

## МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА

**П. А. Кирюшин<sup>1</sup>,**  
МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

**Е. Ю. Яковлева<sup>2</sup>,**  
МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

**М. Астапкович<sup>3</sup>,**  
МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

**М. А. Солодова<sup>4</sup>,**  
МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

## БИОЭКОНОМИКА: ОПЫТ ЕВРОСОЮЗА И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РОССИИ

*В статье рассмотрена эволюция концепции биоэкономики с начала 1970-х гг. до настоящего времени, а также выделены основные тренды современного развития биоэкономики в России и Европейском союзе. Проведен анализ опыта применения биотехнологий в целях устойчивого и низкоуглеродного развития. Показано, что лидирующую роль в развитии биоэкономики занимает Европейский союз, где за счет внедрения элементов биоэкономики планируется решить ряд социальных, экономических и политических задач. Вместе с тем выделены и проанализированы этапы становления биоэкономики в России, а также основные драйверы и ограничения, связанные со становлением биоэкономики в нашей стране. Наконец, представлен обзор государственных политик и инструментов в области развития биоэкономики, а также даны оценки их результативности и применимости в условиях России.*

**Ключевые слова:** биоэкономика, биотехнологии, биомасса, «зеленая» энергетика, устойчивое развитие, «зеленая» экономика, модернизация экономики.

Цитировать статью: Кирюшин П. А., Яковлева Е. Ю., Астапкович М., Солодова М. А. Биоэкономика: опыт Евросоюза и возможности для России // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. — 2019. — № 4. — С. 60–77.

**Kiryushin P. A.,**  
Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

**Yakovleva E. Yu.,**  
Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

---

<sup>1</sup> Кирюшин Петр Алексеевич, к.э.н., доцент кафедры экономики природопользования экономического факультета; e-mail: pkiryushin@gmail.com

<sup>2</sup> Яковлева Екатерина Юрьевна, к.э.н., старший научный сотрудник кафедры экономики природопользования экономического факультета; e-mail: e.u.yakovleva@gmail.com

<sup>3</sup> Астапкович Матвей, аспирант экономического факультета; e-mail: astapkovich@econ.msu.ru

<sup>4</sup> Солодова Мария Александровна, аспирант экономического факультета; e-mail: m.damianne@gmail.com

**Astapkovich M.,**

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

**Solodova M. A.,**

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

## **BIOECONOMY: EU EXPERIENCE AND OPPORTUNITIES FOR RUSSIA**

*This article discusses the evolution of the concept of bioeconomy from the early 1970s to the present. We highlight the main trends in the current development of bioeconomies in Russia and the European Union. Implementation of biotechnologies with a view to sustainable and low-carbon development is analyzed. It is the European Union that takes the leading position in the development of the bioeconomy. Several social, economic and political problems are to be solved by introducing elements of the bioeconomy in the EU. Moreover, we have identified and analyzed the stages of the development of a bioeconomy in Russia, as well as the main drivers and limitations associated with the development of a bioeconomy in Russia. Finally, an overview of state policies and instruments in the field of bioeconomic development is presented, and evaluations of their effectiveness and applicability in Russia are given.*

**Key words:** bioeconomy, biotechnology, biomass, green energy, sustainable development, green economy, modernization of economy.

To cite this document: *Kiryushin P. A., Yakovleva E. Yu., Astapkovich M., Solodova M. A.* (2019). Bioeconomy: EU Experience and Opportunities for Russia. *Moscow University Economic Bulletin*, (4), 60–77.

### **Введение**

Термин «биоэкономика» (bioeconomy и bio-based economy) в последние годы стал все чаще использоваться за рубежом — в научной среде, в сфере государственного управления и деятельности бизнеса, особенно в странах Евросоюза. При этом тема биоэкономики звучит в различных контекстах — в связи с устойчивым развитием, снижением антропогенной нагрузки на окружающую среду и переходом от старой (традиционной, высокоуглеродной, «коричневой») модели экономики к «зеленой», низкоуглеродной.

Ключевым элементом биоэкономики сегодня считается использование биотехнологий — «биологических систем, живых организмов или их производных, применяемых в целях изготовления или изменения продуктов и процессов для практического использования» [Agricultural Biotechnology..., 2001]. Биотехнологии имеют широкий спектр применения: например, с их помощью получают энергию из органических отходов, производят новые материалы из растительного сырья — для пищевой, медицинской, текстильной промышленности и других отраслей; биотехнологии используются для производства лекарств, при очистке природных систем от загрязнений, а также для увеличения нефтеотдачи при добыче

нефти из скважин. Уже сейчас с помощью биотехнологий начинают создаваться органы и ткани для трансплантации и «выращиваться» мясо, которое можно употреблять в пищу. Согласно теории технологических укладов, человечество в настоящее время стоит на пороге шестого технологического уклада, в котором биотехнологии играют одну из ключевых ролей наряду, например, с информационными и когнитивными технологиями.

К началу 2018 г. более чем в 50 странах уже существовали государственные концепции, связанные с формированием биоэкономики — по развитию биотехнологий и использованию биомассы; а конкретно биоэкономические стратегии (с соответствующим названием и целями) приняты, например, ОЭСР и ЕС, а также США, Германией, Финляндией и рядом других стран. Такой восходящий тренд продолжается в последние несколько лет [Bioeconomy Policy..., 2018]. Нужно отметить, что еще в 2010 г. в мире не было ни одной конкретно биоэкономической стратегии [Aguilar et al., 2018], а сегодня все больше и больше стран стремятся к тому, что принять комплексные стратегии в области биоэкономики [Bioeconomy Policy..., 2018].

