

ВОЗМОЖНОСТИ БИОЭКОНОМИКИ В БАЛТИЙСКОМ РЕГИОНЕ В КОНТЕКСТЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ И ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

**Й. фон Браун
А. Мирзабаев**

Боннский университет,
53113, Германия, Бонн, ул. Вальтера Флекса, 3

Поступила в редакцию 17.09.2019 г.
doi: 10.5922/2079-8555-2019-4-2
© Фон Браун Й., Мирзабаев А., 2019

Прогнозируется, что изменение климата окажет глубокое воздействие на функционирование природных экосистем, биоразнообразие и общество в Балтийском регионе и мире в целом, особенно в области сельского хозяйства и продовольственных систем. Балтийский регион обладает огромным потенциалом для развития биоэкономики ввиду наличия возможностей производства биомассы и достижений в области микробиологии, ведущих к появлению инноваций в области использования биомассы. Тем не менее устойчивое развитие биоэкономики в регионе требует гибкой и своевременной адаптации к происходящим климатическим изменениям. Цель статьи — на основе анализа современной научной литературы изучить последствия развития биоэкономики для адаптации к климатическим изменениям и снижения выбросов парниковых газов в Балтийском регионе. В статье также подробно рассматриваются действия, которые могут способствовать устойчивости биоэкономики в регионе. Делается вывод о том, что для успешной адаптации биоэкономики к изменению климата необходимо укреплять региональное научное сотрудничество в Балтийском регионе для развития инноваций. В свою очередь, устойчивое развитие биоэкономики может предоставить значительные возможности для минимизации выбросов парниковых газов.

Ключевые слова:

изменение климата, адаптация и минимизация последствий, биоэкономика, география, Балтийский регион, устойчивое развитие

Введение

Последствия изменения климата становятся все более очевидными во всем мире, в том числе в Балтийском регионе. По сравнению с доиндустриальным периодом (1850—1900) средняя температура на Земле (в среднем на суше и в океане) выросла на 0,87 °С. При этом средняя температура на суше росла почти вдвое быстрее, и теперь она на 1,53 °С выше, чем в доиндустриальный период [1]. Эти, казалось бы, небольшие изменения средней температуры фактически оказывают глубокое воздействие на функционирование природных экосистем, биоразнообразие и общество, в частности в том, что касается сельского хозяйства и продовольственных систем [1].

Для цитирования: Фон Браун Й., Мирзабаев А. Возможности биоэкономики в Балтийском регионе в контексте региональных и глобальных климатических изменений // Балтийский регион. 2019. Т. 11, № 4. С. 20—35. doi: 10.5922/2079-8555-2019-4-2.

Прогнозируется, что изменение климата окажет значительное влияние на Балтийский регион, включая повышение температуры суши и моря, изменение частоты и силы экстремальных погодных явлений (таких, как штормы, обильные осадки, периоды аномально жаркой погоды, наводнения), снижение урожайности и вылова рыбы, лесные пожары, а также рост заболеваемости из-за различных инфекций [1–3]. Имеющиеся данные показывают, что температура в Балтийском море повышается в два-четыре раза быстрее, чем в среднем по миру. Только в период с 1982 по 2006 год зарегистрирован рост на 1,35 °C [4–6]. Повышение температуры морской воды приводит к увеличению числа случаев заражения вибрионом, что, в свою очередь, ведет к вспышкам болезней пищевого происхождения [7]. Вместе с тем в период между 1975 и 2000 годами снизилась соленость воды в Балтийском море [4; 8; 9], что имело важные последствия для морских экосистем, поскольку уменьшение уровня фитопланктона негативно повлияло на рыболовство в регионе [10; 11].

Балтийский регион обладает значительным потенциалом для развития биоэкономики благодаря возможностям производства биомассы и быстрому прогрессу микробиологии. Это приводит к появлению инноваций в процессах производства, в том числе продуктов из биомассы. Однако устойчивое развитие биоэкономики в регионе может быть ограничено последствиями изменения климата. Целью данной работы является изучение возможностей развития биоэкономики для экономических преобразований, адаптации к изменению климата и минимизация его последствий в Балтийском регионе на основе анализа новейшей литературы по проблеме. В работе также подробно рассматриваются действия, которые могут способствовать устойчивости биоэкономики в регионе.

Концепция биоэкономики

Изменения в землепользовании и нерациональные методы управления земельными ресурсами привели к деградации от 3 до 43% почв в разных частях Балтийского региона, что выразилось в значительных ежегодных экономических потерях с точки зрения сокращения наземных природных ресурсов [12]. В совокупности изменение климата и деградация земель могут создавать серьезные проблемы для устойчивого развития и функционирования сельского хозяйства, рыболовства и продовольственных систем в Балтийском регионе. Хотя границы в Балтийском регионе, конечно, имеют значение для экономической географии, все же, как уже подчеркивалось Г.М. Федоровым [13], трансграничное сотрудничество, совместные действия в сфере научных исследований пойдут на пользу всем для развития биоэкономики и предотвращения климатических изменений.

В этом контексте развивающаяся биоэкономика быстро охватывает сельскохозяйственные и продовольственные системы как в глобальном масштабе, так и в Балтийском регионе. Биоэкономика — это «производство и использование биологических ресурсов (включая знания) для производства товаров, организации процессов и предоставления услуг во всех секторах торговли и промышленности в рамках устойчивой экономики»¹. Таким образом, биоэкономика направлена на устойчивое производство и использование биологических ресурсов, процессов и принципов. «Биоэкономика» принадлежит к семейству новых терминов и не является синонимом «циркулярной экономики» и «зеленой экономики», следовательно, эти три понятия не должны использоваться взаимозаменяемо [14; 15]. Согласно данному

¹ *What is Bioeconomy?* // Bioökonomierat. URL: <http://bioekonomierat.de/en/bioeconomy/> (дата обращения: 13.07.2019).

