

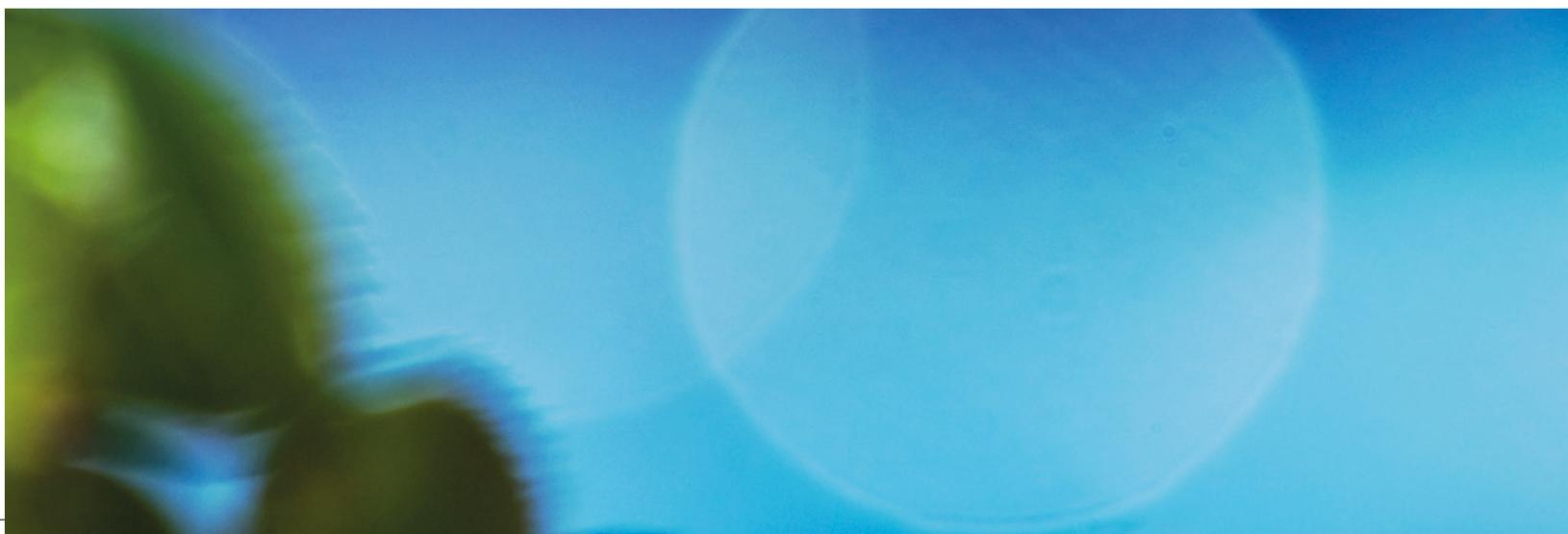
На пути к европейской стратегии по созданию биоэкономики замкнутого цикла



Лаури Хетемяки, Марк Ханевинкель, Барт Муйс,
Маркку Олликайнен, Марк Палаи и Антони Трасобарес

Предисловие

Эско Ахо, Кристина Нарбона Руис, Горан Перссон и Янез Поточник



Авторы

Марк Ханевинкель — профессор, преподаватель лесной экономики и лесопользования на факультете окружающей среды и природных ресурсов Фрайбургского университета.

Лаури Хетемяки — заместитель директора Европейского института леса, адъюнкт-профессор кафедры лесоводства Хельсинкского университета.

Барт Муйс — профессор, преподаватель экологии леса и лесопользования на кафедре Земли и экологических наук Левенского университета.

Маркку Олликайнен — профессор, преподаватель экологической и ресурсной экономики кафедры экономики и управления Хельсинкского университета, председатель финской группы экспертов по изменению климата.

Марк Палаи — директор Европейского института леса.

Антони Трасобарес — директор лесного технологического центра Каталонии (CTFC).

Консультанты

Эско Ахо — стратегический советник Европейского института леса, премьер-министр Финляндии (1991–1995).

Кристина Нарбона Руис — консультант Совета по ядерной безопасности, генеральный секретарь Испанской социалистической рабочей партии (PSOE), министр охраны окружающей среды в правительстве Испании (2004–2008).

Горан Перссон — президент форума ThinkForest Европейского института леса, премьер-министр Швеции (1996–2006).

Янез Поточник — сопредседатель Международной группы экспертов по ресурсам Программы ООН по окружающей среде (UNEP), Европейский комиссар (2004–2014), министр по европейским делам в правительстве Словении (2002–2004).

ISBN 978-952-5980-71-4 (print)
ISBN 978-952-5980-72-1 (online)

Главный редактор: Пекка Лескинен
Ответственный редактор: Рэч Коллинг
Верстка: Грано Ой

Отказ от ответственности: Точка зрения, выраженная авторами в настоящей публикации, может не совпадать с позицией Европейского института леса.

Рекомендуемые источники: Хетемяки, Л., Ханевинкель, М., Муйс, Б., Олликайнен, М., Палахи, М., Трасобарес, А. 2017. На пути к европейской стратегии по созданию биоэкономики замкнутого цикла. От науки к политике 5. Европейский институт леса



Предисловие: зачем нужна биоэкономика?	5
Главные выводы	7
1. Введение. Необходимость развития биоэкономики замкнутого цикла	10
1.1 Предпосылки	10
1.2 Контекст	10
1.3 Что такое биоэкономика?	12
1.4 На пути к новой парадигме: биоэкономика замкнутого цикла	14
2. Стратегии биоэкономики	18
2.1 Существующие стратегии	18
2.2 Основные идеи стратегий	19
2.3 Каковы пробелы и потребности в новой информации?	20
2.4 Политика максимизации синергизма и минимизации компромиссов	22
3. Требования для успешного развития биоэкономики замкнутого цикла	25
3.1 Предпосылки	25
3.2 Важность нарратива и социальной вовлеченности	25
3.3 Экологическая устойчивость	26
3.4 НИОКР, технологические изменения и профессиональная подготовка	29
3.5 Готовность идти на риск	30
3.6 Нормативная среда и сотрудничество между государственным и частным секторами	32
4. Потенциал биоэкономики: примеры	34
4.1 Предпосылки	34
4.2 Экономические и экологические характеристики	34
4.3 Рынок строительства	35
4.4 Рынок текстиля	37
4.5 Рынок пластмасс	39
4.6 Роль услуг	41
5. Выводы и рекомендации для формирования политики	44
Литература	48

Благодарности

Доклад был написан авторами из научной среды с применением подхода обоснования своих аргументов путем использования научных знаний, где это возможно. Однако, учитывая стратегический характер доклада, и недостаток научных данных по некоторым вопросам, мы проводили анализ с использованием экспертных знаний, а также собственного понимания темы и наших мнений. В целях поддержания политической значимости доклада и расстановки его приоритетов мы имели честь привлечь высококвалифицированных бывших политиков в качестве «наставников», а они внесли свой вклад, составив Предисловие. Пользуясь возможностью, выражаем сердечную благодарность Эско Ахо (бывшему премьер-министру, Финляндия), Кристине Нарбона (бывшему министру охраны окружающей среды, Испания), Горану Перссону (бывшему премьер-министру, Швеция) и Янезу Поточнику (бывшему Европейскому комиссару и министру по европейским делам, Словения) за их квалифицированные и содержательные советы и поддержку.

Доклад был также доработан с учетом полезных замечаний сторонних рецензентов: Кристиана Патерманна, бывшего директора подразделения Европейской комиссии, и профессора Микаэля Хильдена из Финского института охраны окружающей среды (SYKE). Мы хотим выразить свою благодарность за их выводы и замечания, которые помогли улучшить доклад, и признаем, что они никаким образом не несут ответственности за возможные ошибки.

Данная работа и публикация была профинансирована из Мультидонорского трастового фонда Европейского института леса (EFI) по поддержке политики, которому оказывается содействие со стороны правительств Австрии, Чехии, Финляндии, Франции, Германии, Ирландии, Италии, Норвегии, Испании и Швеции. Г-н Хетемяки также желает выразить признательность за финансовую поддержку со стороны проекта FORBIO (№ 14970), спонсируемого Советом по стратегическим исследованиям Академии Финляндии.



Предисловие: зачем нужна биоэкономика?

Эско Ахо, Кристина Нарбона Руис, Горан Перссон и Янез Поточник

Впервые в истории человечества мы сталкиваемся с возникновением единой и тесно взаимосвязанной социально-экологической системы планетарного масштаба. Весь мир и Европа в частности сталкиваются с беспрецедентным количеством связанных друг с другом проблем, масштабы которых в ближайшие десятилетия будут только разрастаться. Речь идет о растущем спросе на продовольствие, воду, ресурсы и энергию и одновременно идущих процессах борьбы за предотвращение изменений климата и деградации окружающей среды, включая потерю биоразнообразия, выбросы биогенных веществ и деградацию почв. Решение этих сложных проблем наряду с необходимостью оказания поддержки для социально-экономического процветания растущего народонаселения требует **системного изменения нашей экономической модели**.

Последние 200 лет наша индустриальная эпоха строилась на **использовании ископаемого сырья и на базе подходов линейной экономики**. Мы стали свидетелями ранее невиданной в человеческой истории трансформации глобального общества. Индустриальная эпоха принесла с собой экономический и демографический рост наряду с социальным и технологическим прогрессом. За последние 50 лет глобальная экономика испытала значительное ускорение, что дало толчок существенной глобальной экономической конвергенции и заметно снизило уровень бедности и неравенства между богатыми и бедными странами. Однако проблема бедности и неравенства сохраняется до сих пор, причем даже в развитых странах.

Индустриальная эпоха с ее экономическим ускорением принесла с собой также беспрецедентные темпы деградации окружающей среды. Это наиболее четко проявляется при сравнении роста ВВП с другими показателями, связанными со степенью разрушения природной среды. **Мир стал выходить за пределы возможностей планеты**. Согласно данным *Глобальной сети экологического следа (Global Footprint Network)*, уже в 2015 г. уровень устойчивого использования ресурсов планеты был превышен в 1,6 раза. Через 20 лет для поддержания современной экономической системы потребуется уже две планеты.

Меняется общественный контекст на глобальном и европейском уровне. В условиях изменившегося контекста необходима новая концепция — новая экономическая парадигма, закладывающая основы для процветания человечества в рамках возможностей планеты. 2016 год стал поворотным моментом: была принята Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года и утверждены Цели устойчивого развития (SDG), а Парижское соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата вступило в силу. Все это стало глобальным политическим посылом на пути к трансформации экономической системы для искоренения бедности, защиты планеты и обеспечения всеобщего благосостояния.

Требуются новые концепции для воплощения в жизнь этих международных соглашений. Такой концепцией может быть **парадигма биоэкономики замкнутого цикла**, которая основана на синергетическом эффекте слияния идей экономики замкнутого цикла и биоэкономики. Эти две концепции до сих пор развивались независимо, но теперь требуется их объединение в целях усиления действия друг друга.

13 февраля 2012 г. Европейская Комиссия приняла стратегию «Инновации для устойчивого роста: биоэкономика для Европы». За последние годы многие страны мира и Европы создали собственные стратегии развития биоэкономики. В 2017 г. в ЕС началась ревизия существующей Стратегии по биоэкономике в целях разработки соображений по ее перспективному развитию. Мы убеждены, что **биоэкономика замкнутого цикла обладает значительным потенциалом для ускорения развития всеевропейского экономического, политического и социального проекта, необходимость в котором становится все острее**. Это проект, в котором экономическое благосостояние распределяется более равномерно среди всех граждан в рамках границ возобновляемых ресурсов планеты.

Переход к парадигме биоэкономики замкнутого цикла должен подразумевать долгосрочную стратегию разрыва взаимозависимости между экономическим ростом и деградацией окружающей среды. Эта стратегия должна быть социально, экономически и экологически сбалансированной. История с биотопливом первого поколения в начале нынешнего века является

уроком для нас всех. Наука и технологии закладывают основы эпохи биоэкономики. Появившиеся на рынке биопродукты могут заменить материалы, основанные на использовании ископаемых ресурсов, такие как пластик, химические вещества, синтетические ткани, цемент и многое другое. Далее возникает вопрос переноса научно-технологического успеха на уровень смены экономической парадигмы. Как мы можем способствовать тому, чтобы давно существующие отрасли, такие как текстильная, нефтехимическая, строительная и отрасль производства пластмасс, смогли присоединиться к процессу смены парадигмы и даже возглавить его, обеспечивая устойчивое развитие?

Мы поддерживаем идею координации данного доклада силами Европейского института леса (EFI). В нем

приводятся соображения об основных требованиях по обновлению существующих биоэкономических стратегий, связанных с Целями ООН в области устойчивого развития, Парижским соглашением и другими недавними инициативами, в том числе в области экономики замкнутого цикла. Он включает стратегические рекомендации, которые следует учитывать при разработке новой европейской биоэкономической стратегии, основанной на принципах устойчивого развития. В нем также приводятся научно обоснованные соображения о потенциале лесных ресурсов как нашей главной биологической инфраструктуре, а также о способах применения основанных на использовании лесных ресурсов решений с целью развития биоэкономики из нишевой формы до полноценной системы.



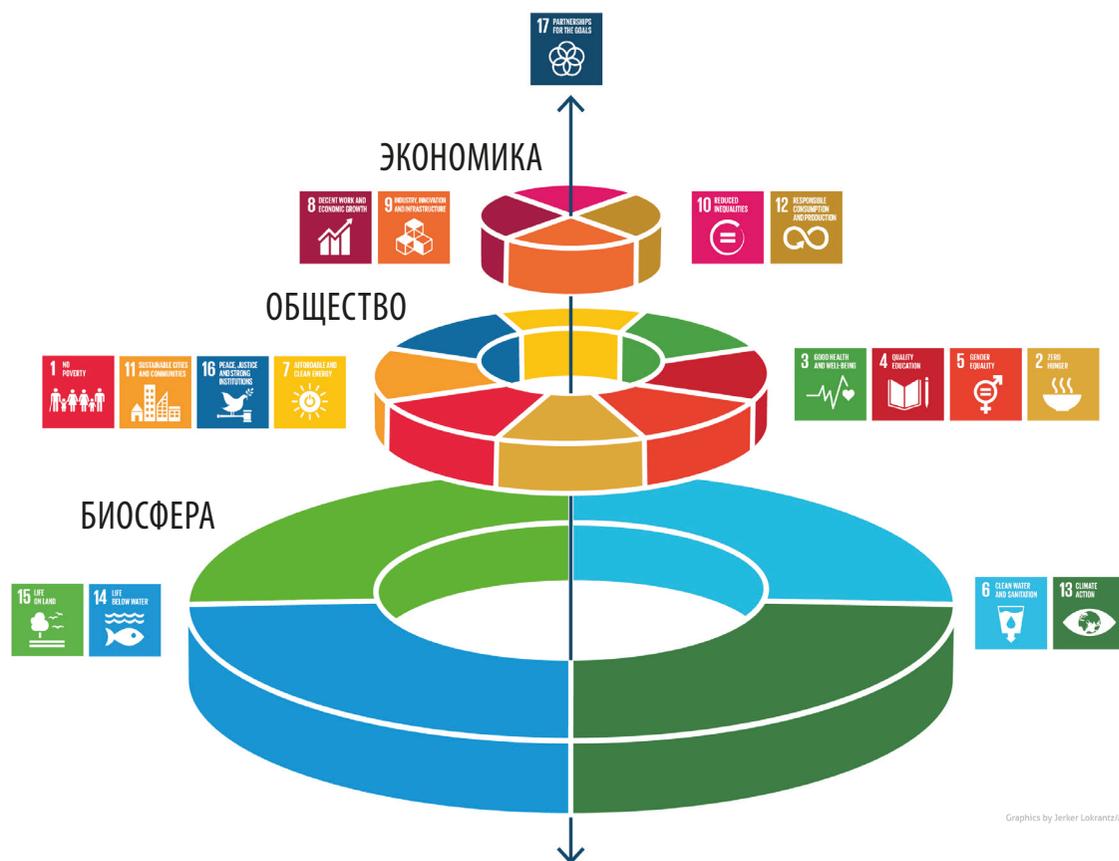
Главные выводы

В 2016 г. Цели устойчивого развития и Парижское соглашение по климату поставили глобальные всеобъемлющие социальные задачи на будущие десятилетия. В настоящее время критическим является вопрос о том, как достичь поставленных целей. Мы отстаиваем точку зрения, что обязательной частью решения этого вопроса должен стать **переход к биоэкономике замкнутого цикла**.