Экономические показатели биоэкономики в мире сильно зависят от методики измерений, но в целом также выглядят впечатляющими. Так, в США в сфере биоэкономики работает около 300 тыс. человек, а ее объем составляет более 48 млрд долл. в год [Federal activities report..., 2016]. В Китае прогнозируется, что рынок биоиндустрии достигнет 1,2–1,5 трлн долл. к 2020 г. [Wang et al., 2018]. По официально утвержденным данным, на долю биоэкономики в странах ЕС в 2015 г. уже приходилось 4,2% годового ВВП, более 18 млн рабочих мест (8,2% от общего числа) и 2 трлн евро оборота в год [Ronzon, M'Varek, 2018].

В нашей стране еще в 2012 г. была принята Комплексная программа по развитию биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г. (далее — БИО2020), в которой «создание глобально конкурентоспособного сектора биоэкономики» является одной из ключевых задач [Комплексная программа..., 2012]. В БИО2020 поставлена цель довести долю биотехнологической продукции до 1% ВВП к 2020 г. и выйти на уровень 3% к 2030 г. [Комплексная программа..., 2012].

Необходимо отметить, что в настоящее время в России проводится не так много исследований, посвященных биоэкономике, и публикуется относительно небольшое число научных работ по сравнению с зарубежными странами. Например, в поисковой системе научных публикаций Google Scholar результаты поиска по ключевому слову «биоэкономика» выдают менее 2 тыс. работ, тогда как аналогичные запросы с использованием слова «bioeconomy» показывают около 900 тыс. релевантных источников.

В целом в нашей стране преобладают специализированные статьи по отдельным направлениям биотехнологий. При этом практически нет научных и образовательных центров по вопросам биоэкономики и не так много комплексных научных исследований по этой тематике. Среди

немногих примеров — Центр биоэкономики и экоиноваций экономического факультета МГУ, на базе которого в 2014 г. была создана первая в МГУ межфакультетская магистерская программа «Менеджмент биотехнологий», а в 2016 г. была выпущена одна из первых научных монографий по биоэкономике — «Биоэкономика в России: перспективы развития» под редакцией Бобылева С. Н., Кирышина П. А. и Кудрявцевой О. В. [Биоэкономика в России..., 2016].

В данном исследовании мы сопоставим различные взгляды на концепцию биоэкономики, проанализируем развитие биоэкономики в Евросоюзе и рассмотрим перспективы в России.

### **Взгляды на биоэкономику**

Для понимания сущности биоэкономики прежде всего необходимо рассмотреть становление данной концепции. Вивиен с соавторами [Vivien et al., 2019] выделяют следующую периодизацию взглядов на биоэкономику. Понятие биоэкономики было введено в конце 1970-х гг. румынским математиком Н. Джорджеску-Регеном. Он интерпретировал биоэкономику как «экономику, совместимую с возможностями биосферы, т.е. обеспечивающую коэволюцию экономики и биосферы». Данный взгляд был тесно связан с идеями доклада «Пределы роста» 1972 г., подготовленного для Римского клуба группой сотрудников МИТ. Этот доклад получил широкий резонанс, так как в нем впервые были спрогнозированы перспективы природно-ресурсных кризисов в обозримом будущем [Meadows et al., 1972].

В 1990–2000 гг., ознаменовавшихся биотехнологической революцией, биоэкономика все чаще стала рассматриваться как экономика знаний, развивающаяся преимущественно за счет биотехнологий, подразумевающих все от ферментирования до манипуляций с геномом. Данный период характеризуется изменениями в фармацевтической, медицинской, сельскохозяйственной, химической промышленности, связанными с активным использованием биотехнологий. В этот период знания коммерциализируются и появляются частные компании, делающие научно-технические прорывы и получающие как частный венчурный капитал, так и государственное финансирование. Создаются биотехнологические фирмы, организующие альянсы с существующими фармацевтическими фирмами и университетами. Ярким примером служит Celera Corporation, созданная для расшифровки генома человека американским биологом Крейгом Вентером в 1998 г. [Venter, 2007].

Третий подход к биоэкономике, популярный прежде всего в Европе с 2010 г. по настоящее время, связан с построением экономики, основанной на рациональном и эффективном использовании биомассы в качестве основного ресурса. Переработка биомассы становится значимым процес-

сом в сельском хозяйстве, лесной промышленности, рыбном хозяйстве, химической промышленности и энергетике. Это необходимо для достижения экологически устойчивого развития, в том числе путем замещения ископаемых ресурсов биомассой. Данный подход можно проиллюстрировать на примере форсайт-проектов и дорожных карт в Северной Америке и Европе (проекты «BIOPOOL» и «BIOREFINERY Euroview»), охватывающих главным образом агробизнес и деревообрабатывающую и бумажную промышленность [Vivien et al., 2019].

В нашем исследовании мы предлагаем выделить два понимания биоэкономики — в узком и широком смысле. В узком смысле биоэкономику можно отождествлять с производственными процессами — устойчивой переработкой биомассы в продукцию. Этот взгляд на биоэкономику хорошо передает классификация биотехнологических секторов по цветам [Kafarski, 2012]. В исследовании с участием одного из авторов данной статьи «цветная» классификация была переработана в подробную типологию, основанную на идее межотраслевых взаимодействий [Кудрявцева, Яковлева, 2014], которая была развита в дальнейшей работе [Matyushenko et al., 2016]. Также этот взгляд на процессы можно представить в ниже следующей схеме, через призму ее функционирования.



Рис. 1. Схема биоэкономики в узком смысле — как производственного процесса  
 Источник: [Lamers et al., 2016].