выше определению биоэкономика в основном циркулярна, если она основана на рациональном и долгосрочном использовании природных ресурсов и процессов, внося, таким образом, значительный вклад в «циркулярную экономику», которая также подразумевает повторное использование любых материалов. Как биоэкономика, так и циркулярная экономика должны учитывать внешние экологические факторы (часто упрощенные, такие как экологические следы) процессов и товаров (за пределами их жизненного цикла). Биоэкономика и циркулярная экономика должны способствовать разумному, устойчивому и всеобъемлющему росту, позволяющему перейти к зеленой экономике, которая является более широкой и размытой концепцией, чем биоэкономика и циркулярная экономика. Биоэкономика заключается не только в оптимальном использовании ресурсов, но и в стремлении к социальному преобразованию и «биологизации» промышленных и сельскохозяйственных процессов и экономики для достижения устойчивого развития.

Биоэкономика является ключом к тому, чтобы справиться с изменением климата, и она также становится важным компонентом преобразования экономических систем в направлении устойчивого развития в целом [1;16;17]. С другой стороны, прямое воздействие изменения климата и деградации земель на развитие биоэкономики в регионе может происходить за счет сокращения доступности биомассы и усиления конкуренции между различными видами ее применения. Существует общее понимание (также сформулированное в целях в области устойчивого развития ООН [18]) о том, что при использовании ресурсов необходимо больше полагаться на возобновляемые ресурсы, при этом важную роль должны играть устойчиво производимые и перерабатываемые материалы. Парижское соглашение об изменении климата придает дополнительный импульс инвестициям в устойчивую биоэкономику. Основанная на знаниях и устойчивая биоэкономика противопоставлена неразумному использованию биологических и других природных ресурсов и связанному с ним неблагоприятному воздействию на окружающую среду.

Минимизация последствий и адаптация к изменению климата с помощью биоэкономики

Синергизм и компромиссы развития биоэкономики

Устойчивое развитие биоэкономики дает возможность реагировать на изменение климата путем сокращения выбросов парниковых газов и повышения адаптационной способности к изменению климата. Например, для ограничения роста потепления до 1,5 или до 2 °C требуется минимизация воздействия на окружающую среду на суше и изменение методов землепользования, включая лесовосстановление, облесение, сокращение обезлесения и использование биоэнергии [3]. Облесение и лесовосстановление помогают улавливать углерод, повышать доступность биомассы, а также могут предоставлять широкий спектр экосистемных услуг, хотя для того чтобы добиться этого, обычно требуется время [1]. В этом отношении в Балтийском регионе за последние десятилетия наблюдается впечатляющий рост лесных массивов. С 2001 по 2009 год площадь лесов в Балтийском регионе увеличилась на 5,7 млн га (рост на 18%), в то время как за тот же период площадь пастбищ, лесных и кустарниковых угодий сократились примерно на 60—75% [12].

С другой стороны, широкомасштабное применение наземных методов минимизации последствий климатических изменений в виде облесения, лесовосстановления и расширения производства биотоплива может поставить под угрозу поставки продовольствия и кормов. Устойчивое управление лесами, улучшение управления

пахотными землями и пастбищами создают возможности для сокращения перевода земельных угодий под нужды производства продуктов питания [1]. Устойчивое управление лесами особенно важно для Балтийского региона, где несколько стран, таких как Швеция, Латвия и Эстония, входят в число крупнейших мировых производителей и экспортеров древесных топливных гранул [19]. При этом биоэнергетика составляет важную долю в общем объеме поставок первичных энергоресурсов в этих странах, а также в Финляндии [19]. Точно так же потребность в дальнейшем расширении сельскохозяйственных угодий может быть уменьшена за счет повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и животноводства, перехода на преимущественно растительные рационы питания и сокращения количества пищевых отходов и потерь. Кроме того, использование органических отходов для производства биоэнергии может снизить издержки, связанные с развитием биоэнергетики [1]. Биоэкономика помогает адаптироваться к ограниченности ископаемых ресурсов, заменяя их в том числе биоэнергетикой и создавая рынки для использования углерода и других природных ресурсов [20; 21].

Как и в случае реализации любой стратегии по минимизации последствий климатических изменений и адаптации к ним, последствия биоэкономического развития для экономики должны быть тщательно изучены. Безусловно, есть компромисс между целями продовольственной безопасности, экологической устойчивости и энергетической безопасности, которые необходимо учитывать. Широкомасштабное использование биомассы в биоэнергетике может помочь в смягчении последствий изменения климата, но может и снизить производство продуктов питания, а также негативно повлиять на биоразнообразие. Многие вновь созданные человеком леса часто состоят только из нескольких видов деревьев и могут значительно уступать естественным лесам с точки зрения биоразнообразия. С другой стороны, развитие биоэкономики может способствовать росту сельского хозяйства, укреплению энергетической безопасности и созданию новых рабочих мест как в сельских, так и в городских районах, что значительно повышает адаптацию к изменению климата.

Сельскохозяйственное производство и энергетические системы неразрывно связаны. Ископаемые виды топлива используются в сельскохозяйственной деятельности как напрямую (например, для работы сельскохозяйственной техники), так и косвенно (например, для производства химических удобрений, применяемых в растениеводстве) [22]. Биомасса, производимая в сельском хозяйстве, также применяется для производства биоэнергии, причем между производством биотоплива и продуктов питания зачастую идет борьба за использование различных природных ресурсов, например таких, как земля и вода [23; 24]. Было обнаружено, что быстрый рост производства биотоплива вызывает переход волатильности цен от энергетических рынков к сельскохозяйственным [25; 26]. Технологические и институциональные инновации в биоэкономике, которые повышают производительность сельского хозяйства и сокращают количество пищевых отходов и потерь, могут помочь снизить необходимость выбора между использованием биомассы для производства продуктов питания и энергии, при этом зачастую они также сокращают выбросы углекислого газа в атмосферу.

Сокращение пищевых потерь и отходов также требует изменений в потреблении и рационе питания, то есть в социально-экономическом поведении. Политика, влияющая на выбор потребителя посредством предоставления информации, образования и ценовых стимулов, должна быть скоординирована с политикой в области биоэкономики. Конечной целью политики в области биоэкономики является обеспечение долгосрочных стимулов для устойчивого ведения сельского хозяйства, рационального использования биоресурсов и промышленного развития. Содействие общим усилиям на региональном и международном уровнях является приорите-

том, особенно в плане обмена новыми знаниями и передовой практикой в области биоэкономики между Балтийским регионом и остальной частью Европы, а также другими регионами.

