

Е.С. ТИТОВА

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕКОТОРЫХ АЗИАТСКИХ СТРАН-ЛИДЕРОВ

Биоэкономика стала одним из наиболее динамично развивающихся и перспективных секторов мировой экономики, обладающим доказанными возможностями использования биотехнологий для сокращения производственных издержек, получения принципиально новых продуктов, в т.ч. снижающих антропогенное воздействие на окружающую среду или принципиальным образом преобразующих отрасли народного хозяйства. С учетом этого в статье представлен анализ опыта развития биоэкономики ряда стран азиатского региона, наибольших по численности населения, включая Китай и Индию, а также нескольких стран, лидирующих по уровню инновационной деятельности (Сингапур, Южная Корея, Япония, Малайзия, Таиланд, Вьетнам, Филиппины и Индонезия). Охарактеризованы некоторые особенности систем организации хозяйственной деятельности в этих странах, связанных с состоянием производительных сил и производственных отношений, а также с функционированием рынков биопродуктов. На основе выявленных особенностей институционального развития биоэкономики в десяти странах Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии сформирована обобщенная функциональная модель организации биоэкономики. Кроме того, проведен качественный анализ организации процесса создания и использования биотехнологий для развития национальных биоэкономик. Автору удалось выделить основные детерминанты развития биоэкономической деятельности в странах указанного региона.

Ключевые слова: биоэкономика, биотехнологии, национальные инновационные системы, страны Азиатского региона, научно-технологическое развитие, регион.

JEL: L65, O32, Q16, Q57

Современная биоэкономика¹ располагает комплексом механизмов «преобразования неустойчивых и зависящих от ископаемого топлива систем в системы, поддерживающие устойчивое экологическое, социальное и экономическое процветание» [2, с. 1]. При этом особенности экономико-

¹ Биоэкономика определяется как производственная система, основанная не только на использовании биотехнологий, но и на коммерциализации научных разработок [1].

географического положения регионов делают необходимой индивидуализацию стратегий развития биоэкономики. Это нашло отражение в одном из принципов развития биоэкономики, сформулированном на форуме «Большой двадцатки» в 2024 г.² Указанный принцип заключается в использовании подходов, учитывающих специфику страны и реализацию планов в соответствии с национальными приоритетами, региональными и местными условиями ведения хозяйственной деятельности.

Соответственно, изменения национальных экономик, связанные с появлением новых видов продуктов и рынков сбыта, а также с организацией производства на основе новых биотехнологий, *по-разному интегрируются в национальные системы хозяйственной деятельности* [3]. Как следствие, меняется и институциональная архитектура формируемых секторов биоэкономики в различных странах мира [4]. По этой причине, например, в Европейском союзе существует относительно единая концепция развития биоэкономики³ и единый подход к пониманию содержания термина «биоэкономика», существует коалиция по развитию биоэкономики в странах Африки⁴, единая стратегия развития биоэкономики разработана для стран Восточной Африки⁵, развивается и латиноамериканская сеть биоэкономики⁶.

В то же время в странах Азии подобное единство по разным причинам отсутствует, хотя на уровне региональных объединений стран Азии (АТЭС, АСЕАН и др.) предпринимаются попытки детерминации понятия и определения подходов к развитию биоэкономики⁷ [5].

По указанной причине в статье для детального анализа были отобраны десять стран-лидеров Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии. Наш выбор обусловили позиции государства по показателю глобального инновационного индекса (ГИИ) 2024 г. (см. рис. 1) [6] ввиду разнородного экономико-географического положения и существенных отличий макроэкономических показателей [3]. Первоочередность в анализе отдавалась крупнейшим странам Азии количеству населения – Индии и Китаю. Кроме того, были проанализированы условия развития биоэкономики еще в 8 странах Азиатского региона, лидирующих по уровню инновационного развития (см. рис. 1).

² Forum for international economic cooperation G20 (Brazil, 2024). URL: <https://www.g20.org/en/tracks/sherpa-track/bioeconomy-initiative> (дата обращения: 04.10.2024).

³ A sustainable bioeconomy for Europe. Strengthening the connection between economy, society and the environment: updated bioeconomy strategy. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/edace3e3-e189-11e8-b690-01aa75ed71a1/> (дата обращения: 02.11.2024).

⁴ The Bioeconomy Coalition of Africa. URL: <https://bioeconomy.africa/> (дата обращения: 07.11.2024).

⁵ The East African Regional Bioeconomy Strategy 2021/22. URL: https://www.iacgb.net/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/2ebdbc71-a097-11ed-9ee4-dead53a91d31/current/document/EAC-Regional-East-Africa-Bioeconomy-Strategy.pdf (дата обращения: 07.11.2024).

⁶ The Latin American Bioeconomy Network. URL: <https://iica.int/en/press/news/latin-american-bioeconomy-network-was-launched-buenos-aires-bid-combine-public-and> (дата обращения: 07.11.2024).

⁷ Understanding the Bio-Circular-Green (BCG) Economy Model // Asia-Pacific Economic Cooperation. URL: [https://www.apec.org/publications/2022/08/understanding-the-bio-circular-green-\(bcg\)-economy-model](https://www.apec.org/publications/2022/08/understanding-the-bio-circular-green-(bcg)-economy-model) (дата обращения: 23.10.2024); Bangkok Goals on Bio-Circular-Green Economy // Asia-Pacific Economic Cooperation. URL: <https://bangkokgoals.apec.org/> (дата обращения: 23.10.2024).

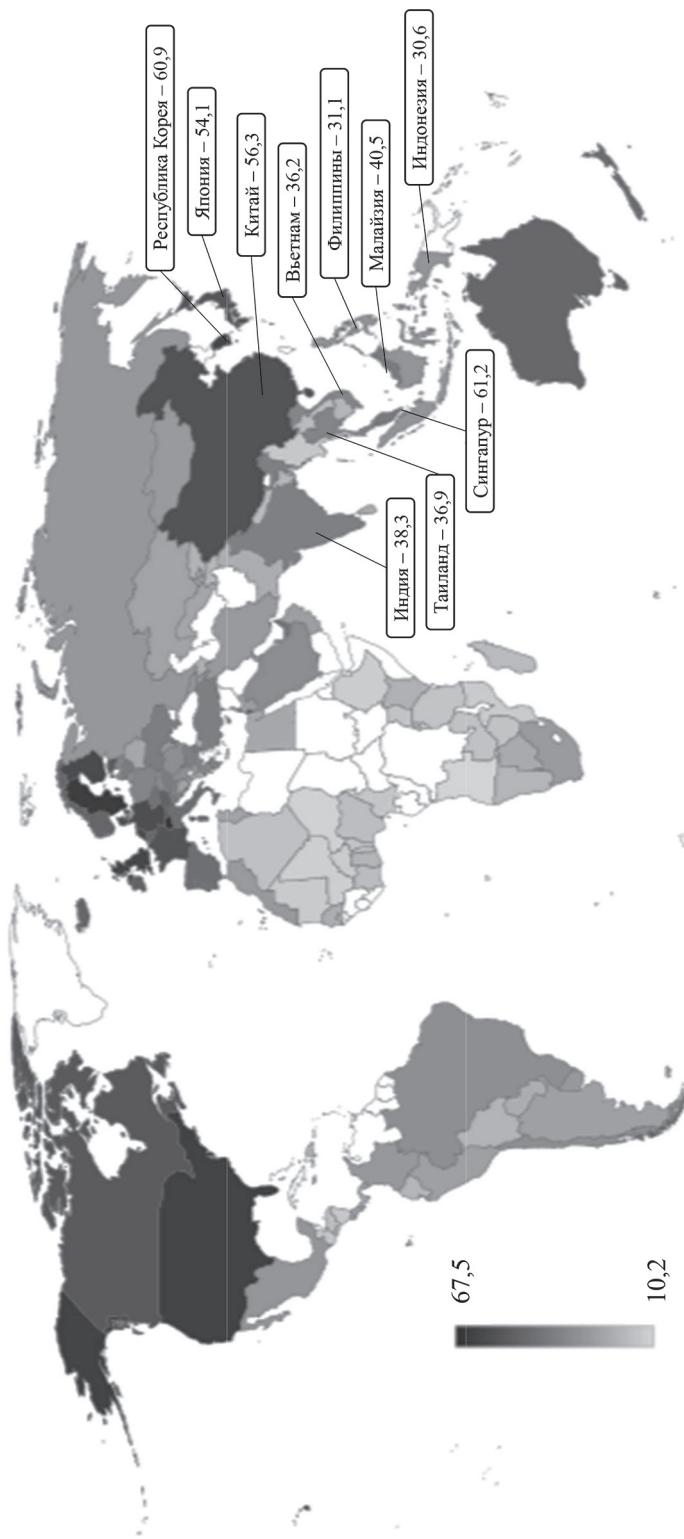


Рис. 1. Глобальный инновационный индекс по странам мира, 2024

Примечание: индекс ГИИ Китая приведен без учета Гонконга.

Источник: составлено автором по: [6].