С одной стороны, как в отечественной программе БИО2020, так и в стратегических документах ряда других стран биоэкономика рассматривается как отдельный сектор экономики. С другой стороны, в классическом по-

нимании — с точки зрения отраслевых показателей и статистики — биоэкономику сложно рассматривать как самостоятельный сектор экономики. Сложившаяся система сбора статистических данных, например в России, не позволяет пока вычлениить, в каких секторах и в каком объеме производится биотехнологическая продукция. Однако в каждом из видов экономической деятельности можно развивать биоэкономическую составляющую. Например, для развития биоэкономики сектор «добыча полезных ископаемых» следует реструктурировать, чтобы добыча углеводородов сводилась к минимуму. В контексте сектора «производство и потребление электроэнергии, газа и воды» необходимо развивать биоэнергетику, в секторе ЖКХ — экологические биотехнологии (включающие обращение с отходами, ресурсосберегающие технологии, применяемые в быту и т.д.), в контексте обрабатывающего производства следует внедрять пищевые, лесные, промышленные и другие биотехнологии и т.д. (более подробно классификация биотехнологий представлена в табл. 1).

Таким образом, увеличение доли применяемых биотехнологий в каждом из секторов является по смыслу развитием биоэкономики [Asada, Stern, 2018]. Однако для того, чтобы биоэкономику было возможно выделить в отдельный сектор экономики, необходимо внедрять новые индикаторы использования биоресурсов и методы учета производимой биотехнологической продукции. Это позволит сделать процесс развития биоэкономики более прозрачным и измеримым.

Таблица 1

### Классификация отраслей биотехнологий согласно программе БИО2020

Отрасль	Некоторые ключевые направления
Биофармацевтика	Разработка лекарственных препаратов, вакцин нового поколения, антибиотиков
Биомедицина	Диагностика <i>in vitro</i> , персонализированная медицина, клеточные биомедицинские технологии, разработка биосовместимых материалов, биоинформатика, развитие банков биологических образцов
Промышленная биотехнология	Производство ферментов, аминокислот и полисахаридов, производство субстанций антибиотиков, производство биодеградируемых полимеров, создание биологических комплексов по глубокой переработке биомассы и т.д.
Биоэнергетика	Производство электроэнергии и тепла с использованием биомассы, утилизация парниковых газов, и предотвращение и ликвидация последствий вредного антропогенного воздействия на окружающую среду энергетической отраслью методами био конверсии

Таблица 1. Окончание

Отрасль	Некоторые ключевые направления
Сельскохозяйственная биотехнология	Биотехнологии для растениеводства (биологическая защита растений, создание сортов растений биотехнологическими методами, производство биоудобрений), биотехнологии для животноводства (молекулярная селекция животных и птицы, производство кормового белка, биологических компонентов кормов и премиксов), переработка сельскохозяйственных отходов
Пищевая биотехнология	Производство пищевого белка, ферментных препаратов, пребиотиков, пробиотиков, синбиотиков, функциональных пищевых продуктов (лечебных, профилактических и детских), глубокая переработка пищевого сырья
Лесная биотехнология	Управление лесонасаждениями, сохранение и воспроизводство лесных генетических ресурсов, создание биотехнологических форм деревьев с заданными признаками и биологические средства защиты леса
Природоохранная (экологическая) биотехнология	Биоремедиация, экологически чистое жилье, создание биологических коллекций и биоресурсных центров
Морская биотехнология	Создание аквабиоцентров, глубокая переработка гидробионтов и продукции аквакультур, производство специализированного корма для аквакультур

*Источник:* составлено авторами на основе программы БИО2020 [Комплексная программа..., 2012].

В широком смысле биоэкономику сегодня можно рассматривать как мегатренд. Такое понимание предполагает не только производство товаров или предоставление услуг на основе биотехнологий и использование возобновляемого биологического сырья. Биоэкономика в этом смысле может выступать и как инструмент достижения целей устойчивого развития, и как государственно-политическая концепция, способствующая решению задач межгосударственной интеграции. Это и новое принципиальное видение экономики, в основе которой лежат биотехнологии будущего, например такие как биофабрикация и биопринтинг. Биопринтинг — это, по сути, «печать» на основе клеточных технологий различных продуктов: органов и тканей для пересадки, или мяса для пищевого использования, или, например, натуральной кожи для производства товаров. Предполагается, что подобные технологии могут сделать революцию в здравоохранении, пищевой отрасли и других отраслях. В широком смысле биоэкономика также требует новых ценностных ориентиров, связанных с пониманием значимости природных ресурсов и важности использования биотехнологий у населения и лиц, принимающих решения. Также биоэкономику можно рассматривать через призму науки, например,

как определенную междисциплинарную область исследования на стыке гуманитарных и естественно-научных дисциплин [Aguilar et al., 2018].

При широком понимании биоэкономики важно, что это не просто концепция замещения нефтехимии возобновляемыми биологическими ресурсами и не просто постнефтяная, постуглеродная или «постископаемая» экономика. В рамках этого взгляда на биоэкономику важно использовать потенциал биологических ресурсов, а не рассматривать их как замену ископаемому сырью. Например, оценивать лес — не только как лесную биомассу, но и как источник экосистемных услуг, дающих существенный вклад в поддержание природного баланса, биоразнообразия, климатической системы [Биоэкономика в России..., 2016].

Рассмотрение экономики через призму биоэкономики открывает широкие возможности для использования биологических знаний, знаний наук о жизни и окружающей среде, причем не только в технологическом утилитарном плане. При таком подходе важно учитывать и биологические риски, которые могут нанести существенный ущерб экономике и обществу. Известным примером является проблема «food vs. fuel», связанная с производством биотоплива первого поколения, когда ценные посевные площади используются для выращивания растений как энергетического сырья вместо выращивания продовольственного сырья. Другим широко обсуждаемым сейчас вопросом является производство генетически модифицированной продукции [Aguilar et al., 2018].