Согласно общепринятым представлениям, для выполнения этих амбициозных задач не подходит модель *традиционного поведения*. Потребуется изменение политики, а также привычных способов производства и потребления. Эти глобальные соглашения дают полномочия на переход от существующей экономической модели к той, которая будет включать природный капитал на пути движения к социальному благополучию. Важным элементом данного изменения является переход к биоэкономике замкнутого цикла с усилением использования возобновляемых неископаемых ресурсов и продуктов с применением экологичных и ресурсоэффективных способов производства в рамках замкнутого цикла.

В данном докладе анализируются требования стратегии создания биоэкономики замкнутого цикла, в частности в европейском контексте. Существующие на сегодня биоэкономические стратегии смогли продемонстрировать необходимость расширения использования

возобновляемой биомассы для замещения ископаемых ресурсов и продуктов в целях создания более устойчиво развивающегося общества. Биоэкономика способствует устойчивому развитию экономики в целом, в которое вовлекается множество сфер промышленности и услуг, таких как производство одежды, жилье, здравоохранение, питание и транспорт. Кроме того, во всем мире она становится центральным элементом развития городов в качестве основы устойчивой жизни и потребления, обеспечивая оказание многих услуг, начиная от поставок питания и питьевой воды до рекреационных услуг и кондиционирования городской среды. Однако многие стратегии, например, Стратегия и рабочий план ЕС в области биоэкономики (2012), имеют пробелы в определении области применения и приоритетов и требуют обновлений в связи с последними существенными изменениями и новыми инициативами. Разработка долгосрочной стратегии развития биоэкономики замкнутого цикла требует включения ключевых отраслей и связанной с ними политики в общие согласованные политические рамки. Существует необходимость вовлечения биоэкономики в остальные сферы экономической жизни, а не развития ее в качестве отдельного сектора, связанного с интересами в основном в сельских общинах.



Graphics by Jerker Lohrantz/Azote

Рис 1. Уровни целей устойчивого развития, формирующие основу для стратегии биоэкономики замкнутого цикла. Источник: Azote Images for Stockholm Resilience Centre.

В частности, крайне важным является соединение идей биоэкономики и экономики замкнутого цикла. В отличие от того, когда эти сферы развивались по отдельности, их совместное воздействие становится более сильным, а достижение социальных целей — более логичным. Нам следует обозначить следующие приоритетные элементы для трансформации биоэкономики замкнутого цикла из нишевой формы в полноценную систему.

Ключевые рекомендации для стратегии биоэкономики замкнутого цикла

Создание научно обоснованной концепции биоэкономики замкнутого цикла

Социально-экономической стратегии требуется концепция, объясняющая ее важность. Необходимо продемонстрировать, как она может интегрировать природные ресурсы в экономическую модель с целью разрыва взаимозависимости экономического роста и деградации окружающей среды и достижения целей устойчивого развития. Концепция биоэкономики замкнутого цикла должна быть главным образом направлена на высокоурбанизированные районы, в которых проживает большинство граждан ЕС. Актуальность биоэкономики постоянно возрастает и для городов, а не только для сельских общин, как это традиционно воспринимается. Концепция необходима для долгосрочного вовлечения общества (избирателей) в поддержку политики и практики биоэкономики замкнутого цикла. *«Никакая даже самая гениальная политика не имеет шансов на успех, если она рождается в умах немногих, но не находит отклик в чьих-либо сердцах».*¹

Биоэкономика не является по умолчанию устойчиво развивающейся

Следует разрабатывать политики для поддержки всех составляющих устойчивого развития. Это также означает уделение большего внимания социальным и экологическим аспектам, по сравнению с тем, что имеется в нынешних стратегиях в области биоэкономики. Следует связать напрямую биоэкономику замкнутого цикла с политикой в области климата и охраны окружающей среды (например, проблема увеличения объема пластиковых отходов в океанах), а также с угрозами и стимулами, которые они создают для развития биоэкономики замкнутого цикла. *Следует максимизировать*

синергетический эффект и минимизировать компромиссы между производством биомассы и обеспечением экосистемных услуг (продукты питания, биоразнообразие, рекреация, вода и т. д.). Следует помнить, что биоэкономика невозможна без биоразнообразия, так как биоразнообразие является ключевым элементом нашего природного капитала и основным условием для любых биопродуктов и услуг. В современном обществе биоэкономика зачастую необходима для поддержания биоразнообразия.

Определение приоритетных стратегических направлений и ключевых благоприятных условий

Сюда входят меры по повышению размера выплат за выбросы углерода в атмосферу (налоги, эффективная система торговли квотами на выбросы) и переходу к экономическим системам с меньшим использованием углерода (низко-углеродный путь), где биоэкономика будет играть важную роль. Важным и срочным является вопрос отмены субсидий потребителям и производителям, использующим ископаемые виды топлива, а также анализ возможности переноса налоговой нагрузки с трудовых ресурсов на потребление природных ресурсов и энергии. Также необходимы политики и на отраслевом уровне (например, строительство, производство химических веществ, пластика, текстиля, удобрений и т. д.). Следует обеспечивать формирование долгосрочной политики, которая помогает обеспечивать приток крупных инвестиций в эти отрасли и их устойчивое развитие.

Инвестиции в НИОКР, инновации и развитие новых профессиональных навыков

Биоэкономика замкнутого цикла будет все в возрастающей степени основываться на новых, инновационных, более ресурсоэффективных и самодостаточных процессах, продуктах и услугах. НИОКР необходимы для прорывного развития, требующего слияния цифровых и биологических технологий. Поддержка фундаментальных и прикладных наук и исследований имеет огромную важность, но она должна сопровождаться стимулированием бизнес-инноваций. Профессиональные навыки играют важную роль в развитии приоритетности биоэкономики. Ключевым фактором станет совершенствование связей между исследователями, преподавателями, учителями, органами управления в промышленности и государственном секторе. Необходимо обновлять учебные планы университетов и институтов прикладного образования, а также проводить межотраслевые исследования, включая исследования по экономике, политике, экологии и форсайт-исследования, а не только исследования в области биотехнологий, инженерного дела и химии.

¹ Цитата Генри Киссинджера, бывшего Государственного секретаря США и политолога. В оригинальной цитате Киссинджера речь однозначно идет о внешней политике, по нашему мнению, ее можно применить ко всем политикам.



Создание необходимой нормативно-правовой базы

Это ключевой фактор ускорения перехода от экономики, основанной на использовании ископаемых ресурсов, к биоэкономике замкнутого цикла. Это требует координации всех важных инструментов реализации политики, включая государственные закупки, а также развитие и планирование инфраструктуры, в целях выполнения требований стратегии и создания благоприятной среды. Например, государственные закупки обладают значительным потенциалом в качестве инструмента реализации политики, так как они составляют 14% от ВВП ЕС.

Существенную роль может играть управление государственными закупками продукции и услуг возобновляемого характера, произведенных с использованием биоресурсов и образующих замкнутые ресурсные циклы. Ключевой задачей является четкое определение роли государства, обеспечивающего нормативную базу деятельности, так и бизнеса, занятого инвестиционной и коммерческой деятельностью. Чем сложнее экономическая среда, тем выше необходимость кооперации между ЕС, правительствами стран-членов и бизнесом.

Укрепление возможностей по принятию рисков

Новые инновации обычно обладают высоким уровнем рисков. Биоэкономике замкнутого цикла требуются политика по снижению и распределению рисков, а также финансовые механизмы высокого риска, такие как венчурное финансирование. Например, в 2016 г. в ЕС была запущена программа общеевропейского фонда венчурного капитала, которая могла бы использоваться для инвестирования в биоэкономике замкнутого цикла.

«Зеленые» облигации способны стать финансовыми инструментами для инвестирования в биоэкономике замкнутого цикла. Государственный сектор может оказывать поддержку высокорискованным инвестициям, особенно если есть вероятность их значительных положительных побочных эффектов. Элементами этой поддержки могут стать, например, расходы на НИОКР в целях снижения рисков, связанных с новыми знаниями, или инвестиционное содействие пилотным и демонстрационным проектам, стартапам и новым предприятиям. В результате, мероприятия в рамках такой политики должны обладать *долгосрочным характером и стабильностью законодательной базы*, чтобы обеспечивать альтернативу продукции из ископаемого сырья, в виде продукции биоэкономики замкнутого цикла, ориентированной на всю отрасль и цепочку добавленной стоимости.

Развитие общих стандартов и норм на уровне ЕС

Это направление важно для развития новых продуктов и услуг биоэкономики замкнутого цикла. Широко известен пример успеха стандарта глобальной системы

мобильной связи (GSM), принятого в Европе в 1987 г. Этот тип стандарта будет способствовать развитию новых продуктов и услуг биоэкономики замкнутого цикла. Одним из примеров служит деревянное домостроение, в котором отсутствие единых стандартов и норм (например, нормы противопожарной безопасности) препятствует его широкомасштабному применению в многоэтажных зданиях. Биосырье и вторичное сырье зачастую «неидентично» первичному сырью, и такие материалы могут требовать иных критериев безопасности.

Стимулирование услуг, основанных на использовании биосырья

Услуги, связанные с продуктами на основе биосырья, такие как нематериальные права, обслуживание, консультирование, НИОКР, консалтинг, маркетинг, продажа и администрирование, станут более важными с развитием цифровых технологий и больших данных. Что это будет означать для бизнес-возможностей, географического размещения различных элементов цепочки добавленной стоимости, требований к квалификации и т. д.? Кроме того, природные ресурсы обеспечивают общество ключевыми экосистемными услугами: культурные услуги (рекреация, экотуризм, охота), регулирующие услуги (очистка воздуха, борьба с эрозией и изменением климата) и обеспечивающие услуги (питьевая вода, недревесные лесные продукты, такие как грибы и ягоды). В новой стратегии по биоэкономике замкнутого цикла следует уделить больше внимания создаваемым ими возможностям, а также политике и действиям, необходимым для их развития.

Использование возможностей, предоставляемых лесами

Существующая стратегия ЕС по биоэкономике не обладает достаточным пониманием возможного вклада со стороны лесного сектора. Леса представляют собой крупнейшие наземные возобновляемые ресурсы с гораздо большим потенциалом, чем считалось ранее. Зачастую роль лесов и лесной отрасли рассматривается в узком традиционном смысле: это всего лишь древесина, целлюлоза, бумага и, возможно, энергия биотоплива. Опыт XXI века показал, что отрасль переживает стремительное развитие и диверсификацию, что способствует расширению ее возможностей и значимости. Например, эта отрасль стремительно проникает в такие сферы, как строительство, производство текстиля, биопластик, химические вещества, «умная» упаковка. Во многих регионах услуги, связанные с лесом, например туризм, развиваются из нишевой среды в полноценный бизнес-сектор. Все эти факторы обеспечивают разнообразие и расширение возможностей развития биоэкономики замкнутого цикла.

1. Введение. Необходимость развития биоэкономики замкнутого цикла

1.1 Предпосылки

Всегда были политики, ученые, эксперты и активисты, которые выступали за фундаментальные изменения в общественных системах; некоторые даже экспериментировали с ними. История включает в себя попытки создания коммунистического общества, утопических сообществ и различных видов диктатур. Но история также показывает, что это попытки, как правило, проваливались. Имея на то веские причины, мы склонны сдержанно относиться к тем, кто выступает за радикальные изменения в наших общественных системах. Тем не менее, кажется, что сейчас у нас есть глобально согласованная «лицензия» на это. В 2015 году государства мира согласовали Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (Цели в области устойчивого развития – ЦУР) и Парижское климатическое соглашение. Общеизвестно также, что модель «обычного порядка ведения дел» – политика, а также производственные и потребительские привычки, которым мы следовали до сих пор, – не поможет нам достичь этих целей. Таким образом, эти соглашения и цели могут быть истолкованы как мандат на изменение существующей экономической модели на пути к обеспечению общественного благосостояния. Мы не ожидаем, что этот процесс будет легким или быстрым. Даже при наличии твердой приверженности и осуществлении конкретных действий потребуются десятилетия для достижения ЦУР и целей Парижского соглашения. Это также потребует вклада со стороны всех секторов экономики. В настоящем докладе мы утверждаем, что биоэкономика замкнутого цикла является необходимой стратегией для ускорения этой трансформации.

Учитывая масштабность биоэкономики замкнутого цикла и многочисленные действия, необходимые для ее внедрения в нашем обществе, мы ограничили наше внимание несколькими направлениями, чтобы иметь возможность рассмотреть этот вопрос в рамках одного доклада. Во-первых, основное внимание в докладе уделяется главным образом вопросам стратегического уровня:

- Какие имеющиеся в существующих стратегиях биоэкономики пробелы ограничивают возможности поддержки глобальных соглашений и целей?
- Почему важно увязывать стратегии биоэкономики и экономики замкнутого цикла, а не продвигать их по отдельности?
- Какими ключевыми стратегическими элементами должна обладать успешная стратегия биоэкономики замкнутого цикла?

Во-вторых, мы проиллюстрируем потенциал биоэкономики замкнутого цикла на трех конкретных примерах, связанных с секторами строительства, текстиля и пластмасс. Мы особо отметим важность услуг, о которых часто забывают в дискуссиях по биоэкономике.

По причине часто ограниченного понимания потенциальной роли лесного сектора в стратегиях биоэкономики, а также исходя из нашего непосредственного опыта, мы уделим основное внимание в этих конкретных примерах лесному сектору. Однако стратегически наши выводы имеют отношение к биоэкономике замкнутого цикла в целом, а не только к лесному сектору.

1.2 Контекст

Парадигма линейной экономики, основанная на использовании ископаемого сырья, на которую мы опирались со времен промышленной революции, обеспечила существенное глобальное социально-экономическое и технологическое развитие, но произошло это ценой эскалации использования ресурсов, глобальной деградации окружающей среды и беспрецедентного масштаба антропогенного воздействия на климат. Индустриальная эпоха обеспечила глобальную экономическую конвергенцию, однако с риском принесения в жертву безопасного рабочего пространства нашей планеты.