Адаптация биоэкономики к мерам по предотвращению климатических изменений

Ключевыми являются элементы, позволяющие биоэкономике вносить вклад в минимизацию последствий изменения климата и адаптацию к ним в Балтийском регионе путем выработки соответствующей политики, создания институтов и систем управления на всех уровнях, а также выработки взаимодополняющей политики в области климата и землепользования. Кроме того, необходимо разработать политику в области продовольствия и энергетических систем и укрепить взаимосвязь между многоуровневым и межсекторальным управлением и гибкой политикой. Конечная цель этих подходов к выработке политики и управлению заключается в стимулировании не причиняющих ущерб климату технологических, социальных и организационных инноваций в области биоэкономики (рис. 1).

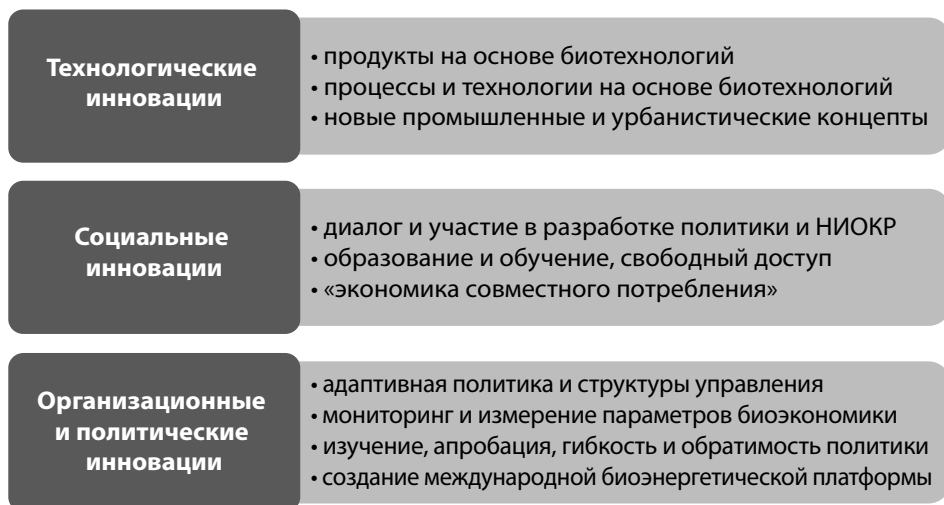


Рис. 1. Инновации для устойчивого развития биоэкономики

Развитие биоэкономики обусловлено необходимостью повышения рационального и долгосрочного использования ресурсов и борьбы с изменением климата. Более того, технологические и научные инновации, изменение потребительских предпочтений и социальные инновации (например, экономика совместного потребления), а также организационные инновации (например, улучшение мониторинга и измерений параметров биоэкономики) в настоящее время способствуют быстрому развитию биоэкономики во многих регионах мира, в том числе в регионе Балтийского моря. Ожидается, что развитие биоэкономики поможет государствам решать такие серьезные экологические проблемы, как утрата биоразнообразия, деградация земель и загрязнение воздуха. Конкретные характеристики развития биоэкономики зависят от местных условий и варьируются от одного региона к другому в зависимости от их сравнительных преимуществ, таких как обеспеченность ресурсами, экономическая специализация и общее состояние развития [27].

В настоящее время биоэкономика развивается более чем в 40 странах мира. Стратегии ее развития направлены на использование потенциала биологических ресурсов для обеспечения экологической устойчивости [28], благоприятного для климата экономического роста и создания рабочих мест. Такие специальные стратегии в области биоэкономики были разработаны также некоторыми странами Балтии, такими как Финляндия, Латвия, Литва, при этом Россия в некоторых своих стратегиях развития имеет элементы, связанные с биоэкономикой. Европейский союз как наднациональная структура опубликовал стратегию биоэкономики в 2012 году [29]. В этом отношении Балтийский регион может иметь связь с соседними Скандинавией и Германией. Россия могла бы получить выгоду от собственной комплексной стратегии биоэкономики. Балтийский регион в целом мог бы использовать совместную трансграничную стратегию биоэкономики, как это делают другие регионы мира. Это соответствовало бы идеям о более глубокой интеграции в регионе [30].

Связи между биоэкономикой и сельским хозяйством

Как показал Специальный доклад МГЭИК об изменении климата и землях, достижение целей по минимизации последствий изменения климата — чрезвычайно сложная задача без всестороннего включения сельского хозяйства и продовольственных систем в стратегии по смягчению этих последствий [1]. Это также верно и для Балтийского региона. Спрос на продукты питания, корма, волокна и энергию растет из-за постоянного роста населения и его доходов. Удовлетворение растущего спроса за счет применения ископаемого топлива больше не является экологически приемлемым и требует перехода на более чистые источники энергии. Использование возобновляемой и устойчивой биомассы играет важную роль в отказе от ископаемого топлива. В 2011 году около 14 % всей биомассы в мире было использовано для производства продовольствия, 58 % — для производства кормов, 10 % — для производства химикатов и материалов на биологической основе, 17 % — для производства топлива, а оставшаяся часть для других целей [31].

Животноводство — один из основных источников выброса парниковых газов в атмосферу. Кроме того, растет потребление продуктов животного происхождения (например, мяса), которые составляют значительную часть биомассы. Таким образом, животноводство должно быть включено в эффективные производственно-технологические связи как часть развития биоэкономики, чтобы снизить выбросы CO₂ от продуктов животноводства.

Достижение гармонии между развитием биоэкономики, снижением воздействия на климат и продовольственной безопасностью в Балтийском регионе требует повышения эффективности и инновационности по всей производственно-технологической цепи, а не по отдельным ее компонентам, таким как растениеводство или животноводство [32]. Примерами такого повышения эффективности могут служить инновационные волокна, созданные с помощью биотехнологий и нашедшие новое применение в промышленности (например, искусственные волокна паутины и волокна на основе молочного белка) [33]; разработки в современной промышленной биотехнологии (использование растительных масел в промышленности путем интеграции жирных кислот, использование растений, содержащих янтарную кислоту², в химической промышленности); инновации, связанные с переработкой лигноцеллюлозных культур в этанол [34]; новые биопластики, синтетическое мясо на биологической основе и т.д.

