

Е.С. ТИТОВА, С.С. ШИШКИН, Д.А. ШТЫХНО

БИОЭКОНОМИКА – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ РЕГИОНОВ РОССИИ

Биоэкономика – это особый вид деятельности и хозяйственная система, основывающаяся на достижениях науки, в первую очередь относящихся к биологии, а также к химии, биоинженерии, информатике, экологии и даже социологии. Эта деятельность активно осуществляется в десятках стран, где сформированы национальные программы развития биоэкономики. Существующие программы предусматривают в первую очередь осуществление комплекса работ, выполняемых с помощью биотехнологий по производству товаров (биопродуктов) на основе природных биоресурсов, включая переработку промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. Как следствие, формируются глобальные и региональные рынки биопродуктов, обеспечивающие потребителей новыми материальными, а также нематериальными благами и услугами. Анализ материалов о состоянии биоэкономики в нескольких странах-лидерах и в Российской Федерации свидетельствует о целесообразности использования регионального подхода для развития биоэкономики, а также о необходимости заблаговременной подготовки соответствующих кадров. Для достижения указанных целей предложено использовать несколько принципов, вытекающих из существа организации биоэкономической деятельности.

Ключевые слова: биоэкономика, биотехнологии, биотопливо, анализ стратегий развития, регион.

JEL: Q57, R58, I25

В период с последней четверти XX до первого десятилетия XXI в. произошло широкое общественное осознание того, что в мире нарастают проблемы, связанные с высокой антропогенной нагрузкой на окружающую среду в сочетании с ограниченностью сырьевых и энергетических ресурсов при постоянном росте численности населения и дефиците продовольствия. Как результат, в 2015 г. Генеральной ассамблеей ООН была принята резолюция¹, предусматривающая постепенное до-

¹ Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 г.: «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» // United Nations Conference on Trade and Development. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_ru.pdf

стижение семнадцати целей («Цели в области устойчивого развития») и необходимость решения более полутора сотен специальных задач. Во многом декларативный характер принятой резолюции вызвал ряд сомнений в формальной и концептуальной ее выполнимости, в частности, с учетом существенных экономических, природно-экологических и социокультурных различий между странами [1].

Вместе с тем очевидно, что сложившиеся подходы к природопользованию нуждаются в серьезных коррективах, ориентированных на существенное снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. Для этого в XXI в. появились широкие возможности, обусловленные достижениями наук о жизни, созданием промышленных биотехнологий. Постепенно развитие биотехнологий за рубежом привело к созданию *особой упорядоченной хозяйственной системы* — биоэкономики, устанавливающей связи между производителями продуктов и потребителями как материальных, так и нематериальных благ и услуг [2].

Биоэкономика — новый вид хозяйственной системы

Термин «биоэкономика» появился в начале XXI в. и использовался в единичных научных работах, аннотированных в соответствующих базах данных. Во второй декаде XXI в. ситуация существенно изменилась: ежегодно стали появляться десятки, а затем сотни публикаций. Более того, с началом третьего десятилетия XXI в. за один только год количество англоязычных работ со словом *bioeconomy* достигло тысяч, тогда как *число русскоязычных публикаций колебалось в диапазоне от 50 до 100*. Обобщенные сведения о библиометрической активности по запросу ключевого слова *bioeconomy*/биоэкономика приведены на рисунке 1.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН предлагает определять биоэкономику как «основанное на знаниях производство и использование биологических ресурсов, биологических процессов и принципов устойчивого предоставления товаров и услуг во всех секторах экономики»². При этом ОЭСР³ характеризует биоэкономику как деятельность, основанную на использовании достижений биотехнологий и способную обеспечить баланс между экономикой, экологией и промышленностью для решения задач обеспечения устойчивого развития и др.⁴ Тем более, что успехи биотехнологии могут способствовать достижению как минимум двенадцати целей устойчивого развития (ЦУР).

² How Sustainability Is Addressed in Official Bioeconomy Strategies at International, National, and Regional Levels — An Overview; Food and Agriculture Organization of United Nations: Rome, Italy, 2016 // Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). URL: <https://www.fao.org/3/i5998e/i5998e.pdf>

³ Организация экономического сотрудничества и развития.

⁴ The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda // Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). URL: <https://www.oecd.org/futures/long-term-technological-societal-challenges/the-bioeconomy-to-2030-designing-a-policy-agenda.htm>

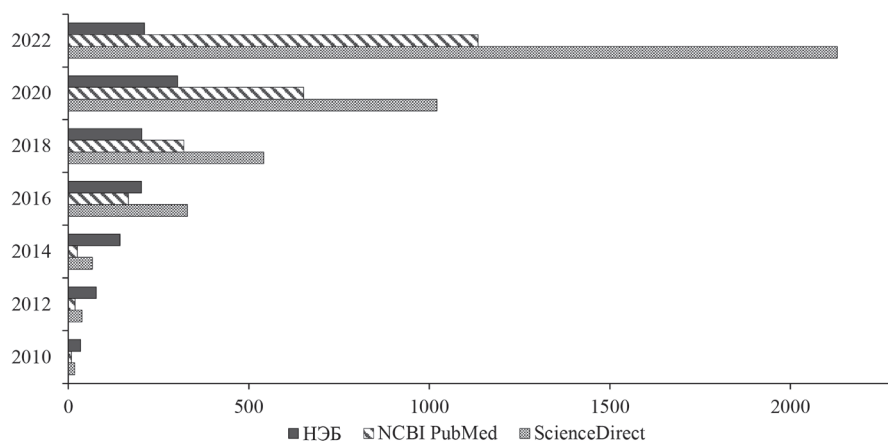


Рис. 1. Динамика количества публикаций по запросу ключевого слова *биоэкономика*, 2010–2022 гг., ед.⁵

Источник: составлено авторами.

Иными словами, *биоэкономику* фактически *предлагается рассматривать* с учетом общих целей стратегии устойчивого развития⁶ как новую хозяйственную систему [1], объединяющую:

- комплекс работ, выполняемых с использованием биотехнологий, для производства товаров (биопродуктов) на основе природных биоресурсов и оказания соответствующих услуг, включая переработку промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов [2; 3] с целью повышения эффективности использования ресурсов и появления новых товаров, отвечающих потребностям экономики в условиях изменения технологического уклада;
- снижение антропогенных нагрузок на окружающую среду и стабилизацию экологических показателей [4];
- формирование глобального и региональных рынков биопродуктов с обеспечением потребителей новыми материальными, а также нематериальными благами и услугами [2];
- обеспечение подготовки кадров для работы в биоэкономике, включая высшее образование [5; 6].

Подобные цели могут быть достигнуты с учетом особенностей национальных экономик и на основе соответствующих стратегических документов — программ и планов действий. Создание и последующая ре-

⁵ При сопоставлении сведений из баз данных (Научная электронная библиотека. URL: <https://elibrary.ru/>; NCBI PubMed. National Center for Biotechnology Information. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>; информационная база ScienceDirect. URL: <https://www.sciencedirect.com/>) обращает на себя внимание то, что за пятилетний период 2018–2022 гг. произошел многократный рост количества ежегодных англоязычных публикаций, тогда как число русскоязычных публикаций *оставалось практически на одном уровне*.

⁶ Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 г.: «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года».

ализация государственных программ и планов, направленных на обеспечение устойчивого экономического роста при минимизации ущерба для экологии, потребовали участия большого числа учреждений науки и промышленности, а также общественных организаций [7; 8; 9; 10].

По имеющимся прогнозам, объем мирового рынка продуктов промышленных биотехнологий к 2030 г. достигнет 852,6 млрд долл., а среднегодовой темп роста выручки составит 9,9%. Ожидается, что самый быстрый рост покажет рынок Азиатско-Тихоокеанского региона в связи с ростом спроса на продукты питания и фармацевтические препараты⁷. О существовании значительных различий биотехнологических исследований, как структурных, так и количественных, можно судить по динамике роста количества патентов, выданных в начале XXI в. (см. рис. 2).