Понимая биоэкономику в широком смысле, мы проанализируем ее развитие в ЕС. Такой подход, во-первых, позволит более полно раскрыть сущность феномена биоэкономики, а во-вторых, посмотреть, как биоэкономика позволяет решать разные стратегические задачи и достигать практических результатов в Европе. Затем в нашей статье мы рассмотрим биоэкономику в России.

## **Анализ развития биоэкономики в Евросоюзе**

ЕС является лидером развития биоэкономики в мире. Сама реализация этой концепции во многом происходила благодаря странам Евросоюза, когда они в середине 2000-х гг. как на общеевропейском, так и на национальном уровне начали готовить соответствующие программы [Бобылев и др., 2014]. Первая общеевропейская стратегия «Инновации для устойчивого роста: биоэкономика для Европы» (Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe) была принята в 2012 г., а в 2018 г. вышла ее обновленная версия.

Рассматривая биоэкономику в Евросоюзе, можно выделить следующие ключевые характеристики.

Во-первых, биоэкономика — это важная часть образа экономики будущего ЕС. Одним из приоритетов текущей европейской стратегии является усиление секторов биоэкономики, в том числе привлечение дополнитель-

ных инвестиций и создание рынков. Также эта стратегия предполагает развертывание технологических и экономических решений, основанных на биотехнологиях и природоподобных технологиях. Для создания экономики нового типа Евросоюз оказывает значительную финансовую поддержку проектам в этой области. Например, в рамках программ Horizon 2020 (2014–2020) и Horizon Europe (2021–2027) планируется соответственно выделить 3,85 млрд евро и 10 млрд евро проектам, связанным с биоэкономикой. Также планируется создание инвестиционной платформы в размере 100 млн евро для поддержки биопереработки, делая такие проекты более финансово устойчивыми. Инвестиционная платформа должна сыграть важную роль на первых этапах производства или в ситуациях, когда рыночные механизмы не обеспечивают достаточных стимулов для перехода на биотехнологии. Ожидается, что в Европейском союзе благодаря биоэкономике появится до миллиона новых рабочих мест к 2020 г. [A sustainable bioeconomy..., 2018].

Во-вторых, биоэкономика рассматривается в ЕС как эффективный инструмент решения экологических проблем, так как она дает возможность снижения негативного воздействия на окружающую среду и более эффективного использования имеющихся ресурсов. Важно, что реализация политики биоэкономике ведет к значительным синергетическим эффектам с другими экологическими политиками. Например, биоэкономика соответствует парадигме низкоуглеродного развития, предполагающей минимизацию воздействия на климат в соответствии с целями Парижского климатического соглашения. Также развитие биоэкономике имеет синергетический эффект с усилиями по достижению Целей устойчивого развития ООН. Так, например, биоэкономика предлагает решение проблемы загрязнения воды, развитие ответственного потребления, обеспечения устойчивости городов. В качестве примеров технологий биоэкономике можно привести использование биозаменителей пластика или утилизацию пищевых отходов для производства биогаза. Последняя мера должна обеспечить снижение размещения пищевых отходов на европейских свалках на 50% к 2030 г. по сравнению с 2018 г., а также создание 75 млрд евро в год добавочной стоимости ежегодно в 50 крупнейших городах Европы при снижении выбросов парниковых газов на 30 млн тонн CO<sub>2</sub>-экв [Bioeconomy: the European..., 2018].

Рассматривая экологические аспекты биоэкономике, нужно также отметить, что обновленная в 2018 г. стратегия ЕС в этой области называется «Устойчивая биоэкономика для Европы: усиливая связи между экономикой, обществом и окружающей средой» (A sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment). При этом стратегия тесно интегрирует задачи циклической экономики, а официальный лозунг биоэкономике в Европе звучит как «Биоэкономика: европейский путь использования наших природ-

ных ресурсов» (Bioeconomy: the European way to use our natural resources) [Bioeconomy: the European..., 2018].

В-третьих, биоэкономика для ЕС является важным элементом вклада в обеспечение энергобезопасности и самообеспечения ресурсами, в том числе сельскохозяйственными. Например, в статье Кальта и др. [Kalt et al., 2016] показано, что Австрия может полностью обеспечить собственную экономику чистой энергией за счет повышения сбора биомассы и ее утилизации, а также снижения энергопотребления на 40%. По оценкам, использование биотехнологий также является ключевым компонентом системы возобновляемой энергетики. При этом на ее долю по плану в 2020 г. должно приходиться 20% генерации всей европейской энергии, а в 2030 г. 32% [A sustainable bioeconomy..., 2018].

В-четвертых, биоэкономика в ЕС выступает инструментом евроинтеграции и выполнения общеевропейских задач каждой страной-членом. Одним из основных механизмов развития биоэкономики является нормотворчество на общеевропейском уровне. Органы Европейского союза активно работают над формированием законодательства и разработкой рекомендаций в области биоэкономики. Эти рекомендации в дальнейшем реализуются на национальном уровне. В свою очередь, многие страны ЕС формируют свои концепции и подходы, связанные с биоэкономикой и биологизацией экономики. Примерами могут послужить Финляндия, где реализуется forest-based bioeconomy, или Германия, где в официальных документах используются термины «биологизация экономики» и «биологическая трансформация промышленности». Также на уровне региональных стратегий появилось понятие «биорегион» (Lodz Decalration of Bioregions). Наконец, в ЕС была принята стратегия, направленная на развитие биосообществ (biocommunities), включая биодеревни, биогорода и биорегионы [Bioeconomy Policy..., 2018].

