2023 г., %
Биофармацевтика	383,91	447,93	507,57	575,26	41,73
Биопромышленность	230,56	266,37	298,88	335,41	24,33
Биоуслуги	76,51	85,09	91,91	99,30	7,20
Биосельское хозяйство	192,68	224,21	253,40	286,43	20,78
Биоинформатика	54,43	63,85	72,55	82,23	5,96

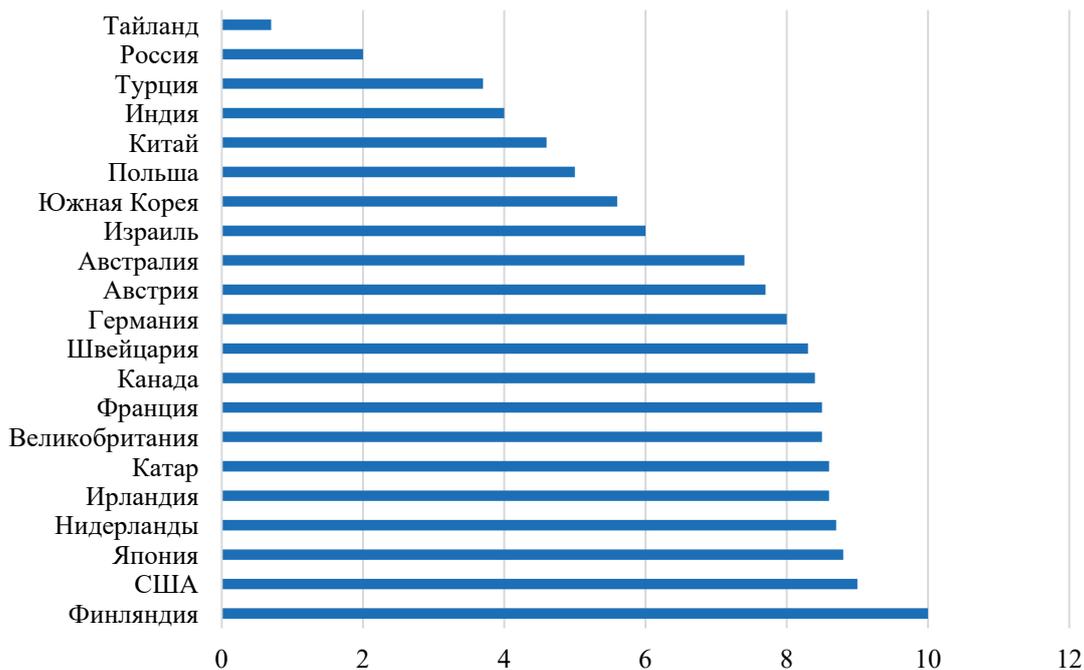


Рис. 2. Оценка рынка биотехнологий по категории «охрана интеллектуальной собственности» [8]

Надежная защита интеллектуальной собственности занимает центральное место в биотехнологии в связи с многолетними исследованиями, а также их значительным финансированием и сопутствующими рисками.

Лидерами в данной категории являются Финляндия, Канада, Франция, Ирландия, Япония, Нидерланды, Катар, Великобритания и США (рис. 2). Мониторинг эффективности управления интеллектуальной собственностью осуществляется по двум показателям: сила патентов (срок действия, цитируемость, объем прав, наличие лицензий и пр. [9]) и степень защиты интеллектуальной собственности.

Категория «интенсивность» включает не только абсолютные, но и относительные показатели: количество публично торгуемых компаний на рынке биотехнологий на душу населения, количество сотрудников компаний на душу населения, отношение выручки компаний к ВВП, количество биотехнологических патентов к общему количеству патентов, добавленная стоимость наукоемких и высокотехнологических компаний на рынке биотехнологий, расходы бизнеса на биотехнологические НИОКР. Страны-лидеры категории – Дания, США, Австралия (рис. 3).