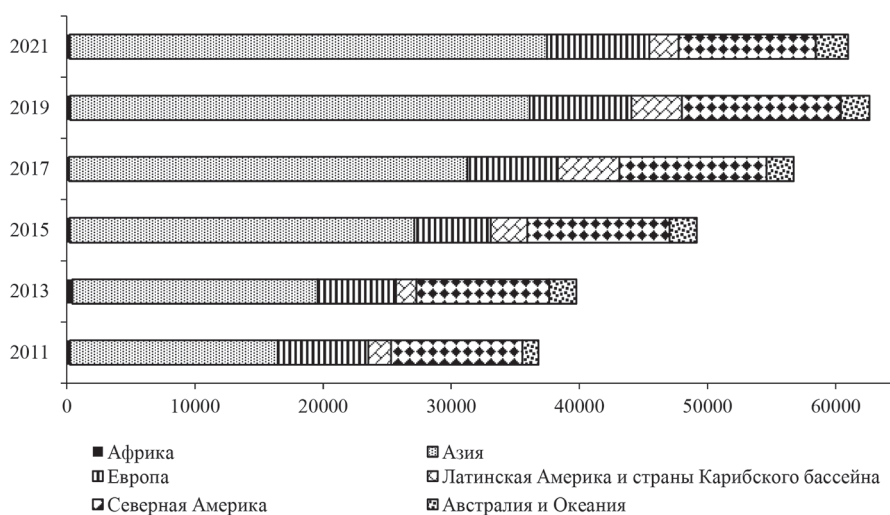


Рис. 2. Динамика количества патентов по регионам мира, поиск по технологиям (биотехнологиям) в соответствии с местом нахождения регистратора, 2010–2021 гг., ед.⁸

Источник: составлено авторами.

Стратегические взгляды на биоэкономику представителей западных стран были изложены в начале XXI в. в Кельнском докладе «На пути к биоэкономике, основанной на знаниях» [11; 12]. В этом документе и последующих публикациях подчеркивалось, что биоэкономика как особый вид

⁷ Global Industrial Biotechnology Market Report 2022: Development of New and Improved Enzymes and Other Biocatalysts Key for Future Developments // Focus on Catalysts. 2022. Vol. 2022. Iss. 10. pp. 2–3. DOI:10.1016/j.focat.2022.09.005

⁸ Из приведенных данных в Международной организации по интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization. URL: <https://www.wipo.int/>) следует, что, во-первых, в указанный период основной рост количества биотехнологических патентов обеспечили страны Азии. Во-вторых, в странах Европы количество выданных патентов сохранялось практически на одном уровне. В-третьих, доля африканских стран остается исчезающе малой.

деятельности⁹ [13; 14] основывается на знаниях, полученных прежде всего науками о жизни. В настоящее время понимание термина «биоэкономика» значительно изменилось с момента появления пионерской концепции *KBBE*: определение дополнилось понятиями «возобновляемость», «эффективное использование ресурсов», «экономика замкнутого цикла» и др. [13].

В 2009 г. ОЭСР представила комплексный, стратегически важный документ «Биоэкономика до 2030 г.: разработка политической повестки дня»¹⁰. В нем отмечено, что за период 1990–2010 гг. биологические науки стали источниками новых знаний и промышленных биотехнологий, которые начали использоваться для обеспечения устойчивого развития экономики. В итоге появилась биоэкономика как особая хозяйственная система, *развитие которой нуждается в политической поддержке*. С учетом этого и была поставлена задача по разработке специального проекта по развитию биоэкономики «Биоэкономика до 2030 года»¹¹, ключевые условия и факторы которого суммированы на *рисунке 3*.

Фундаментальный характер проекта «Биоэкономика до 2030 года»¹² продолжает привлекать внимание исследователей [7]. По всей видимости, проект явился стимулом для проведения подобных аналитических работ и составления планов развития биоэкономики в отдельных западных странах [8; 9; 12], важной составляющей которых является подготовка кадров.

Условия развития биоэкономики		
Рост биотехнологических знаний		Интеграция биотехнологий в промышленное производство
Факторы развития биоэкономики		
Рост населения	Увеличение спроса на энергию в сочетании с необходимостью сокращения выбросов парниковых газов (развитие рынков биотоплива)	
Создание платформенных биотехнологий	Генетическая модификация, секвенирование ДНК, биоинформатика и инженерия метаболических путей (повышение эффективности применяемых биотехнологий)	
Институциональные и социальные драйверы	Наличие государственной программы, дорожной карты, механизмов макроэкономического стимулирования, вовлеченность бизнеса	

Рис. 3. Ключевые условия и факторы развития биоэкономики

Источник: составлено авторами.

Для развития биоэкономики как особой хозяйственной системы, основанной на знаниях, подготовка квалифицированных кадров приоб-

⁹ Биоэкономика, основанная на знаниях (Knowledge-Based Bio-Economy (KBBE)).

¹⁰ The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda // Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). URL: <https://www.oecd.org/futures/long-term-technological-societal-challenges/the-bioeconomy-to-2030-designing-a-policy-agenda.htm>

¹¹ Там же.

¹² Там же.

ретают принципиальное значение. При этом с началом XXI в. возникли и другие существенные причины для глубоких и разносторонних реформ классического университетского образования, которые суммированы на *рисунке 4*.

Отдельные авторы особо отмечали необходимость *применения междисциплинарного подхода* при формировании образовательных программ для биоэкономики, включения в программы новых знаний и технологий, которые способны обеспечивать производство биопродуктов и соответствующих услуг [5; 19]. При этом подчеркивается целесообразность повышения внимания государственных и частных структур к модернизации системы образования, а также сопряжения нормативных актов, определяющих стратегические приоритеты национальных и региональных программ развития с обоснованием направлений инвестирования в образовательные программы.



Рис. 4. Предпосылки и основные тенденции трансформации университетского образования

Источник: составлено авторами по [15; 16; 17; 18].

Таким образом, можно считать, что освоение знаний о современных достижениях наук о жизни и обучение их использованию являются своеобразными вызовами для постклассического университетского образования [18].

К настоящему времени опубликованы многочисленные материалы, содержащие детальные описания основных направлений биоэкономики, в которых обычно подчеркивается, что этот вид деятельности базируется на новых научных подходах и промышленных биотехнологиях [3; 20]. Среди этих направлений в первую очередь отмечается производство биотоплива. Из результатов исследований, проводившихся за рубежом, также следует, что происходит развитие производства множества других биопродуктов (например, биофармпрепаратов и биоразлагаемых пластмасс) [3; 6; 7]. Ряд авторов особо выделяет среди вопросов, имеющих

явное отношение к биоэкономике, также экологические, политические и даже социальные вопросы, решение которых важно для обеспечения устойчивого развития [2; 6].

К полученным результатам можно отнести и создание специальных биотехнологических цепочек, позволяющих *получать добавленную стоимость* и ускорять производство за счет внедрения соответствующих инноваций. Например, в странах Европейского союза за период 2009–2019 гг. добавленная стоимость производства химикатов, производимых на биологической основе, фармацевтических препаратов и каучука возросла почти на 50%, жидкого биотоплива – на 129,50%, а электричества, полученного из биологических источников, – на 72,30%¹³. Эта деятельность активно осуществляется в десятках стран, характеризуясь *существенными региональными особенностями*. Общий взгляд на открывающиеся возможности биоэкономики в связи с развитием промышленного производства товаров с использованием биотехнологий схематически показан на *рисунке 5*.



Рис. 5. Ключевые направления развития деятельности с использованием достижений наук о жизни

Источник: составлено авторами по [7; 8; 9; 10] ¹⁴.

Таким образом, биоэкономика в настоящее время стала особым видом деятельности, основывающимся на достижениях многих наук, в первую очередь относящихся к биологии, а также к химии, инженерии, информатике, экологии и даже социологии [9; 11; 21].