Общие особенности развития биоэкономики в Индии

По данным национального Совета содействия исследованиям биотехнологической промышленности, объем сектора биоэкономики Индии (ГИИ – 38,3) в 2023 г. достиг 151 млрд долл., что составляет 4,25% от ВВП страны за 2023 г.⁸ (против 86 млрд долл. в 2020 г. – рост почти в два раза). При этом планируемое значение сектора биоэкономики к 2030 г. в стране предполагается в объеме 300 млрд долл.

Для достижения поставленной цели правительство Индии ввело *программу содействия биотехнологическому производству BioE3*, название которой расшифровывается как «биотехнологии для экономики, окружающей среды и занятости» (*Biotechnology for Economy, Environment, and Employment*)⁹.

В настоящее время структура биоэкономики Индии включает четыре основных направления: промышленные биотехнологии – биотопливо, биопластики, ферменты и пр. (48,09% от объема сектора биоэкономики в 2023 г.), агробиотехнологии (8,24%), биофармацевтика (35,65%), а также биоинформатика и исследовательские цифровые сервисы (8,02%). Кроме того, как отдельное направление в биоэкономике Индии выделяют продукты и услуги, связанные использованием биотехнологических достижений в борьбе против вируса *SARS-CoV-19*¹⁰.

Стратегия биоэкономики в стране *исходит из максимизации вовлечения в хозяйственный оборот биомассы*, в т.ч. культивируемых водорослей [7], создания организмов с заданными свойствами, *а также сочетания использования биотехнологий и компьютеризированных систем*, включая искусственный интеллект. Для поддержки, например, производства биоэтанола в стране введены механизмы налогового, кредитного и рыночного стимулирования [8].

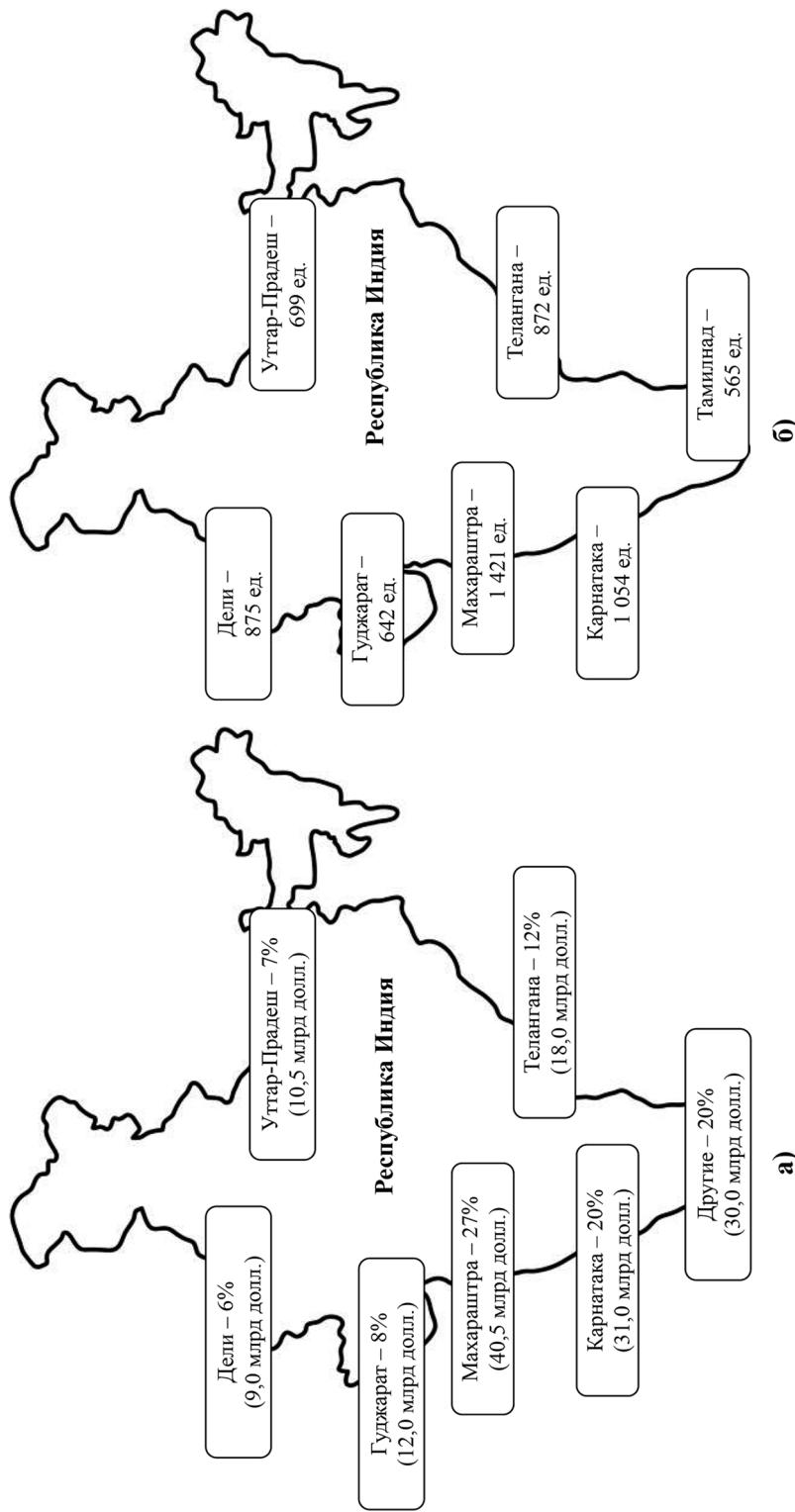
При этом биоэкономическая деятельность распространена в 90 городах различных штатов. Только в фармацевтическом производстве за действованы 3 тыс. компаний [8]. Подобные биотехнологические компании формируют региональные кластеры, наиболее крупные из которых представлены на *рисунке 2а*.

Правительство Индии значительное внимание уделяет и поддержке биотехнологических стартапов. С 2013 г. их количество *выросло почти в 19 раз*: с 462 ед. в 2013 г. до 8 531 ед. в 2023 г. Регионы наибольшего размещения стартапов представлены на *рисунке 2б*. Кроме того, количество новых предприятий также имеет возрастающую динамику: 840 ед. зарегистрировано в 2020 г., 1 776 ед. – в 2023 г.

⁸ Biotechnology Industry Research Assistance Council (India). The India BioEconomy Report. (IBER 2024). URL: https://birac.nic.in/desc_new.php?id=111 (дата обращения: 15.10.2024).

⁹ Government of India. Ministry of Science & Technology. BioE3. URL: <https://dbtindia.gov.in/news-features/cabinet-approves-bioe3-biotechnology-economy-environment-and-employment-policy>.

¹⁰ The India BioEconomy Report 2024 // Biotechnology Industry Research Assistance Council (India). URL: https://birac.nic.in/webcontent/IBER_2024.pdf (дата обращения: 09.12.2024).



В качестве *особого оператора* создан Совет по содействию научным исследованиям в биотехнологической промышленности, являющийся центром формируемой национальной биоэкономической экосистемы (*Biotechnology Industry Research Assistance Council, BIRAC*)¹¹. Вместе с этим, несмотря на впечатляющие успехи развития биоэкономики Индии, можно отметить и ряд ограничений [8]:

- необходимость оптимизации вовлекаемого в переработку с целью производства топлива из сырья, которое может быть использовано как продовольствие (компромисс «продовольствие – топливо»);
- определение баланса площадей, отводимых для выращивания непродовольственных сельскохозяйственных культур, их рентабельности;
- условия труда, при которых происходит производство сельскохозяйственных и других культур.

Таким образом, можно отметить наличие ряда существенных экономических изменений, связанных с развитием биоэкономики: новые источники факторов производства, использование новой техники и технологий, изменение организации процесса производства, переориентация системы государственного управления под решение технологических задач и пр.

Общие особенности развития биоэкономики в КНР

В XXI в. Китай (ГИИ – 56,3) активно инвестирует в распространение технологий переработки биологического сырья (производство биотоплива и биохимических веществ), мощности производства которых оцениваются в 3 млн т ежегодно¹². В КНР с биотрансформацией экономики связывают большие надежды по ликвидации загрязнений окружающей среды, в особенности воздуха, с использованием подхода «отходы для благосостояния» [10].

В 2021 г. в стране принят очередной пятилетний план развития биоэкономики, где биотехнологии оцениваются как *эффективная сила будущего развития*, а ряд сформированных в стране биоиндустриальных кластеров рассматриваются как *новый источник регионального развития*. В то же время среди основных составляющих развития биоэкономики Китая значится емкость внутреннего рынка, текущие возможности национальной промышленности, объем биологических ресурсов, а также наличие институциональной среды развития. Основные *принципы развития биоэкономики* КНР заключаются в следующем¹³:

¹¹ Biotechnology Industry Research Assistance Council (BIRAC). URL: <https://birac.nic.in/> (дата обращения: 02.11.2024).

¹² The Global Bioeconomy (2024). URL: https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2024/05/ENG-TheGlobalBioeconomy_FINAL.pdf (дата обращения: 04.09.2024).

¹³ Уведомление Национальной комиссии по развитию и реформам о печати и распространении «14-го пятилетнего плана развития биоэкономики» [на китайском яз.]. URL: https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-05/10/content_5689556.htm (дата обращения: 06.10.2024).