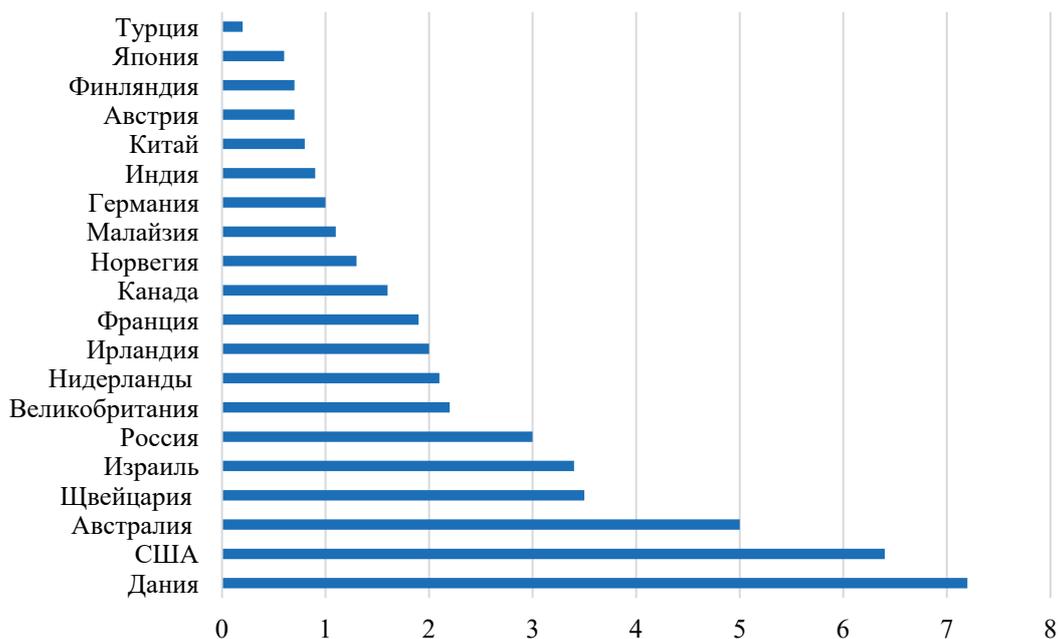


Рис. 3. Оценка рынка биотехнологий по категории «интенсивность» [8]

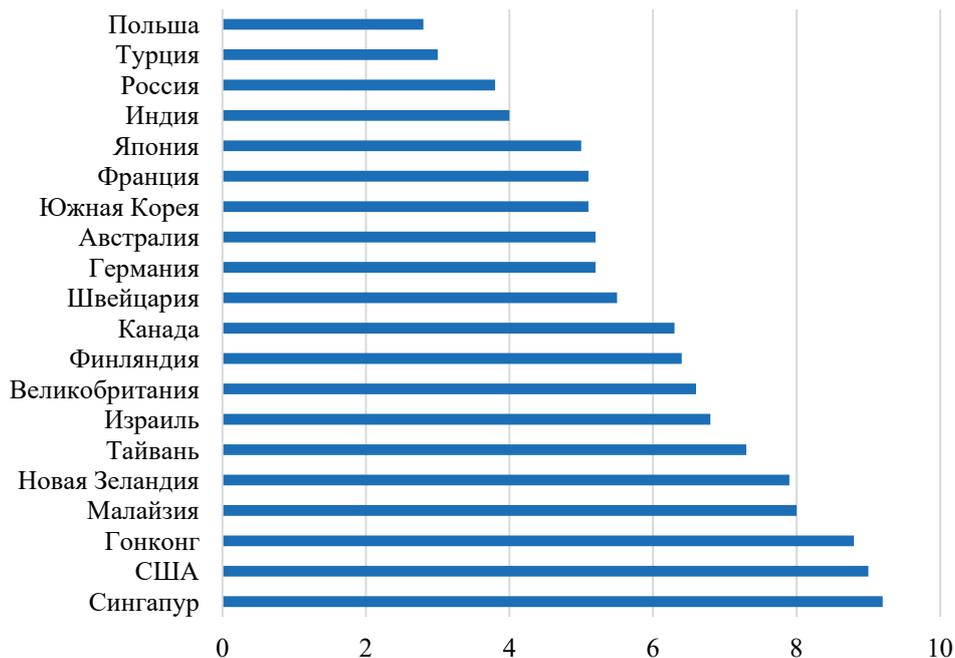


Рис. 4. Оценка рынка биотехнологий по категории «корпоративная поддержка» [8]