Национальные программы развития биоэкономики федеративных и унитарных государств

Формирование национальных программ развития биоэкономики и иных регулирующих документов, связанных с биоэкономикой, началось с директив, касающихся переработки биомассы в биотопливо ввиду раз-

¹³ The European Commission. The European Commission's Knowledge Centre for Bioeconomy. Brief on Jobs and Growth in the EU Bioeconomy 2008–2019 // European Commission. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC129733/JRC129733_01.pdf

¹⁴ Выполнено с использованием программы EdrawMax. URL: <https://www.edrawmax.com/>

вития технологий, обеспечивающих возможность подобной переработки как сельскохозяйственных растений, так и непрерывно образующихся отходов. К числу *стран-пионеров* в развитии и регулировании биоэкономики в современном ее понимании *следует* в первую очередь *отнести* Бразилию, США и Германию — *государства с федеративным устройством*.

В **Бразилии** производство биоэтанола из сахарного тростника началось ввиду кризиса на рынке нефтепродуктов и сокращения импорта бензина [22], в 1970 г. была создана государственная программа по производству биоэтанола¹⁵, которое и в настоящее время представляется важной частью экономики этой страны [8; 23; 24]. Значительные потребности в этом производстве, очевидно, обусловлены экономическими, климатическими и *другими региональными особенностями*, наличием быстро накапливающейся биомассы, в частности традиционно выращиваемого сахарного тростника, из которого уже несколько десятилетий производят автомобильный бензин и ряд других продуктов переработки биомассы [23; 25].

Бразилия считается вторым по величине производителем биоэтанола в мире [23] и входит в тройку лидеров по производству биодизеля [22]. На предприятиях получил распространение ферментативный катализ, осуществляющийся промышленными ферментами при гидролизе кукурузного крахмала для производства этанола первого поколения (1G). Далее стали применяться целлюлазы и ксиланазы для гидролиза лигно-целлюлозных материалов и производства этанола второго поколения (2G) [23]. При этом создана инфраструктура как для переработки биомассы, использования готовой продукции, а сырьем для производства биотоплива служили различные виды биомассы.

В начале XXI в. в **США** был опубликован «Национальный план биоэкономики» для поддержки биоэкономической деятельности и производства [26]. Этот документ начинался во многом декларативным «Резюме от администрации», в котором биоэкономика называлась приоритетом администрации президента Б. Обамы. Соответственно, был выдвинут ряд предложений в области науки и техники для бюджетных заданий федеральным агентствам, в частности по «поддержке исследований, направленных на создание основ биоэкономики XXI в.» [26].

Вместе с тем (несмотря на существующий «Национальный план биоэкономики») на рубеже второй и третьей декад XXI в. даже оценивать состояние биоэкономики США, по мнению некоторых авторов, *пока достаточно затруднительно*, и для этого требуется создание специальных методических подходов (например, [27; 28]). При этом, по приводимым оценкам, пока биоэкономика США представляет собой сильно децентрализованную, разрозненную, фрагментированную систему, в которой некоторые штаты активнее других [27]. Подчеркивается, что сложившуюся ситуацию во многом определяют неосведомленность исполнителей и недостатки при реализации существующих концепций федерального правительства, а также зависимость путей развития, связанная с инвести-

¹⁵ Программа именуется «Proalcool».

циями в биотопливо при игнорировании других биопродуктов. Возможно, что федеративное устройство США влияет на выявленные трудности.

Для Западной Европы, где расположены и федеративные, и унитарные государства, происходило формирование и использование государственных программ развития биоэкономики.

Одна из первых долгосрочных программ развития биоэкономики была разработана и принята в ФРГ¹⁶. По аналогии с проектом ОЭСР во введении к немецкой программе, которая *охватывает двадцатилетний период*, изложены общие взгляды на концепцию биоэкономики. По представлениям разработчиков, она должна охватывать «сельское хозяйство и все отрасли производства, которые разрабатывают, производят, обрабатывают или используют любые формы биологических ресурсов, такие как растения, животные и микроорганизмы»¹⁷.

Для достижения заявленных целей предполагалось, что федеральное правительство Германии прибегнет к организации ведомственных исследований в области биоэкономики, с учетом имеющейся в этой стране давней традиции использования сельскохозяйственной и продовольственной политики, основанной на знаниях. Разработчики выделили ряд федеральных научно-исследовательских институтов в качестве потенциальных исполнителей¹⁸.

Представляется важным отметить, что в соответствии с программой для продвижения исследований в биоэкономике необходимо содействие от федерального правительства, которое должно осуществляться в форме среднесрочной и долгосрочной институциональной поддержки, а также путем финансирования краткосрочных и среднесрочных проектов. При реализации исследовательской стратегии предусматривалась тесная координация с федеральными землями и другими институтами, финансирующими НИОКР (например, фондами), по вопросам, затрагивающим всех партнеров в области национальной, европейской и международной исследовательской политики. Таким образом, в немецкой программе развития биоэкономики был учтен ряд организационных особенностей этого федеративного государства.

За последующее десятилетие появилось множество публикаций, характеризующих с разных сторон политику Германии в области биоэкономики, включая серьезную критику [29]. Более того, по оценкам ряда авторов, искусственно созданная в Германии сеть НИОКР *не демонстрирует необходимой кооперации заинтересованных сторон*, отсутствует участие гражданского общества или междисциплинарные исследования.

Примером европейского унитарного государства с развитой биоекономической хозяйственной системой может служить **Италия** – унитар-

¹⁶ Federal Ministry for Education and Research. National Research Strategy Bioeconomy 2030. Our Route Towards a biobased Economy // Publisher Bundesministerium für Bildung und Forschung. DruckVogt, Berlin. Bonn, Berlin 2011. 56 p. URL: http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/docs/int/bioeconomy_2030_germany.pdf

¹⁷ Там же.

¹⁸ Там же.

ное государство с отдельными элементами федерализма («регионалистской» формой государственно-территориального устройства). В Италии на протяжении нескольких лет активно реализуется национальная программа развития биоэкономики, описание которой, а также текущие результаты и анализ перспектив, нашли отражение в одной из публикаций 2021 г. [19].

Особенностью итальянской политики развития биоэкономики считается то, что она разрабатывается и реализуется на основе подхода, *учитывающего большое разнообразие региональных и городских объектов* [19]. В качестве примера можно отметить описанную в 2022 г. особую модель биоэкономики замкнутого цикла, применяемую в Южной Италии для переработки твердых пищевых отходов [30]. При этом существенно, что официальный статистический учет Италии не выделяет различия между товарами, созданными с использованием биотехнологии или просто созданными на основе биоресурсов [19] (например, бумага или изделия из дерева).

Среди стран северной Европы представляется важным обратить внимание на **Финляндию** и созданный в этой стране проект развития биоэкономики «*BioERKO*» [5]. В рамках указанного проекта была подготовлена новая программа профессиональной (постдипломной) специализации в области биоэкономики. Разработчики подчеркивали, что эта программа основывалась на фактических потребностях, признанных участниками, практически работающими в биоэкономике, а основным принципом программы является конкретизация трудовых функций выпускников¹⁹.

В современной литературе отмечаются уже десятки стран, в которых биоэкономика активно развивается [8], и среди них — **Китай**. Для этой страны с унитарным государственным устройством характерна высокая концентрация капиталов, высококвалифицированных кадров, исследовательских институтов и промышленных зон в нескольких крупных регионах: в Пекине, Тяньцзине, Шанхае, Гуанчжоу, Шэньчжэне и Гонконге [31]. Китай является одним из лидеров по количеству исследований в области биотехнологии. Количество патентов КНР в данной области превышает совокупный объем патентов, полученных в десяти следующих за ним по объему патентов в области биотехнологии странах — лидерах 2021 г.²⁰ Несмотря на более чем убедительное количество ежегодных исследований в области биотехнологий и активную работу по созданию биоэкономики, исследователи из КНР отмечают *недостаточный, ранний уровень развития биоэкономики* [31]. Это связывают с внутривластными барьерами, дисбалансом в размещении промышленных предприятий и исследовательских учреждений [2; 31].