² Янтарная кислота является дупротонной, двуосновной карбоновой кислотой с химической формулой C₄H₆O₄. В последнее время янтарную кислоту производят путем ферментации глюкозы из возобновляемого сырья. Поскольку химическая промышленность переходит от материалов на основе нефти к экологически устойчивым материалам, янтарная кислота становится одним из основных конкурентов биохимикатов.

В основе этих инноваций лежат изменения в производственном процессе, называемые *каскадным* подходом. Это означает, что ресурсы применяются поэтапно для различных продуктов, то есть каскадов, в результате чего сначала используются наиболее ценные вещества, затем промежуточные продукты и только в конце, например, остатки биомассы для производства биотоплива. Также здесь можно упомянуть примеры современных методов деревообработки и деревянного строительства.

В целом биоэкономика, чувствительная к продовольственной безопасности и благоприятная для климата, требует новых типов биомассы с низкими требованиями к ресурсам, каскадных систем повторного использования, а также инноваций в конечных продуктах, даже не связанных с существующим производством биомассы, таких как домашнее выращивание растений с использованием гидропонии.

Биоэкономика и структурные преобразования

На биоэкономику больше не влияют ожидания роста цен на ископаемое топливо, а движущими факторами являются сохранение климата и ресурсов, а также наличие потенциала для биоинноваций [35]. Далее обсуждаются подходы к формированию, моделированию и анализу биоэкономики, ее роли в решении климатических и связанных с ними проблем с глобальной точки зрения, которые также имеют большое значение для Балтийского региона.

Отраслевая перспектива

Биоэкономика является не отраслью промышленности, а фактически частью различных секторов экономики. Традиционный подход к изучению экономических изменений предполагает отраслевую перспективу изменения долей сельского хозяйства, различных отраслей промышленности и сферы услуг в экономике. В настоящее время сельское хозяйство составляет всего около 4% ВВП, и на него приходится 20% всех трудозанятых в мире, доля занятости в этом секторе может включать значительную долю неполной занятости. За исключением наименее развитых стран эта концепция структурных преобразований, основанная на отраслевых изменениях, утратила свою актуальность при отображении экономических изменений. Это связано не только с трудностями при расчете ВВП, но и с самой концепцией секторов, разнообразие которых в основном существует внутри них самих, а не между отдельными секторами. В качестве примера можно привести сельское хозяйство, которое во все большей степени сочетает в себе промышленные и сервисные функции как на уровне фермерских хозяйств, так и в цепочках создания стоимости, связанных с первичным производством. В качестве другого примера можно привести сельское хозяйство, в котором применяются дистанционное зондирование и цифровые технологии, а также комплексные контракты на обслуживание и договоры о сотрудничестве в сфере сбыта продукции. Было бы заманчиво преодолеть проблему неадекватности секторальных подходов путем простого разделения секторов на составные части насколько это возможно и продолжения биоэкономического анализа в рамках концепции сектора. Однако в этом случае его характерная черта, состоящая в охвате всех секторов, будет частично утрачена [36], и для описания инноваций процессов, эффективности переработки и технических изменений в производственных функциях потребуются аппроксимация [32]. В результате отраслевая перспектива даст довольно фрагментированный взгляд на вклад биоэкономики в минимизацию последствий изменения климата и адаптацию к ним.

Перспектива с точки зрения фирмы

Фирмы могут быть полезной единицей для проведения анализа биоэкономики, так как подобный анализ сочетал бы в себе роль спроса, вопросы оптимального размера фирм и преимущества местоположения. Согласно Р.Х. Коузе [37], люди организуют свое производство в фирмах, когда транзакционные издержки координирования производства через обмен на рынке с учетом недостаточной информированности выше, чем внутри фирмы. Эта базовая теория применима к биоэкономике, которая зависит от природы товаров, процессов (таких, например, как вышеупомянутое каскадное использование), цепочек снабжения средствами производства и местоположения конечного потребителя и поставщика средств производства, определяющих размер и локализацию фирм. Спрос на биоэкономику возникает на рынках устойчиво поставляемых продуктов на основе биотехнологий. Эти рынки могут быть сформированы не только спросом домохозяйств, но и спросом государственных секторов на приобретение товаров. Последнее может быть результатом применения политики экологической трансформации, такой как снижение налогов на приобретаемые государственным сектором биопродукты или ценообразование на углеводороды, но также может произойти и перекося из-за погони за рентой со стороны государственных структур или отраслей промышленности.

Ввиду значительного участия властей и новых видов связи между различными отраслями промышленности подходы «промышленной организации» могут быть полезными для направления деловых стратегий и государственной политики [38]. Совместные инновационные усилия компаний по снижению загрязнения окружающей среды, предпринимаемые в последнее время в целлюлозно-бумажной промышленности, являются примером скоординированной промышленной организации [39]. Чтобы реально оценить биоэкономические изменения для эффективности какой-либо отрасли промышленности, применяются обычные критерии, а именно: эффективность локализации, эффективность производства, капитал и технологическая продвинутость [32]. Биоэкономика может быть частью новой промышленной стратегии, в которой учитываются устойчивость и воздействие на климат. Конкурентоспособность отраслей в контексте биоэкономики будет зависеть от инноваций в области производства биопродуктов и развития технологий переработки. Они будут востребованы только в том случае, если будут конкурентоспособны на рынке и будут восприниматься потребителями лучше по сравнению с отраслями, производящими товары без использования биотехнологий.

Системная перспектива

В основе биоэкономики лежит системное мышление с особым вниманием к внешним факторам и транзакционным издержкам. На рисунке 2 представлена системная перспектива биоэкономики с кластерами и взаимосвязанными цепочками создания стоимости. Ключевыми элементами являются первичное производство, здравоохранение и другие услуги, а также преобразование биоиндустриальных кластеров. При этом все кластеры связаны с инновациями в биологии и других сферах и находятся под их влиянием, что отражено в центре системного графика.