Показатели в категории «корпоративная поддержка» (рис. 4) оценивают функции, комфортные для ведения бизнеса в стране. В рейтинге стран с благоприятной деловой средой находятся Новая Зеландия, Сингапур и Дания. Ведущими странами по венчурному капиталу в области биотехнологий являются США, Канада и Франция. В топе рейтинга по доступности венчурного капитала находятся следующие государства: Катар, Малайзия, Финляндия, Израиль, Сингапур и США. По доступности (возможности) инвестирования на данном рынке первые места занимают Канада, Гонконг, Сингапур.

Одним из важнейших показателей, влияющих на активизацию биотехнологических инноваций, является кадровый потенциал (категория «образование (кадры)») (рис. 5). Первыми странами по количеству выпускников учреждений высшего образования на душу населения являются Новая Зеландия, Великобритания, Австралия и Ирландия; по количеству выпускников докторантуры в области естественных наук на душу населения – Новая Зеландия, Канада и Великобритания. Лидерами рейтинга по притоку научных кадров являются США, Великобритания и Франция.

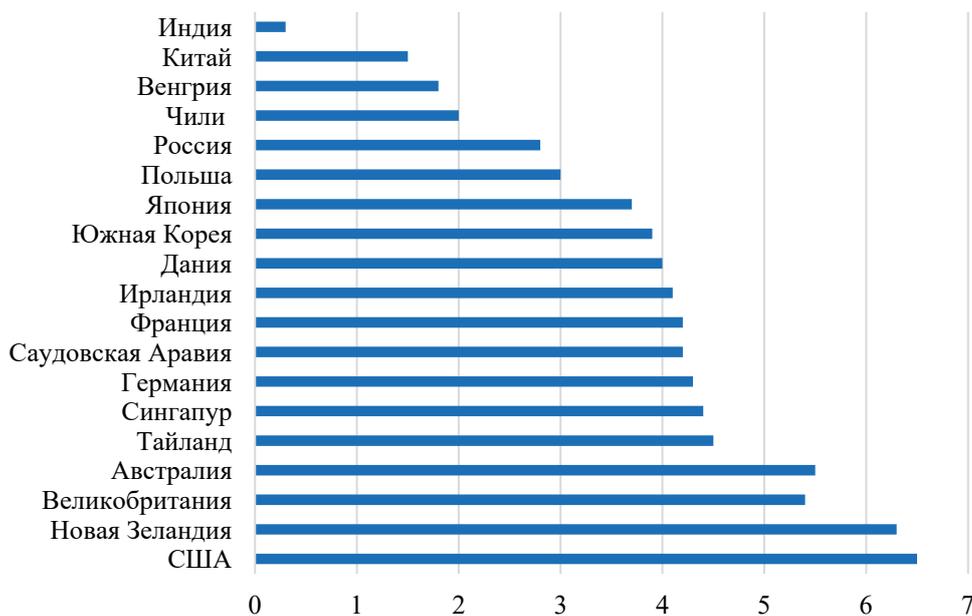


Рис. 5. Оценка рынка биотехнологий по категории «образование (кадры)» [8]