¹⁹ Глубокое изучение данного вопроса стало необходимо, в т.ч. ввиду возникновения явления и понятия «квазизеленый» («*quasi-green*») в отношении биоэкономики, которая по имеющимся определениям, должна иметь принципы устойчивости в качестве базиса для создания альтернативной формы хозяйствования, а не просто быть основанной на использовании биологических ресурсов и природопользовании.

²⁰ World Intellectual Property Organization. URL: <https://www3.wipo.int/ipstats/IpsStatsResultvalue>

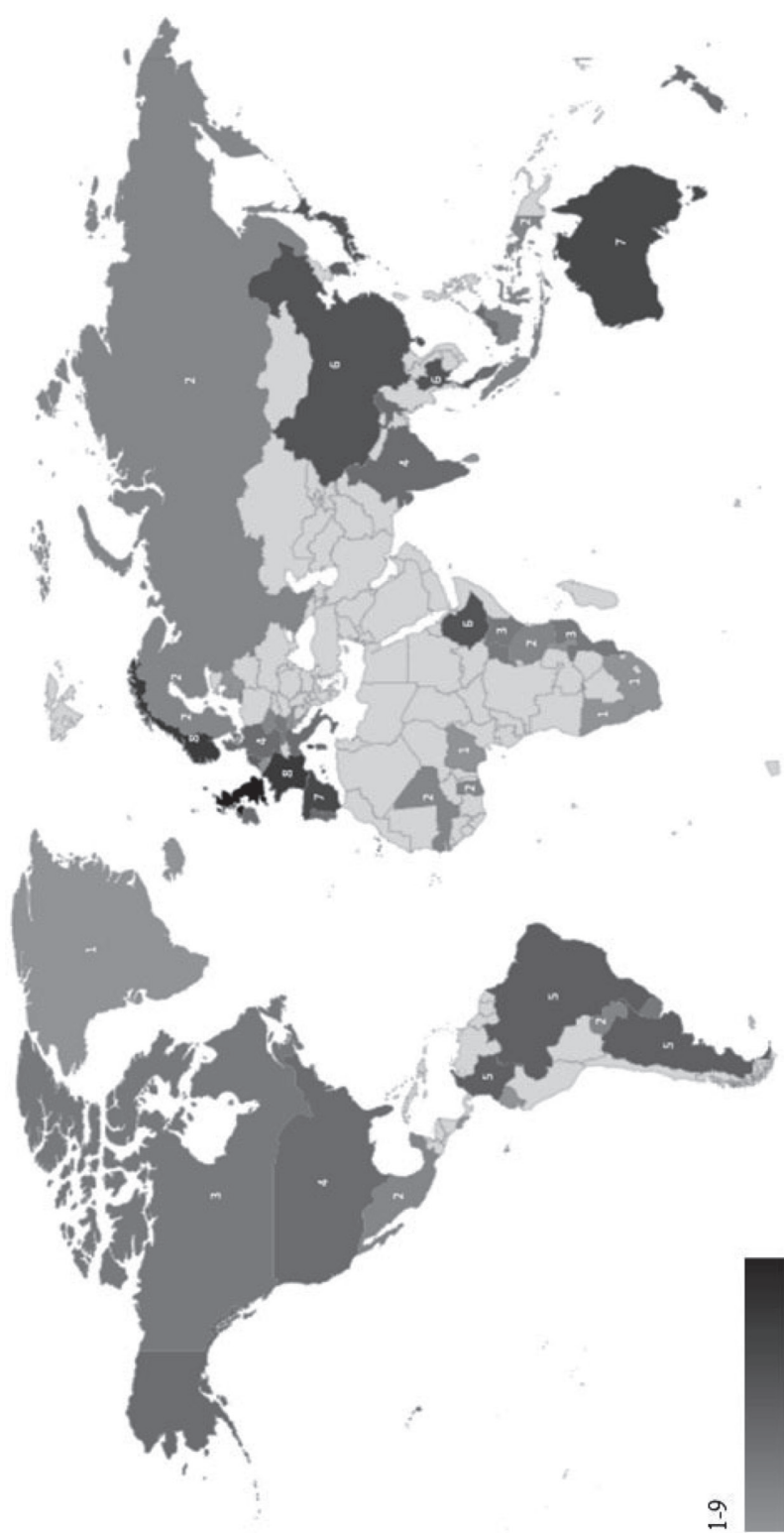


Рис. 6. Принятые в мире программы развития в области биоэкономики
Источник: составлено авторами.

На *рисунке 6* представлены материалы, иллюстрирующие продолжающиеся во многих странах мира работы по развитию биоэкономики²¹. Важно отметить, что принятые в разных странах мира стратегические документы, действующие в области биоэкономики, суммированы по сущностным приоритетам, с учетом наличия в указанных документах планов по применению современных достижений биотехнологии.

По результатам анализа стратегий и программ развития, ориентированных на использование биотехнологий в федеративных и унитарных государствах, удалось выявить *общие условия и факторы*, которые могут способствовать успешному развитию биоэкономики вне зависимости от форм государственного устройства. Полученные результаты представляется целесообразным упорядочить методом группировки [32] и суммировать в виде обобщенной концептуальной модели, которая представлена на *рисунке 7*.



Рис. 7. Концептуальная модель факторов развития биоэкономики в системах стратегического планирования

Источник: составлено авторами.

²¹ Усиление цвета обозначает увеличение количества принятых в стране программ развития и документов, связанных с развитием биоэкономики; приведены сведения о принятых с 2006 по 2020 г. программах; данные не учитывали программ, принятых для макрорегионов мира в соответствии с данными Совета по биоэкономике Германии и Международного совета по биоэкономике: German Bioeconomy Council // Bioeconomy Policy (Part III). Update Report of National Strategies around the World. URL: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/bioeconomy-policy-part-iii-update-report-national-strategies-around-world_en; International Advisory Council on Global Bioeconomy // Global Bioeconomy Policy Report (IV). A decade of bioeconomy policy development around the world. URL: https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS-2020_Global-Bioeconomy-Policy-Report_IV_web.pdf

Биоэкономика в отдельных регионах России

Основные документы, регламентирующие развитие биотехнологии в России, обобщены специально созданной технологической платформой «Биоиндустрия и биоресурсы» (БиоТех2030)²² — инструмента осуществления научно-технической и инновационной политики в области биотехнологий. При этом Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации²³ определены переход к широкому использованию биотехнологий, к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, высокопродуктивному и экологически чистому способу ведения хозяйственной деятельности и другие большие вызовы, которые Российская Федерация определяет для себя в качестве приоритетных.

В целях исследования развития биоэкономики в регионах России был проведен лексикометрический анализ [33] стратегий социально-экономического развития субъектов Российской Федерации (далее — стратегии) с целью определения частоты встречаемости понятий, относящихся к биоэкономике в современном ее понимании. Было проанализировано 85 актуальных стратегий субъектов Российской Федерации на период до 2025–2035 гг. на предмет наличия количества ключевых слов: биоэкономика, биотехнология, биотопливо, биодизель, биоэтанол, биогаз, биоэнергетика, биополимеры, биоматериалы (с учетом морфологии). Ключевые слова были выбраны по результатам комплексного анализа текстов стратегий и имеющихся тематических исследований [2; 31].

Подробные результаты анализа представлены на *рисунке 8*²⁴.



Рис. 8. Результаты лексикометрического анализа стратегий социально-экономического развития субъектов Российской Федерации

Источник: составлено авторами.

²² Технологическая платформа «Биоиндустрия и биоресурсы» // БиоТех2030. URL: <http://biotech2030.ru/novosti/analitika-prognozy-i-otchety/>

²³ Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «Об утверждении Стратегии научно-технологического развития РФ» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201612010007>

²⁴ При составлении рисунка не учитывались Луганская, Запорожская, Донецкая и Херсонская области.

Отдельно стоит отметить, что практически во всех анализируемых стратегиях встречается термин «устойчивое развитие». Однако отсутствуют показатели, характеризующие его достижение, а собственно термин «биоэкономика» встречается только в стратегии Приморского края.