- 1) придерживаться инновационного курса (ускорение внедрения биотехнологических инноваций в промышленное производство, увеличение объема профильных научных исследований и научно-технической самодостаточности);
- 2) систематически поддерживать значимость развития биоэкономики (утверждение и реализация комплексных планов по развитию научных исследований, поддержка взаимодействия науки и промышленности);
- 3) развивать международное сотрудничество (участие в обеспечении биобезопасности в мире, обеспечение международной кооперации в области наук о жизни);
- 4) обеспечивать благосостояние населения (гармонизация человека и природы, использование биотехнологий для обеспечения здоровья населения, в т.ч. через достижение экологического благополучия);
- 5) контролировать риски (укрепление национальной биобезопасности и принятие соответствующего закона).

Также в Китае утвержден комплекс мероприятий со сроком исполнения три года для ускорения инновационного развития производства непищевых биоматериалов¹⁴.

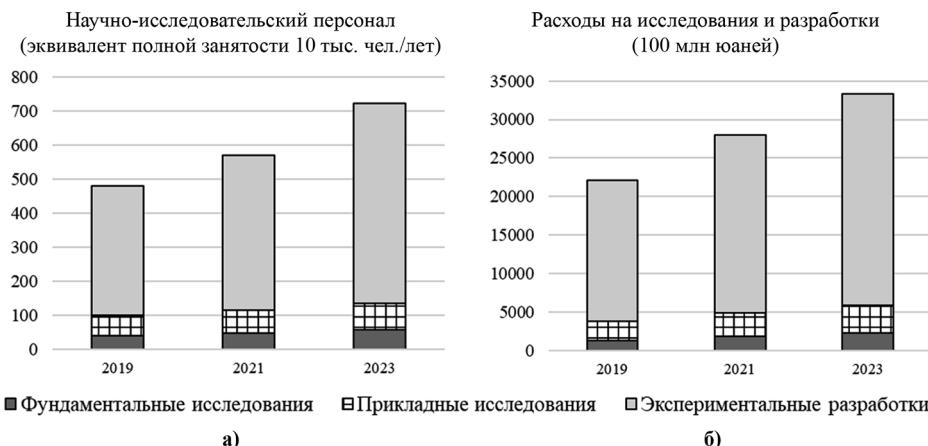


Рис. 3. Динамика отдельных макроэкономических показателей сектора исследований и разработок Китая, 2019–2023 гг.

Источник: составлено автором по: [12].

В целом планы по развитию биоэкономики КНР заключаются в достижении лидирующих позиций по развитию биоэкономики в мире [11]. Эти планы обеспечены усилением роли биомедицины, биоинже-

¹⁴ Уведомление Министерства промышленности и информационных технологий и других шести ведомств о выпуске трехлетнего плана действий по ускорению инноваций и разработки непищевых материалов на биооснове [на китайском яз.]. URL: https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2023-01/14/content_5736864.htm (дата обращения: 06.10.2024).

нерии, эко- и агробиотехнологий, биоэнергетики и других направлений биоэкономики в экономическом развитии страны. Также планы подкрепляются имеющимися сведениями о непрерывном росте доли добавленной стоимости продуктов биоэкономики в ВВП, росте занятости в исследовательском секторе (в особенности в области экспериментальных разработок) (см. рис. 3а) и увеличении расходов на исследования и разработки в целом (например, расходы на экспериментальные разработки за последние пять лет выросли почти в 1,5 раза) (см. рис. 3б).

По имеющимся оценкам, к концу 2025 г. биоэкономика КНР достигнет объема в 3,3 трлн долл. США¹⁵. Проведенный анализ позволяет сделать обобщение, что КНР рассматривает биоэкономику как надотраслевую систему, направленную на обеспечение благополучия населения.

Особенности развития биоэкономики в восьми других странах Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии, лидирующих по уровню инновационного развития

Как показано на рисунке 1, наибольший ГИИ (61,2) в странах Азиатского региона оказался у **Сингапура**, где экономическая модель ориентирована на экспорт высокотехнологичной продукции, что обусловлено экономико-географическим положением страны и ограниченным количеством природных ресурсов [13]. Вектор инновационного развития с использованием биотехнологий напрямую устанавливается на государственном уровне. Исследовательские программы формируются Национальным исследовательским фондом сообразно установленному на государственном уровне плану развития исследований, инноваций и предпринимательства¹⁶.

В Сингапуре определено развитие четырех стратегических направлений: 1) производство, торговля и связь; 2) устойчивое развитие городов; 3) умная нация и цифровая экономика; 4) здоровье и потенциал человека. Работу по указанным направлениям предполагается осуществлять в т.ч. с использованием биотехнологий, особое внимание при этом уделяется внедрению методов синтетической биологии – новейших достижений в области наук о жизни.

По имеющимся данным в **Южной Корее** (ГИИ – 60,9) за период с 2018 по 2022 г. количество работающих в биоиндустрии увеличилось на 31,5% и составило 61 152 чел.¹⁷ Занятая в этом секторе рабочая сила распределялась относительно равномерно: 37,6% являлись специ-

¹⁵ The Global Bioeconomy. Preliminary Stocktake of G20 Strategies and Practices: a contribution to the Brazilian G20 Presidency's Global Initiative on Bioeconomy. URL: https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2024/05/ENG-TheGlobalBioeconomy_FINAL.pdf (дата обращения: 06.10.2024).

¹⁶ National Research Foundation (Singapore, NRF). URL: <https://www.nrf.gov.sg/> (дата обращения: 29.10.2024); Research, Innovation and Enterprise 2025 Plan Handbook (Sing.apore). URL: <https://file.go.gov.sg/rie-2025-handbook.pdf> (дата обращения: 29.10.2024).

¹⁷ Report on Survey of Domestic Bioindustry 2022 [составлен в конце 2023 г.]. URL: https://koreabio.org/en/board/board?bo_table=statistics_en (дата обращения: 21.10.2024).

алистами по продажам или административными работниками, 31,6% – исследователями, а 30,8% были отнесены к производственным рабочим. Примечательно, что в целом около 74% работников биоиндустрии обладали вузовским образованием: 49,0% из них имели академическую степень бакалавра, 19,1% – освоили программы магистратуры, у 6% была высшая квалификация.

Для обеспечения долгосрочной биобезопасности страны в 2020 г. был принят закон *о передовых регенеративных биотехнологиях* и сформирован научный центр для регулирования биотехнологических продуктов [14].

В Южной Корее действует *институциональный оператор биоэкономической деятельности* (биоиндустрии) – компания *KoreaBIO*, которая осуществляет мероприятия для содействия технологическому развитию биотехнологической отрасли¹⁸.

По данным на 2022 г. в стране действовали 1 089 биотехнологических компаний, из которых 33,2% приходилось на биофармацевтику, 18,5% компаний специализировались на биохимии и биоинженерии, а более 15% осуществляли производство продуктов питания с использованием биотехнологий.

В планах Южной Кореи к 2030 г. предусматривается увеличение национальной биоэкономики до объема в 76,9 млрд долл.¹⁹ С этой целью правительством разработана и принятая инициатива «Биоэкономика 2.0»²⁰, в которой основное внимание сосредоточено на производстве биоматериалов, а также на развитии биоэнергетики, цифровых технологий и биофармацевтики.

В Японии (ГИИ – 54,1) развитие биоэкономики – *часть интегрированной инновационной стратегии*²¹. Биоэкономическая деятельность этой страны в целом направлена на отказ от ископаемого топлива и достижение ресурсно-автономной экономики за счет биопроизводства, повышение производительности при одновременном снижении нагрузки на окружающую среду, улучшение состояния здоровья населения и т.д.

Для обеспечения развития указанных направлений на государственном уровне определены перспективные рынки. Для каждого из этих рынков устанавливаются целевые показатели, достижение которых является ориентиром для государственных учреждений (см. таблицу).

Развитие биоэкономики в Японии осуществляется на основе гипотезы о перспективах интенсификации товарного земледелия, актив-

¹⁸ KoreaBio aims to actively contribute to the development of the national economy. URL: <https://koreabio.org/en/overview> (дата обращения: 21.10.2024).

¹⁹ Korea to foster local bio industry to produce \$76.9 bil. by 2030. URL: https://www.koreatimes.co.kr/www/nation/2024/10/129_352459.html#:~:text=by%202030,-Gettyimagesbank&text=The%20Korean%20government%20said%20Wednesday,the%20world%2Dleading%20biotech%20economy (дата обращения: 20.10.2024).

²⁰ South Korea rolls out 'Bio Economy 2.0' to top global biologics, biosimilar market. URL: <https://www.bioworld.com/articles/701326-south-korea-rolls-out-bio-economy-20-to-top-global-biologics-biosimilar-market?v=preview> (дата обращения: 20.10.2024).

²¹ Japan Bioeconomy Strategy. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/bio/bio_economy_en.pdf (дата обращения: 07.10.2024).