При системном анализе движущие силы биоэкономики связаны с изменениями компонентов системы, а воздействие на рост, распределение и экологию определяется в контексте политических вмешательств. Баланс между целями и взаимодополняемостью инструментов должен быть четко смоделирован. При применении такого подхода лучше всего включить в него анализ межотраслевого баланса. Однако также необходимо учитывать обычные ограничения моделирования систем,

например выборочный захват причинных связей, трудности определения границ систем и динамику технологических изменений. Вышеупомянутая перспектива кластеризации в отрасли может быть использована в описательной части моделирования систем биоэкономики и даже включена в нее.



Рис. 2. Развитие биоэкономики: кластеры и связи между ними [40]

Перспективы инновационной экономики

Теоретические основы биоэкономики могут рассматриваться через призму экономики индуцированных инноваций [41], где инновации являются результатом недостаточности факторов и связанных с ними ожидаемых изменений цен (то есть цен на землю, воду, углекислый газ (CO_2) и энергоносители). Согласно [41] ключевую роль в экономической структуре биоэкономики должны играть знания и их эндогенная природа. Здесь уместно вспомнить новый взгляд на инновационные системы. В работе [42] указано на то, что необходимо обеспечить более глубокое понимание динамики инновационных систем. Авторы предлагают структуру, которая фокусируется на ряде процессов, важных для эффективных инновационных систем. Они называют эти процессы «функциями инновационных систем» и предлагают метод для систематического картирования тех процессов, которые происходят в инновационных системах и приводят к технологическим изменениям. Такой анализ процессов и исторических событий также вполне уместен и актуален для инновационных систем биоэкономики.

Сочетание четырех упомянутых выше подходов — секторального, с точки зрения фирмы, системного и инновационного — с *новаторскими идеями* может пролить свет на понимание возможностей биоэкономики и выявить конфликтующие цели, такие как действия по предотвращению изменения климата и более широкое использование природных ресурсов, развитие и продовольственная безопасность. Биоэкономика и ее связь со снижением воздействия на климат ставят перед эко-

номистами новые задачи, требующие выхода за рамки изолированной цепочки создания стоимости, отраслевого и товарного анализа. Требуется, чтобы экономисты узнали больше о гораздо более широком наборе соответствующих технологий, а также о промежуточных и конечных потребностях, связанных с процессами и продуктами на биологической основе. И если они хотят выступать в качестве «биоэкономистов», то существует также необходимость в междисциплинарном подходе с их стороны (питание, экология, биотехнологии, биохимия и т.д.).

Измерение размера, ценности и результатов биоэкономики в Балтийском регионе

Без надлежащих методов измерения параметров биоэкономики оценить ее вклад в предотвращение климатических изменений будет сложно. К таким методам параметров биоэкономики относится измерение устойчивости и последствий действий по предотвращению климатических изменений субъектами экономических отношений: инвесторами, политиками и потребителями. Для измерения параметров биоэкономики можно использовать несколько подходов, но каждый из них должен быть тщательно изучен в отношении того, что и как измеряется [32]. Один широко применяемый подход основан на использовании системы национальных счетов для понимания вклада в региональную или национальную экономику, а также уровня занятости и потребления. Подобный подход, возможно, не дает полного представления о существующих возможностях в будущем. Другие подходы касаются кластеров биоэкономики или появления ключевых технологий и инноваций, а также использования инвестиций в частный и государственный секторы экономики. Кроме того, для обеспечения экологической устойчивости и благосостояния людей биоэкономика должна учитывать влияние на здоровье человека и экологические последствия, а также пространственные измерения, поэтому необходимо применение методов экономической географии. Нам также необходимо усовершенствовать эмпирические методы определения причинно-следственной зависимости (включая возможности использования данных по экологии на обширных территориях), чтобы фактически установить взаимосвязь между объемом, типом и результатами проводимой политики и реализуемых программ в области биоэкономики.

И в целом, и для Балтийского региона в частности желательно принятие мер, ориентированных на достижение конкретного результата, а не проведение секторальных измерений или измерений содержания биологического компонента в продуктах. Результатом будет снижение выбросов углерода, рациональное и долгосрочное использование воды и почвы, повышение уровня биоразнообразия, измеряемое как техническими, так и экономическими методами, включая неценовые подходы к измерению. Кроме того, результатом будет улучшение состояния здоровья людей (например, из-за снижения загрязнения воздуха и действия других экологических факторов) и благоприятное развитие среды их проживания, связанное, например, с появлением экологически чистых городов.

Выводы

Развитие биоэкономики предоставляет новые возможности для реагирования на проблемы, связанные с изменением климата в Балтийском регионе. Генерирование биоэнергии в контексте использования других возобновляемых источников энергии может способствовать снижению выбросов парниковых газов в атмосферу. Биоэкономика, однако, не раскроет свой трансформационный потенциал, если будет развиваться изолированно в отдельных регионах. Балтийский регион как единое целое

мог бы применить совместную трансграничную стратегию биоэкономики, как это уже сделано в других регионах мира. Обмен новыми научными знаниями в области биоэкономики и содействие адаптации к местным условиям являются необходимыми совместными усилиями, особенно в том, что касается шагов по предотвращению климатических изменений. Чтобы успешно адаптировать биоэкономику к изменению климата, научное сообщество в Балтийском регионе должно ускоренно создавать инновации, а политика в сфере защиты ресурсов должна способствовать рациональному и долгосрочному использованию земли и воды, а также повышению биоразнообразия. В свою очередь, устойчивое развитие биоэкономики может предоставить значительные возможности для минимизации последствий изменения климата.