Между тем в России имеются обширные биологические ресурсы, которые могут быть использованы в рамках формирования биоэкономики, например, для производства биотоплива или эффективной переработки отходов. Более того, фактически производство биотоплива в России активно развивается с учетом ряда региональных особенностей, например, в регионах Юга России [34] или Центрального федерального округа [35].

По результатам анализа стратегий среди лидеров лексикометрического анализа выявлены: Республика Крым, Белгородская область, Алтайский край, Республика Татарстан.

В Республике Крым на уровне стратегических документов²⁵ принимается во внимание изменение технологического уклада и ставятся задачи по созданию медико-биологического кластера для развития промышленных, агро-, экологических и пищевых биотехнологий. Для решения указанных задач предполагается обратить отдельное внимание на развитие соответствующих образовательных направлений.

В Белгородской области с 2012 г. функционирует биогазовая станция «Лучки»²⁶, а для развития агробiotехнологий функционирует научно-образовательный центр «Инновационные решения в АПК»²⁷, который наряду с подготовкой кадров и научными исследованиями обеспечивает создание площадки для привлечения заинтересованных — производственных предприятий, тем самым создавая условия для становления опорной экосистемы для развития биотехнологий. Отдельно следует отметить, что выносятся на общественное обсуждение с созданием специального информационного ресурса²⁸ вопросы для потенциального включения в стратегический план перспективного развития региона.

Алтайский край²⁹ определяет среди направлений развития биотехнологий медицину и фармацевтику, сельское хозяйство и промышленное

²⁵ Закон Республики Крым от 9 января 2017 г. № 352-зрк/2017 «О стратегии социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года» // Официальный портал Правительства Республики Крым. URL: <https://rk.gov.ru/ru/document/show/11146?ysclid=lcdcwqmbai271895173>

²⁶ Официальный сайт компании «АльтЭнерго». URL: <http://altenergo.su/about-company/story/>

²⁷ НОЦ МУ «Инновационные решения в АПК» // Научно-образовательные центры мирового уровня (НОЦ МУ). URL: <https://xn--mlacy.xn--plai/centers/nauchno-obrazovatelniicentr-mirovogo-urovnya-innovacionnie-resheniya-v-apk?ysclid=lcjfnln9my476922048>

²⁸ Обсуждение стратегии социально-экономического развития Белгородской области // Стратегия развития Белгородской области. URL: <https://xn--31-6kicipkialea.xn--plai/>

²⁹ Закон Алтайского края от 6 сентября 2021 г. № 86-ЗС «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2035 года» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/2200202109080001?ysclid=lcdhqqw32910017253>

производство, а созданный в 2017 г. Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий определен в качестве платформы для научного обеспечения запланированного развития региона.

В Республике Татарстан в рамках мероприятий по реализации стратегии³⁰ сформированы инновационные кластеры «Биосистемы» и «Устойчивая энергетика», которые ориентированы на развитие в т.ч. биотехнологий (вакцины, биопластики, биотоплива и пр.).

Наглядно проиллюстрировать региональное участие в развитии биоэкономики можно сведениями о количестве компаний, осуществляющих научные исследования и разработки в области биотехнологий. Для результатов анализа использовались сведения о действующих 633 компаниях³¹, количество которых было структурировано по регионам Российской Федерации (см. рис. 9). Кроме Москвы и Санкт-Петербурга, к числу регионов-лидеров в развитии биоэкономики по числу компаний можно отнести Московскую и Новосибирскую области, Республику Татарстан и Краснодарский край.



Рис. 9. Количество организаций, осуществляющих научные исследования и разработки в области биотехнологий в России, ед.³²

Источник: составлено авторами.

³⁰ Закон Республики Татарстан от 17 июня 2015 г. № 40-ЗРТ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года» // Инвестиционный портал Республики Татарстан. URL: https://invest.tatarstan.ru/upload/iblock/4f8/zakon-rt-ot-17.06.2015-n40_zrt-ob-utverzhenii-strategii-rt-2030.pdf?ysclid=lcdib6w8s4756898835

³¹ ОКВЭД Код 72.11: Научные исследования и разработки в области биотехнологии // РБК Компании. URL: <https://companies.rbc.ru/okved/72.11/>

³² При составлении рисунка по данным РБК Компании. ОКВЭД Код 72.11: Научные исследования и разработки в области биотехнологии (URL: <https://companies.rbc.ru/okved/72.11/>) не учитывались Луганская, Запорожская, Донецкая и Херсонская области; не учитывались компании, зарегистрированные в Москве (296 ед.) и Санкт-Петербурге (54 ед.).

В целом для развития биотехнологий и биоэкономики в России ряд авторов определяет необходимость решения следующих задач: развития ресурсного потенциала, формирования нормативной базы и соответствующих стратегических документов, увеличения доли научных разработок, внедренных в практическое применение [35; 36]. Однако результаты нашего анализа позволяют сделать вывод *о существенной роли в развитии биоэкономики России* следующих условий:

- экономико-географического положения и специализации регионов;
- объемов и видов биологических ресурсов, возможных к переработке;
- имеющихся технологий и уровня технологической готовности;
- достижения экологических и социальных выгод.

Существенным также является достижение экономической эффективности и открывающихся перспектив решения общественно значимых задач и получения экономических выгод от повышения качества жизни в долгосрочной перспективе. Особое значение приобретает подготовка кадров, развитие междисциплинарной подготовки, а также необходимость разработки перспективных образовательных программ.

* * *

Активное развитие различных форм интеграции (например, науки и производства), имеющиеся тематические исследования, в т.ч. о научно-технологических приоритетах в федеральной политике, широкий спектр направлений развития биоэкономики и богатый ресурсный потенциал регионов, развитие профильных биотехнологических кластеров в России³³ и опыт зарубежных практик позволяют выявить следующие основные тенденции развития биоэкономики:

- создание региональных и межрегиональных объединений (например, научных и научно-образовательных центров, ориентирующихся в т.ч. на биотехнологии);
- функциональные зависимости предприятий, исследовательских и образовательных организаций;
- биопродуктовая специализация регионов.

Базовое условие формирования указанных трендов — наличие востребованного продукта, а инструменты государственной поддержки их устойчивого характера — эффективные стимулы преобразований.

Следует отметить, что в России частота и контекст употребления термина «устойчивое развитие» (в т.ч. широко используемого в проанализированных стратегиях социально-экономического развития ее регионов) носят в значительной степени популистский характер. Данное обстоятельство подтверждается отсутствием строгих целевых показателей, от-

³³ Постановление Правительства РФ от 31.07.2015 г. № 779 «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров». URL: <https://base.garant.ru/71150302/?ysclid=lciiijtdx319154562#friends>

носящихся, например, к исследуемой тематике (биоэкономике, несмотря на широкую географию организаций, осуществляющих научные исследования и разработки в области биотехнологий и объективное развитие научных исследований в данной области).

Для перевода политики в область устойчивого развития и становления биоэкономики на практические рельсы мы предлагаем осуществить ряд шагов.

Первый. Целеполагание и установление приоритетов использования биологических ресурсов и биотехнологий с учетом региональных особенностей в сопряжении с системой общенациональных социально-экономических интересов. Подход позволит сформулировать стратегические направления устойчивого развития регионов, которые могут быть достигнуты с использованием современных доступных биотехнологических решений.

Второй. Проведение количественной и качественной оценки ресурсного потенциала регионов и формирование номенклатуры биологических ресурсов, возможных к использованию в целях развития биоэкономики с учетом экологического аспекта. Этот подход позволит систематизировать информацию о возможных к переработке биологических ресурсах, конкретизировать целеполагание региональных стратегических документов, а главное выявить возможности и ограничения научно-технологического развития региона в области биоэкономики.