Базовые ориентиры развития биоэкономики Японии

Рынок	Национальные приорности	Цели к 2030 г.
Производство биопродуктов	<ul style="list-style-type: none"> • обширные биологические и генетические ресурсы; • развитые технологии ферментации; • передовые технологии производства 	<ul style="list-style-type: none"> • объем рынка 53,3 трлн юаней; • увеличение инвестиций в биопроизводство до 3 трлн юаней в год; • производство до 2 млн т биопластика
Создание устойчивого производства биопродуктов	<ul style="list-style-type: none"> • сокращение населения, занятого в сельском хозяйстве; • сокращение национального рынка продовольствия виду сокращения населения; • ориентация производства продуктов питания на экспорт 	<ul style="list-style-type: none"> • объем рынка до 14,9 трлн юаней (для внутреннего рынка); • увеличение доли использования технологий интеллектуального сельского хозяйства; • улучшение показателей сохранения окружающей среды
Использование древесины в строительстве, развитие умного лесного хозяйства	<ul style="list-style-type: none"> • обширные лесные ресурсы; • необходимость внедрения контрмер против распространения аллергических заболеваний, вызванных пыльцой кедра и кипариса (вырубка деревьев); • необходимость декарбонизации промышленности 	<ul style="list-style-type: none"> • масштабное использование дерева в строительстве (внутренний рынок до 1 трлн юаней); • увеличение объема использования древесины в строительстве вдвое к 2030 г. (по сравнению с 2018 г.)
Биофармацевтика, регенеративная медицина, клеточная и генная терапия	<ul style="list-style-type: none"> • импорт фармацевтической продукции превышает экспорт на 2–3 трлн юаней в год, объем избыточного импорта имеет тенденцию к увеличению; • синтезированная фармацевтика преобладает над биофармацевтикой, рынок низкомолекулярных фармацевтических препаратов находится в стагнации; • ~ 90% препаратов антил приводятся за границей 	<ul style="list-style-type: none"> • продвижение научных исследований; • развитие профильных сообществ; • укрепление производственной инфраструктуры; • развитие человеческих ресурсов; • снижение бюрократизации исследований; • объем рынка 58,6 трлн юаней
Здравоохранение, в т.ч. с использованием цифровых и геномных технологий	<ul style="list-style-type: none"> • наличие наработок по увеличению продолжительности жизни населения; • отсутствие возможности поддержания рабочей силы, необходимой для непрерывного экономического роста • необходимость повышения производительности труда 	<ul style="list-style-type: none"> • объем рынка 39,1 трлн юаней; • увеличение количества профильных организаций; • структурное изменение отрасли здравоохранения; • конвергенция био- и цифровых технологий для раннего выявления заболеваний, а также профилактики метаболических нарушений и т.д.

Источник: составлено по: [15].

ного распространения пищевых биотехнологий, в особенности альтернативных белков²², например растительной природы, для замещения углеводов (сахара) при производстве продуктов питания [16].

Наряду с этим Япония утвердила планы по формированию региональных биосообществ, которые составят своего рода региональную инновационную экосистему развития биоэкономики²³. Подобные биосообщества, определены для восьми регионов: для Большого Токио, а также для Фукуоки, Окинавы, Хиросимы, Хоккайдо и др. Для каждого подобного объединения на уровне правительства утверждены организации-участники, а также планы деятельности.

Малайзия (ГИИ – 40,5) считается одной из первых стран Юго-Восточной Азии, в которой еще в 2005 г. начались разработки национальной политики в области биоэкономики, а в 2010 г. была инициирована соответствующая программа развития [17].

Так, в Малайзии создана корпорация «Биоэкономика»²⁴, которая несет ответственность за выполнение целей национальной биоэкономической политики. Корпорация занимается выявлением ценностных предложений как в области НИОКР, так и в торговле, а также поддерживает профильные предприятия посредством оказания финансовой помощи и консультационных услуг по развитию. Среди задач корпорации «Биоэкономика» можно отметить выработку политики для развития биоэкономической деятельности и производственно-сбытовых цепочек, создание экосистемы биоиндустрии, поддержку предпринимательской деятельности. Вместе с этим для развития человеческого капитала в структуре корпорации создана «Биоакадемия»²⁵, в которой осуществляется подготовка кадров для развития биотехнологий и биопромышленности.

В настоящее время актуальным документом, определяющим развитие биоэкономики Малайзии, является «Национальная биотехнологическая политика»²⁶. При этом основной культурой, определяющей биоэкономическую деятельность, является масличная пальма.

В Таиланде (ГИИ – 36,9) регулирование развития биотехнологий на государственном уровне происходит с начала 2000-х гг. [17]. В настоящее время в Таиланде принята к реализации политика биоциркулярной зеленой экономики (*Bio-Circular-Green Economy, BCG*), предполагающая организацию производственной системы *в условиях сохранения баланса с окружающей средой*. Внедрение указанной политики направлено

²² Миямори Э. Институт экономических исследований Марубени. Ожидания от промышленности в стратегиях биоэкономики [на японском яз.]. URL: <https://www.marubeni.com/jp/research/report/data/Bioeconomy20240621.pdf> (дата обращения: 09.10.2024).

²³ Кабинет министров Японии. Стратегия биоэкономики [на японском яз.]. URL: <https://www8.cao.go.jp/cstp/bio/index.html> (дата обращения: 09.10.2024).

²⁴ Bioeconomy Corporation (Malaysia). URL: <https://www.bioeconomycorporation.my/> (дата обращения: 07.10.2024).

²⁵ Bioeconomy Corporation. Bioacademy (Malaysia). URL: <https://www.bioeconomycorporation.my/talent-development/training-bioacademy/> (дата обращения: 07.10.2024).

²⁶ Dasar Bioteknologi Negara 2.0 (DBN 2.0). URL: <https://www.pmo.gov.my/2022/09/dasar-bioteknologi-negara-2-0/> (дата обращения: 07.10.2024).

на увеличение цепочки создания стоимости при переработке ключевых для страны сельскохозяйственных культур – сахарного тростника и ма-ниоки в биотопливо, биохимические продукты, продукты питания и пищевые добавки, а также для производства фармацевтических препаратов и косметики [18]. Для реализации данной политики в Таиланде принят соответствующий *стратегический план*, приоритетами которого являются:

- 1) продовольствие и сельское хозяйство;
- 2) медицина и оздоровление;
- 3) биоэнергетика, биоматериалы и биохимия;
- 4) туризм и креативная экономика²⁷.

Более того, для развития биомедицины реализуется правительст-венная инициатива по геномике (*Genomics Thailand Initiative*), направленная на создание базы данных геномов местного населения для повышения эффективности здравоохранения и расширения спектра решаемых в стране медицинских задач с развитием прецизионной медицины²⁸. Описанные мероприятия проводятся под общей концепцией инноваци-онного развития страны «Таиланд 4.0», которая предполагает внедрение ядерных технологий, в т.ч. биотехнологий²⁹.

Координирует проведение исследований и разработок, проектирование и инжиниринг, трансфер технологий, развитие человеческих ре-сурсов и т.д. Национальное агентство по развитию науки и техноло-гий Таиланда (*National Science and Technology Development Agency, NSTDA*)³⁰. Это агентство включает пять национальных исследовательских центров (все расположены в национальном научном парке), в т.ч. Национальный центр генной инженерии и биотехнологии (*National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, BIOTEC*)³¹. В структуре BIOTEC находится департамент политических исследований и биобезопасности, кото-рый готовит рекомендации по развитию национальной биоэкономики и соответствующих политических инициатив.

Особое внимание NSTDA обращено на организацию международного сотрудничества (проекты по селекции риса для региона Меконга, партнёр-ство с компанией *Novartis* по разработке лекарств и пр.). Международная дея-тельность NSTDA осуществляется с использованием объединения по применению микроорганизмов в рамках *ASEAN (AnMicro)*³², в котором кроме Таиланда участвуют Индонезия, Малайзия, Мьянма, Филиппины

²⁷ National Science and Technology Development Agency (Thailand). Thailand's Bio-Circular-Green Economy (BCG) Model. URL: <https://www.nstda.or.th/thaibioeconomy/138-bio-circular-green-economy-to-be-declared-a-national-agenda.html> (дата обращения: 22.10.2024).

²⁸ Genomics Thailand. URL: <https://genomicsthailand.com/> (дата обращения: 22.10.2024).

²⁹ Thailand 4.0 – a new value-based economy. URL: https://www.boi.go.th/upload/content/Thailand,%20Taking%20off%20to%20new%20heights%20@%20belgium_5ab4e8042850e.pdf (дата обращения: 02.11.2024).

³⁰ National Science and Technology Development Agency (Thailand). URL: <https://www.nstda.or.th/en/about-us.html> (дата обращения: 28.10.2024).

³¹ National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC). URL: <https://www.nstda.or.th/en/about-us.html> (дата обращения: 28.10.2024).

³² ASEAN Network on Microbial Utilization (AnMicro). URL: <http://www.anmicro.org/> (дата обращения: 29.10.2024).

и Вьетнам. Как результат, ведутся разработки новых биопестицидов, изучается потенциал микроорганизмов в фармацевтике и т.д., а ядром для взаимодействия становится сбор данных о биоразнообразии стран – участников АСЕАН и аналитическая обработка этих данных³³.