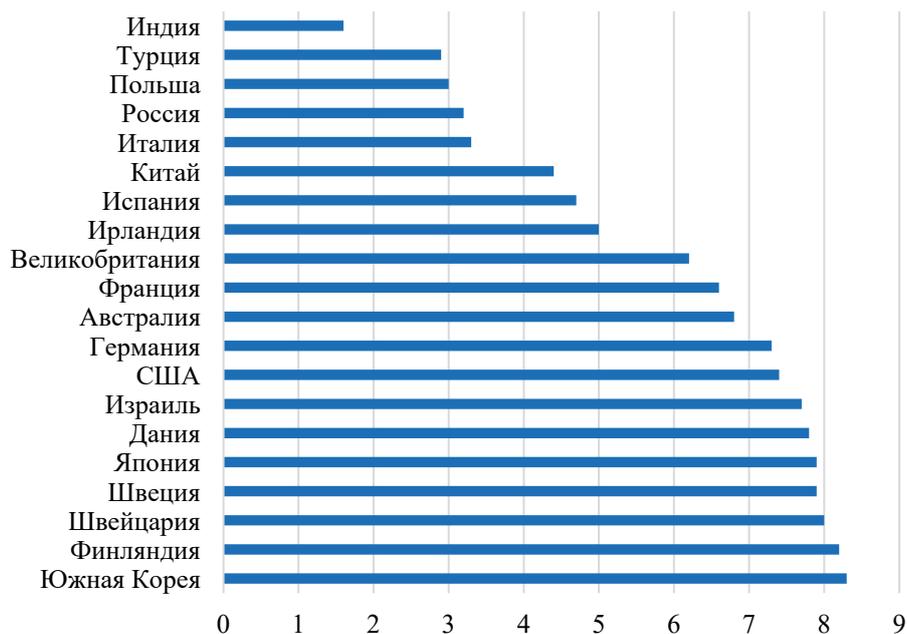


Рис. 6. Оценка рынка биотехнологий по категории «научный потенциал» [8]

Ведущими странами по показателю «отношение количества персонала в области НИОКР к занятости населения в целом» являются Израиль, Дания и Финляндия. В рейтинге объема средств, выделяемых на образование, лидируют Дания, Финляндия, Израиль, Япония, Южная Корея, Швеция.

В категории «научный потенциал» учитываются такие показатели, как национальные расходы на НИОКР из государственных и коммерческих источников к ВВП; качество инфраструктуры страны (доступ к интернету, объектам энергохозяйства, транспортная доступность и пр.); поддержка малого бизнеса (развитие предпринимательства).

Лидерами рейтинга по данной категории являются Дания, Финляндия, Израиль, Япония, Южная Корея, Швеция и Швейцария (рис. 6).

Инвестирование в инновационный (рискованный) бизнес разумно осуществлять в стране со стабильной политической ситуацией. Оценивается категория «политика и стабильность» следующими показателями: политическая стабильность и отсутствие насилия (терроризма), эффективность государственного управления, верховенство права. В рейтинге «политика и стабильность» лидируют такие государства, как Сингапур, Австралия, Австрия, Канада, Дания, Финляндия, Гонконг, Люксембург, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Швеция и Швейцария (рис. 7).

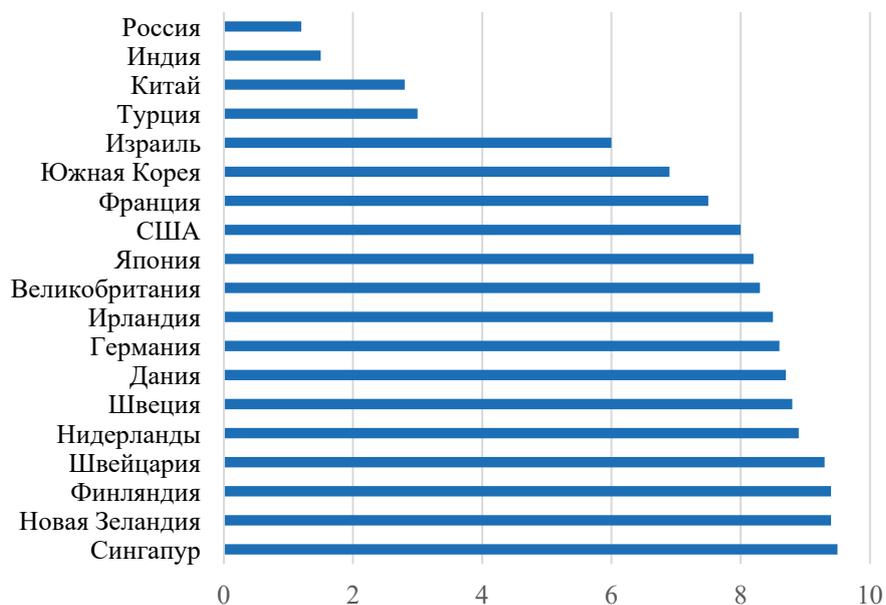


Рис. 7. Оценка рынка биотехнологий по категории «политика и стабильность» [8]

Заключение. Таким образом, не существует общепринятой методики, позволяющей в полной мере оценить развитие инновационной биотехнологии. Однако описываемый выше рейтинговый подход дает возможность принять более эффективное управленческое решение, выработать обоснованную стратегию (приобретение, расширение бизнеса, инвестирование, запуск новых продуктов, различные формы партнерства, создание совместных предприятий, слияние) на рынке биотехнологий по многим странам мира. Все это способствует росту рынка, созданию взаимовыгодных возможностей развития для многих участников рынка [10, 11].