Третий. Конкретизация взаимосвязей между экономическими субъектами, действующими в отдельном регионе или на межрегиональном уровне с привязкой к конкретному биопродукту. Это позволит определить векторы пространственного развития технологической, промышленной и научно-образовательной инфраструктуры формируемой биоэкономики региона.

Четвертый. Обеспечение перехода к более равномерному распределению между регионами мер государственной поддержки на основе исследования результативности региональных и межрегиональных объектов научно-технологической деятельности биотехнологического профиля.

Пятый. Обеспечение эффективного функционирования экосистемы знаний путем формирования новых образовательных программ по биоэкономике на базе профильных вузов при участии заинтересованных предприятий и с учетом междисциплинарного аспекта.

Список литературы

1. Яковец Ю.В., Растворцев Е.Е. О системе целей и стратегии устойчивого развития Евразийского экономического союза // Экономические стратегии. 2016. Т. 18. № 7 (141). С. 6–21.
2. Schanz H., Federer J., Wilczynski M. Markets as Leverage Points for Transformations of Economic Systems: The Example of the German Bioeconomy //

Environmental Innovation and Societal Transitions. 2019. Vol. 33. P. 140–161. DOI:10.1016/j.eist.2019.04.003

3. Singh R., Paritosh K., Pareek N., Vivekanand V. Integrated System of anaerobic Digestion and Pyrolysis for Valorization of Agricultural and Food Waste Towards Circular Bioeconomy: Review // Bioresource Technology. 2022. Vol. 360. P. 127596. DOI:10.1016/j.biortech.2022.127596

4. Paes L.A.B., Stolte Bezerra B., Jugend D., Liar Agudo F. Prospects for a Circular Bioeconomy in Urban Ecosystems: Proposal for a Theoretical Framework // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 380. P. 134939. DOI:10.1016/j.jclepro.2022.134939

5. Takala T., Tikkanen J., Haapala A., Pitkanen S., Poykko T. Shaping the Concept of Bioeconomy in Participatory Projects — an Example from the Post-Graduate Education in Finland // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 221. P. 176–188. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.02.007

6. Alcalay M., Jereczek-Fossa B.A., Pepa M., Volpe S., Zaffaroni M., Fiore F., Marvaso G., Pravettoni G., Curigliano G., Santaguida S., Pelicci P.G. Biomedical Omics: First Insights of a New MSc Degree of the University of Milan // Tumori. 2021. Vol. 108. Iss. 1. P. 6–11. DOI:10.1177/03008916211047268

7. Swetha T.A., Mohanrasu K., Sudhakar M., Raja R., Ponnuchamy K., Muthusamy G., Arun A. A Comprehensive Review on Techniques Used in Conversion of Biomass into Bioeconomy // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2022. Vol. 53. P. 102682. DOI: 10.1016/j.seta.2022.102682

8. Kircher M., Maurer, K.-M. Herzberg D. KBBE: The Knowledge-Based Bioeconomy: Concept, Status and Future Prospects // EFB Bioeconomy Journal. 2022. Vol. 2. P. 100034. DOI: 10.1016/j.bioeco.2022.100034

9. Wohlgemuth R., Twardowski T., Aguilar A. Bioeconomy Moving Forward Step by Step — A Global Journey // New Biotechnology. 2021. Vol. 61. P. 22–28. DOI:10.1016/j.nbt.2020.11.006

10. Khan A.H., López-Maldonado E.A., Khan N.A., Villarreal-Gómez L.J., Munshi F.M., Alsabhan A.H., Perveen K. Current Solid Waste Management Strategies and Energy Recovery in Developing Countries — State of Art Review // Chemosphere. 2022. Vol. 291 (Part 3). P. 133088. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.133088

11. Aguilar A., Bocheureau L., Matthiessen L. Biotechnology as the Engine for the Knowledge-Based Bio-Economy // Biotechnology and Genetic Engineering Reviews. 2010. Vol. 26. P. 371–388. DOI: 10.5661/bger-26-371

12. Deshar P. A Global Look into the Prospects of Bioeconomy // Yrkeshögskolan Novia. 2016. 76 p. URL: <http://www.theseus.fi/handle/10024/115759>

13. Patermann C., Aguilar A. A bioeconomy for the next decade // EFB Bioeconomy Journal. 2021. Vol. 1. P. 100005. DOI: 10.1016/j.bioeco.2021.100005

14. Lang C. Bioeconomy — from the Cologne Paper to Concepts for a Global Strategy // EFB Bioeconomy Journal. 2022. Vol. 2. P. 100038. DOI: 10.1016/j.bioeco.2022.100038

15. Hasgall A., Saenen B., Borrell-Damian L., Van Deynze F., Seeber M., Huisman J. Doctoral Education in Europe Today: Approaches and Institutional Structures // EUA CDE. 2019. URL: <https://www.eua-cde.org/downloads/publications/online%20eua%20cde%20survey%2016.01.2019.pdf>

16. Бедный Б.И., Бекова С.К., Рыбаков Н.В., Терентьев Е.А., Ходеева Н.А. Профессиональная аспирантура: мировой опыт и российский контекст // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 10. С. 9–21. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-10-9-21

17. Титова Е.С., Шишкин С.С., Крицкий М.С., Каминская А.М. Цифрофизация и «-омики» — новые подходы к подготовке научных ка-

дров // Высшее образование сегодня. 2020. № 10. С. 28–33. DOI: 10.25586/RNU.НЕТ.20.10.Р.28.

18. Штыхно Д.А., Константинова Л.В., Гагиев Н.Н. Смирнова Е.А., Никонова О.Д. Трансформация моделей университетов: анализ стратегий развития вузов мира // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 6. С. 27–47. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-27-47

19. Fava F., Gardossi L., Brigidi P., Morone P., Carosi D.A.R., Lenzi A. The Bioeconomy in Italy and the New National Strategy for a More Competitive and Sustainable Country // New Biotechnology. 2021. Vol. 61. P. 124–136. DOI: 10.1016/j.nbt.2020.11.009

20. Винобер А.В. «Пределы роста»: мифы и реальность // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2022. № 2 (43). С. 90–105.

21. Dixon T.A., Williams T.C., Pretorius I.S. Bioinformational Trends in Grape and Wine Biotechnology // Trends in Biotechnology. 2022. Vol. 40. Iss. 1. P. 124–135. DOI: 10.1016/j.tibtech.2021.05.001

22. De Carvalho Freitas E.S., Xavier L.H., Oliveira L.B., Nani Guarieiro L.L. System Dynamics Applied to Second Generation Biofuel in Brazil: A Circular Economy Approach // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2022. Vol. 52. Part D. P. 102288. DOI: 10.1016/j.seta.2022.102288

23. Ramos M.D.N., Milessi T.M., Candido R.C., Mendes A.A., Aguiar A. Enzymatic Catalysis as a Tool in Biofuels Production in Brazil: Current Status and Perspectives // Energy for Sustainable Development. 2022. Vol. 68. P. 103–119. DOI: 10.1016/j.esd.2022.03.007

24. Watanabe M.D.B., Morais E.R., Cardoso T.F., Chagas M.F., Junqueira T.L., Carvalho D.J., Bonomi A. Process Simulation of Renewable Electricity from Sugarcane Straw: Techno-Economic Assessment of Retrofit Scenarios in Brazil // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 254. P. 120081. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120081

25. Aba M.M., Galo A.C. Le Roux G.A.C., Menezes B.C. Integrated Ethanol and Gasoline Supply Chain Planning under Environmental Constraints: A case Study of Brazil // Computers and Chemical Engineering. 2022. Vol. 164. P. 107875. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2022.107875

26. Bastos Lima M.G. Just Transition Towards a Bioeconomy: Four Dimensions in Brazil, India and Indonesia // Forest Policy and Economics. 2022. Vol. 136. P. 102684. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102684

27. Devaney L., Iles A. Scales of Progress, Power and Potential in the US Bioeconomy // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 233. P. 379–389. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.393

28. Avelino A.F.T., Lamers P., Zhang Y., Chum H. Creating a Harmonized Time Series of Environmentally-Extended Input-Output Tables to Assess the Evolution of the US Bioeconomy – A Retrospective Analysis of corn Ethanol and Soybean Biodiesel // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 321. P. 128890. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128890

29. Bogner K., Dahlke J. Born to Transform? German Bioeconomy Policy and Research Projects for Transformations Towards Sustainability // Ecological Economics. 2022. Vol. 195. P. 107366. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2022.107366

30. Le Pera A., Sellaro M., Bencivenni E., D'Amico F. Environmental Sustainability of an Integrate Anaerobic Digestion-Composting Treatment of Food Waste: Analysis of an Italian Plant in the Circular Bioeconomy Strategy // Waste Management. 2022. Vol. 139. P. 341–351. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.12.042

31. Wei X., Liu Q., Pu A., Wang S., Chen F., Zhang L., Zhang Y., Dong Z., Wan X. Knowledge Mapping of bioeconomy: A Bibliometric Analysis // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 373. P. 133824. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.133824

32. Устинова К.А. Теоретические основы исследования институциональных факторов экономического развития // Журнал экономической теории. 2020. Т. 17. № 1. С. 187–197.