Список литературы

1. *Climate Change and Land: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. Summary for Policy Makers.* IPCC, 2019. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Edited-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf (дата обращения: 28.08.2019).
2. *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability / C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken [et al.] (eds.).* Cambridge, 2014. URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379> (дата обращения: 28.08.2019).
3. *Global Warming of 1.5 °C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.* IPCC, 2018. URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/download/> (дата обращения: 28.08.2019).
4. *Aleksandrov S. V., Zhigalova N. N., Zezera A. S.* Long-term dynamics of zooplankton in the southeastern Baltic Sea // *Russian Journal of Marine Biology.* 2009. Vol. 35, № 4. P. 296—304.
5. *Belkin I. M.* Rapid warming of large marine ecosystems // *Progress in Oceanography.* 2009. № 81. P. 207—213.
6. *Philippart C. J. M., Anadon R., Danovaro R. et al.* Impacts of climate change on European marine ecosystems: observations, expectations and indicators // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 2011. № 400. P. 52—69.
7. *Baker-Austin C., Trinanes J. A., Taylor N. G. H. et al.* Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming // *Nature Climate Change.* 2013. Vol. 3, № 1. P. 73—77.
8. *Fonselius S., Valderrama J.* One hundred years of hydrographic measurements in the Baltic Sea // *Journal of Sea Research.* 2003. Vol. 49, № 4. P. 229—241.
9. *Möllmann C., Kornilovs G., Fetter M. et al.* The marine copepod, *Pseudocalanus elongatus*, as a mediator between climate variability and fisheries in the Central Baltic Sea // *Fisheries Oceanography.* 2003. Vol. 12, № 4—5. P. 360—368.
10. *Henriksen P.* Long-term changes in phytoplankton in the Kattegat, the Belt Sea, the Sound and the western Baltic Sea // *Journal of Sea Research.* 2009. Vol. 61, № 1—2. P. 114—123.
11. *MacKenzie B. R., Meier H. E. M., Lindegren M. et al.* Impact of climate change on fish population dynamics in the Baltic Sea: a dynamical downscaling investigation // *AMBIO: A Journal of the Human Environment.* 2012. Vol. 41, № 6. P. 626—636.
12. *Браун Й. фон, Мирзабаев А.* Изменение землепользования и экономика деградации земельных ресурсов в Балтийском регионе // *Балтийский регион.* 2016. № 3. С. 45—60. doi: 10.5922/2074-9848-2016-3-3.
13. *Федоров Г. М.* Приграничное положение как фактор стратегического и территориального планирования в российских регионах на Балтике // *Балтийский регион.* 2014. № 3. С. 71—82. doi: 10.5922/2074-9848-2014-3-5.
14. *Andersen M. S.* An Introductory note on the environmental economics of the circular economy // *Sustainability Science.* 2006. Vol. 2, № 1. P. 133—140. doi: 10.1007/s11625-006-0013-6.

15. Pearce D. W., Markandya A., Barbier E. *Blueprint for a Green Economy*. L., 1989.
16. *Opportunities for future research and innovation on food and nutrition security and agriculture* The InterAcademy Partnership's global perspective. IAP, 2018. URL: <https://www.interacademies.org/48898/Opportunities-for-future-research-and-innovation-on-food-and-nutrition-security-and-agriculture-The-InterAcademy-Partnerships-global-perspective> (дата обращения: 28.08.2019).
17. *Assessment Report on Land Degradation and Restoration* / L. Montanarella, R. Scholes, A. Brainich (eds.). Bonn, 2018. URL: <https://www.ipbes.net/assessment-reports/ldr> (дата обращения: 28.08.2019).
18. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. N. Y., 2015.
19. Silveira S., Khatiwada D., Leduc S. et al. Opportunities for bioenergy in the Baltic sea region // *Energy Procedia*. 2017. № 128. P. 157—164.
20. Braun J. von. *Bioeconomy — Science and Technology Policy to Harmonize Biologization of Economies with Food Security* / D. Sahn (ed.). The Fight Against Hunger and Malnutrition. Oxford, 2015. P. 240—262.
21. Börner J., K. Baylis E., Corbera D. et al. *Wunder The Effectiveness of Payments for Environmental Services* // *World Development*. 2017. № 96. P. 359—374.
22. Woods J., Williams A., Hughes J. K. et al. *Energy and the food system* // *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. 2010. № 365 (1554). P. 2991—3006. doi: 10.1098/rstb.2010.0172.
23. Nigam P., Singh A. *Production of Liquid Biofuels from Renewable Resources* // *Progress in Energy and Combustion Science*. 2011. Vol. 37, № 1. P. 52—68.
24. Mirzabaev A., Guta D., Goedecke J. et al. *Bioenergy, food security and poverty reduction: trade-offs and synergies along the water — energy — food security nexus* // *Water International*. 2015. Vol. 40, № 5—6. P. 1—19.
25. Hertel W. T., Beckman J. *Commodity Price Volatility in the Biofuel Era: An Examination of the Linkage between Energy and Agricultural Markets* // *GTAP Working Paper*. 2010. № 60.
26. Haile M. G., Wossen T., Tesfaye K., von Braun J. *Impact of Climate Change, Weather Extremes, and Price Risk on Global Food Supply* // *Economics of Disasters and Climate Change*. 2017. May. P. 1—17. doi: 10.1007/s41885-017-0005-2.
27. *Bioeconomy Policy (Part II): Synopsis and analyses of national strategies around the world*. Berlin, 2015.
28. *How sustainability is addressed in official bioeconomy strategies at international, national and regional levels*. Rome, 2016.
29. *Innovating for Sustainable Growth. A Bioeconomy for Europe*. Luxembourg, 2012.
30. Fedorov G. M., Mikhaylov A. S. *Regional divergence dynamics in the Baltic region: Towards polarisation or equalization?* // *Geographia Polonica*. 2018. Vol. 91, № 4. P. 399—411. doi: <https://doi.org/10.7163/GPol.0127>.
31. Piotrowski S., Carus M., Essel R. *Global Bioeconomy in the Conflict Between Biomass Supply and Demand* // *Industrial Biotechnology*. 2015. Vol. 11, № 6.
32. Wesseler J., von Braun J. *Measuring the Bioeconomy: Economics and Policies* // *Annual Review of Resource Economics*. 2017. № 9. P. 275—298. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053701>.
33. *Bioeconomy Policy (Part I): Synopsis and analyses of strategies in the G7*. Berlin, 2014.
34. Bentsen N., Felby L., Thorsen B. *Agricultural Residue Production and Potentials for Energy and Materials Services* // *Progress in Energy and Combustion Science*. 2014. № 40. P. 59—73.
35. El-Chichakli B., von Braun J., Lang C. et al. *Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy* // *Nature*. 2016. № 535. P. 221—223.
36. Smeets E., Vinyes Pinto C., Tabeau A. et al. *Evaluating the macroeconomic impacts of bio-based applications in the EU*. Publications Office of the European Union, 2014.
37. Coase R. H. *The Nature of the Firm* // *Economica*. 1937. № 4 (16). P. 386—405.
38. Schmalensee R. *Inter-Industry Studies of Structure and Performance* / R. Schmalensee, R. Willig (eds.) *Handbook of Industrial Organization*. Amsterdam, 1989. Vol. 2. P. 951—1009.
39. *The paper industry and climate change: Roll on the green revolution* // *The Economist*. 2013. November. URL: <https://www.economist.com/business/2013/11/30/roll-on-the-green-revolution> (дата обращения: 28.08.2019).