Основными игроками, работающими на рынке биотехнологий, являются компании Abbott (США), Agilent Technologies Inc. (США), Danaher (США), BD (США), Bio-Rad Laboratories Inc. (США), General Electric (США), BIOMÉRIEUX (Франция),

Lonza (Швейцария), F. Hoffmann-La Roche Ltd. (Швейцария) и др. [12–14]. Северная Америка доминирует на рынке биотехнологий, однако ожидается, что Азиатско-Тихоокеанский регион будет расти достаточно высокими темпами в ближайшей перспективе благодаря наличию наибольшего числа поставщиков биотехнологической продукции.

Биотехнология использует возможности биологии для создания новых услуг и продуктов, которые способствуют росту экономики и рабочей силы, улучшению качества жизни и окружающей среды. Высокая стоимость разработки биотехнологических инноваций, несомненно, несколько ограничивает рост рынка. Тем не менее инновации и появление новых технологий, а также растущее применение технологий во многих сферах экономики являются драйверами роста рынка биотехнологий.

Список литературы

1. Музафаров Е. Н., Абдрасилов Б. С., Алферов В. А. Очерки по истории биотехнологии: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. 359 с.
2. Kafarski P. Rainbow code of biotechnology // CHEMIK. Wrocław University of Technology. 2012. No. 66 (8). P. 811–816. URL: https://www.chemik_8_2012_01.pdf (дата обращения: 26.08.2024).
3. Ульянов А. О. Основные тенденции инновационного развития транснациональных корпораций в сфере биотехнологии // Журнал Байкальского государственного университета. 2016. Т. 7, № 1. С. 120–129.
4. Biotechnology Market Size: Share and Trends 2024 to 2034 // Precedence Research. URL: <https://www.precedenceresearch.com/biotechnology-market> (дата обращения: 27.08.2024).
5. Friedman Y. Top 5 Biotech Funding Trends in 2024: Insights and Analysis // Biotechblog. URL: <https://biotechblog.com/top-5-biotech-funding-trends-in-2024-insights-and-analysis/> (дата обращения: 26.08.2024).
6. Branka V. Biotechnology Statistics: Employment, Usage, and Benefits // Seed Scientific. URL: <https://www.seedscientific.com/author/branka/> (дата обращения: 26.08.2024).
7. Discover the Top 10 Trends in Biotechnology 2025 // StartUs Insights. URL: <https://www.startusinsights.com/innovators-guide/top-10-biotech-industry-trends-innovations-in-2021/> (дата обращения: 27.08.2024).
8. Global Biotechnology Rankings // ThinkBiotech LLC. URL: <https://www.thinkbiotech.com/globalbiotech/> (дата обращения: 21.08.2024).
9. Щербакowa А. И. Биотехнологии и патентное право: опыт Европейского союза // Цифровое право. 2023. Т. 4, № 2. С. 64–72. DOI: 10.38044/2686-9136-2023-4-2-64-72.
10. Устимов С. Ю., Забайкин Ю. В. Влияние биотехнологий на реальный сектор экономики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13, № 3А. С. 161–167. DOI: 10.34670/AR.2023.89.51.014.
11. Асон Т. А., Мехова А. А. Роль биотехнологий в глобальной экономике XXI века и перспективы их развития в российской биотехнологической сфере // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2022. № 10. С. 10–15. DOI: 10.37882/2223-2974.2022.10.04.
12. Juma C. Biotechnology in the Global Economy: Beyond Technical Advances and Risks // Agbioforum. URL: https://agbioforum.org/wp-content/uploads/2021/02/AgBioForum_2_34_218.pdf (дата обращения: 21.08.2024).
13. Biggest Biotechnology Companies // Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/articles/markets/122215/worlds-top-10-biotechnology-companies-jnj-rogvx.asp> (дата обращения: 27.08.2024).
14. Глобальный рынок биотехнологий // Coherent Market Insights. URL: <https://www.coherentmarketinsights.com/ru/industry-reports/global-animal-biotechnology-market> (дата обращения: 28.08.2024).