Нужно отметить, что процесс развития биоэкономики в ЕС сталкивается со своими сложностями. Прежде всего, сам процесс ее становления происходил не сразу — для начала реализации первых программ, направленных на внедрение европейской стратегии по биотехнологиям, потребовалось 10 лет. Более того, между запуском первых программ по биотехнологиям и адаптацией стратегии в области биоэкономики прошло 30 лет. Такие продолжительные лаги были связаны с инертностью управленческих практик и несовершенностью секторальных политик, задействованных в разработке программных документов [Patermann, Aguilar, 2018]. Помимо этого, успешность реализация европейского законодательства отдельными странами неравномерна. Она зависит, в частности, от качества государственного управления и готовности правительств к внедрению элементов биоэкономики. Такие страны, как Финляндия и Германия, лучше справляются с адаптацией принципов биоэкономики, чем, например, Венгрия или Литва. Можно предположить, что именно институциональная эффективность государства предопределяет успешность развития биоэкономики.

В целом ожидается, что роль биоэкономики в ЕС будет возрастать. Она будет способствовать достижению социальных, экологических и экономических целей посредством создания новых продуктов и технологий с высокой добавленной стоимостью. Также она должна способствовать повышению конкуренции на рынке генерации энергии и добычи сырья (за счет появления средних и малых предприятий, перерабатывающих биомассу), а также увеличению разнообразия видов экономической активности. Развитие биоэкономики неразрывно связано с применением новых технологий и передовых управленческих практик, что должно привести к повышению конкурентоспособности как отдельных компаний, так и целых отраслей европейской экономики.

Обратимся теперь к российскому опыту развития биоэкономики.

## **Анализ развития биоэкономики в России**

### *Этапы становления биоэкономики в России*

*«Биоэкономика» в СССР: развитие биотехнологической промышленности в Советском Союзе в середине 1980-х — начале 1990-х гг.*

Можно сказать, что СССР в конце 1980-х гг. был одним из лидеров мировой биоэкономики. Будучи вторым после США по развитию микробиологии, СССР являлся также самодостаточным производителем и потребителем продукции промышленной биотехнологии, такой как промышленные энзимы, витамины и незаменимые аминокислоты, антибиотики, пищевые протеины. Главное управление микробиологической промышленности обеспечивало инфраструктуру для согласованной работы широкого ряда исследовательских институтов и заводов. К 1990 г. на долю Советского Союза приходилось более 3% от мирового выпуска биотехнологической продукции [Osмаkova et al., 2018].

Однако распад СССР и последовавшие за ним рыночные реформы привели к кризису в том числе в области биотехнологий: Россия из экспортера биотехнологической продукции превратилась в ее импортера. По сей день сохраняется зависимость от зарубежных производителей промышленных ферментов, пищевых добавок и бактериальных культур. Перелом в сложившейся ситуации наметился только в конце 2000-х гг. в связи с активным курсом на развитие биотехнологий, взятом на государственном уровне.

*Начало российской биоэкономической политики: государство и развитие биотехнологий в 2010–2014 гг.*

С конца 2000-х гг. в России предпринимались государственные меры для развития биотехнологий, в частности, была начата подготовка упомянутой выше программы БИО2020, в которой впервые была поставлена задача формирования биоэкономики. К 2020 г. программой запланирован кратный рост объема внутреннего производства и потребления био-

технологической продукции (в 33 и 8,3 раза соответственно), двукратное сокращение доли импорта в потреблении и выход российской биотехнологической продукции на мировой рынок. В 2012 г. была создана межведомственная рабочая группа по развитию биотехнологий под председательством в то время вице-премьера А. В. Дворковича [Правительство РФ сформировало..., 2012]. В рамках работы группы была разработана дорожная карта «Развитие биотехнологий и генной инженерии», определяющая целевые показатели развития биотехнологий до 2018 г. и план мероприятий по их достижению [Распоряжение Правительства РФ..., 2013].

Для достижения целей программы БИО2020 создавались нормативы, регулирующие отношения в области биотехнологий. Вместе с этим приоритетные направления развития биоэкономики из программы БИО2020 интегрировались в прочие государственные программы. Так, в соответствии со Стратегией инновационного развития-2020 появились инновационные региональные кластеры, например, Кластер фармацевтики, биотехнологий и биомедицины Калужской области, кластер «Пушино». Эти кластеры носят биотехнологическую направленность [Пилотные инновационные кластеры..., 2015]. Также были созданы технологические платформы, связанные с биотехнологиями: «Медицина будущего», «БиоТех2030», «Биоэнергетика».

В этот же период активизировалось научно-инновационное сотрудничество с зарубежными партнерами, в том числе из ЕС. В 2007 г. был создан Российский национальный контактный центр «Биотехнологии», координирующий деятельность российских организаций в рамочных программах ЕС, набирало обороты сотрудничество с Германией в области биотехнологий [НКТ «Биотехнологии», 2013].

По итогам данного периода в 2013 г., по оценкам компании Abercade, объем российского рынка пищевых биотехнологий увеличился по отношению к 2009 г. на 25%, рынок сельскохозяйственных биотехнологий — на 70%, биомедицинских технологий — на 22% [Орлова, 2018]. Таким образом, начиная с 2010 г. были заложены основы институтов и инфраструктуры для нового этапа развития биотехнологий в России.