В результате проведенных в 2015 году исследований, определяющих девять *планетарных границ* для обеспечения безопасного рабочего пространства для человечества, были сделаны выводы о том, что четыре из них пересечены: изменение климата, утрата целостности биосферы, изменение системы землепользования и изменение биогеохимических циклов (фосфор и азот) (Steffen et al. 2015, см. Рис. 2). Две из них – изменение климата и целостность биосферы – являются «основополагающими границами», что означает, что их изменение приведет систему Земли в новое состояние, которое больше не может поддерживать нашу нынешнюю экономическую систему.

Осознание важности планетарных границ становятся еще более актуальным при рассмотрении вопроса о населении. Сегодня население планеты увеличивается на 83 миллиона человек ежегодно (размер населения Германии), прогнозируется, что в 2030 году население мира достигнет 8,5 миллиарда человек (United Nations, 2015). Наряду с этим, ключевым социально-экономическим фактором станет беспрецедентный рост *глобального среднего класса* (Kharas 2017, см. Рис. 3). Сегодня 3 миллиарда человек относятся к мировому среднему классу, и ожидается, что в будущем к нему будут ежегодно





Рис. 2. Текущее состояние девяти планетарных границ. Зеленая зона - безопасное рабочее пространство, желтая - зона возрастающего риска, красная - зона повышенного риска. Сама планетарная граница проходит по внутренней части серого круга. От: Steffen et al. (2015). Перепечатано с разрешения AAAS.

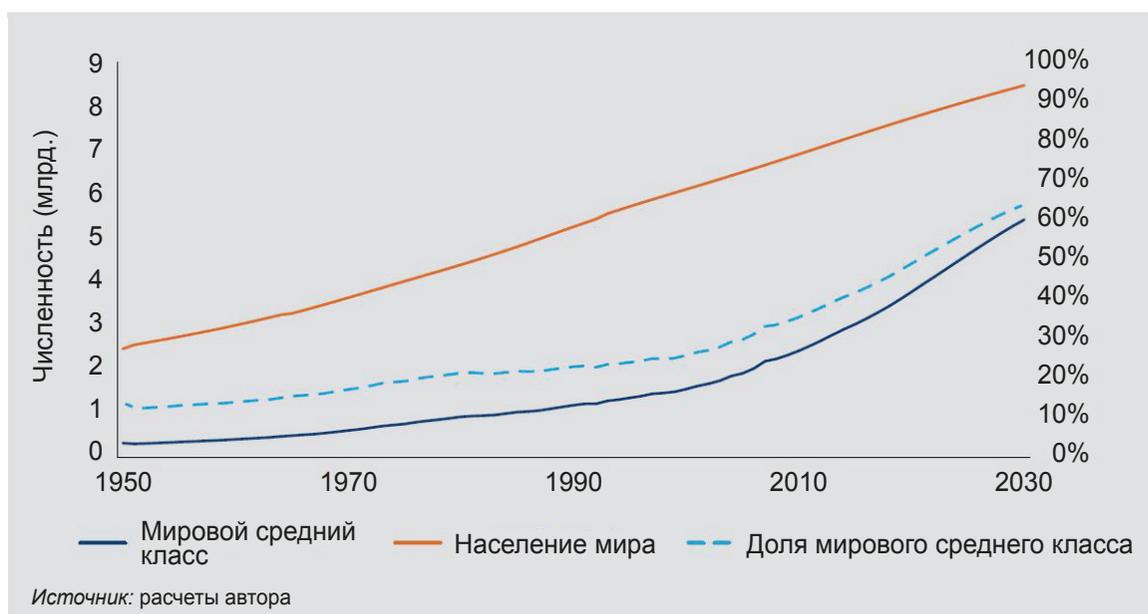


Рис. 3. Развитие и перспективы мирового среднего класса. Источник: Kharas (2017).

присоединяться около 140-170 миллионов человек. Это означает, что к 2030 году число людей, принадлежащих к глобальному среднему классу, может увеличиться на два миллиарда. Это не только открывает широкие возможности для бизнеса, но и создает серьезные экологические и социальные проблемы. Имеются оценки, говорящие о том, что по сравнению с 2010 годом, к 2030 году миру потребуется производить на 50% больше продовольствия,

на 50% больше энергии, и на 30% больше питьевой воды для удовлетворения потребностей растущего населения и среднего класса (United Nations 2012).

Кроме того, значительно возрастет спрос, например, на потребительские товары, жилье, транспорт и упаковку, что, в свою очередь, увеличит спрос на сырье. Средний класс также будет играть решающую роль в формировании *качественного спроса* на более здоровую

пищу, одежду, более удобные условия жизни, передвижения, жилья. Для уменьшения воздействия такого рода развития на окружающую среду, экономика и общество должны быть спроектированы по-новому. Необходимо также заручиться политической поддержкой со стороны среднего класса для переосмысления глобализации и превращения ее в беспроигрышный вариант для среднего класса в каждой стране.

Политики должны продвигать «идею инклюзивного роста», чтобы распределять и сохранять выгоды, которые глобализация, технологические изменения и инновации дают всему обществу. Это только некоторые из ключевых глобальных драйверов. Другие, такие как миграция (усиливающаяся с изменением климата), цифровизация и урбанизация, также будут формировать глобальное общество и рынки.

При такой ситуации нынешняя экономическая модель имеет системный сбой, предполагая неограниченность ресурсов и их поглощения. Она занижает экологические издержки, связанные с ее функционированием, и важность *природного капитала* для обеспечения ее долгосрочной жизнеспособности (например, Rockstrom et al. 2017; Helm 2015). Это не создает правильных стимулов для движения рынка к экономике, которая процветает в пределах естественных возобновляемых границ нашей планеты. Необходимо улучшить экономическое процветание и социальное благополучие, продвигаясь в то же время к *процессу двойного разъединения*. Этот процесс предполагает пропорциональное сокращение как использования ресурсов (разделение ресурсов), так и негативного воздействия на окружающую среду (разделение воздействия).

При переходе от экономики, основанной на использовании ископаемых ресурсов, к низкоуглеродной экономике основное внимание в политике и средствах массовой информации, как правило, уделяется энергетическому сектору. Однако, было подсчитано, что при оценке объемов экологического ущерба 60-65% связаны с производством материалов, и только 35-40% связаны с энергетикой (UNEP 2017). Этот факт подчеркивает необходимость развития биоэкономики замкнутого цикла.

Энергетический сектор может быть почти полностью декарбонизирован в долгосрочной перспективе, но строительный, текстильный, химический секторы и производство пластмасс зависят от углерода. И, следовательно, использование возобновляемого углерода и углерода замкнутого цикла могло бы уменьшить их негативное воздействие на окружающую среду (UNEP 2017).

1.3 Что такое биоэкономика?

Существует множество определений биоэкономики, а также используются схожие термины, такие как экономика, основанная на использовании биоресурсов,

и зеленая экономика. На практике биоэкономика оказалась гибкой концепцией, применимой для многих целей. В этом докладе мы используем данное на Глобальном саммите по биоэкономике 2015 определение «*биоэкономики как наукоемкого производства и использования биологических ресурсов, инновационных биологических процессов и принципов для устойчивого обеспечения товарами и услугами во всех секторах экономики*». Однако, мы делаем акцент на двух ключевых аспектах:

- трансформирующая роль биоэкономики в замене ископаемых продуктов (например, пластмасс или текстиля на основе нефти), невозобновляемых материалов (например, стали, бетона) или биологических продуктов, производимых с нарушением принципов устойчивости (например, хлопка в некоторых регионах);
- совершенствование в экономике *подхода, связанного с использованием природного капитала*, т. е. более тесная интеграция ценности природных ресурсов и систем регулирования жизнеобеспечения (например, биоразнообразие, снабжение пресной водой) в экономическое развитие (Helm 2016).

Первая часть, как правило, уже хорошо понимаема в стратегиях биоэкономики, вторая – в меньшей степени. Долгосрочное устойчивое производство *природного капитала* зависит от ключевой роли лесов как наиболее важной наземной биологической инфраструктуры на европейском континенте. Леса являются крупнейшим источником возобновляемых биологических ресурсов, не конкурирующих с производством продовольствия. Наконец, хотя в настоящем докладе конкретно не рассматривается этот вопрос, мы понимаем, что сочетание цифровых технологий с биологией может обеспечить значительный прогресс в области биоэкономики в будущем.

Биоэкономика охватывает широкий спектр продуктов и отраслей промышленности (а также услуг), таких как строительство, биопластики, упаковочные материалы, пищевые ингредиенты, текстиль, химические вещества, фармацевтические препараты и биоэнергетика. Она также включает в себя связанные с продукцией из биоматериалов *услуги*, такие как права интеллектуальной собственности, консалтинг, НИОКР, маркетинг, продажи, сервисное обслуживание техники, администрирование и т. д. Экосистемные услуги, такие как рекреация, туризм и водоснабжение, также являются частью биоэкономики. Несмотря на важность для разных отраслей, биоэкономика должна рассматриваться целостным образом, учитывая ее полный потенциал для обеспечения широких социальных, экономических и экологических выгод на уровне общества. Они включают следующее:

Вставка 1. Природный капитал - ключевая концепция биоэкономики

Природный капитал может быть определен как мировые запасы природных активов, которые включают геологические объекты, почву, воздух, воду, леса и все живое (иногда также обозначается как *зеленый капитал*). Что делает его *природным*, так это то, что человечеству бесплатно предоставляет его природа. Это *капитал*, поскольку он является вкладом в производство, в ходе которого, в свою очередь, создается поток товаров и услуг на благо людей. Например, устойчиво управляемые леса могут обеспечить непрерывный приток древесины, в то время как чрезмерное использование этого ресурса приведет к его деградации или даже исчезновению. Из природного капитала люди получают также широкий спектр услуг, часто называемых *экосистемными услугами*, которые делают возможной собственно человеческую жизнь. К наиболее очевидным относятся обретение пищи, которую мы едим, воды, которую мы пьем, и биомассы, которую мы используем для получения топлива, строительных материалов, химических веществ, одежды и т. д. Сюда также относятся многие менее заметные экосистемные услуги, такие как регулирование климата, защита от наводнений, обеспечиваемая лесами, или опыление сельскохозяйственных культур насекомыми. Еще менее ощутимыми являются культурные экосистемные услуги, такие как возможность отдыха на природе или получение вдохновения, которое мы черпаем из дикой природы и окружающей среды.

Преимущество рассмотрения природы как совокупности активов заключается в том, что это может быть оценено в экономических расчетах, и

поэтому о ней также стоит позаботиться. Чем более скудной она становится, тем выше следует ее оценивать. Однако эти услуги часто не являются «предметом обмена» на рынках и поэтому не имеют денежной ценности. В результате их важностью могут пренебречь, даже если они необходимы для поддержания жизни на земле. *Подход к учету природного капитала* направлен на то, чтобы оценить его в денежном выражении. Хотя некоторые могут принципиально возражать против придания денежной ценности природе, несоблюдение этого может легко привести к игнорированию природного капитала в социальных решениях и, следовательно, может привести к его истощению. Действительно, глобальная инициатива «Экономика экосистем и биоразнообразия» (ТЕЕВ 2017) направлена на то, чтобы «сделать ценности природы видимыми». Основная цель ТЕЕВ заключается в учете ценностей биоразнообразия и экосистемных услуг в процессе принятия решений на всех уровнях. «Она направлена на достижение этой цели путем применения структурированного подхода к оценке, который помогает лицам, принимающим решения, признать широкий спектр преимуществ, обеспечиваемых экосистемами и биоразнообразием, продемонстрировать их ценность с экономической точки зрения и, где это уместно, отражать эту ценность в процессе принятия решений.» (ТЕЕВ 2017). Таким образом, существенной частью биоэкономики должен быть учет природного капитала, его измерение и оценка. (Costanza et al. 1997a, 1997b; Helm 2015; De Perthuis & Jouvet 2015).

1. Инклюзивный экономический рост и создание рабочих мест

Использование биологических ресурсов обеспечивает более широкие возможности для устойчивого инклюзивного роста, чем использование ископаемых ресурсов. Обычно нефтяные активы и доходы от них принадлежат относительно немногим. С другой стороны, в ЕС насчитывается 16 миллионов частных лесовладельцев, а государства-члены (граждане) ЕС владеют одной третьей площади лесов. Распределение, характер владения и характеристики лесных биологических ресурсов обеспечивают высокий потенциал для всестороннего экономического развития и создания рабочих мест, в том числе в сельских районах. В тех случаях, когда

биологические ресурсы принадлежат немногим или отсутствуют хорошо функционирующие рынки, необходимо создать институциональную среду, обеспечивающую инклюзивный рост.

2. Появление «климатически нейтральных» городов и отраслей промышленности

В городских районах проживает половина населения мира, и в 2014 году почти три четверти населения 28 стран ЕС проживало в городских районах (EUROSTAT 2016). На города приходится более 80% мирового экономического производства, они потребляют около двух третей мировой энергии и более 70% глобальных выбросов парниковых газов (Всемирный банк). ЦУР имеют

конкретную цель (№ 11) для устойчивого развития городов и общин – “сделать города инклюзивными, безопасными и устойчивыми”. Важную роль в этом может сыграть биоэкономика замкнутого цикла. Строительные блоки на основе биомассы из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и экстрактивных веществ доступны уже сегодня и в будущем могут все чаще использоваться в качестве основы для материалов во многих секторах и продуктах. Такое развитие событий в сочетании с использованием озелененных территорий и лесов в городских районах может обеспечить важные природоохранные решения для развития городов, устойчивых к изменению климата.

3. Биологический капитал и экологическая устойчивость Европы

Биоэкономика и биоразнообразие должны рассматриваться как две стороны одной медали. Биоразнообразие должно признаваться в качестве важнейшей части природного капитала, а также оцениваться и управляться в качестве приоритета. Во-первых, биоразнообразие повышает продуктивность и устойчивость экосистем (Liang et al. 2016). Во-вторых, долгосрочные инвестиции в биоэкономику могут улучшить биоразнообразие и способствовать адаптации к изменению климата (Nabuurs et al. 2015). Существующая линейная экономика, основанная на использовании ископаемого сырья, угрожает биоразнообразию через ее воздействие на изменение климата, производство токсичных отходов и др. Инвестирование в сохранение биоразнообразия должно быть приоритетом в устойчивой биоэкономике с целью обеспечения позитивной взаимосвязи между экономикой и экологией.

4. Синергизм с развитием энергетики и обеспечением продовольствием

Биоэкономика должна обеспечивать синергизм при устойчивом производстве возобновляемой энергии на основе использования биомассы из древесины, непродовольственных сельскохозяйственных и пищевых отходов. Она должна продвигать замкнутые круговые циклы элементов питания: элементы питания (в основном фосфор и азот) необходимо восстанавливать и предотвращать их утечку. Нужно избегать негативных последствий биопроизводства, таких как расширение сельскохозяйственных границ (которое может привести к обезлесению и утрате ценных мест обитания) и загрязнение удобрениями и пестицидами почвы, водоемов и атмосферы. Биоэкономика должна обеспечивать устойчивое использование питательных веществ за счет более эффективного использования удобрений. Она может также способствовать восстановлению углерода в почве, например, путем его возврата в нее. Так, регенеративные методы ведения сельского хозяйства

помогают снизить содержание CO₂ в атмосфере, а также улучшать плодородие почвы и повышать устойчивость к наводнениям и засухам. Эти методы включают в себя круглогодичное засаживание полей и агролесоводство, которое сочетает в себе выращивание сельскохозяйственных культур, деревьев и ведение животноводства. Для Европы жизненно важно не только накопление CO₂ в почве, но и улучшение плодородия почв, уменьшение воздействия засух и повышение устойчивости к эрозии.