References

1. Myzafanov E. N., Abdrazilov B. S., Alferov V. A. *Ocherki po istorii biotekhnologii* [Essays on the history of biotechnology]. Tula, Tula State University Publishing House, 2013. 359 p. (In Russian).
2. Kafarski P. Rainbow code of biotechnology. *CHEMIK. Wrocław University of Technology*, 2012, no. 66 (8), pp. 811–816. Available at: http://chemik_8_2012_01.pdf (accessed 26.08.2024).

3. Ul'yanov A. O. Main trends in innovative development of transnational corporations in the field of biotechnology. *Zhurnal Baykal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Baikal State University], 2016, vol. 7, no. 1, pp. 120–129 (In Russian).
4. Biotechnology Market Size: Share and Trends 2024 to 2034 2034. Available at: <http://precedenceresearch.com/biotechnology-market> (accessed 27.08.2024).
5. Friedman Y. Top 5 Biotech Funding Trends in 2024: Insights and Analysis. Available at: <https://www.biotechblog.com/top-5-biotech-funding-trends-in-2024-insights-and-analysis/> (accessed 21.08.2024).
6. Branka V. Biotechnology Statistics: Employment, Usage, and Benefits. Available at: seedsscientific.com/author/branka/ (accessed 26.08.2024).
7. Discover the Top 10 Trends in Biotechnology 2025. Available at: <http://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-biotech-industry-trends-innovations-in-2021/> (accessed 26.08.2024).
8. Global Biotechnology Rankings. Available at: <http://thinkbiotech.com/globalbiotech/> (accessed 27.08.2024).
9. Scherbakova A. I. Biotechnology and patent law: the European Union experience. *Tsifrovoe pravo* [Digital law], 2023, vol. 4, no. 2, pp. 64–72 (In Russian). DOI: 10.38044/2686-9136-2023-4-2-64-72.
10. Ustimov S. U., Zabaikin U. V. The impact of biotechnology on the real sector of the economy. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economy: yesterday, today, tomorrow], 2023, vol. 13, no. 3A, pp. 161–167 (In Russian). DOI: 10.34670/AR.2023.89.51.014.
11. Ason T. A., Mekhova A. A. The role of biotechnology in the global economy of the 21st century and prospects for its development in the Russian biotechnological sphere. *Sovremennaya nauka: aktualnye problemy teorii i praktiki* [Modern science: current problems of theory and practice], 2022, no. 10, pp. 10–15 (In Russian). DOI: 10.37882/2223-2974.2022.10.04.
12. Juma C. Biotechnology in the Global Economy: Beyond Technical Advances and Risks. Available at: https://agbioforum.org/wp-content/uploads/2021/02/AgBioForum_2_34_218.pdf (accessed 21.08.2024).
13. Biggest Biotechnology Companies. Available at: <https://www.investopedia.com/articles/markets/122215/worlds-top-10-biotechnology-companies-jnj-rogvx.asp> (accessed 27.08.2024).
14. Global Biotechnology Market. Available at: <https://www.coherentmarketinsights.com/ru/industry-reports/global-animal-biotechnology-market> (accessed 28.08.2024) (In Russian).

Информация об авторах

Пшебельская Людмила Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры организации производства и экономики недвижимости. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: psh-ly@inbox.ru

Ледницкий Андрей Викентьевич – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и управления на предприятиях. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ledniz@inbox.ru

Information about the authors

Pshebelskaya Lyudmila Yur'yevna – PhD (Economics), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Production Organization and Real Estate Economics. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: psh-ly@inbox.ru

Lednitskiy Andrey Vikent'yevich – PhD (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Enterprise Economy and Management. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ledniz@inbox.ru

Поступила 12.09.2024