*Современный этап развития биоэкономики: поиск новой парадигмы (с 2014 г. по н. в.)*

Тем не менее уже в 2014 г. тренд начал меняться. Темпы роста рынка биомедицины в России в 2013–2017 гг. замерли на уровне 2009–2013 гг., а темпы роста рынка сельскохозяйственных биотехнологий даже снизились (+47% за 2013–2017 гг. против +70% за 2009–2013 гг.). Ключевым растущим рынком по сравнению с 2013 г. стали пищевые биотехнологии (+54% в 2017 г.) [Орлова, 2018]. Вероятно, сыграло роль обострение отношений с США и Европой и последующее введение санкций, которые породили рост спроса на продукцию внутреннего производства и, как следствие, интерес к производству ферментов и функциональных добавок.

Для поддержания темпов роста биотехнологий в этот период происходит изменение механизмов стимулирования со стороны государства по ряду направлений.

- а. Инновационная кластерная политика и попытка выявить «национальных чемпионов».** В 2016 г. ряд пилотных кластеров были включены в приоритетный проект «Развитие инновационных кластеров — лидеров инвестиционной привлекательности мирового уровня». В задачи проекта входит сотрудничество с ведущими зарубежными кластерами и крупными транснациональными корпорациями — лидерами биоиндустрии. С российской стороны в проект включены биотехнологический кластер «Пушино» в составе Консорциума инновационных кластеров Московской области (биотехнологии для фармакологии, промышленные биотехнологии), а также кластеры в Калужской, Новосибирской, Томской областях (биомедицина и биофармакология) [Cluster policy in Russia..., 2018]. Ряд биотехнологических компаний включены в проект «Национальные чемпионы»: например, ЗАО «Завод премиксов № 1» (производство L-Лизина на основе продуктов глубокой переработки зерна пшеницы), ООО «АГРОПЛАЗМА» (селекция и семеноводство) [Участники проекта..., 2018].
- б. Актуализация дорожной карты развития биотехнологий и генной инженерии на период 2018–2020 гг.** В карте запланировано достижение объема рынка промышленных биотехнологий в размере 14,8 млрд рублей в 2020 г., создание двух центров разработки и двух центров производства биомедицинских клеточных продуктов. «Дорожная карта» также включает в себя создание единого классификатора биотехнологий, а также ряд адресных мер по упрощению лицензирования, производства и обращения отдельных видов биотехнологической продукции.
- в. Точечные меры поддержки отдельных направлений биотехнологии.** Например, были созданы механизмы регулирования производства и обращения этилового спирта для создания биотоплива, принят закон о биомедицинских клеточных продуктах. Органы исполнительной власти начинают оказывать точечную поддержку биотехнологическим проектам в виде грантов на исследования и разработки, а также в виде субсидий для предоставления скидок конечным покупателям.

### *Текущее состояние рынков биотехнологий и биоэкономики в России*

Несмотря на принятые меры, признаков ускоренного развития биотехнологий и активного формирования биоэкономики в России к настоящему времени не появилось. На сегодняшний день Россия находится

далеко от достижения прорывных целей, поставленных в БИО2020. Суммарный объем рынка биотехнологий в 2017 г. составил порядка 6,5 млрд долл. [Орлова, 2018], из которых 90% приходится на биомедицину, сельскохозяйственные и пищевые биотехнологии. Таким образом, доля биотехнологической продукции в валовом продукте на конец 2017 г. составила менее 0,5%.

Значительным барьером для развития биотехнологий также являются трудности привлечения капитала. Доля инвестиций в биотех в общем объеме венчурного финансирования, как и количество транзакций, стабильно сокращалась начиная с 2015 г., уменьшившись с 15% в 2017 до 4% в 2018 г. [Обзор рынка прямых..., 2018]. Основные внутренние инвесторы — государство и фонды с государственным участием. Доля же частных инвестиций в общем объеме финансирования биоэкономики даже для крупнейших компаний наиболее приоритетных направлений не превышает 10% [Cluster policy in Russia..., 2018].

### **Дискуссия и выводы (биоэкономика: опыт ЕС и возможности для России)**

Итак, как мы видим, концепция биоэкономики в ЕС способствует решению задач различного плана. С одной стороны, биоэкономика в Евросоюзе — это новый тип экономики, предполагающий производство новых товаров и услуг на основе биотехнологий и устойчивого использования биомассы. С другой — биоэкономика в ЕС является инструментом достижения целей устойчивого и низкоуглеродного развития, а также вносит вклад в реализацию других направлений — социальной, интеграционной и региональной политики. Таким образом создается общая повестка для всего пространства Евросоюза, которая в то же время дает возможности индивидуального развития для стран-членов и субрегионов Европы. Что не менее важно, в условиях существенно ограниченной природно-ресурсной, энергетической и сельскохозяйственной базы ЕС политика в области биоэкономики способствует обеспечению энергетической и продовольственной безопасности. Насколько весь этот опыт применим для нашей страны и создаются ли какие-то возможности для России за счет развития биоэкономики в Европе?

Россия обладает колоссальной природно-ресурсной базой, в том числе биомассой — лесной, сельскохозяйственной, пищевой. Эта биомасса используется на текущий момент далеко не так эффективно, и здесь есть значительный потенциал. В сельском хозяйстве биоэкономика может создать колоссальные возможности для глубокой переработки, а не только экспорта или поверхностной переработки. В лесном секторе — это также глубокая переработка древесины с получением ценных компонентов, волокон для текстильной промышленности, пластиков, а не просто экспорт «кругляка». В отдельных регионах на основе отходов лесопромышленного

комплекса можно производить пеллеты и использовать их как источники возобновляемой энергии. Таким образом, биоэкономика для нашей страны может быть возможностью и регионального развития, и развития отдельных отраслей — сельского хозяйства, лесопромышленного комплекса, возобновляемой энергетики, а также выполнения экологических задач. В то же время наша страна имеет советский опыт биотехнологического производства, еще существующие научные школы для подготовки специалистов. Тот импульс, который был дан для строительства у нас биоэкономики в этом десятилетии, также имеет важное значение, в том числе принятие программы БИО2020 и формирование повестки биотехнологий на государственном уровне, создание техплатформ, стимулирование разработки и внедрения новых биотехнологий, поощрение развития биотехнологических стартапов.