33. Mandják T., Lavissière A., Hofmann J., Bouchery Y., Lavissière M.C., Fauray O., Sohler R. Port Marketing from a Multidisciplinary Perspective: a Systematic Literature Review and Lexicometric Analysis // Transport Policy. 2019. Vol. 84. P. 50–72. DOI: 10.1016/j.tranpol.2018.11.011

34. Бондарчук Н.В., Тумова Е.С. Перспективы возобновляемой энергетики как одного из направлений устойчивого развития некоторых регионов Юга России // Юг России: экология, развитие. 2017. № 4. С. 12–31. DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-12-31

35. Titova E.S. Biofuel Application as a Factor of Sustainable Development Ensuring: The Case of Russia // Energies. 2019. № 12. P. 39–48. DOI: 10.3390/en12203948

36. Boyarov A., Osmakova A., Popov V. Bioeconomy in Russia: Today and Tomorrow // New Biotechnology. 2021. Vol. 60. P. 36–43. DOI: 10.1016/j.nbt.2020.08.003

References

1. Iakovets Iu.V., Rastvortsev E.E. O sisteme tselei i strategii ustoichivogo razvitiia Evraziiskogo ekonomicheskogo soiuza [On the System of Goals and Strategy for Sustainable Development of the Eurasian Economic Union], *Ekonomicheskie strategii* [Economic Strategies], 2016, Vol. 18, No. 7 (141), pp. 6–21. (In Russ.).

2. Schanz H., Federer J., Wilczynski M. Markets as Leverage Points for Transformations of Economic Systems: The Example of the German Bioeconomy, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2019, Vol. 33, pp. 140–161. DOI:10.1016/j.eist.2019.04.003

3. Singh R., Paritosh K., Pareek N., Vivekanand V. Integrated System of Anaerobic Digestion and Pyrolysis for Valorization of Agricultural and Food Waste Towards Circular Bioeconomy: Review, *Bioresour Technol*, 2022, Vol. 360, pp. 127596. DOI:10.1016/j.biortech.2022.127596

4. Paes L.A.B., Stolte Bezerra B., Jugend D., Liar Agudo F. Prospects for a Circular Bioeconomy in Urban Ecosystems: Proposal for a Theoretical Framework, *Journal of Cleaner Production*, 2022, Vol. 380, pp. 134939. DOI:10.1016/j.jclepro.2022.134939

5. Takala T., Tikkanen J., Haapala A., Pitkanen S., Poykko T. Shaping the Concept of Bioeconomy in Participatory Projects – an Example from the Post-Graduate Education in Finland // *Journal of Cleaner Production*. 2019, Vol. 221, pp. 176–188. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.02.007

6. Alcalay M., Jereczek-Fossa B.A., Pepa M., Volpe S., Zaffaroni M., Fiore F., Marvaso G., Pravettoni G., Curigliano G., Santaguida S., Pelicci P.G. Biomedical Omics: First Insights of a New MSc Degree of the University of Milan, *Tumori*, 2021, Vol. 108, Iss. 1, pp. 6–11. DOI:10.1177/03008916211047268

7. Swetha T.A., Mohanrasu K., Sudhakar M., Raja R., Ponnuchamy K., Muthusamy G., Arun A. A Comprehensive Review on Techniques Used in Conversion of Biomass into Bioeconomy, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2022, Vol. 53, pp. 102682. DOI: 10.1016/j.seta.2022.102682

8. Kircher M., Maurer, K.-M. Herzberg D. KBBE: The Knowledge-Based Bioeconomy: Concept, Status and Future Prospects, *EFB Bioeconomy Journal*, 2022, Vol. 2, pp. 100034. DOI: 10.1016/j.bioeco.2022.100034

9. Wohlgemuth R., Twardowski T., Aguilar A. Bioeconomy Moving Forward Step by Step – a Global Journey, *New Biotechnology*, 2021, Vol. 61, pp. 22–28. DOI:10.1016/j.nbt.2020.11.006
10. Khan A.H., López-Maldonado E.A., Khan N.A., Villarreal-Gómez L.J., Munshi F.M., Alsabhan A.H., Perveen K. Current Solid Waste Management Strategies and Energy Recovery in Developing Countries – State Of Art Review, *Chemosphere*, 2022, Vol. 291 (Part 3), pp. 133088. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.133088
11. Aguilar A., Bochereau L., Matthiessen L. Biotechnology as the Engine for the Knowledge-Based Bio-Economy, *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 2010, Vol. 26, pp. 371–388. DOI: 10.5661/bger-26-371
12. Deshar P. A Global Look into the Prospects of Bioeconomy, *Yrkeshögskolan Novia*, 2016, 76 p. Available at: <http://www.theseus.fi/handle/10024/115759>
13. Patermann C., Aguilar A. A Bioeconomy for the Next Decade, *EFB Bioeconomy Journal*, 2021, Vol. 1, pp. 100005. DOI: 10.1016/j.bioeco.2021.100005
14. Lang C. Bioeconomy – from the Cologne Paper to Concepts for a Global Strategy, *EFB Bioeconomy Journal*, 2022, Vol. 2, pp. 100038. DOI: 10.1016/j.bioeco.2022.100038
15. Hasgall A., Saenen B., Borrell-Damian L., Van Deynze F., Seeber M., Huisman J. Doctoral Education in Europe Today: Approaches and Institutional Structures, *EUA CDE*, 2019. Available at: <https://www.eua-cde.org/downloads/publications/online%20eua%20cde%20survey%2016.01.2019.pdf>
16. Bednyi B.I., Bekova S.K., Rybakov N.V., Terent'ev E.A., Khodeeva N.A. Professional'naia aspirantura: mirovoi opyt i rossiiskii kontekst [Professional Postgraduate Studies: World Experience and Russian Context], *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia], 2021, Vol. 30, No. 10, pp. 9–21. (In Russ.). DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-10-9-21
17. Titova E.S., Shishkin S.S., Kritskii M.S., Kamionskaia A.M. Tsifrofizatsiia i «-omiki» – novye podkhody k podgotovke nauchnykh kadrov [Digitization and «-Omics» – New Approaches to the Scientific Personnel Training], *Vysshee obrazovanie segodnia* [Higher Education in Russia], 2020, No. 10, pp. 28–33. (In Russ.). DOI: 10.25586/RNU.HET.20.10.P.28.
18. Shtykhno D.A., Konstantinova L.V., Gagiev N.N. Smirnova E.A., Nikonova O.D. Transformatsiia modelei universitetov: analiz strategii razvitiia vuzov mira [Transformation of University Models: Analysis of Development Strategies for World Universities], *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia], 2022, Vol. 31, No. 6, pp. 27–47. (In Russ.). DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-27-47
19. Fava F., Gardossi L., Brigidi P., Morone P., Carosi D.A.R., Lenzi A. The Bioeconomy in Italy and the New National Strategy for a More Competitive and Sustainable Country, *New Biotechnology*, 2021, Vol. 61, pp. 124–136. DOI: 10.1016/j.nbt.2020.11.009
20. Vinober A.V. «Predely rosta»: mify i real'nost' [«Limits to Growth»: Myths and Reality], *Biosfernoe khoziaistvo: teoriia i praktika* [Biosphere Economy: Theory and Practice], 2022, No. 2 (43), pp. 90–105. (In Russ.).
21. Dixon T.A., Williams T.C., Pretorius I.S. Bioinformational Trends in Grape and Wine Biotechnology, *Trends in Biotechnology*, 2022, Vol. 40, Iss. 1, pp. 124–135. (In Russ.). DOI: 10.1016/j.tibtech.2021.05.001
22. De Carvalho Freitas E.S., Xavier L.H., Oliveira L.B., Nani Guarieiro L.L. System Dynamics Applied to Second Generation Biofuel in Brazil: A Circular Economy Approach, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2022, Vol. 52, Part D, pp. 102288. DOI: 10.1016/j.seta.2022.102288
23. Ramos M.D.N., Milessi T.M., Candido R.C., Mendes A.A., Aguiar A. Enzymatic Catalysis as a Tool in Biofuels Production in Brazil: Current Status and