По опубликованным оценкам глобального инновационного индекса **Вьетнам** (ГИИ – 36,2) занимает восьмое место после Сингапура, Южной Кореи, Китая, Японии, Малайзии, Индии и Таиланда (см. рис. 1). Развитие современных биотехнологий во Вьетнаме имеет уже достаточно длинную историю – один из первых директивных документов правительства был подписан в 2005 г.³⁴

В январе 2023 г. во Вьетнаме была принята резолюция «Разработка и применение биотехнологий для обеспечения устойчивого развития страны». В ней имеется указание *о развитии биотехнологий в перерабатывающей промышленности* для производства безопасной продукции из отечественного сырья³⁵ и поставлена цель по достижению развития биотехнологий на уровне первых десяти лидирующих в данном направлении стран Азии. Предусматривалось наращивание в ВВП до 10–15% доли продуктов и услуг, полученных с использованием биотехнологий. Для достижения поставленной цели было запланировано, в частности, решение следующих задач³⁶:

- 1) развитие научных исследований и совершенствование человеческих ресурсов с обеспечением научных исследований физическими и финансовыми ресурсами;
- 2) совершенствование правовой системы и механизмов применения биотехнологий;
- 3) привлечение хозяйствующих субъектов к разработке и производству биотехнологической продукции для обеспечения биобезопасности;
- 4) обеспечение сетевого взаимодействия между основными участниками биоэкономической деятельности вне зависимости от организационно-правового статуса и пр.

Для практической реализации директивных документов завершается строительство и ввод в эксплуатацию национальных биотехнологических центров, а также осуществляется модернизация системы биотехнологических лабораторий оценки и тестирования продукции. В настоящее время

³³ ASEAN Microbial Database. URL: <https://www.amibase.org/about.php> (дата обращения: 29.10.2024).

³⁴ Обзор биотехнологий в мире и направления развития биоиндустрии во Вьетнаме на период 2021–2030 гг. [на вьетнамском яз.] // Журнал промышленности и торговли Вьетнама. URL: <https://tapchicongthuong.vn/tong-quan-ve-cong-nghe-sinh-hoc-tren-the-gioi-va-dinh-huong-phat-trien-cong-nghiep-sinh-hoc-tai-viet-nam-giai-doan-2021--2030-99968.htm> (дата обращения: 29.10.2024).

³⁵ Разработка и применение биотехнологий для обеспечения устойчивого развития страны [на вьетнамском яз.] // Электронная газета Коммунистической партии Вьетнама. URL: <https://dangcongsan.vn/xay-dung-chinh-don-dang-nhung-viec-can-lam-ngay/tu-nghi-quyet-den-cuoc-song/phat-trien-va-ung-dung-cong-nghe-sinh-hoc-phuc-vu-phat-trien-ben-vung-dat-nuoc-631107.html> (дата обращения: 29.10.2024).

³⁶ Там же.

уже функционирует Биотехнологический центр Хошимина³⁷, который занимается вопросами создания и использования медицинских, морских, экологических, пищевых и других видов биотехнологий. По имеющимся оценкам, к 2025 г. Вьетнаму потребуется не менее 35 000 специализированных работников в области биотехнологий³⁸. В настоящее время подготовка подобных специалистов осуществляется в более пятидесяти университетах страны, ежегодное количество студентов – 5 500 чел.³⁹

На Филиппинах (ГИИ – 31,1) деятельность по созданию и использованию биотехнологий в основном связана с сельским хозяйством. Так, Филиппинский научно-исследовательский институт риса⁴⁰, подведомственный национальному министерству сельского хозяйства, координирует программу массового производства «золотого» (генетически модифицированного) риса⁴¹ для сокращения у местного населения и населения соседних стран дефицита витамина А и решения продовольственных проблем [19; 20].

Представляется важным отметить, что Филиппины являются одной из немногих стран мира, где разрешено выращивание генетически-модифицированных культур. Кроме риса в стране разрешены для выращивания генетически модифицированные кукуруза, баклажан и хлопок⁴².

Индонезия (ГИИ – 30,6) активно развивает сектор биоэкономики, расширяя возможности использования в хозяйственных целях сельскохозяйственного сырья, получаемого в основном при выращивании масличной пальмы [21]. Являясь лидером по производству пальмового масла в мире, Индонезия работает, например, над совершенствованием технологий переработки отходов от производства пальмового масла для получения биотоплива с целью снижения зависимости от ископаемого топлива⁴³ [22]. Необходимость использования сельскохозяйственного сырья для получения топлива и энергии была определена на государственном уровне еще в 2014 г. При этом существенное внимание обращалось на организацию цепочек поставок сырьевых ресурсов [23].

³⁷ Биотехнологический центр Хошимина [на вьетнамском яз.]. URL: <http://hcmbiotech.com.vn/vi/about/GIOI-THIEU-CHUNG-10.html> (дата обращения: 22.10.2024).

³⁸ Потребность в человеческих ресурсах в отрасли медицинской и фармацевтической биотехнологии [на вьетнамском яз.] // Университет Дайнам. URL: <https://dainam.edu.vn/vi/khoa-cong-nghe-sinh-hoc/tin-tuc/nhu-cau-nhan-luc-khung-cua-nganh-cong-nghe-sinh-hoc-duoc> (дата обращения: 29.10.2024).

³⁹ Формирование кадровой команды в биотехнологической отрасли [на вьетнамском яз.] // Газета Нхан Дан. URL: <https://nhandan.vn/xay-dung-doi-ngu-nhan-luc-nganh-cong-nghe-sinh-hoc-post780442.html>

⁴⁰ Philippine Rice Research Institute. URL: <https://www.philrice.gov.ph/> (дата обращения: 29.10.2024).

⁴¹ Наименование «золотой» употребляется ввиду цвета рисового зерна по причине произведенных генетических трансформаций растения для обогащения зерен провитамином А (бета-каротином).

⁴² Philippines: Agricultural Biotechnology Annual // United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. URL: [https://fas.usda.gov/data/philippines-agricultural-biotechnology-annual-8#:~:text=The%20Philippines%20has%20been%20a,%2C%20and%20eggplant%20\(2022\)](https://fas.usda.gov/data/philippines-agricultural-biotechnology-annual-8#:~:text=The%20Philippines%20has%20been%20a,%2C%20and%20eggplant%20(2022)) (дата обращения: 29.10.2024).

⁴³ Crops and livestock products // Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата обращения: 22.10.2024).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что национальные биоэкономики стран Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии *формируются по сходным принципам, свойственным инновационным системам* [3]. Однако имеются и существенные различия, основанные на экономико-географическом положении стран, уровне их научно-технологического развития. В общем виде можно выявить следующие элементы национальных биоэкономик стран Азии, возникающие при наличии стратегического документа высокого уровня, определяющего направления биоэкономической деятельности. В их число входят:

- поддержка научной и научно-технической деятельности;
- развитие институциональной среды и соответствующей экосистемы;
- обеспечение механизмов поддержки производителей, стимулирование спроса;
- создание системы целенаправленной подготовки кадров;
- наличие и развитие инновационной инфраструктуры;
- модернизация законодательства.

Моделирование институциональной организации биоэкономической деятельности

Результаты проведенного анализа позволяют детерминировать в качестве основных институциональных акторов биоэкономической деятельности в десяти странах – лидерах Азиатского региона образовательные и исследовательские организации, регулирующие государственные органы, а также организации реального сектора экономики и институты поддержки предпринимателей. При этом особое внимание как примеры более высокого уровня институционального развития привлекли *создаваемые государствами специализированные операторы и национальные биотехнологические центры*, наделенные функциями по координации биоэкономической деятельности. Обобщение собранных материалов позволило предложить организационную модель, отражающую взаимодействия основных акторов, участвующих в развитии национальных биоэкономик (см. рис. 4).

При этом можно выделить *три основные концепции развития биоэкономики*, принятые в десяти изученных странах – лидерах Азиатского региона (см. рис. 5). В их основе лежат, с одной стороны, сведения об уровнях развития производительных сил с учетом особенностей систем образования и науки как ключевых условий генерации знаний и совершенствования трудовых навыков. С другой стороны, в них отражены данные о развитии институциональной среды как условия трансформации производственных отношений. Значительное внимание уделено также *диапазонам возобновляемого сырья*, возможного к вовлечению в хозяйственный оборот, товарной линейке соответствующих *биопродуктов и предпринимательской активности*⁴⁴ [3, с. 24–26].

⁴⁴ Financing a Sustainable Global Bioeconomy. URL: <https://www.naturefinance.net/ru/resources-tools/financing-sustainable-global-bioeconomy/> (дата обращения: 06.10.2024).