1.4 На пути к новой парадигме: биоэкономика замкнутого цикла

ЦУР и Парижское соглашение по климату поставили глобальные и всеобъемлющие общественные цели на будущие десятилетия. Важнейшим является вопрос о том, как достичь этих целей. Мы утверждаем, что необходимой частью ответа на это вопрос будет *переход к биоэкономике замкнутого цикла*. Это стратегия и инструмент, позволяющий нам достичь ЦУР и смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним.

Экономика замкнутого цикла, по определению Фонда Эллен Макартур, «носит восстановительный и замкнутый характер и направлена на то, чтобы продукты, компоненты и материалы всегда оставались максимально полезными и ценными с учетом различий между техническими и биологическими циклами».

Экономика замкнутого цикла направлена на разработку продуктов, которые проходили бы цикл разборки/демонтажа и повторного использования, а также на ликвидацию отходов. Биоэкономика дает возможность заменить ископаемые, невозобновляемые и не биоразлагаемые материалы возобновляемыми и биоразлагаемыми. Она также может предложить новые функции для материалов на биологической основе, такие как более длительный срок службы, более высокая выносливость, меньшая или нулевая токсичность и др., которые экономика замкнутого цикла сама по себе предложить не может. Поэтому объединение двух концепций – экономики замкнутого цикла и биоэкономики – имеет смысл и создает условия для синергизма (Antikainen et al. 2017). Биоэкономика и экономика замкнутого цикла сами по себе не подразумевают обеспечения устойчивого развития; их необходимо создавать на принципах устойчивости. Для этого крайне важно, чтобы производство биоматериалов не конкурировало с производством продуктов питания и не оказывало негативного воздействия на другие экосистемные услуги (биоразнообразие, защита от изменения климата и от стихийных бедствий и т. д.).

В то же время, экономика замкнутого цикла должна уменьшить свою зависимость от ископаемых и невозобновляемых материалов с высоким экологическим следом. Неотъемлемой частью создания синергизма является оценка того, как биомасса и биоразлагаемые



материалы ведут себя в условиях экономики замкнутого цикла, например, насколько легко осуществляется повторное использование в производстве или, например, в случае, когда возможности рециркуляции материала исчерпаны. Это означает, что при планировании новых биопродуктов уже на этапе проектирования должны учитываться возможности повторного использования и необходимость в рециркуляции.

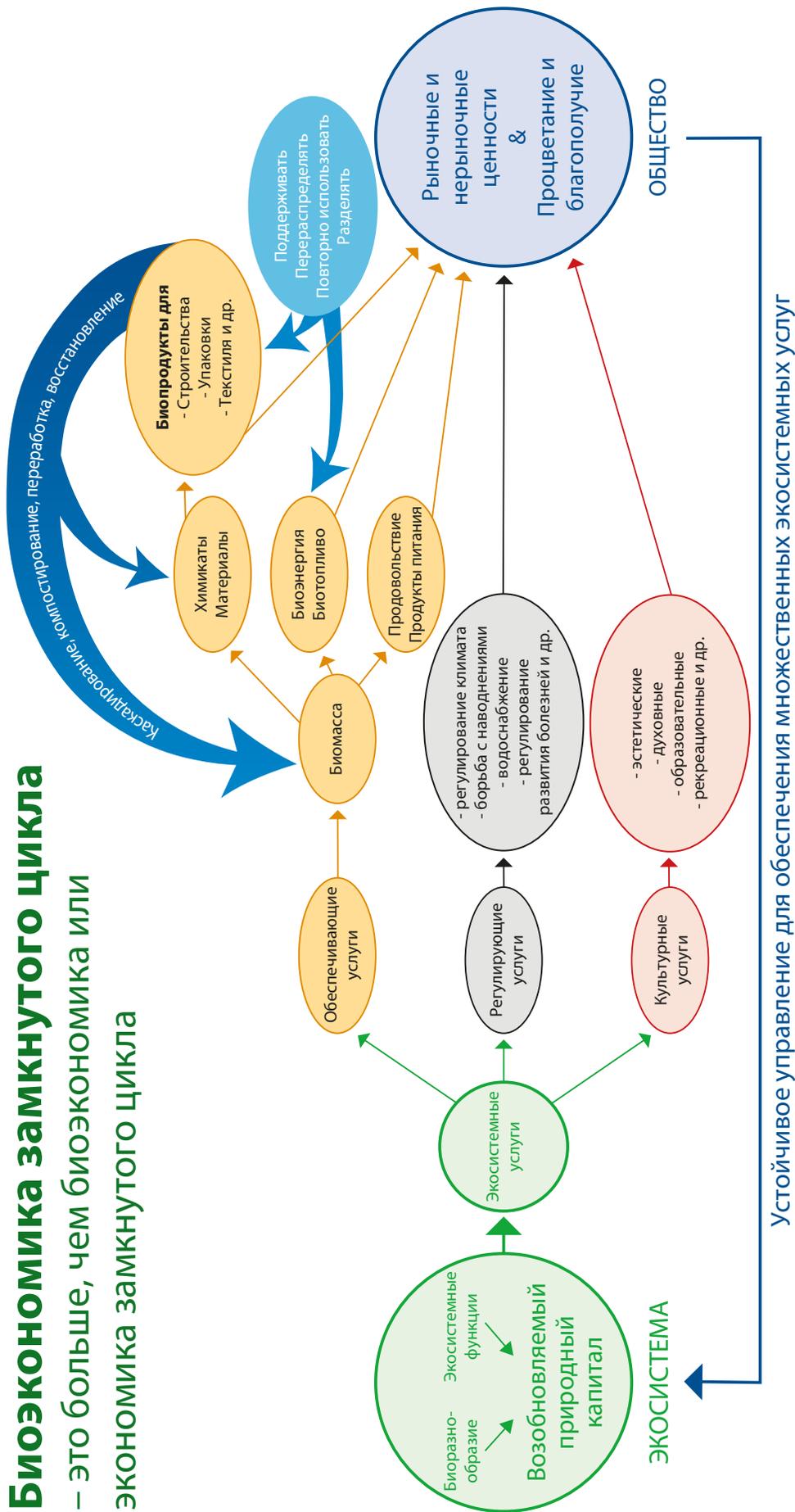
Решения, основанные на использовании биоресурсов, могут способствовать смягчению изменения климата и повышению ресурсной безопасности по сравнению с вариантами решений на основе ископаемых ресурсов; они являются более регенеративными и восстановительными по своей природе и, следовательно, лучше адаптированы к проектам замкнутого цикла. Это включает в себя высокий потенциал биологических отходов (например, навоза животных, сточных вод или других биопродуктов) для производства удобрений, химических веществ и энергии. Кроме того, такие биопродукты, как наноцеллюлоза, могут использоваться для повышения циркуляции текущих потоков отходов (за счет лучшей и менее экологически проблемной очистки сточных вод) и уменьшения экологического ущерба, такого, например, как разливы нефти в морях и озерах (Suorajarvi et al. 2017). Следовательно, биоэкономика может помочь создать экономику, которая меньше зависит от невозобновляемых ресурсов, включает в себя замкнутые циклы переработки, в том числе вторичной, и меньше загрязняет окружающую среду. С другой стороны, экономика замкнутого цикла может помочь сделать биоэкономику более ресурсоэффективной и восстановительной по своей природе. Концепции биоэкономики и экономики замкнутого цикла явно усиливают друг друга. Однако до сих пор они разрабатывались в основном параллельно, но сейчас они должны быть стратегически объединены.

Ключевые выводы

- Нынешняя линейная экономическая модель, основанная на использовании ископаемых ресурсов, привела к тому, что наше общество уже перешло некоторые планетарные границы безопасного рабочего пространства, необходимого для человечества.
- Биоэкономика замкнутого цикла необходима, чтобы иметь возможность жить в пределах планетарных границ и достичь ЦУР и целей Парижского климатического соглашения.
- Стратегии биоэкономики и экономики замкнутого цикла должны быть объединены. Биоэкономика замкнутого цикла – это больше, чем биоэкономика или экономика замкнутого цикла по отдельности.
- Требуется основанное на фактических данных описание (нарратив) биоэкономики замкнутого цикла для вовлечения общества, особенно городского населения, в поддержку политики, необходимой для реализации стратегии биоэкономики замкнутого цикла.
- Ключевым подходом для развития биоэкономики замкнутого цикла является принятие во внимание потенциала природного капитала.

Биоэкономика замкнутого цикла

– это больше, чем биоэкономика или экономика замкнутого цикла



© EFI

Рис.4. Иллюстрация потоков биоэкономики замкнутого цикла. Источник: EFI²

2 Концепция экосистемных услуг была определена в «Оценке экосистемных услуг на пороге тысячелетия» (MEA 2005) как «выгоды, которые люди получают от экосистем, как естественных, так и управляемых. Эти услуги могут быть классифицированы как обеспечивающие, регулирующие, культурные, а также вспомогательные услуги, называемые еще вспомогательными процессами. Экосистемные услуги имеют важное значение для жизни человека и благополучия людей (Costanza et al. 1997a, 1997b; MEA 2005).

Вставка 2: Нужна ли нам еще одна новая концепция?

Принимая во внимание и без того сбивающее с толку наличие схожих типов концепций, связанных с обеспечением устойчивого развития, таких как *биоэкономика*, *экономика замкнутого цикла* и *зеленая экономика*, какую дополнительную ценность может принести еще одна новая концепция *биоэкономики замкнутого цикла*?

D'Amato et al. (2017) использовали анализ на основе машинного обучения и рассмотрели около 2000 научных статей, посвященных экономике замкнутого цикла, зеленой экономике и биоэкономике. Не вдаваясь в подробности скажем, что результаты показывают, что в научной литературе существуют значительные различия между концепциями, например, с точки зрения выделяемых проблем, региональных различий в том, насколько важной считается конкретная концепция (например, в Китае, Европе и Северной Америке), и нарративов, используемых для обоснования концепций. С научной точки зрения и с точки зрения будущих исследований, точные определения, цели и различия между концепциями представляются очень важными. Возможная дополнительная ценность новой концепции биоэкономики замкнутого цикла в этом контексте заключается в том, что она могла бы способствовать объединению двух уже имеющих важных концепций и направлений исследований (биоэкономика, экономика замкнутого цикла), что позволило бы упорядочить исследовательскую повестку дня и обеспечить синергизм между этими концепциями.

С политической и практической точек зрения, наличие нескольких различных, но довольно тесно связанных между собой концепций, касающихся устойчивого развития, конечно, нежелательно - это может привести к путанице. Чем меньше, тем лучше. Даже если в краткосрочной перспективе введение еще одной новой концепции может создать путаницу, в долгосрочной перспективе ее можно уменьшить, объединив две уже популярные концепции. От этого могли бы возникнуть существенные дополнительные преимущества.

Как показано D'Amato et al. (2017), в литературе экономика замкнутого цикла, как правило, имеет тенденцию фокусироваться на промышленных *процессах в городской среде* и разъединении использования ресурсов и экономической продукции, в то время как биоэкономика фокусируется на инновациях на основе биологических ресурсов и практике землепользования в контексте *развития сельских районов*. Концепция биоэкономики замкнутого цикла объединяет эти две тенденции и *связывает городские и сельские общины*, чего в настоящее время не хватает.

Если биоэкономика в основном будет сосредоточена на разработке материалов и энергии на основе биологических ресурсов и не будет учитывать аспекты цикличности, она слишком рискует стать сценарием «обычного способа ведения дел». Цикличность означает решение вопросов утилизации, повторного использования и ресурсоэффективности уже на этапе проектирования изделия или услуги. Это также улучшает осмысление жизненного цикла и цепочки создания стоимости. Одним из следствий этого является то, что предприятиям в области биоэкономики необходимо расширить рамки своего мышления за пределы своей традиционной направленности и найти способы более широкого и разнообразного сотрудничества с различными субъектами. Нельзя удовлетворить требование обеспечения цикличности, работая только в сетях «бизнес-бизнесу». Также необходимо учитывать работу с потребителями и способы организации переработки и повторного использования продуктов по итогам первого этапа. Как можно оптимально спроектировать жизненный цикл нового биопродукта, и как переработка и повторное использование реализованы институционально для удовлетворения требований цикличности? Аналогичным образом, при разработке стратегий, политики не могут просто продвигать всевозможное развитие биоэкономики, пока это развитие также не будет удовлетворять требованиям цикличности.

В контексте ЕС слияние концепций биоэкономики и экономики замкнутого цикла могло бы создать синергизм административного и ресурсного обеспечения и помочь преодолеть узковедомственный тип мышления и деятельности. В настоящее время направление по биоэкономике входит в круг обязанностей Генерального директората по исследованиям и инновациям, а экономика замкнутого цикла – в круг обязанностей Генерального директората по окружающей среде. Биоэкономика замкнутого цикла могла бы развиваться за счет большего синергизма между директоратами, а за ее реализацию и обеспечение ресурсами могли бы отвечать несколько генеральных директоратов.

Дело в том, что использование сходных типов концепций, таких как биоэкономика, экономика замкнутого цикла и зеленая экономика, скорее всего, продолжится. Но на политическом уровне эту путаницу можно уменьшить, *интерпретируя все эти концепции как инструменты, направленные на достижение ЦУР и целей Парижского соглашения*. В этом смысле все они интегрированы, несмотря на несколько разный фокус в отношении предлагаемых действий.

2. Стратегии биоэкономики

В ЕС понятие биоэкономики привлекло к себе внимание в начале этого века (European Commission, 2002), однако более глобальный интерес к нему был вызван появлением программного документа ОЭСР по биоэкономике ‘Биоэкономика до 2030 года – разработка политической повестки дня’ (OECD 2009). Во многих странах были разработаны собственные стратегии биоэкономики, в то время, как в ряде других стран вопросы биоэкономики были включены в другие политические документы. ЕС представил свою стратегию биоэкономики в 2012 году и ряд его государств-членов в настоящее время имеет национальные стратегии биоэкономики. В данной главе дается краткий отчет о стратегиях и их основных идеях, а также дается оценка их сильных и слабых сторон.

2.1 Существующие стратегии

Обзор и обобщение информации о стратегиях по биоэкономике приведены в работах Совета по биоэкономике Германии (Biooekonomierat 2015a и 2015b). С точки зрения европейских перспектив, наиболее актуальным является анализ с упором на страны ЕС и G7 (Канада, Франция, Германия, Италия, Япония, Великобритания и Соединенные Штаты). Priefer et al. (2017) предоставляют выборочный, но хронологический список стратегий биоэкономики в мире (Табл. 1). В настоящее время почти 20 стран имеют специально разработанные стратегии биоэкономики или находятся в процессе их разработки и ожидается увеличение их количества. Важность

развития биоэкономики и ее особая роль получили широкое признание.

В дополнение необходимо отметить еще два важных документа: коммюнике Глобального саммита по биоэкономике (2015, см. также El-Chichakli et al. 2015) и Европейский манифест заинтересованных сторон в области биоэкономики (так называемый Утрехтский Манифест 2016). В 2015 году более 700 экспертов из около 80 стран встретились на первом Глобальном саммите по биоэкономике в Берлине. Члены Международного консультативного комитета по биоэкономике (37 экспертов со всего мира, которые инициировали саммит) изложили согласованные принципы и шаги, необходимые для их продвижения, а также проиллюстрировали, как они могут быть применены к отдельным ЦУР.