40. *Bioeconomy Policy (Part III): Update Report of National Strategies around the World*. Berlin, 2018.

41. Hayami Y., Ruttan V.W. et al. Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan, 1880—1860 // *Journal of Political Economy*. 1970. Vol. 78, № 5. P. 1115—1141.

42. Hekkert M.P., Suurs R.A.A., Negro S.O. et al. Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change // *Technological Forecasting and Social Change*. 2007. Vol. 74, № 4. P. 413—432.

Об авторах

Йоахим фон Браун, профессор, Центр по исследованию развития (ZEF), Боннский университет, Германия.

E-mail: jvonbraun@uni-bonn.de

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6571-4838>

Алишер Мирзабаев, Центр по исследованию развития (ZEF), Боннский университет, Германия.

E-mail: almir@uni-bonn.de

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5223-7160>

THE DEVELOPMENT OF BIOECONOMY OF THE BALTIC REGION IN THE CONTEXT OF REGIONAL AND GLOBAL CLIMATE CHANGE

J. von Braun
A. Mirzaev

University of Bonn
3 Genscherallee, Bonn, Germany, 53113

Received 17 September 2019
doi: 10.5922/2079-8555-2019-4-2
© von Braun J., Mirzaev A., 2019

Climate change is projected to have a profound effect on natural ecosystems, biodiversity, and societies both in the Baltic region and globally, particularly so through agriculture and food systems. The Baltic region has a vast potential for the development of bioeconomy due to the existing opportunities for biomass production and advances in microbiology leading to process- and product innovations in biomass production and utilization. The development of sustainable bioeconomy in the Baltic region, however, requires a flexible and timely adaptation to climate change. Based on an overview of the relevant state-of-the-art literature, the article explores the implications of the development of bioeconomy for the adaptation to and the mitigation of climate change in the Baltic region. The paper elaborates on actions that may facilitate the sustainability of bioeconomy in the region. It concludes that scientific collaboration across borders in the Baltic region can accelerate innovations to successfully adapt bioeconomy to climate change. Sustainable development of bioeconomy can provide considerable opportunities for mitigating consequences of climate change.

Keywords:

climate change, adaptation, mitigation, bioeconomy, geography, Baltic region, sustainable development

To cite this article: von Braun, J., Mirzaev, A., 2019, The development of bioeconomy of the Baltic Region in the context of regional and global climate change, *Balt. Reg.*, Vol. 11, no 4, p. 20—35. doi: 10.5922/2078-8555-2019-4-2.

References

1. IPCC, 2019, IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. Summary for Policy Makers, available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Edited-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf (accessed 28.08.2019).
2. Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D. (eds.) 2014, *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge, Cambridge University Press. Doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379>.
3. IPCC, 2018, Global Warming of 1.5 °C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/download/> (accessed 28.08.2019).
4. Aleksandrov, S.V., Zhigalova, N.N., Zezera, A.S. 2009, Long-term dynamics of zooplankton in the southeastern Baltic Sea, *Russian Journal of Marine Biology*, Vol. 35, no. 4, p. 296–304.
5. Belkin, I.M. 2009, Rapid warming of large marine ecosystems, *Progress in Oceanography*, no. 81, p. 207–213.
6. Philippart, C.J.M., Anadon, R., Danovaro, R., Dipper, J.W., Drinkwater, K.F., Hawkins, S.J., Oguz, T., O'Sullivan, G., Reid, P.C. 2011, Impacts of climate change on European marine ecosystems: observations, expectations and indicators, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, no. 400, p. 52–69.
7. Baker-Austin, C., Trinanes, J.A., Taylor, N.G.H., Hartnell, R., Siitonen, A., Martinez-Urtaza, J. 2013, Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to oceanwarming, *Nature Climate Change*, Vol. 3, no. 1, p. 73–77.
8. Fonselius, S. Valderrama, J. 2003, One hundred years of hydrographic measurements in the Baltic Sea, *Journal of Sea Research*, Vol. 49, no. 4, p. 229–241.
9. Möllmann, C., Kornilovs, G., Fetter, M., Köster, F.W., Hinrichsen H.H. 2003, The marine copepod, *Pseudocalanus elongatus*, as a mediator between climate variability and fisheries in the Central Baltic Sea, *Fisheries Oceanography*, Vol. 12, no. 4–5, p. 360–368.
10. Henriksen, P. 2009, Long-term changes in phytoplankton in the Kattegat, the Belt Sea, the Sound and the western Baltic Sea. *Journal of Sea Research*, Vol. 61, no. 1–2, p. 114–125.
11. MacKenzie, B.R., Meier, H.E.M., Lindegren, M., Neuenfeldt, S., Eero, M., Blenckner, T., Tomczak, M.T., Niiranen, S. 2012, Impact of climate change on fish population dynamics in the Baltic Sea: a dynamical downscaling investigation, *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, Vol. 41, no. 6, p. 626–636.
12. von Braun, J., Mirzabaev, A. 2016, Land Use Change and Economics of Land Degradation in the Baltic Region, *Balt. Reg.*, no. 3, p. 33–44. Doi: <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2016-3-3>.
13. Fedorov, G.M. 2014, Border Position as a Factor of Strategic and Territorial Planning in Russian Regions in the Baltic, *Balt. Reg.*, no. 3, p. 58–67. Doi: <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2014-3-5>.
14. Andersen, M.S. 2006, An Introductory note on the environmental economics of the circular economy, *Sustainability Science*, Vol. 2, no. 1, p. 133–140. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>.
15. Pearce, David William, Anil Markandya, Edward Barbier. 1989. *Blueprint for a Green Economy*. Earthscan Publ. London
16. IAP, 2018, Opportunities for future research and innovation on food and nutrition security and agriculture The InterAcademy Partnership's global perspective, available at: <https://www.interacademies.org/48898/Opportunities-for-future-research-and-innovation-on-food-and-nutrition-security-and-agriculture-The-InterAcademy-Partnerships-global-perspective> (accessed 28.08.2019).
17. Montanarella, L., Scholes, R., Brainich, A. (eds.) 2018, *Assessment Report on Land Degradation and Restoration*, IPBES, Bonn, available at: <https://www.ipbes.net/assessment-reports/ldr> (accessed 28.08.2019).
18. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, 2015, New York.