С другой стороны, текущие барьеры, в том числе дешевые природные ресурсы, институциональная неэффективность, серьезно ограничивают возможности для формирования биоэкономики в России, так как развитие биотехнологий, например по сравнению с ИТ, предполагает более долгосрочные циклы — инвестиционные, инновационные, инфраструктурные. В рамках построенной нами периодизации такая проблема проявилась достаточно отчетливо — «взлет» темы биотехнологий после 2010-го пошел на спад во второй половине этого десятилетия. Как мы видим, развитие биотехнологических решений может быть сильно зависимо от международной конъюнктуры, взаимодействия нашей страны с другими странами и возможностями долгосрочного стратегического планирования.

В последние годы в России тема биотехнологий в различных сферах уже звучит не так, как в начале 2010-х гг., а концепция биоэкономики, хотя и была озвучена в программе БИО2020, так и не стала частью мейнстрима государственного развития. При этом все больше и больше внимания уделяется, в частности, концепции цифровой экономики, хотя очевидно, что стратегические интересы нашей страны требуют развития не только цифровых технологий, но и биотехнологий, а учитывая наш природно-ресурсный потенциал и возможные экологические кризисы, развитие биоэкономики в России может быть более чем целесообразно. Более того, создание и развитие макрорегиональной модели биоэкономики может выступать фактором интеграции на евразийском пространстве и выполнять, по сути, те же задачи, что и биоэкономика в Евросоюзе.

Публикация подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-010-00974А.

### Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 18.07.2013 № 1247-р об утверждении Плана мероприятий «Развитие биотехнологий и генной инженерии» (действ. ред.).

2. Биоэкономика в России: перспективы развития / под ред. Бобылева С. Н., Кирюшина П. А. и Кудрявцевой О. В. — М.: Проспект, 2016.
3. *Бобылев С. Н., Михайлова С. Ю., Кирюшин П. А.* Биоэкономика: проблемы становления // Экономика. Налоги. Право. — 2014. — № 6.
4. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. председателем Правительства РФ 24.04.2012, действ. ред.).
5. *Кудрявцева О. В., Яковлева Е. Ю.* Биотехнологические отрасли в России и в мире: типология и развитие // Современные технологии управления. — 2014. — Т. 7. — № 43.
6. НКТ «Биотехнологии» // Российский национальный контактный центр «Биотехнологии, сельское, лесное, рыбное хозяйство, пищевая безопасность и биоэкономика»: официальный сайт. URL: [http://bio-economy.ru/nkt-biotehnologii/nkt\\_v\\_rossii/index.php?ELEMENT\\_ID=758](http://bio-economy.ru/nkt-biotehnologii/nkt_v_rossii/index.php?ELEMENT_ID=758) (дата обращения: 01.05.2019).
7. Обзор рынка прямых и венчурных инвестиций за 2018 год // Российская ассоциация венчурного инвестирования (РАВИ): официальный сайт. URL: <http://www.rvca.ru/rus/resource/library/rvca-yearbook/> (дата обращения: 01.05.2019).
8. *Орлова Н.* Обзор рынка биотехнологий в России и в мире. Зимняя школа «Биотехнологии будущего». — СПб., 2018.
9. Пилотные инновационные кластеры в Российской Федерации. Направления реализации программ развития // НИУ Высшая школа экономики: официальный сайт. URL: <https://issek.hse.ru/data/2015/07/31/1084283363/Пилотные%20инновационные%20территориальные%20к..в%20Российской%20Федерации%20Выпуск%202.pdf> (дата обращения: 01.05.2019).
10. Правительство Российской Федерации сформировало рабочую группу по развитию биотехнологий в Российской Федерации // Министерство экономического развития РФ: официальный сайт. URL: [http://economy.gov.ru/mines/press/news/doc20121204\\_02](http://economy.gov.ru/mines/press/news/doc20121204_02) (дата обращения: 01.05.2019).
11. Участники проекта Национальные чемпионы // Проект Национальные чемпионы: официальный сайт. URL: <http://national-champions.ru> (дата обращения: 02.05.2019).
12. A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy. — L.: Publications Office of the European Union, 2018.
13. Agricultural Biotechnology for Developing Countries: Results of an Electronic Forum // FAO: official website. URL: <http://www.fao.org/3/Y2729E/Y2729E00.htm> (assessed: 10.05.2019).
14. *Aguilar A., Wohlgemuth R., Twardowski T.* Preface to the special issue bioeconomy // New Biotechnology. — 2018. — Vol. 40. — P. 1–4.
15. *Asada R., Stern T.* Competitive bioeconomy? Comparing bio-based and non-bio-based primary sectors of the world // Ecological Economics. — 2018. — Vol. 149. — P. 120–128.
16. Bioeconomy Policy (Part III) Updated report of National Strategies around the World. — В.: German Bioeconomy Council, 2018.
17. Bioeconomy: the European way to use our natural resources. Action plan. — L.: Publications Office of the European Union, 2018.