Интересно, что все стратегии дают собственные определения биоэкономики и различаются по тому, какие сектора и другие аспекты они считают целесообразными продвигать (Biooekonomierat 2015; Priefer et al. 2017, Staffas et al. 2013). Если, например, рассмотреть два крайних подхода, то ОЭСР, например, предлагает узкое, а стратегия политики Германии – широкое определение. Стратегия ОЭСР гласит: “биоэкономике можно понимать как мир, в котором биотехнология вносит значительный вклад в экономический результат” (OECD 2009, p. 8). Это определение повторяется в ОЭСР (2016), и в нем особо подчеркивается роль передовых наук о жизни в биотехнологии. Немецкая же стратегия понимает биоэкономике как комплексное социальное

Таблица 1. Стратегии биоэкономики в хронологическом порядке.

Страна	Стратегия	Год
Страны ОЭСР	Биоэкономика до 2030 года – разработка политической повестки дня	2009
ЕС	Инновации для устойчивого роста – биоэкономика для Европы	2012
Нидерланды	Рамочный Меморандум о биоэкономике	2012
Швеция	Шведские исследования и инновации – стратегия биоэкономики	2012
США	Национальный план биоэкономики	2012
Малайзия	Программа перехода к биоэкономике – обогащение нации, обеспечение будущего	2013
Южная Африка	Стратегия биоэкономики	2013
Германия	Стратегия национальной политики в области биоэкономики	2014
Финляндия	Устойчивый рост на основе биоэкономики – стратегия Финляндии в области биоэкономики	2014
Западные страны Северной Европы*	Будущие возможности биоэкономики в западных странах Северной Европы	2014
Франция	Стратегия биоэкономики для Франции	2016
Италия	ВІТ – Биоэкономика в Италии	2016
Испания	Испанская стратегия по биоэкономике Горизонт 2030	2016
Норвегия	Знакомые ресурсы – неожиданные возможности	2016

* Западные страны Северной Европы включают Гренландию, Фарерские острова и Исландию. Источник: Priefer et al. 2017. Стратегии Италии, Испании и Норвегии были добавлены авторами в таблицу, представленную Priefer.

преобразование, которое включает в себя различные отрасли, такие как сельское хозяйство, лесное хозяйство, садоводство, рыболовство, растениеводство и животноводство, деревообрабатывающая, бумажная, текстильная, химическая и фармацевтическая промышленность, а также производство энергии (Priefer et al. 2017).

Все стратегии связаны с широкими социальными целями, прежде всего с необходимостью замены ископаемых ресурсов в промышленном и энергетическом производстве на возобновляемую биомассу (Priefer 2017). Считается, что широкомасштабная замена обеспечивает переход к устойчивой экономике, которая решает проблемы, связанные с продовольственной безопасностью, дефицитом природных ресурсов, изменением климата и нагрузкой на окружающую среду. В то же время биоэкономика может обеспечить новый рост и рабочие места. Биомасса является уникальным источником углерода в том смысле, что она может заменить почти все возможные продукты, получаемые с использованием ресурсов ископаемого топлива (European Commission 2012; Priefer 2017). Помимо этих общих и широко разделяемых идей, стратегии указывают на различные возможности и по-разному определяют ключевые цели в зависимости от преобладающего промышленного и экономического профиля и потенциала природных ресурсов стран (Bioekonomierat 2015a, 2015b).

Обеспечение устойчивого развития первоначально служило в качестве мотивации для стратегий биоэкономики, но они в основном принимали устойчивое развитие биоэкономики как некую данность. Дискуссии о требованиях к биоэкономике в отношении устойчивости получили свое развитие сравнительно недавно (Priefer 2017; Pfau et al. 2014). Обозначаемые проблемы включают, в частности, возникающие риски того, что биоэкономика приведет к росту использования лесов ЕС за счет сокращения биоразнообразия, а также тот факт, что производство биоэнергии приведет к увеличению выбросов CO₂ в краткосрочной перспективе (EASAC 2017; Fern et al. 2017; Open Letter 2017). Насколько серьезными окажутся эти проблемы, зависит от того, как будет развиваться биоэкономика и как будет контролироваться ее развитие (Nabuurs et al. 2015; Berndes et al. 2016; Wolfslehner et al. 2016).

С учетом продолжающегося обсуждения важно задать вопрос о том, что обеспечивает устойчивое развитие биоэкономики, а если оно неустойчиво, то каким образом его можно сделать устойчивым? ОЭСР (2016 г.) предлагает уделять в области биоэкономического производства особое внимание достижению компромиссов, связанных с сельским хозяйством и промышленностью, делая акцент на устойчивом производстве биомассы. В целом, мы должны производить «больше из меньшего», чтобы избежать конкуренции с производством продуктов питания. ОЭСР также подчеркивает, что мы должны быть

внимательны в отношении различных источников биоэнергии и биотоплива, поскольку они могут различаться с точки зрения устойчивого развития. ОЭСР приходит к выводу, что требования устойчивости усиливают роль инноваций. Недавний доклад Объединенного исследовательского института биоэкономики Еврокомиссии (Ronzon et al. 2017) также обращает внимание на экологические аспекты биоэкономики, заявляя, что «устойчивая биоэкономика не может быть задумана без рационального управления биологическими ресурсами, с соблюдением уровней воспроизводства всех возобновляемых ресурсов и здоровых экосистем на суше и в море.» (См. также раздел 2.3 и 2.4).

2.2 Основные идеи стратегий

Основной предпосылкой всех стратегий является идея о том, что замена ископаемых ресурсов биогенными материалами будет способствовать смягчению последствий изменения климата. Считается, что эффективное осуществление стратегий позволит добиться глубоких изменений в структуре экономики и повысить ее рост и конкурентоспособность, обеспечить новые рабочие места, а также улучшить качество окружающей среды. Однако для достижения этих целей биоэкономика должна отличаться от традиционного первичного производства в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и рыболовстве. Биоэкономика использует новые научные знания и новейшие производственные технологии на основе использования биологических ресурсов. Она трансформирует природные ресурсы в устойчивые продукты и услуги в обрабатывающих отраслях промышленности и в сфере услуг (Bioekonomierat 2015b).

Стратегия ЕС основана на широкой концепции биоэкономики, которая обеспечивает полезный базис для решения текущих сложных задач, стоящих перед человечеством, поскольку, опираясь на мощный инновационный потенциал государств-членов, она предусматривает преобразование возобновляемых ресурсов и потоков отходов в продукты с высокой добавленной стоимостью (European Commission 2012). Стратегия ЕС уделяет большое внимание сельскому хозяйству и производству продуктов питания, что оставляет в тени другие части стратегии. Тем не менее, стратегия ЕС в области биоэкономики опирается на три четко определенных блока:

- биоэкономика требует инвестиций в исследования, инновации и повышение профессиональной квалификации;
- биоэкономика может быть построена только при условии усиленного политического взаимодействия и участия заинтересованных сторон;
- создание биоэкономики требует укрепления рынков и повышения конкурентоспособности.

Чего можно было бы достигнуть в результате успешной реализации стратегий биоэкономики? Исходя из проведенного нами анализа, дискуссия на европейском уровне заостряет внимание на следующем:

Экономический рост и создание рабочих мест. Опираясь на научные исследования и инновации, переход к биоэкономике помогает европейской промышленности обновлять имеющиеся и разрабатывать новые виды продукции, основанные на принципах устойчивости, и добиваться повышения конкурентоспособности на мировых рынках. Поскольку биоэкономика способствует росту прибыли и количества рабочих мест в наиболее развитых отраслях (таких как лесная, химическая, фармацевтическая и энергетическая промышленность), она вызывает повышение спроса на биомассу, увеличение доходов и количества рабочих мест в сельских районах, что приводит к более сбалансированному и социально справедливому экономическому росту.

Замена ископаемых ресурсов. Необходимость замены ископаемого топлива становится все более насущной. Биоэкономика играет решающую роль в сокращении выбросов парниковых газов. Новые биопродукты помогают снизить зависимость от угля, газа и нефти в производстве электроэнергии, отоплении и транспорте. Они способствуют углеродно-нейтральному развитию как в городах, так и в сельской местности. В то время как сельские районы получают выгоду от производства биомассы, города получают новые предприятия для производства новых видов продукции. Замещение ископаемых ресурсов лучше защищает от колебаний цен, которые характерны при использовании этих ископаемых ресурсов, и содействует развитию бизнеса путем создания более стабильной экономической среды.

Повышение экологической устойчивости. Биоэкономика основывается на устойчивом использовании природных ресурсов и переработке их в продукты с высокой добавленной стоимостью. За счет повышения эффективности использования ресурсов и содействия их каскадному использованию биоэкономика может сохранить и еще нетронутые ресурсы. Повышая значимость производства биомассы, биоэкономика делает более выгодным поддержание биологических ресурсов в хорошем состоянии. Наконец, биоэкономика направлена на замену невозобновляемых ресурсов, что укрепляет устойчивость экономики в целом, а зачастую и ресурсную безопасность, в том числе, и энергетическую. В целом, биоэкономика дает возможность перестроить промышленность и общество, следуя принципам устойчивого развития.

В целом, указанные выше идеи, связанные с биоэкономикой, легли в основу утверждения о том, что продвижение биоэкономики способствует продвижению идеи обеспечения устойчивости во всех ее измерениях: экономическом, экологическом и социальном. Однако

дискуссии последнего времени об этих утверждениях и о реализации стратегий биоэкономики не воспринимают их как нечто само собой разумеющееся.

2.3 Каковы пробелы и потребности в новой информации?

В отношении целей биоэкономики имеется довольно сильный консенсус, однако вопрос о том, как эти цели должны достигаться на практике, является предметом обсуждения и требует оценки сильных и слабых сторон существующих стратегий. Такие авторы, как, например, Priefer et al. (2017), Pfau et al. (2014), Ollikainen (2014) и McCormick и Kautto (2013) определяют в своих работах имеющиеся пробелы, а также необходимость для включения новых идей в существующее понимание вопроса, фокусируясь в основном на европейском уровне. В целом эти пробелы касаются прежде всего таких вопросов, как климат и экологическая устойчивость биоэкономики, возможные последствия для сектора землепользования (ЗИЗЛХ), достаточность обеспечения биомассой, а также рекреационные функции лесов и ландшафтов.

Какими бы всеобъемлющими ни были предшествующие дискуссии по описанным выше аспектам, они почти не затрагивали новый и важный компонент политики ЕС, а именно, экономику замкнутого цикла.³ ЕС определил условие перехода к экономике замкнутого цикла как необходимое для развития устойчивой, низкоуглеродной, ресурсоэффективной и конкурентоспособной европейской экономики. Эта новая инициатива имеет важные последствия для биоэкономики. В 2015 году Европейская комиссия приняла Пакет предложений по экономике замкнутого цикла, который включает пересмотренные законодательные предложения по отходам. Этот Пакет и связанный с ним План действий включают долгосрочные цели по сокращению и запрету мусорных полигонов, по повышению уровня подготовки к повторному использованию и рециркуляции основных потоков отходов, таких как муниципальные и упаковочные, а также предлагают меры, охватывающие весь цикл: от производства и потребления до управления отходами и рынка вторичного сырья. План действий включает целевые показатели ЕС по переработке 65% муниципальных отходов и 75% упаковочных отходов к 2030 году. В ряде приоритетных областей, таких, как производство пластмасс, строительство и снос зданий, переработка пищевых отходов и важнейшего сырья, а также использование биомассы и биопродуктов, необходимо разработать экономические стимулы для

³ Концепция экономики замкнутого цикла не является новой, например, в Германии с 1997 года действует закон о циркулярной экономике (Kreislaufwirtschaftsgesetz).



производителей, с тем чтобы они выпускали на рынок более экологичную продукцию и поддерживали схемы рекуперации и рециркуляции.

Биоэкономика получает новый статус благодаря глобальным соглашениям: Парижскому соглашению по климату и Целям ООН в области устойчивого развития (ЦУР). Замена ископаемого сырья и содействие развитию устойчивой биоэкономики замкнутого цикла могут внести значительный вклад в достижение целей этих соглашений. Опираясь на приведенную литературу, политику экономики замкнутого цикла ЕС и цели двух соглашений, мы предлагаем более тесную увязку стратегий ЕС и других биоэкономических стратегий с приводимыми ниже социальными целями и политикой.

Политика в области климата и окружающей среды. Многие стратегии, как представляется, исходят из того, что развитие биоэкономики является устойчивым с точки зрения климата и окружающей среды. Причина этого предположения заключается в том, что использование биомассы не добавляет новый углерод в круговорот углерода, в отличие от ископаемых ресурсов, которые увеличивают в обращении запасы углерода. Однако до сих пор связь концепции биоэкономики с политикой в области смягчения последствий изменения климата и ЗИЗЛХ прослеживалась слабо. Очевидно, что необходимо установление согласованной и достаточно высокой цены на углерод для ускорения развития биоэкономики, а также, возможно, для компенсации лесовладельцам за работу по увеличению поглощения углерода. Одним из примеров распространения климатической политики на лесной сектор является новозеландская система торговли квотами на выбросы, в рамках которой лесовладельцы могут участвовать в программе торговли квотами на выбросы в качестве продавцов, т.е. торговать углеродными кредитами из своих лесов. Nabuurs et al. (2017) предлагают концепцию, называемую «климатически разумное ведение лесного хозяйства», которая также представляется полезной из соображений развития биоэкономики. Она основана на более широком, чем просто сохранение углерода в лесной экосистеме, подходе. Этот подход рассматривает потенциал устойчивого смягчения последствий изменения климата в рамках всей цепочки лесовыращивания и производства лесоматериалов, включая процессы замещения и учета материалов и энергии, просчитанные для местных условий. Он не только направлен на смягчение последствий изменения климата, но и концентрируется на своей основной предпосылке – обеспечении здоровья и устойчивости лесов, а также на необходимости адаптации лесов к изменению климата. С его помощью делается попытка добиться возможного синергизма с другими функциями леса, такими как сохранение биоразнообразия, экосистемные услуги, он также учитывает и биоэкономический потенциал леса. Этот подход помогает

решать сразу несколько политических задач путем сокращения или устранения выбросов парниковых газов, адаптации и повышения устойчивости лесов, а также устойчивого повышения продуктивности и доходов от использования лесов. Этот подход подчеркивает необходимость переосмысления того, как понимается биоэкономика, и четко демонстрирует необходимость государственной политики и использования эффективных инструментов политики.