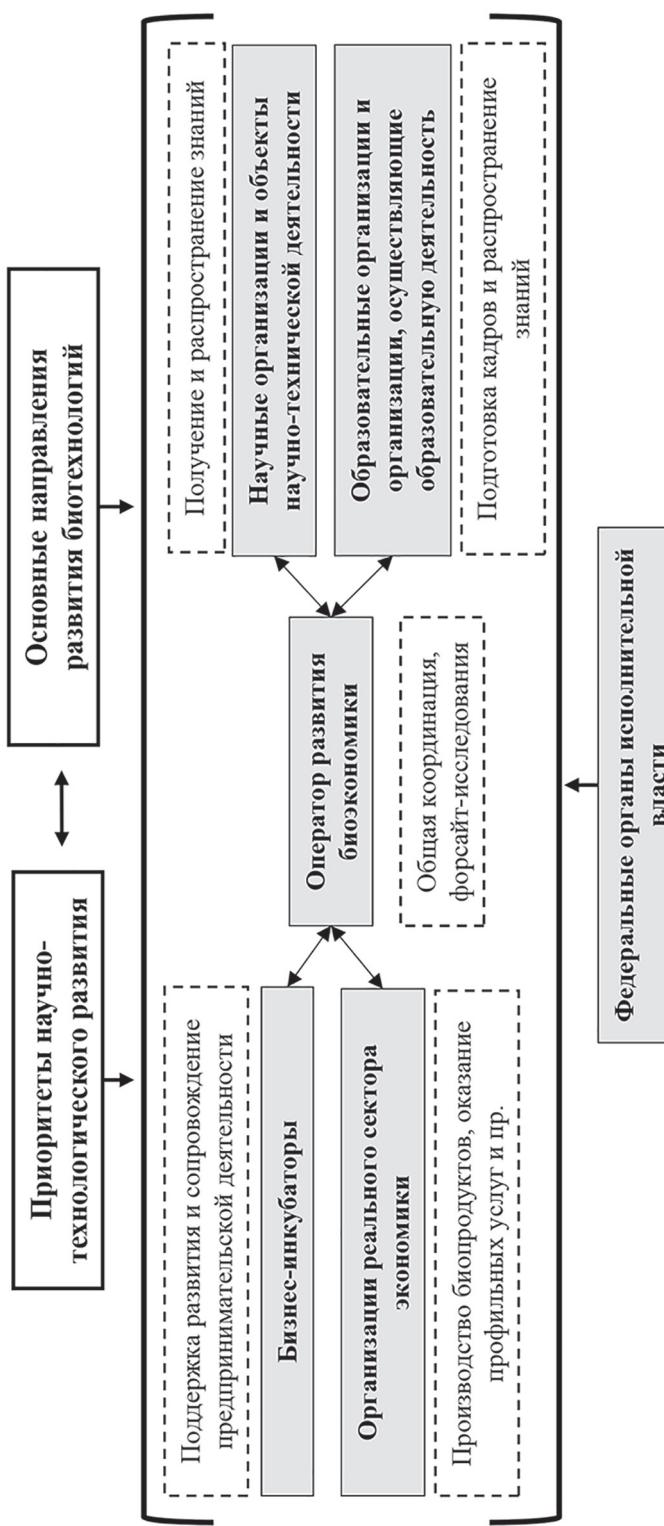


Рис. 4. Функциональная модель организации национальной биоэкономики

Источник: составлено автором.

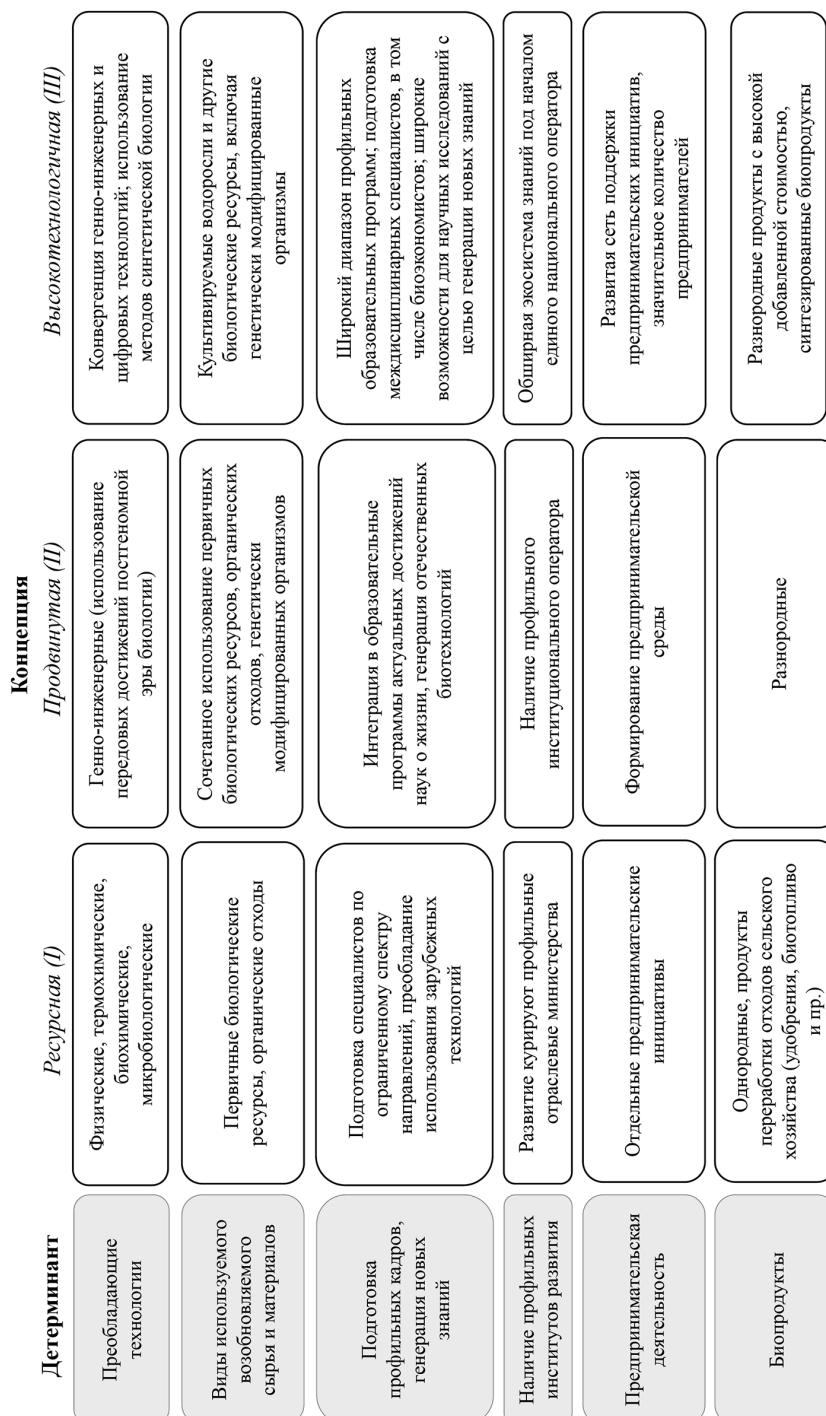


Рис. 5. Детерминация основных концепций организации биоэкономической деятельности в десяти странах Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии

Источник: составлено автором.

Представляется, что использованный при анализе развития биоэкономики в выделенных странах – лидерах Азиатского региона концептуальный подход, результаты которого приведены на *рисунке 5*, может найти применение и при изучении биоэкономической деятельности в государствах, расположенных в других регионах мира.

Заключение

Анализ опыта организации биоэкономической деятельности в десяти странах – лидерах Азиатского региона позволяет сделать вывод о наличии определенной специфики национальных мероприятий по развитию биоэкономики.

Существенно отличается архитектура институционального устройства биоэкономической деятельности. Значительное внимание преобладающего количества изученных стран Азии посвящено разработке и внедрению механизмов поддержки предпринимательской деятельности. Биоэкономическую деятельность большинства проанализированных стран можно отнести ко второй из выявленных концепций функционирования национальных биоэкономик, 40% изученных стран можно отнести только к первой концепции, несмотря на их уровень инновационного развития. Вместе с этим некоторые страны (например, Китай, Сингапур, Вьетнам) имеют существенные предпосылки для перехода от реализации концепции второго поколения к третьей.

В целом результаты анализа показывают, что для осуществления перехода от локального использования биотехнологий в отраслях экономики к развитию биоэкономики необходимо решение следующих задач:

- 1) определение номенклатуры производимых биопродуктов, ее оптимизация в динамике;
- 2) формирование ресурсного и технологического базиса, исходя из современного состояния научно-технологического развития, технологической готовности и особенностей экономико-географического положения региона;
- 3) систематизация на цифровой основе возможных к использованию наилучших доступных технологий, их популяризация;
- 4) установление эффективных производственно-сбытовых цепочек;
- 5) развитие научных исследований в области наук о жизни и механизмов взаимодействия организаций, осуществляющих профильные научные исследования с организациями реального сектора экономии;
- 6) совершенствование человеческого капитала и увеличение количества человеческих ресурсов, способных к использованию имеющихся и созданию новых технологических решений в области наук о жизни, их доведению до конечного потребителя;
- 7) создание механизмов поддержки предпринимательских инициатив;
- 8) создание единого оператора биоэкономической деятельности.

Таким образом, на основе проведенного анализа материалов о развитии биоэкономики в десяти странах – лидерах Азиатского региона систематизированы технологические концепции развития биоэкономики, которые можно принять во внимание при разработке документов стратегического значения в России. Выделенные детерминанты биоэкономической деятельности, а также сформированная функциональная модель организации национальной биоэкономики могут быть учтены при формировании биоэкономики в нашей стране.