19. Silveira, S., Khatiwada, D., Leduc, S., Kraxner, F., Venkata, B.K., Tilvikine, V. et al. 2017, Opportunities for bioenergy in the Baltic sea region, *Energy Procedia*, no. 128, p. 157–164.
20. von Braun, J. 2015, Bioeconomy — Science and Technology Policy to Harmonize Biologization of Economies with Food Security. In Sahn, D. (ed.) *The Fight Against Hunger and Malnutrition*, Oxford, Oxford University Press, p. 240–262.
21. Börner, J., Baylis, K., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Honey-Rosés, J., Persson, U.M., Wunder, S. 2017, The Effectiveness of Payments for Environmental Services, *World Development*, no. 96, p. 359–374.
22. Woods, J., Williams, A., Hughes, J.K., Black, M., Murphy, R. 2010, Energy and the food system, *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, no. 365 (1554), p. 2991–3006. Doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0172>.
23. Nigam, P., Singh, A. 2011, Production of Liquid Biofuels from Renewable Resources, *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol. 37, no. 1, p. 52–68.
24. Mirzabaev, A., Guta, D., Goedecke, J., Gaur, V., Börner, J., Virchow, D., Denich, M., von Braun, J. 2015, Bioenergy, food security and poverty reduction: trade-offs and synergies along the water — energy — food security nexus, *Water International*, Vol. 40, no. 5–6, p. 1–19.
25. Hertel, W.T., Beckman, J. 2010, Commodity Price Volatility in the Biofuel Era: An Examination of the Linkage between Energy and Agricultural Markets, *GTAP Working Paper*, no. 60, Global Trade Analysis Project, Purdue University, West Lafayette, IN.
26. Haile, M.G., Wossen, T., Tesfaye, K., von Braun, J. 2017, Impact of Climate Change, Weather Extremes, and Price Risk on Global Food Supply, *Economics of Disasters and Climate Change*, May 2017, p. 1–17. Doi: <https://doi.org/10.1007/s41885-017-0005-2>.
27. German Bioeconomy Council, 2015, *Bioeconomy Policy (Part II): Synopsis and analyses of national strategies around the world*, Berlin, Office of the Bioeconomy Council.
28. FAO, 2016, *How sustainability is addressed in official bioeconomy strategies at international, national and regional levels*, Rome, FAO.
29. European Commission, 2012, *Innovating for Sustainable Growth. A Bioeconomy for Europe*, Luxembourg, Publications Office of the European Union.
30. Fedorov, G.M., Mikhaylov, A.S. 2018, Regional divergence dynamics in the Baltic region: Towards polarisation or equalization? *Geographia Polonica*, Vol. 91, no. 4, p. 399–411. Doi: <https://doi.org/10.7163/GPol.0127>.
31. Piotrowski, S., Carus, M., Essel, R. 2015, Global Bioeconomy in the Conflict Between Biomass Supply and Demand, *Industrial Biotechnology*, Vol. 11, no. 6, December 2015.
32. Wesseler, J., von Braun, J. 2017, Measuring the Bioeconomy: Economics and Policies, *Annual Review of Resource Economics*, no. 9, October 2017, p. 275–298. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053701>.
33. German Bioeconomy Council, 2014, *Bioeconomy Policy (Part I): Synopsis and analyses of strategies in the G7*, Berlin, Office of the Bioeconomy Council.
34. Bentsen, N., Felby, L., Thorsen, B. 2014, Agricultural Residue Production and Potentials for Energy and Materials Services, *Progress in Energy and Combustion Science*, no. 40, February, p. 59–73.
35. El-Chichakli, B., von Braun, J., Lang, C., Barben, D., Philp, J. 2016, Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy, *Nature*, no. 535, p. 221–223.
36. Smeets, E., Vinyes Pinto, C., Tabeau, A., Van Meijl, H., Corjan, B., Prins, A.G. 2014, *Evaluating the macroeconomic impacts of bio-based applications in the EU*, Publications Office of the European Union.
37. Coase, R.H. 1937, The Nature of the Firm, *Economica*, no. 4 (16), p. 386–405
38. Schmalensee, R. 1989, Inter-Industry Studies of Structure and Performance. In: Schmalensee, R., Willig, R. (eds.) *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 2, p. 951–1009, Amsterdam, Elsevier.
39. The paper industry and climate change: Roll on the green revolution, 2013, *The Economist*, 30 November, available at: <https://www.economist.com/business/2013/11/30/roll-on-the-green-revolution> (accessed 28.08.2019).
40. German Bioeconomy Council, 2018, Bioeconomy Policy (Part III): Update Report of National Strategies around the World, available at: https://bioekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/GBS_2018_Bioeconomy-Strategies-around-the_World_Part-III.pdf.

41. Hayami, Y., Ruttan, V.W. 1970, Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan, 1880—1860, *Journal of Political Economy*, Vol. 78, no. 5, p. 1115—1141.

42. Hekkert, M.P., Suurs, R.A.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S., Smits, R.E.H.M. 200, Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.74, no. 4, May 2007, p. 413—432.

The author

Prof. Joachim von Braun, University of Bonn, Germany.

E-mail: jvonbraun@uni-bonn.de

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6571-4838>

Alisher Mirzabaev, University of Bonn, Germany.

E-mail: almir@uni-bonn.de

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5223-7160>