Особая роль лесов и лесного сектора. В стратегиях биоэкономики ЕС и его государств-членов ролью лесов и лесного сектора в основном пренебрегают (за исключением Финляндии и Швеции) и основной упор делается на биомассу, получаемую в сельском хозяйстве. Однако в ЕС леса являются крупнейшей биологической инфраструктурой, охватывающей около 40% его территории. В контексте ЕС леса не конкурируют с производством продовольствия (как это происходит с производством биомассы в сельском хозяйстве), при этом леса обеспечивают значительный потенциал предложения биоматериалов. В принципе, продукция из древесины может заменить почти все изделия, изготавливаемые из ископаемых материалов (см. Главу 4). Самое главное, что леса могут играть двойную роль в биоэкономике: ими можно управлять таким образом, чтобы они служили поглотителем углерода и одновременно поставщиком сырья для лесной промышленности. Очень важной особенностью лесной промышленности является то, что она способствует ресурсоэффективному каскадному использованию материалов из древесины, побочных потоков и отходов производства. Во многих отношениях именно лесная промышленность была предшественником идеи рециркуляции и многих идей экономики замкнутого цикла. Лесной сектор также обладает потенциалом для обеспечения инклюзивного роста. В ЕС насчитывается 16 миллионов частных лесовладельцев (больше, чем фермеров), и треть лесов находится в государственной собственности (т.е., принадлежит налогоплательщикам). По сравнению с ископаемыми ресурсами, леса приносят доход и богатство, которые могут быть распространены на гораздо большую группу граждан ЕС, и, что важно, на сельские районы. Учитывая вышеизложенные факты, необходимо, чтобы лесной сектор ЕС играл более заметную роль, чем это было сформулировано в текущей стратегии биоэкономики ЕС.

Рекреационные и экосистемные услуги сельских ландшафтов и лесов для всех граждан, включая городских жителей. Обеспечение благосостояния граждан является конечной целью каждой нации. Помимо рыночных товаров, возобновляемые ресурсы обеспечивают широкий спектр нерыночных экосистемных услуг, таких как сохранение биоразнообразия и рекреация. Эти важные аспекты были в значительной степени упущены в дискуссиях и стратегиях по биоэкономике. Жизненно

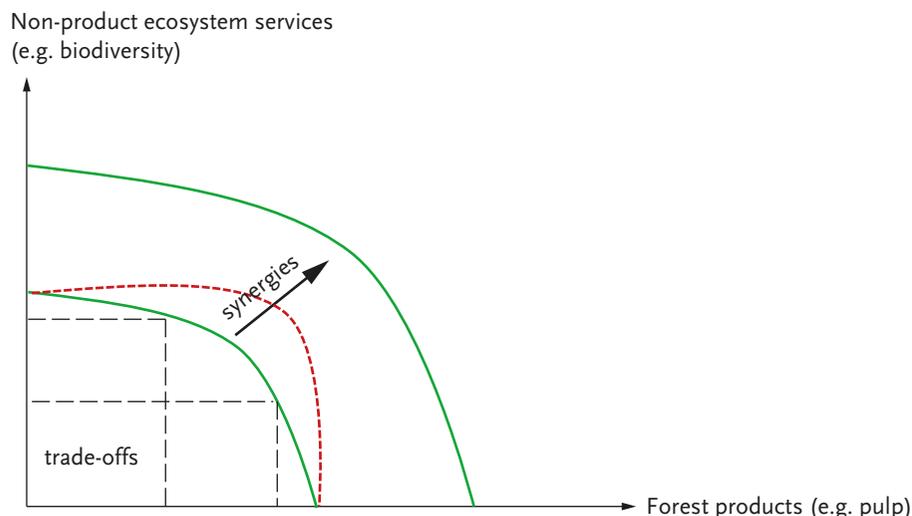


Рис. 5. Иллюстрация границ возможностей производства в лесной биоэкономике при поиске компромиссов и синергизма между производством лесной продукции и обеспечением «нематериальными» экосистемными услугами.

Вертикальная ось описывает «нематериальные» экосистемные услуги (такие как биоразнообразие, качество воды, отдых, туризм, поглощение углерода), а горизонтальная ось – лесную продукцию (например, целлюлоза, пиломатериалы, биоэнергетика). Рис. 5 иллюстрирует биоэкономику, которая может использовать лесные ресурсы для производства как материальной лесной продукции, так и «нематериальных» экосистемных услуг одновременно, а также может выбирать альтернативные комбинации обоих типов производства. Зеленые кривые или так называемые границы производственных возможностей указывают на максимальную комбинацию результатов (например, биоразнообразие и целлюлоза) для заданного количества ресурсов (лес, капитал, рабочая сила). Расположение границы определяется технологическими ограничениями и доступностью ресурсов. Выбрав любую точку на зеленой линии, можно найти на осях соответствующее количество лесной продукции и «нематериальных» экосистемных услуг (см. Главу 1.3). Красная пунктирная граница иллюстрирует случай, когда конечные точки по осям X и Y не возрастают, а «выталкивают» остальную часть границы наружу. Это могло бы происходить, если бы биоэкономика производила «больше из меньшего», например, за счет синергизма благодаря инновационной деятельности лесной промышленности.

важно, чтобы биоэкономика и биоразнообразие взаимно укрепляли друг друга: биоэкономика жизнеспособна, когда она поддерживает высокий уровень биоразнообразия; а богатое природное разнообразие помогает биоэкономике адаптироваться к изменяющейся в связи с изменением климата лесной среде, тем самым обеспечивая биологический капитал, на который опирается биоэкономика. В стратегиях также не отмечается важная роль и экономические возможности природного туризма. Индустрия природного туризма нуждается в старовозрастных насаждениях и сельских ландшафтах, которые имеют высокий уровень биоразнообразия и часто – высокую культурную ценность. Во многих странах туризм строится на привлекательности прибрежной инфраструктуры, сельских ландшафтов и девственных и старовозрастных лесов. В стратегиях биоэкономики необходимо обеспечить более сбалансированный подход к промышленному и коммерческому использованию биомассы и сохранению других экосистемных услуг, таких, как биоразнообразие и рекреационная привлекательность лесных и сельских ландшафтов для граждан.

Однако, в этой зоне пока еще почти отсутствуют примеры практического применения.

2.4 Политика максимизации синергизма и минимизации компромиссов

Цель стратегий и политики в области биоэкономики должна заключаться в максимизации синергизма и минимизации компромиссов между биоэкономикой, биоразнообразием и смягчением последствий изменения климата. Роль синергизма и компромиссов проиллюстрирована на рис. 5, адаптированном из Hetemaki (2017).

С экономической точки зрения, кривые зеленого цвета показывают *границы возможностей производства* лесной биоэкономики, когда существует компромисс между производством разных типов продукции, которые могут обеспечить леса. Граница описывает все комбинации выпуска продукции, если она производится эффективно. Конечно, можно предположить неэффективность

производства продукции, тогда это было бы отражено на графике под границей возможностей производства.

Как видно из рис.5, чем интенсивнее леса используются для производства лесной продукции, тем меньше общество может получать экосистемных услуг, таких как биоразнообразие, и наоборот. Задача общества найти устойчивые сочетания выполнения обеих функций. Роль синергизма важна, потому что он может помочь сдвинуть границы и тем самым облегчить достижение компромиссов. На рис. 5 граница может двигаться наружу двумя путями: либо с помощью подхода «больше от большего», либо – «больше от меньшего». В обоих случаях производится больше лесной продукции и нематериальных экосистемных услуг. Движение границы наружу в принципе возможно с использованием трех путей:

- технологические изменения (инновации) и обучение на практике (например, совершенствование управленческого опыта);
- увеличение производственных затрат (например, повышение прироста лесов, посадка леса);
- сочетание этих двух путей.

Достижение новой границы обычно невозможно в краткосрочной перспективе. Однако в долгосрочной перспективе, когда внедряются технологии и инновации или может использоваться больше производственных ресурсов, перемещение границы возможно. Инновации и технологический прогресс (включая институциональное и управленческое усовершенствование) имеют ключевое значение для получения большего из имеющегося объема ресурсов. Случай получения «большего из большего» имеет место, когда, например, более эффективная практика лесоправления способствует повышению прироста в лесах или, когда становится выгодным отводить под цели лесного хозяйства заброшенные земли.

На рис. 5 показано, что продвижение биоэкономики может происходить разными путями, и поэтому *было бы оптимальным обеспечить политические стимулы, которые помогают свести к минимуму компромиссы и максимизировать синергизм между различными компонентами биоэкономики*. Повышая доходность лесопользования, хорошо развитая биоэкономика расширяет и возможности для сохранения биоразнообразия. Но важно и другое. Успешная адаптация к изменению климата и экстремальным погодным условиям (рост лесных пожаров, штормовые ветра, размножение вредителей и другие опасные явления) является необходимым условием для создания основы биоэкономики. *Таким образом, ключевой вопрос биоэкономики замкнутого цикла заключается в том, как с помощью политики усилить синергизм и свести к минимуму компромиссы?* Здесь мы фокусируемся не на политике, проводимой на отраслевом уровне, а на общей стимулирующей политике,

относящейся ко всей биоэкономике. Так, например, хотя политика в области возобновляемых источников энергии в прошлом играла важную роль в развитии биоэнергетического сектора биоэкономики, мы не обсуждаем ее здесь. Вместо этого мы сосредоточиваем внимание на политике, связанной с инновациями, цикличностью, биоразнообразием и землепользованием. Эта политика должна осуществляться скоординированным и взаимосвязанным образом в целях обеспечения синергизма и эффективности.

Инновационная политика. Учитывая то, что биотехнологии и инновации, особенно в сфере передовых наук о жизни, лежат в основе биоэкономики, синергизм с общей инновационной политикой играет решающую роль. В целом, ЕС уделяет особое внимание следующим аспектам: квалифицированная рабочая сила, здоровая деловая среда, эффективная система накопления и распространения знаний, политика, стимулирующая предпринимательскую деятельность, с акцентом на вопросы управления и внедрения. Образование, общественное поддержка научных исследований и разработок, создание технологических кластеров являются примерами видов деятельности, которые имеют большой потенциал для внесения вклада в биоэкономику.

Экономика замкнутого цикла. Хотя биомасса и биопродукты и определены в качестве приоритета в Пакете экономики замкнутого цикла ЕС, он не связывает экономику замкнутого цикла с биоэкономикой, несмотря на то, что стратегия биоэкономики ЕС была утверждена еще в 2012 году. Как видно из Главы 1, основная задача в развитии более глубокого понимания биоэкономики заключается в объединении концепций биоэкономики и экономики замкнутого цикла в единую концепцию *биоэкономики замкнутого цикла*.

Сохранение биоразнообразия. ЕС содействует сохранению и поддержанию биоразнообразия с использованием нескольких направлений работы. Все они были сформулированы до принятия стратегии в области биоэкономики, однако реальной связи между стратегиями в области биоэкономики и в области сохранения биоразнообразия не существует. Наиболее важными документами и программами являются *Конвенция о биологическом разнообразии, программа « Natura 2000» в соответствии с Директивой о местообитаниях 1992 года и стратегия ЕС в области биоразнообразия*. В целом, эти документы призывают к эффективным действиям по прекращению утраты биоразнообразия, сохранению наиболее ценных мест обитания и ускорению перехода к ресурсоэффективной и зеленой экономике. Как отмечалось выше, эффективная биоэкономическая стратегия должна включать с себя вопросы, связанные с биоразнообразием и экосистемными услугами. Например, почти 50% местообитаний Natura 2000

составляют леса. Интересно отметить, что в Стратегии ЕС в области биоразнообразия также указывается, что планы использования лесов, основанные на принципах устойчивого лесопользования, являются ключевыми инструментами для обеспечения сбалансированного предоставления многочисленных товаров и услуг и поддержания и повышения уровня биоразнообразия.

Политика землепользования. ЕС будет включать стоки углерода в свою политику в области климата в сектор землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ). Предложение по ЗИЗЛХ, как правило, рассматривает климатическую политику в изолированном виде, не увязывая ее с другими общественными проблемами и целями и слишком сильно ограничивая возможности этого сектора. Тем не менее, все чаще признается, что достижение целей Парижского соглашения по климату потребует фундаментальных изменений в экономике и обществе, поэтому в связи с этими изменениями следует планировать климатическую политику (Rogelj et al. 2016) и в секторе землепользования. Эффективная климатическая политика должна быть направлена на развитие взаимосвязей с другими общественными политическими целями и сведение к минимуму компромиссов между ними. Без этого существует опасность того, что цели в области климатической политики не удастся реализовать.

Ключевые выводы

- Существующие стратегии в области биоэкономики помогли продемонстрировать необходимость более активного использования возобновляемой биомассы в качестве замены ископаемого сырья и продуктов из него для создания более устойчивого общества.
- Тем не менее, многие стратегии имеют пробелы или нуждаются в обновлении в связи с недавними важными изменениями (например, стратегия ЕС 2012 года). К примеру, они имеют недостатки, обусловленные тем, что экологическая устойчивость рассматривается как данность; они не увязывают биоэкономику с экономикой замкнутого цикла и рядом других стратегий (например, политикой в области климата). Кроме того, доминирующее положение в них занимает сельскохозяйственный и продовольственный сектор, а потенциал лесного сектора в них почти не отражен.
- Ключевой вопрос биоэкономики замкнутого цикла заключается в том, как политика может помочь максимизировать синергизм и свести к минимуму компромиссы между производством биомассы и другими экосистемными услугами.
- Общая стимулирующая политика в таких областях, как инновации, экономика замкнутого цикла, биоразнообразие и землепользование, должна осуществляться скоординированным и взаимосвязанным образом.



3. Требования для успешного развития биоэкономики замкнутого цикла

3.1 Предпосылки

Стратегии биоэкономики обычно объясняют то, почему биоэкономика необходима и какие возможности она предоставляет (Глава 2). Но главный вопрос заключается в том, как должны осуществляться стратегии биоэкономики (в т.ч. замкнутого цикла). Учитывая, что стратегии биоэкономики поддерживаются планами действий или специально создаваемыми платформами, способствующими реализации стратегии, вопрос «как» обычно решается. Тем не менее, учитывая межсекторальный характер биоэкономики, и наше мнение о том, что она должна быть интегрирована в экономику в целом, а не только в какой-то определенный сектор, очевидно, что она требует большего количества разнообразных мер и действий. В данном разделе мы сосредоточимся на некоторых ключевых стимулирующих мерах, которые мы считаем *главными приоритетами*. Критерии выбора этих приоритетов основаны на мнении авторов, а также на тех рекомендациях, которые мы получили *авторов предисловия* данной публикации.

3.2 Важность нарратива⁴ и социальной вовлеченности

Нарративы признаются все более важными для вовлечения общества в различные движения и изменения (Davidson 2016). Растет число исследований в таких областях, как психология, когнитивные науки, политология и социология, показывающих, что люди не принимают решений посредством чисто рационального процесса, а также важны эмоции и ряд когнитивных предубеждений. Нарративы занимают центральное место в ментальных моделях, социальных убеждениях, а также практиках, которые определяют процесс принятия решений и поведение людей, и это имеет важное значение для обеспечения перемен. Для того чтобы развитие круговой биоэкономики было успешным и осуществлялось на практике, необходимо уметь рассказать такой нарратив, который привлечет большинство людей (избирателей).