Список литературы

1. Каштелян Т.В. Лесная биоэкономика как воспроизводственная хозяйственная система формирования рентных отношений в Беларуси // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2019. № 2 (226). С. 49–54.
2. Pender A., Kelleher L., O'Neill E. Regulation of the Bioeconomy: Barriers, Drivers and Potential for Innovation in the Case of Ireland // Cleaner and Circular Bioeconomy. 2023. Vol. 7 (4). URL: https://www.researchgate.net/publication/376706571_Regulation_of_the_Bioeconomy_Barriers_drivers_and_potential_for_innovation_in_the_case_of_Ireland
3. Швец И.Ю. Институциональные аспекты национальной инновационной системы // Друкеровский вестник. 2019. № 5 (31). С. 5–18.
4. Dietz T., Jovel K.R., Deciancio M., Boldt C., Börner J. Towards Effective National and International Governance for a Sustainable Bioeconomy: A Global Expert Perspective // EFB Bioeconomy Journal. 2023. Vol. 3 (2). URL: https://www.researchgate.net/publication/372030583_Towards_Effective_National_and_International_Governance_for_a_Sustainable_Bioeconomy_A_Global_Expert_Perspective
5. Tiantian W., Zhongkang Yu., Riaz A., Samina R., Ullah K.K., Saeed S., Asif C.M., Taiming Z. Transition of Bioeconomy as a Key Concept for the Agriculture and Agribusiness Development: An Extensive Review on ASEAN Countries // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2022. Vol. 6. URL: https://www.researchgate.net/publication/365801257_Transition_of_bioeconomy_as_a_key_concept_for_the_agriculture_and_agribusiness_development_An_extensive_review_on_ASEAN_countries
6. World Intellectual Property Organization (WIPO). Global Innovation Index Report (2024). URL: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/en/> (дата обращения: 07.10.2024).
7. Singh M., Mal N., Trivedi D., Krishnamoorthy S., Behera C., Krishnan C., Naik S., Kuppam C. An Overview of the Role of Algae-Fortified Foods in Nutraceutical Industries: Synthesis Pathway of Value-Added Bioproducts and Co-Products // Food Bioscience. 2025. Vol. 63. URL: <https://colab.ws/articles/10.1016%2Ffj.fbio.2024.105568>
8. Bastos Lima M.G. Just Transition Towards a Bioeconomy: Four Dimensions in Brazil, India and Indonesia // Forest Policy and Economics. 2022. Vol. 136 (4). URL: https://www.researchgate.net/publication/357642157_Just_transition_towards_a_bioeconomy_Four_dimensions_in_Brazil_India_and_Indonesia
9. Biotechnology Industry Research Assistance Council (India). The India BioEconomy Report (IBER 2024). URL: https://birac.nic.in/desc_new.php?id=111 (дата обращения: 16.12.2024).
10. Yan K., Gao H., Liu R., Lyu Y., Wan M., Tian J., Chen L. Review on Low-Carbon Development in Chinese Industrial Parks Driven by Bioeconomy Strategies // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2024. Vol. 199. URL: <https://www>

- [researchgate.net/publication/380432621_Review_on_low-carbon_development_in_Chinese_industrial_parks_driven_by_bioeconomy_strategies](https://www.researchgate.net/publication/380432621_Review_on_low-carbon_development_in_Chinese_industrial_parks_driven_by_bioeconomy_strategies)
11. *Zhang X., Zhao C., Shao M.W., Chen Y.L., Liu P., Chen G.Q.* The Roadmap of Bioeconomy in China // *Engineering Biology*. 2022. Vol. 6 (4). P. 71–81.
12. Национальное бюро статистики Китая. URL: https://www.stats.gov.cn/sj_ndsj/2024/indexeh.htm (дата обращения: 16.12.2024).
13. *Прусова В.И., Безновская В.В., Губжокова Д.Х.* Особенности экономического развития Сингапура // Экономика и бизнес: теория и практика. 2017. № 5. С. 42–47.
14. *Seung E., Ji H., Lee S., Ko Y., Noh E., Oh J.* A New Era of Biologics: the Role of South Korea's Regulatory Science Center in Ensuring Long Term Safety // *Cytotherapy*. 2024. Vol. 26 (6). URL: [https://www.isct-cytotherapy.org/article/S1465-3249\(24\)00318-9/abstract](https://www.isct-cytotherapy.org/article/S1465-3249(24)00318-9/abstract)
15. Bioeconomy Strategy. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/bio/bio_economy_en.pdf (дата обращения: 07.10.2024).
16. *Pastrana-Pastrana A.J., Rodriguez-Herrera R., Solanilla-Duque J.F., Flores-Gallegos A.C.* Plant Proteins, Insects, Edible Mushrooms and Algae: More Sustainable Alternatives to Conventional Animal Protein // *Journal of Future Foods*. 2025. Vol. 5 (3). P. 248–256.
17. *Rinn B., Jankovský M., Palátová P., García-Jacome S.P., Sharp A., Wangpakapattanawong P., Lovrić N., Vu Van M., Thi Nhat M.D., Ninchaleune B., Chanthavong I., Doungmala K.* Bioeconomy in Countries of the Mekong Region: Stakeholder Understanding and Perceptions in Thailand, Vietnam, and Laos // *Forest Policy and Economics*. 2024. Vol. 162. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934124000431>
18. *Ngammuangtueng P., Jakrawatana N., Gheewala S.H.* Nexus Resources Efficiency Assessment and Management towards Transition to Sustainable Bioeconomy in Thailand // *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 160. URL: https://www.researchgate.net/publication/341586490_Nexus_Resources_Efficiency_Assessment_and_Management_towards_Transition_to_Sustainable_Bioeconomy_in_Thailand
19. *Tang G., Qin J., Dolnikowski G.G., Russell R.M., Grusak M.A.* Golden Rice is an Effective Source of Vitamin A23 // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2009. Vol. 89 (6). P. 1776–1783.
20. *Титова Е.С., Шишкин С.С.* Актуальные проблемы биоэкономики, роль постгеномных дисциплин. М.: ВАШ ФОРМАТ, 2023. 406 с.
21. *Sinaga H.* Intersectional Perspectives on Land Relations of Oil Palm Plantations: a Decolonial Feminist Approach on Indonesia's Bioeconomy // *Forest Policy and Economics*. 2024. Vol. 159. URL: https://www.academia.edu/111868229/Intersectional_perspectives_on_land_relations_of_oil_palm_plantations_A_decolonial_feminist_approach_on_Indonesias_bioeconomy
22. *Suhartini S., Rohma N.A., Mardawati E., Kasbawati, Hidayat N., Melville L.* Biorefining of Oil Palm Empty Fruit Bunches for Bioethanol and Xylitol Production in Indonesia: a Review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Vol. 154. URL: https://www.researchgate.net/publication/355788021_Biorefining_of_oil_palm_empty_fruit_bunches_for_bioethanol_and_xylitol_production_in_Indonesia_A_review
23. *Rhofita E.I., Ouaret R., Montastruc L., Meyer M.* Mapping Analysis of Farmers' Perceptions of Rice Straw Valorization in Indonesia // *Environmental Development*. 2024. Vol. 51. URL: https://www.researchgate.net/publication/381463593_Mapping_analysis_of_farmers'_perceptions_of_rice_straw_valorization_in_Indonesia

24. Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. М.: Наука, 1992. 207 с.

25. Голиченко О.Г. Основные факторы развития национальной инновационной системы // Инновации. 2012. № 5 (163). С. 4–18.

26. Ayrapetyan D., Befort N., Hermans F. From Local Markets to Global Legitimacy: a Materialization Perspective on Technological Innovation System's Dynamics // Research Policy. 2025. Vol. 54 (1). URL: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/303492/1/Ayrapetyan_2025_technological_innovation_system.pdf

References

1. Kashtelian T.V. Lesnaia bioekonomika kak vosproizvodstvennaia khoziaistvennaia sistema formirovaniia rentnykh otnoshenii v Belarusi [Forest Bioeconomics as a Determination Reproducing Economic System in Belarus Rent Relations Forest Bioeconomics as a Determination Reproducing Economic System in Belarus Rent Relations], *Trudy BGTU. Seriia 5: Ekonomika i upravlenie* [Scientific Works of BSTU. Series 5: Economics and Management], 2019, No. 2 (226), pp. 49–54. (In Russ.).
2. Pender A., Kelleher L., O'Neill E. Regulation of the Bioeconomy: Barriers, Drivers and Potential for Innovation in the Case of Ireland, *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 2023. Vol. 7 (4). Available at: https://www.researchgate.net/publication/376706571_Regulation_of_the_Bioeconomy_Barriers_drivers_and_potential_for_innovation_in_the_case_of_Ireland
3. Shvets I.Iu. Institutsional'nye aspekty natsional'noi innovatsionnoi sistemy [Institutional Aspects of the National Innovation System], *Drukerovskii vestnik* [Drukerovskij Vestnik], 2019, No. 5 (31), pp. 5–18. (In Russ.).
4. Dietz T., Jovel K.R., Deciancio M., Boldt C., Börner J. Towards Effective National and International Governance for a Sustainable Bioeconomy: A Global Expert Perspective, *EFB Bioeconomy Journal*, 2023, Vol. 3 (2). Available at: https://www.researchgate.net/publication/372030583_Towards_Effective_National_and_International_Governance_for_a_Sustainable_Bioeconomy_A_Global_Expert_Perspective
5. Tiantian W., Zhongkang Yu., Riaz A., Samina R., Ullah K.K., Saeed S., Asif C.M., Taiming Z. Transition of Bioeconomy as a Key Concept for the Agriculture and Agribusiness Development: An Extensive Review on ASEAN Countries, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2022, Vol. 6. Available at: https://www.researchgate.net/publication/365801257_Transition_of_bioeconomy_as_a_key_concept_for_the_agriculture_and_agribusiness_development_An_extensive_review_on ASEAN_countries
6. World Intellectual Property Organization (WIPO), *Global Innovation Index Report (2024)*. Available at: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/en/> (accessed 07 October 2024).
7. Singh M., Mal N., Trivedi D., Krishnamoorthy S., Behera C., Krishnan C., Naik S., Kuppam C. An Overview of the Role of Algae-Fortified Foods in Nutraceutical Industries: Synthesis Pathway of Value-Added Bioproducts and Co-Products, *Food Bioscience*, 2025, Vol. 63. Available at: <https://colab.ws/articles/10.1016%2Ffj.fbio.2024.105568>
8. Bastos Lima M.G. Just Transition Towards a Bioeconomy: Four Dimensions in Brazil, India and Indonesia, *Forest Policy and Economics*, 2022, Vol. 136 (4). Available at: https://www.researchgate.net/publication/357642157_Just_transition_towards_a_bioeconomy_Four_dimensions_in_Brazil_India_and_Indonesia
9. Biotechnology Industry Research Assistance Council (India), *The India BioEconomy Report (IBER 2024)*. Available at: https://birac.nic.in/desc_new.php?id=111 (accessed 16 December 2024).