18. Cluster Policy in Russia: From Local Advantages to Global Competitiveness // National Research University Higher School of Economics: official website. URL: [https://cluster.hse.ru/data/2018/07/24/1152343486/Brochure\\_Cluster%20Policy%20in%20Russia\\_From%20L..tages%20to%20Global%20Competitiveness.pdf](https://cluster.hse.ru/data/2018/07/24/1152343486/Brochure_Cluster%20Policy%20in%20Russia_From%20L..tages%20to%20Global%20Competitiveness.pdf) (assessed: 01.05.2019).
19. Federal activities report on the bioeconomy // The Biomass Research and Development (BR&D) Board: official website. URL: [https://www.biomassboard.gov/pdfs/farb\\_2\\_18\\_16.pdf](https://www.biomassboard.gov/pdfs/farb_2_18_16.pdf) (assessed: 10.05.2019).
20. *Kafarski P.* Rainbow code of biotechnology // *Chemik*. — 2012. — Vol. 66. — No. 8. — P. 811–816.
21. *Kalt G., Baumann M., Lauk C. et al.* Transformation scenarios towards a low-carbon bioeconomy in Austria // *Energy Strategy Reviews*. — 2016. — Vol. 13–14. — P. 125–133.
22. *Lamers P., Searcy E., Hess J. R., Stichnothe H.* Developing the global bioeconomy: technical, market, and environmental lessons from bioenergy. — Academic Press, 2016.
23. *Matyushenko I., Sviatukha I., Grigorova-Berenda L.* Modern Approaches to Classification of Biotechnology as a Part of NBIC-Technologies for Bioeconomy // *Journal of Economics, Management and Trade*. — 2016. — P. 1–14.
24. *Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens III W. W.* The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. — N.Y.: Universe Books, 1972.
25. *Osmakova A., Kirpichnikov M., Popov V.* Recent biotechnology developments and trends in the Russian Federation // *New Biotechnology*. — 2018. — No. 40. — P. 76–81.
26. *Patermann C., Aguilar A.* The origins of the bioeconomy in the European Union // *New biotechnology*. — 2018. — Vol. 40. — P. 20–24.
27. *Ronzon T., M'Barek R.* Socioeconomic Indicators to Monitor the EU's Bioeconomy in Transition // *Sustainability*. — 2018. — Vol. 10. — No. 6. — P. 1–22.
28. *Venter J. C.* A life decoded: my genome, my life. — NY.: Penguin Books, 2007.
29. *Vivien F.-D., Niedduab M., Befortc N., Debrefaf R., Giampietrode M.* The Hijacking of the Bioeconomy // *Ecological Economics*. — 2019. — Vol. 159. — P. 189–197.
30. *Wang R., Cao Q., Zhao Q., Li Y.* Bioindustry in China: An overview and perspective // *New biotechnology*. — 2018. — Vol. 40. — P. 46–51.

### **The List of References in Cyrillic Transliterated into Latin Alphabet**

1. Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 18 iyulya 2013 № 1247-r ob utverzhdanii Plana meropriyatii «Razvitiye biotekhnologii i gennoy inzhenerii» (deystvuyushchaya redaktsiya).
2. Bioekonomika v Rossii: perspektivy razvitiya / pod red. Bobylova S. N., Kiryushina P. A. i Kudryavtsevov O. V. — M.: Prospekt, 2016.
3. *Bobylev S. N., Mikhaylova S. YU., Kiryushin P. A.* Bioekonomika: problemy stanovleniya // *Ekonomika. Nalogi. Pravo*. — 2014. — № 6.
4. Kompleksnaya programma razvitiya biotekhnologii v Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda (utv. predsedatelem Pravitel'stva RF 24.04.2012, deystv. red.).

5. *Kudryavtseva O. V., Yakovleva Ye. YU.* Biotekhnologicheskiye otrasli v Rossii i v mire: tipologiya i razvitiye // *Sovremennyye tekhnologii upravleniya.* — 2014. — T. 7. — № 43.
6. NKT «Biotekhnologii» // Rossiyskiy Natsional'nyy Kontaktnyy Tsentr «Biotekhnologii, sel'skoye, lesnoye, rybnoye khozyaystvo, pishchevaya bezopasnost' i bioekonomika»: ofitsial'nyy sayt. URL: [http://bio-economy.ru/nkt-biotekhnologii/nkt\\_v\\_rossii/index.php?ELEMENT\\_ID=758](http://bio-economy.ru/nkt-biotekhnologii/nkt_v_rossii/index.php?ELEMENT_ID=758) (data obrashcheniya: 01.05.2019).
7. Obzor rynka pryamykh i venchurnykh investitsiy za 2018 god // Rossiyskaya assotsiatsiya venchurnogo investirovaniya (RAVI): ofitsial'nyy sayt. URL: <http://www.rvca.ru/rus/resource/library/rvca-yearbook/> (data obrashcheniya: 01.05.2019).
8. *Orlova N.* Obzor rynka biotekhnologiy v Rossii i v mire. Zimnyaya shkola «Biotekhnologii budushchego». — SPb., 2018.
9. Pilotnyye innovatsionnyye klastery v Rossiyskoy Federatsii. Napravleniya realizatsii programm razvitiya // NIU Vysshaya shkola ekonomiki: ofitsial'nyy sayt. URL: <https://issek.hse.ru/data/2015/07/31/1084283363/Pilotnyye%20innovatsionnyye%20territorial'nyye%20k..v%20Rossiyskoy%20Federatsii%20Vypusk%20.pdf> (data obrashcheniya: 01.05.2019).
10. Pravitel'stvo Rossiyskoy Federatsii sformirovalo rabochuyu gruppu po razvitiyu biotekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii // Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya RF: ofitsial'nyy sayt. URL: [http://economy.gov.ru/minrec/press/news/doc20121204\\_02](http://economy.gov.ru/minrec/press/news/doc20121204_02) (data obrashcheniya: 01.05.2019).
11. Uchastniki proyekta Natsional'nyye chempiony // Proyekt Natsional'nyye chempiony: ofitsial'nyy sayt. URL: <http://national-champions.ru> (data obrashcheniya: 02.05.2019).