Согласно данным Eurostat, застроенные районы, определяемые как города, поселки и пригороды, обеспечивают жильем почти три четверти (72,4%) населения 28 стран ЕС, и эта доля, по прогнозам, увеличится в будущем. Трудно представить, как биоэкономика

замкнутого цикла могла бы преуспеть без привлечения этих городских жителей и получения их поддержки. Тем не менее, лесное хозяйство и биоэкономика часто продвигаются в стратегиях биоэкономики и политической риторике таким образом, что привлекает сельское население: «больше рабочих мест в сельской местности и выше доходы для владельцев лесов, живущих в сельской местности». В ЕС действует политика развития сельских районов, которая финансируется через Европейский сельскохозяйственный фонд развития сельских регионов на сумму 100 млрд. Евро на 2014–2020 годы. Точно так же, у многих европейских национальных правительств есть сельские программы для повышения уровня жизни в сельской местности. Если городское население в целом и знает о биоэкономике замкнутого цикла, то оно может легко связать ее с этими типами сельских программ. Проблема заключается в том, что, как и в случае с общей сельскохозяйственной политикой ЕС, городские жители могут воспринимать ее критически. Если сказать проще, возможно, что эта политика рассматривается горожанами как отбирание налоговых доходов из их карманов для поддержки сельских жителей. Чтобы биоэкономика замкнутого цикла достигла успеха в долгосрочной перспективе, необходимо изменить эту точку зрения. Нужен такой нарратив о биоэкономике замкнутого цикла, который затрагивал бы городское население и помогал получить его поддержку.

Этот нарратив также важен и по другой причине. Люди вполне могут не видеть смысла в биоэкономике, особенно в тех европейских странах, в которых большая часть населения не имеет непосредственного опыта, связанного, например, с лесным хозяйством, или имеет ограниченное представление о том, каким образом древесина и лес включены в их повседневную жизнь в самых разнообразных проявлениях. Необходим основанный на фактических данных нарратив о лесной биоэкономике, рассказанный таким образом, чтобы он оказался привлекательным для городского населения. Этот нарратив может различаться в разных регионах и городах, с учетом специфических особенностей, которые важны для этих регионов. В нарративе следует рассказывать о возобновляемом характере леса и о том, как древесина и лес входят в повседневную жизнь городского населения с утра до вечера во множестве разнообразных и важных функций и форм. Если не используется потенциал древесины, это будет означать использование каких-либо других материалов, которые очень часто относятся к категории невозобновляемых или ископаемых, трудно поддающихся утилизации (повторному использованию) и, следовательно, возможно,

⁴ Нарратив (англ. и фр. narrative, от лат. narrare — рассказывать, повествовать) — самостоятельно созданное повествование о некотором множестве взаимосвязанных событий, представленное читателю или слушателю в виде последовательности слов или образов. Oxford English Dictionary.

в долгосрочной перспективе не отвечающих требованиям устойчивости. Или это может быть, например, нарратив о том, как устойчиво управляемые леса помогают поддерживать снабжение городов чистой водой.

Необходимой частью нарратива является также *социальная вовлеченность* или инклюзивность. Это относится, например, к владению ресурсами и к тому, насколько широко доходы и создающиеся новые рабочие места при развитии биоэкономики замкнутого цикла распространяются на общество. В Европе насчитывается 16 миллионов частных лесовладельцев, и треть европейских лесных территорий находится в государственной собственности, т. е. принадлежит гражданам. Зачастую такое распределение прав владения лесами на большое количество мелких частных лесовладельцев рассматривается в качестве проблемы для развития биоэкономики, эффективного лесопользования и рынков древесины. Действительно, это проблема. Однако, с другой стороны, это способствует повышению социальной вовлеченности и признанию сектора. Это особенно верно в случае, когда мы сравниваем это с ситуацией в области прав на владение ископаемыми ресурсами. В целом, в ЕС очень немногие люди владеют активами нефти, газа или угля, а также получают выгоду от потока доходов, которые они генерируют. Таким образом, в принципе, условия для более инклюзивного роста, по-видимому, гораздо лучше для лесной биоэкономики, чем для экономики, основанной на использовании ископаемых ресурсов. В дополнение к этому, леса в ЕС предоставляют множество видов недревесной продукции и услуг, таких как поглощение 10% выбросов CO₂ в ЕС, сохранение биоразнообразия, туризм и рекреация, обеспечение чистой водой и выполнение других регулирующих функций. Эти выгоды могут быть получены в синергии с производством биопродукции и могут способствовать повышению социальной инклюзивности лесной биоэкономики. Необходимо вовлекать все общество, включая городское население, а также уделять больше внимания тому, чтобы не создавалось впечатление, что лесная биоэкономика представляет интерес главным образом для сельского населения и только для лесного сектора. Вопрос не в том, что важнее - городское или сельское, а в том, какая связь существует между городской и сельской жизнью, и в том, насколько одна нуждается в другой. Наконец, каким бы ни был нарратив, очень важно, чтобы он подкреплялся научно обоснованными фактами, иначе он, скорее всего, потеряет доверие, а значит и силу.

3.3 Экологическая устойчивость

Устойчивое развитие должно быть в центре биоэкономики. В конце 20-го века, устойчивое развитие связывали с поиском гармонии между экономикой, обществом

и окружающей средой. Сейчас оно рассматривается как экономическое развитие, которое поддерживает процветание и благополучие всего человеческого общества, при этом, однако, в пределах заданных экологических границ в местном, региональном и планетарном масштабе (Griggs et al. 2013). Этот новый подход к развитию человечества может обеспечить синергизм с развитием экосистем и сохранением их биоразнообразия (Muys 2013), что отражено в Целях устойчивого развития (см. Главы 1 и 2).

История показывает, что рынки не ведут автоматически к обеспечению устойчивого развития. Для того, чтобы избежать истощения ресурсов и других нежелательных внешних эффектов, которые могут создать рынки, а также для того, чтобы повысить ценность экосистемных услуг, которые не продаются на рынках, необходима определенная политика. В частности, политика для мониторинга, оценки и обеспечения устойчивости биоэкономики. Тем самым можно избежать нежелательных последствий, и биоэкономика замкнутого цикла может создать огромные возможности для людей и нашей планеты.

Первая существенная особенность биоэкономики замкнутого цикла заключается в том, что в ней вопросы экологической устойчивости рассматриваются на раннем этапе, например, **на этапе проектирования** производственных цепочек и моделей потребления. Это означает, что компании и правительственные структуры решают потенциальные проблемы, связанные с обеспечением устойчивости, используя наилучшие имеющиеся знания и информацию по экологическим аспектам в дополнение к рыночным и технологическим вопросам. Научные разработки новых продуктов и материалов включают в себя **скрининг** на предмет потенциально высоких экологических рисков или неприемлемых обременений. Как показывают уроки истории, такой скрининг может использовать прогностические инструменты и может привести к значительной экологической эффективности и бизнес-выгодам. В прошлом были примеры перспективных новых технологий, которые впоследствии оказались вредными для человека или окружающей среды, таких как производство и использование ДДТ, ХФУ или асбестоцемент. Регулирующая роль органов государственной власти заключается в применении принципа предосторожности для содействия устойчивому прогрессу, но это не должно вызывать и остановку процессов – «кто не рискует, тот не выигрывает».

Другая сущность круговой биоэкономики – **это мышление категориями жизненного цикла** как цикла «от рождения до рождения». Следует избегать потенциального воздействия на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла продуктов и услуг, начиная со стадии извлечения ресурсов, затем в ходе процесса

производства и – до фазы использования, и в конечном итоге многократного повторного использования переработанных ресурсов в новых продуктах. В конце срока службы следует избегать простого уничтожения отходов, например, в случае продукции из древесины, это может быть газификация с получением энергии и рекуперация золы в качестве удобрения или строительного материала. Мышление на уровне жизненного цикла может быть интегрировано в политику, стимулирующую промышленный симбиоз, придающую ценность отходам и устанавливающую на них высокую цену или запрет на их уничтожение. Экологические проблемы на протяжении всего жизненного цикла либо *связаны с потребляемыми ресурсами*, т. е. вызваны добычей ресурсов из природной среды, либо *связаны с выпуском продукции*, т. е. вызваны выбросами в природную среду в ходе ее производства, использования или окончания срока ее службы. Экологические риски, *связанные с потребляемыми ресурсами*, весьма важны для биоэкономики, поскольку экономика в основном опирается на *биотические ресурсы*, такие как биомасса, и на востребованные *земельные ресурсы* для ее выращивания. Задача состоит в том, чтобы использовать эти ограниченные ресурсы на основе устойчивого развития.

Огромный актив **биотических ресурсов** состоит в том, что они **возобновляемы** – их можно снова и снова выращивать после сбора урожая. Это не относится к абиотическим ресурсам, таким как бензин, металлические руды или фосфаты, для которых в случае истощения богатых месторождений добыча прекращается навсегда. Но условием возобновляемости биотического ресурса является его **устойчивое использование**, то есть недопущение исчезновения ресурсной базы. Но это требует соответствующего управления. В лесах, например, это требует планирования, которое регулирует заготовку древесины путем сохранения достаточно большого объема растущего леса с тем, чтобы обеспечить его дальнейший прирост. Этот принцип устойчивого использования не так прост, как кажется, но лесная наука имеет долгую историю разработки инструментов для учета лесов, мониторинга и прогнозирования ежегодных объемов допустимой вырубке лесов (расчетной лесосеки) в сложных и крайне разнообразных ландшафтах. Нерациональных лесозаготовок можно было бы избежать, если бы политика оценивала, например, важность лесов с высоким запасом древесины с точки зрения цены запасенного в них углерода или компенсации лесовладельцам за связывание углерода. В самом деле, ЕС и ряд стран планируют законодательные меры по контролю за извлечением твердой биомассы для производства биоэнергии. Экономически эффективной альтернативой мог бы быть **стресс-тест**, проверяющий, насколько присутствуют и работают в различных регионах и странах инструменты, обеспечивающие

устойчивое управление лесами: разрешения на рубку, планы лесопользования, схемы сертификации и т. д. Подобный стресс-тест может также сформировать один из инновационных индикаторов устойчивости, необходимых для биоэкономики (Wolfslehner et al. 2016)

Другой связанной с потребляемым ресурсами категорией является **характер землепользования**. Замена ископаемых ресурсов на ресурсы биологического происхождения может привести к увеличению дефицита земель, что приведет к росту цен на землю и может усилить потенциальные конфликты между различными вариантами землепользования. Хорошо известным примером конфликта между вариантами землепользования является дискуссия **«продовольствие против топлива»**, которая возникла, когда введение субсидий на кукурузный этанол в США способствовало дефициту продовольствия и глобальному кризису цен на продовольствие в 2007-2008 годах. Действительно, проблемы распределения земель присущи любой экономике, основанной на их использовании, но они могут быть решены посредством надлежащей политики и практики управления, поддерживающих оптимизацию землепользования и учитывающих экологические и социальные вопросы.

Вопросы, связанные с обеспечением устойчивости привели к тому, что особое внимание уделяется характеру землепользования. Продвигаются два противоположных подхода к практике устойчивого управления земельными ресурсами: **щадящее землепользование** и **совмещенное использование земель** (Phalan et al. 2011). Согласно подходу **щадящего землепользования**, часть земли «остаётся неторгнутой». Появляется все больше научных доказательств того, что значительные объемы земель, как в глобальном, так и в региональном масштабе, должны иметь преимущественно статус неуправляемых, что обеспечивает **сохранение биоразнообразия** (Lefevre et al. 2014), а также осуществление глобальных экосистемных услуг, таких как стабилизация климата и рециркуляция наземных осадков. В устойчивой биоэкономике это не «потеря земель», поскольку это способствует устойчивости системы Земли на благо всех, обеспечивая при этом множество местных сопутствующих выгод, таких как контролируемые уровни экотуризма и ценные природные продукты.

Если говорить о подходе **совмещенного использования земель**, то появляется все больше свидетельств того, что по ряду причин интенсификация землепользования достигла своих пределов (Ripple et al. 2017). В лесном хозяйстве это происходит главным образом за счет плантаций монокультур, способствующих обеднению почв, страдающих от вспышек размножения вредителей и климатических стрессов, что влияет на устойчивость этих систем и на собственно основы биологического производства. В ответ на это усилия со стороны науки и политиков, направленные на то, чтобы перевести сельское и лесное

хозяйство с максимально высокими показателями выпуска продукции на показатели среднего уровня или даже на низкий уровень показателей при условии сохранения высокого уровня биоразнообразия (Matson et al. 1997; Tilman et al. 2006). Результаты недавних исследований **функциональной роли биоразнообразия** в поддержании продуктивности, устойчивости производства и многофункциональности экосистем должны получить возможность для дальнейшего развития от фундаментальных исследований до жизнеспособных систем управления земельными ресурсами (Liang et al. 2016; van der Plas et al. 2016).

Биоэкономика замкнутого цикла будущего может смягчить риски, связанные с землепользованием, за счет оптимизации землепользования с учетом компромиссов и синергизма между многочисленными экосистемными услугами (Рис. 5), ориентируясь на разумное сочетание вариантов совмещенного использования земель и щадящего землепользования в ландшафтном масштабе в зависимости от местных потребностей и возможностей (Grau et al. 2013; Pedrolí et al. 2013). Таким же образом управляемые леса, в которых поддерживается высокий уровень разнообразия, демонстрируют большую устойчивость в

Вставка 3: Важность действий по адаптации к изменению климата

Экономика, основанная на использовании биоресурсов, которая опирается на постоянную поставку сырья из экосистем, особенно уязвима в отношении изменений условий окружающей среды, особенно к изменению климата. Без надлежащих мер по адаптации к изменению климата устойчивое управление биотическими ресурсами невозможно, равно как и невозможно добиться смягчающего воздействия на изменение климата, не используя процессы накопления или замещения углерода. Это относится ко всем экосистемам, включая лесные, а также к сельскохозяйственным системам и рыболовству. Здесь мы используем пример лесного хозяйства, основанный на исследовании экономических последствий изменения климата для лесов (Hanewinkel et al. 2013), но аналогичные стратегии должны применяться и к сельскому хозяйству и рыболовству.

В настоящее время существуют три общие стратегии адаптации лесов к изменению климата (Volte et al. 2009): (а) сохранение структур леса, (б) активная адаптация и (в) пассивная адаптация. Сохранение лесных структур, т. е. подход, основанный на традиционных подходах (а), предполагает низкий уровень отрицательных последствий изменения климата, высокую устойчивость к климатическому стрессу и высокую вероятность того, что консервативные меры повысят стабильность. Пассивная адаптация (в) означает прекращение управленческого вмешательства и использование процессов спонтанной адаптации с точки зрения сукцессионной динамики и миграции видов. Обе стратегии являются многообещающими только при более мягких климатических сценариях (а) или для лесных экосистем с низкой экономической значимостью (в). Для интенсивно управляемых лесов в Европе

наиболее подходящей стратегией представляется активная адаптация (б), особенно если предположить, что вероятным будущим будут климатические сценарии «высокого класса». Активные стратегии адаптации включают интродукцию новых видов, которые лучше приспособлены к более сухим и теплым условиям и которые демонстрируют более высокую устойчивость к потенциально возрастающему воздействию вредителей и болезней.

Активная адаптация означает также поддержание или повышение генетической адаптационной способности видов, которые будут использоваться в будущем (Lindner et al. 2010) с использованием различных стратегий генетической адаптации, таких как вспомогательная миграция, традиционная или молекулярная селекция и сохранение генов (Fady et al. 2016). Усовершенствованные руководства для передачи семян должны применяться для предотвращения использования семян из неадаптированных источников. Помимо межвидовой вспомогательной миграции, должна применяться внутривидовая вспомогательная миграция, определяемая как целенаправленное перемещение провенансов в районы, где они лучше адаптируются в будущем. Наряду с лесоводственными мероприятиями, такими как изменение сроков производства и режимов прореживания, борьба с пожарами и вредителями с помощью интенсивной системы мониторинга вредителей и болезней считается важной частью комплексной стратегии адаптации. Для сохранения потенциала лесных экосистем в условиях изменения климата надо применять регионально адаптированные методы «климатически разумного ведения лесного хозяйства» (Nabuurs et al. 2016). Аналогичная концепция реализована и в сельском хозяйстве.