10. Yan K., Gao H., Liu R., Lyu Y., Wan M., Tian J., Chen L. Review on Low-Carbon Development in Chinese Industrial Parks Driven by Bioeconomy Strategies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2024, Vol. 199. Available at: https://www.researchgate.net/publication/380432621_Review_on_low-carbon_development_in_Chinese_industrial_parks_driven_by_bioeconomy_strategies
11. Zhang X., Zhao C., Shao M.W., Chen Y.L., Liu P., Chen G.Q. The Roadmap of Bioeconomy in China, *Engineering Biology*, 2022, Vol. 6 (4), pp. 71–81.
12. Natsional'noe biuro statistiki Kitaia [National Bureau of Statistics of China]. Available at: <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2024/indexeh.htm> (accessed 16 December 2024).
13. Prusova V.I., Beznovskaia V.V., Gubzhokova D.Kh. Osobennosti ekonomicheskogo razvitiia Singapura [Features of Economic Development of Singapore], *Ekonomika i biznes: teoriia i praktika* [Economy and Business: Theory and Practice], 2017, No. 5, pp. 42–47. (In Russ.).
14. Seung E., Ji H., Lee S., Ko Y., Noh E., Oh J. A New Era of Biologics: The Role of South Korea's Regulatory Science Center in Ensuring Long Term Safety, *Cyotherapy*, 2024, Vol. 26 (6). Available at: [https://www.isct-cyotherapy.org/article/S1465-3249\(24\)00318-9/abstract](https://www.isct-cyotherapy.org/article/S1465-3249(24)00318-9/abstract)
15. Bioeconomy Strategy. Available at: https://www8.cao.go.jp/cstp/bio/bio_economy_en.pdf (accessed 07 October 2024).
16. Pastrana-Pastrana A.J., Rodríguez-Herrera R., Solanilla-Duque J.F., Flores-Gallegos A.C. Plant Proteins, Insects, Edible Mushrooms and Algae: More Sustainable Alternatives to Conventional Animal Protein, *Journal of Future Foods*, 2025, Vol. 5 (3), pp. 248–256.
17. Rinn B., Jankovský M., Palátová P., García-Jácome S.P., Sharp A., Wangpakapattanawong P., Lovrić N., Vu Van M., Thi Nhat M.D., Ninchaleune B., Chanthavong I., Doungmala K. Bioeconomy in Countries of the Mekong Region: Stakeholder Understanding and Perceptions in Thailand, Vietnam, and Laos, *Forest Policy and Economics*, 2024, Vol. 162. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934124000431>
18. Ngammangtueng P., Jakrawatana N., Gheewala S.H. Nexus Resources Efficiency Assessment and Management towards Transition to Sustainable Bioeconomy in Thailand, *Resources, Conservation and Recycling*, 2020, Vol. 160. Available at: https://www.researchgate.net/publication/341586490_Nexus_Resources_Efficiency_Assessment_and_Management_towards_Transition_to_Sustainable_Bioeconomy_in_Thailand
19. Tang G., Qin J., Dolnikowski G.G., Russell R.M., Grusak M.A. Golden Rice is an Effective Source of Vitamin A23, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2009, Vol. 89 (6), pp. 1776–1783.
20. Titova E.S., Shishkin S.S. Aktual'nye problemy bioekonomiki, rol' postgenomnykh distsiplin [Current Problems of Bioeconomy, the Role of Post-Genomic Disciplines]. Moscow, VASH FORMAT, 2023, 406 p. (In Russ.).
21. Sinaga H. Intersectional Perspectives on Land Relations of Oil Palm Plantations: a Decolonial Feminist Approach on Indonesia's Bioeconomy, *Forest Policy and Economics*, 2024, Vol. 159. Available at: https://www.academia.edu/111868229/Intersectional_perspectives_on_land_relations_of_oil_palm_plantations_A_decolonial_feminist_approach_on_Indonesia_s_bioeconomy
22. Suhartini S., Rohma N.A., Mardawati E., Kasbawati, Hidayat N., Melville L. Biorefining of Oil Palm Empty Fruit Bunches for Bioethanol and Xylitol Production in Indonesia: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2022, Vol. 154. Available at: https://www.researchgate.net/publication/355788021_Biorefining_of_oil_palm_empty_fruit_bunches_for_bioethanol_and_xylitol_production_in_Indonesia_A_review

23. Rhofita E.I., Ouaret R., Montastruc L., Meyer M. Mapping Analysis of Farmers' Perceptions of Rice Straw Valorization in Indonesia, *Environmental Development*, 2024, Vol. 51. Available at: https://www.researchgate.net/publication/381463593_Mapping_analysis_of_farmers'_perceptions_of_rice_straw_valorization_in_Indonesia

24. Glaz'ev S.Iu., L'vov D.S., Fetisov G.G. Evoliutsii tekhniko-ekonomicheskikh sistem: vozmozhnosti i granitsy tsentralizovannogo regulirovaniia [Evolution of Technical and Economic Systems: Possibilities and Limits of Centralized Regulation]. Moscow, Nauka, 1992, 207 p. (In Russ.).

25. Golichenko O.G. Osnovnye faktory razvitiia natsional'noi innovatsionnoi sistemy [Main Factors in the Development of the National Innovation System], *Innovatsii* [Innovations], 2012, No. 5 (163), pp. 4–18. (In Russ.).

26. Ayrapetyan D., Befort N., Hermans F. From Local Markets to Global Legitimacy: A Materialization Perspective on Technological Innovation System's Dynamics, *Research Policy*, 2025, Vol. 54 (1). Available at: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/303492/1/Ayrapetyan_2025_technological_innovation_system.pdf

EXPERIENCE OF SOME ASIAN LEADING COUNTRIES IN BIOECONOMY ORGANIZING

Bioeconomy has become one of the most dynamic and promising sectors of the world economy, which has proven opportunities to use biotechnology to reduce production costs, obtain fundamentally new products, including those that reduce the anthropogenic impact on the environment or fundamentally transform sectors of the economy. With this in mind, we analyze the experience in the bioeconomy development of some countries in the Asian region, including China and India, the largest in terms of population, as well as several other countries (Singapore, South Korea, Japan, Malaysia, Thailand, Vietnam, Philippines and Indonesia), leading in terms of innovation activity. Some features of economic activity systems organization in these countries related to the productive forces and production relations state, as well as the functioning of bioproducts markets are characterized. Based on the identified features of bioeconomy institutional development in ten countries of eastern, southeast and south Asia, a generalized functional model of bioeconomy organization was formed. In addition, a qualitative analysis of biotechnologies creating and using process organization for the development of national bioeconomies was carried out. As a result, the author was able to identify the main determinants of bioeconomy development in the countries of this region.

Keywords: bioeconomy, biotechnology, national innovation systems, Asian countries, scientific and technological development, region.

JEL: L65, O32, Q16, Q57

Дата поступления – 14.01.2025

Принята к печати – 07.02.2025

ТИТОВА Екатерина Сергеевна

кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского института развития образования;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» / Стремянный пер., д. 36, г. Москва, 109992.

e-mail: Titova.ES@rea.ru

TITOVA Ekaterina S.

Cand. Sc. (Econ.), Leading Researcher of the Education Development Research Institute;

Federal State Budgetary Educational Institute of Higher Education “Plekhanov Russian University of Economics” / 36, Stremyanny Lane, Moscow, 109992.
e-mail: Titova.ES@rea.ru

Для цитирования:

Титова Е.С. Опыт организации биоэкономической деятельности некоторых азиатских стран-лидеров // Федерализм. 2025. Т. 30. № 1 (117). С. 148–171. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2073-1051-2025-1-148-171>