Perspectives, *Energy for Sustainable Development*, 2022, Vol. 68, pp. 103–119. DOI: 10.1016/j.esd.2022.03.007

24. Watanabe M.D.B., Morais E.R., Cardoso T.F., Chagas M.F., Junqueira T.L., Carvalho D.J., Bonomi A. Process Simulation of Renewable Electricity from Sugarcane Straw: Techno-Economic Assessment of Retrofit Scenarios in Brazil, *Journal of Cleaner Production*, 2020, Vol. 254, pp. 120081. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120081

25. Aba M.M., Galo A.C. Le Roux G.A.C., Menezes B.C. Integrated Ethanol and Gasoline Supply Chain Planning under Environmental Constraints: A Case Study of Brazil, *Computers and Chemical Engineering*, 2022, Vol. 164, pp. 107875. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2022.107875

26. Bastos Lima M.G. Just Transition Towards a Bioeconomy: Four Dimensions in Brazil, India and Indonesia, *Forest Policy and Economics*, 2022, Vol. 136, pp. 102684. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102684

27. Devaney L., Iles A. Scales of progress, power and potential in the US bioeconomy, *Journal of Cleaner Production*, 2019, Vol. 233, pp. 379–389. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.393

28. Avelino A.F.T., Lamers P., Zhang Y., Chum H. Creating a Harmonized Time Series of Environmentally-Extended Input-Output Tables to Assess the Evolution of the US Bioeconomy — A Retrospective Analysis of corn Ethanol and Soybean Biodiesel, *Journal of Cleaner Production*, 2021, Vol. 321, pp. 128890. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128890

29. Bogner K., Dahlke J. Born to Transform? German Bioeconomy Policy and Research Projects for Transformations Towards Sustainability, *Ecological Economics*, 2022, Vol. 195, pp. 107366. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2022.107366

30. Le Pera A., Sellaro M., Bencivenni E., D'Amico F. Environmental Sustainability of an Integrate Anaerobic Digestion-Composting Treatment of food Waste: Analysis of an Italian Plant in the Circular Bioeconomy Strategy, *Waste Management*, 2022, Vol. 139, pp. 341–351. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.12.042

31. Wei X., Liu Q., Pu A., Wang S., Chen F., Zhang L., Zhang Y., Dong Z., Wan X. Knowledge Mapping of Bioeconomy: A Bibliometric Analysis, *Journal of Cleaner Production*, 2022, Vol. 373, pp. 133824. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.133824

32. Ustinova K.A. Teoreticheskie osnovy issledovaniia institutsional'nykh faktorov ekonomicheskogo razvitiia [Theoretical Foundations of the Economic Development Institutional Factors Study], *Zhurnal ekonomicheskoi teorii* [Journal of Economic Theory], 2020, Vol. 17, No. 1, pp. 187–197. (In Russ.).

33. Mandják T., Lavissière A., Hofmann J., Bouchery Y., Lavissière M.C., Fauray O., Sohier R. Port Marketing from a Multidisciplinary Perspective: a Systematic Literature Review and Lexicometric Analysis, *Transport Policy*, 2019, Vol. 84, pp. 50–72. DOI: 10.1016/j.tranpol.2018.11.011

34. Bondarchuk N.V., Titova E.S. Perspektivy vozobnovliaemoi energetiki kak odnogo iz napravlenii ustoichivogo razvitiia nekotorykh regionov Iuga Rossii [Renewable Energy Prospects as One of Sustainable Development Direction in Some South Russian Regions], *Iug Rossii: ekologiia, razvitie* [South of Russia: Ecology, Development], 2017, No. 4, pp. 12–31. (In Russ.). DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-12-31

35. Titova E.S. Biofuel Application as a Factor of Sustainable Development Ensuring: The Case of Russia, *Energies*, 2019, No. 12, pp. 39–48. DOI: 10.3390/en12203948

36. Boyarov A., Osmakova A., Popov V. Bioeconomy in Russia: Today and Tomorrow, *New Biotechnology*, 2021, Vol. 60, pp. 36–43. DOI: 10.1016/j.nbt.2020.08.003

BIOECONOMY AS ONE OF THE WAYS TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RUSSIAN REGIONS

Bioeconomy is considered as a special type of activity and economic system, which is based on the science achievements, primarily related to biology, as well as chemistry, bioengineering, computer science, ecology, and even sociology. This activity is actively carried out in dozens of countries where national bioeconomy development programs have been formed. The existing programs provide, first of all, for the set of works implementation performed with the help of biotechnologies for the goods (bioproducts) based on natural bioresources production, including industrial, agricultural and household waste processing. As a result, global and regional bioproducts markets are being formed, providing consumers with new materials, as well as intangible benefits and services. The bioeconomy state analysis in several leading countries, as well as in the Russian Federation, indicates the expediency of using a regional approach to bioeconomy development, as well as advance training of relevant personnel. To achieve these goals, it is proposed to use several principles arising from the essence of the bioeconomy activity organization.

Keywords: bioeconomy, biotechnologies, biofuels, development strategies analysis, region.

JEL: Q57, R58, I25

Дата поступления — 16.01.2023 г.

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, 117997.
e-mail: Titova.ES@rea.ru

ШИШКИН Сергей Сергеевич

доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник аналитической группы;
Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук / Ленинский проспект, д. 33, стр. 2, г. Москва, 119071.
e-mail: sergeyshishkin@yandex.ru

ШТЫХНО Дмитрий Александрович

кандидат экономических наук, доцент, проректор;
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» / Стремянный переулок, д. 36, г. Москва, 117997.
e-mail: Shtykhno.DA@rea.ru

TITOVA Ekaterina S.

PhD. (Econ.), Leading Researcher of the Education Development Research Institute;
Federal State Budgetary Institute of Higher Education "Plekhanov Russian University of Economics" / 36, Stremyanny Lane, Moscow, 117997.
e-mail: Titova.ES@rea.ru

SHISHKIN Sergey S.

Dr. Sc. (Biol.), Senior Researcher of the Analytical Group;
Federal Research Centre “Fundamentals of Biotechnology” of the Russian
Academy of Sciences / 33, Building 2, Leninsky Av., Moscow, 119071.
e-mail: sergeyshishkin@yandex.ru

SHTYKHNO Dmitry A.

PhD. (Econ.), Vice-Rector;
Federal State Budgetary Institute of Higher Education “Plekhanov Russian
University of Economics” / 36, Stremyanny Lane, Moscow, 117997.
e-mail: Shtykhno.DA@rea.ru

Для цитирования:

Титова Е.С., Шишкин С.С., Штыхно Д.А. Биоэкономика — один из путей
к устойчивому развитию регионов России // Федерализм. 2023. Т. 28.
№ 1 (109). С. 56–79. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2073-1051-2023-1-56-79>