условиях изменения климата (Вставка 3). В Европе лесное хозяйство имеет давнюю традицию создавать общечеловеческие ценности, сохраняя при этом воздействие землепользования на низком уровне. Интенсивная заготовка биомассы, например, для целей биоэнергетики, открывает большие возможности для сохранения видов открытых местообитаний (van Meerbeek et al. 2016), предотвращения лесных пожаров и адаптации лесов к засухам, вызванным изменениями климата.

Что касается экологических проблем, связанных с **выпуском продукции**, то основанные на использовании биологических ресурсов продукты имеют явные преимущества перед теми, которые выпускают на основе ископаемых ресурсов. Они часто менее токсичны, а также биоразлагаемы, что облегчает их повторное использование, переработку и утилизацию. Продукты биоэкономики обладают полезными качествами и с точки зрения смягчения последствий глобального потепления. Во-первых, биоматериалы могут сохранять углерод так же, как и леса, при этом, как правило, увеличиваются выгоды от увеличения **долговечности продукта** (Brunet-Navarro et al. 2016). Стимулирование хорошо продуманной оценки жизненного цикла (ОЖЦ) на основе **каскадного использования** биоматериалов, когда материалы перерабатываются несколько раз в новые продукты до самого конца жизненного цикла, может привести к большему связыванию углерода, большему замещению энергии и большей добавленной стоимости на единицу вводимых ресурсов, что является ключевыми особенностями перехода к экономике замкнутого цикла. Если говорить коротко, биоэкономика замкнутого цикла должна сосредоточиться на своих сильных сторонах, таких как **многообразие биоматериалов и областей их применения, биорефайнинг-ресурсоэффективные системы и нематериальные экосистемные услуги** (например, туризм, экологическое регулирование) и избегать чрезмерного акцентирования внимания только на одном подсекторе, таком как подсектор биоэнергетики. Необходимо создать равные условия игры.

Таким образом, появление биоэкономики является четким признанием важнейшей ценности природного капитала и его экосистемных услуг для устойчивого развития человеческого потенциала (Costanza et al. 1997a,b). Однако развитие биоэкономики до сих пор было ориентировано главным образом на технологии и экономику. В данном разделе было показано, что существует несколько путей развития биоэкономики и что не все они обладают одинаковым потенциалом устойчивости. Поэтому необходимо инвестировать больше средств в исследования в области устойчивого развития для разработки политики, инструментов, показателей и систем мониторинга в поддержку развития реальной и устойчивой биоэкономики замкнутого цикла.

3.4 НИОКР, технологические изменения и профессиональная подготовка

Для того чтобы европейская биоэкономика замкнутого цикла поддерживала ЦУР и договоренности Парижского соглашения, а также более конкретные цели политики ЕС, ясно, что существующих продуктов и технологий недостаточно. Нам нужно создавать новые, более ресурсоэффективные, устойчивые и циркулярные биотехнологии, продукты и услуги. Источником и базой для них будут научные исследования и разработки.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в поддержку разработки новых лесных технологий и продуктов развивались в течение этого столетия. Например, традиционные лесопромышленные компании были готовы принять их как часть своих новых стратегий (Nayha and Pesonen 2013). В результате уже появились новые лесные продукты, такие как упаковочные продукты, заменяющие пластмассу, более экологически чистые текстильные материалы, инженерные элементы и модули на основе древесины и биодизельное топливо второго поколения (Глава 4). Тем не менее, мы все еще находимся на ранних стадиях разработки новых биотехнологических продуктов и технологий и для ускорения и расширения процесса, нам нужны инвестиции в НИОКР.

Несмотря на изменения в отраслевых стратегиях, инвестиции в НИОКР в ряде стран по-прежнему находятся на низком уровне, а в некоторых случаях даже сокращаются в лесной промышленности, например, в таких традиционных крупных регионах лесной промышленности, как Северная Европа и Северная Америка. Существует множество причин и, включая традиционно низкий уровень инвестиций в НИОКР в отрасли, это снижение относительного вклада лесной промышленности в национальную экономику, корпоративная реструктуризация, низкая рентабельность отрасли, акцент на решении краткосрочных проблем, сокращение расходов и неадекватная приоритизация НИОКР для долгосрочного роста и устойчивости бизнеса. Низкие инвестиции в НИОКР, как правило, представляют собой еще большую проблему для компаний малого и среднего бизнеса, которые зачастую являются производителями продукции из древесины (например, пиломатериалов, фанеры). Это положение необходимо изменить для того, чтобы инновации и новые возможности для бизнеса были реализованы в большей степени. Ситуация также повышает значимость новых игроков, например, стартапов и компаний по производству химических, текстильных, потребительских и строительных товаров, с дополнительным предложением ресурсов и инвестиций.

Исследования в области биоэкономики до сих пор были сосредоточены на биотехнологии, инженеринге и химии (Lovric & Mavsar 2017). Это понятно, учитывая необходимость разработки новых инновационных продуктов. Однако исследования рынков, политики и вопросов социальной устойчивости, связанные с биоэкономикой, находятся на очень низком уровне, что создает впечатление, что их важность еще недостаточно хорошо осознается (см. также 3.3). Например, программа Horizon 2020 выделяет около 3,8 млрд евро на поддержку исследований и инноваций в области биоэкономики в течение 2014-2020 гг., но социально-экономическая составляющая исследований в области биоэкономики находится на относительно низком уровне, при этом большая часть финансирования идет на исследования, связанные с технологиями (Lovric & Mavsar 2017). Теперь, когда новые продукты биоэкономики уже выходят на рынки, возрастает необходимость понимания связанных с ними изменений в системе «рынок-политика-общество» (Hetemaki & Hurmekoski 2016). Это, например, такие вопросы:

- Каковы рыночные перспективы и конкурентные преимущества различных продуктов и в каких регионах должны располагаться их цепочки создания стоимости?
- Каковы перспективы доступности ресурсов биомассы на рынке в различных регионах?
- Каково влияние на тенденции в области занятости и потребности в получении профессиональных навыков в будущем?
- Каковы последствия разработки новых продуктов и процессов для обеспечения экологической устойчивости и увеличения продолжительности жизненного цикла?
- Как мы можем наилучшим образом включить перспективу циркулярности в продукты и процессы?
- Как мы можем использовать цифровые технологии, большие данные и искусственный интеллект для оптимизации, выявления и оценки новых путей и цепочек создания стоимости, обработки данных и создания показателей для мониторинга всех аспектов устойчивости биоэкономики?

Последствия изменения нормативных актов, потребительского поведения, структуры торговли, цен на CO₂ и энергоносители, развитие других технологий устойчивой энергетики, использования ресурсов биомассы и т. д. требует проведения оценки для лучшего понимания того воздействия, которое они могут оказать на общую систему биоэкономики замкнутого цикла. Кроме того, следует создать механизм непрерывного форсайт-прогнозирования и сканирования, с тем чтобы корректировать и направлять деятельность в ответ на будущие события и меняющиеся условия.

В отношении НИОКР, необходимо также развивать соответствующую профессиональную квалификацию. Технологическая и социальная история показывает, что при переходе к новым парадигмам, что также подразумевает переход к биоэкономике замкнутого цикла, требуются новые навыки и таланты. Биоэкономика замкнутого цикла будет состоять из все более разнообразных видов деятельности, основанных на знаниях, накопленных во множестве различных областей и из разных источников. Мы должны инвестировать в развитие правильных навыков и талантов, чтобы управлять этими знаниями. Например, в европейских университетах еще недостаточно магистерских программ в области устойчивой лесной биоэкономики. Существует разрыв между ожиданиями и стратегиями, связанными с биоэкономикой, и тем фактом, что мы не готовим достаточно кадров для ее нужд. Новые НИОКР должны применяться также и на практике, и должна существовать платформа, соединяющая науку и практику. С этой целью в июле 2017 года Европейская комиссия открыла новый Центр знаний в области биоэкономики (ЦЗБ) для того, чтобы более эффективно поддерживать ЕС, политиков в странах-членах, а также заинтересованные стороны, обеспечивая их научно обоснованными данными. ЦЗБ не столько будет генерировать знания, сколько будет собирать, структурировать и делать доступными уже имеющиеся знания, полученные из источников широкого круга научных дисциплин и из области биоэкономики. Эта работа основывается на работе собственной научной службы комиссии - Объединенного исследовательского центра (ОИЦ). Работа ЦЗБ очень приветствуется. Однако этого недостаточно для научно-политического взаимодействия даже на уровне ЕС, не говоря уже о государствах-членах и европейских странах, не являющихся членами ЕС. Научные данные, подкрепляющие разработку политики, должны также использоваться для анализа политики ЕС, ее сильных и слабых сторон, включая возможные альтернативы. Однако, ЦЗБ проблематично выступать с критикой и предлагать изменения в политике ЕС, даже если в этом будет необходимость, так как центр фактически является внутренней службой ЕС. Работа ЦЗБ является очень важной, но она также нуждается в поддержке научно обоснованной работы по поддержке политики, которая является *независимой от Европейской комиссии*, но может плодотворно поддерживать ее с более обширной базой знаний, а также с возможностью анализа и формулирования последствий в отношении политики ЕС.

3.5 Готовность идти на риск

Новые инвестиции и инновации обязательны для развития биоэкономики замкнутого цикла, однако это сопряжено с высокими рисками. Следует ожидать, что значительная доля новых бизнес-инноваций может



потерпеть неудачу. Неудача не обязательно означает, что инвестиции были неправильно вложены или бесполезны, поскольку общество может извлечь уроки из неудач и лучше понять, какие условия и направления необходимы. Но для развития биоэкономики замкнутого цикла также потребуется политика, которая поможет снизить или разделить риски, а также финансовые механизмы с высокой степенью риска, такие как **венчурное финансирование**. Например, в 2016 году ЕС запустил общеевропейскую программу венчурного фонда (фондов), которая может также использоваться для поддержки инвестиций в биоэкономику замкнутого цикла (European Commission 2016a).

Еще одним перспективным инструментом могут стать **зеленые облигации** (European Commission 2016b; OECD 2017). С 2007-08 гг. сформировался рынок облигаций, конкретно рассматриваемых как 'зеленые облигации'. Они отличаются от обычных облигаций тем, что они связаны с обязательством использовать средства, собранные для финансирования или рефинансирования «зеленых» проектов, активов или коммерческой деятельности. Рынок «зеленых» облигаций растет очень быстрыми темпами: ежегодный выпуск вырос с 3 миллиардов долларов США в 2011 году до 95 миллиардов долларов США в 2016 году. По оценкам, глобальный объем ежегодного выпуска зеленых облигаций в 2016 году составил от 70 до 100 миллиардов долларов США (OECD 2017). Согласно OECD (2017), зеленые облигации могут предложить несколько важных преимуществ для зеленых инвестиций, включая следующее:

- обеспечение дополнительного источника «зеленого» финансирования;
- обеспечение более долгосрочного «зеленого» финансирования путем устранения несоответствий сроков погашения;
- укрепление репутации эмитентов и прояснение экологической стратегии;
- предложение потенциальных преимуществ цены;
- содействие 'озеленению' традиционно коричневых секторов;
- предоставление новых «зеленых» финансовых продуктов ответственным и долгосрочным инвесторам.

Однако развивающийся рынок «зеленых» облигаций по-прежнему сталкивается с рядом конкретных проблем и барьеров, которые могут быть устранены с помощью ряда мер политики (см. OECD 2017).

Государственный сектор может оказывать поддержку инвестициям с высоким риском, особенно в тех случаях, когда они, как считается, оказывают более широкое позитивное воздействие, помимо прямой поддержки одного коммерческого примера. Это могут быть, например, расходы на НИОКР для снижения рисков, связанных с знаниями, или на инвестиционную поддержку новаторских

пилотных или демонстрационных проектов и заводов. Другим важным инструментом могла бы стать **политика государственных закупок**. Государственные органы расходуют на госзакупки около 1,8 трлн евро в год, что составляет около 14% валового внутреннего продукта ЕС (InnProBio 2017). Принципы закупок, как правило, поддерживают самую дешевую альтернативу на рынке. Часто это подразумевает традиционные продукты и услуги, которые включают в себя очень небольшую долю, если таковые имеются, инноваций. Политика в области государственных закупок может быть пересмотрена, с тем чтобы она включала принятие рисков и продвижение товаров и услуг, соответствующих принципам биоэкономики замкнутого цикла, а также включала бы поощрение инноваций. Государственные закупки инновационных решений Европейской комиссии направлены на содействие распространению инновационных решений на рынке (European Commission 2017). В биоэкономике замкнутого цикла многие из этих решений могут быть тесно связаны с государственным сектором. Одним из подходов к решению проблем риска, особенно для компаний малого и среднего бизнеса, является нахождение симбиоза или создание 'бизнес-экосистем' между крупными и малыми компаниями, как, например, в случае Metsa Group Aanekoski bioproduct mill в Финляндии (Palahi & Hetemaki 2017). Завод начал работу в августе 2017 года и размер инвестиций в него составил 1,2 млрд евро. Хотя это особый случай, он интересен с точки зрения описания общего направления, которое биоэкономика могла бы иметь в других частях Европы. Концепция биоэкономики замкнутого цикла направлена на ресурсоэффективную переработку продуктов, минимизацию отходов и поддержание ценности продуктов, материалов и ресурсов в экономике на как можно более длительное время. В основе биорефайнинга Aanekoski лежит производство целлюлозы, вокруг которого существует экосистема производственной деятельности и ряд компаний малого и среднего бизнеса, которые производят, например, электроэнергию, тепло и пар, транспортный биогаз, фанеру для деревянного строительства, древесно-композитные музыкальные инструменты, а также сельскохозяйственные и лесные удобрения. Органические побочные продукты, например, полученные в результате окорки древесины, будут использоваться в качестве почвенных укрывных материалов и для улучшения почвы. По сути, **отходы одной компании являются сырьем для другой компании**. Процессы биорефайнинга основаны полностью на возобновляемых источниках. Важно проанализировать, как этот биорефайнинг развивается на практике, чтобы извлечь уроки для других подобных проектов.

Европейский инвестиционный банк (ЕИБ) изучал препятствия для инвестиций в основанные на использовании биоматериалов биотехнологические отрасли

(ВВИ). Было обнаружено, что 77% проектов (33 из 43 проектов) столкнулись с проблемами доступа к финансированию (Leoussis & Brzezicka, 2017). Кроме того, «79% всех респондентов, сообщивших о проблемах доступа к финансированию, указывают, что отсутствие интереса со стороны участников частного финансового рынка связано с непониманием ВВИ». Это говорит о том, что существуют системные барьеры для финансирования ВВИ. ЕИБ рекомендует разработать новый финансовый инструмент распределения рисков ЕС, посвященный биоэкономике и потенциально принимающий форму тематической инвестиционной платформы, которая может мобилизовать государственно-частный капитал из различных источников. Ключевыми проблемами были признаны риски, связанные с перспективами рынка (спроса), и неопределенности, связанные с нормативно-правовой базой. Первое означает, что спрос на новые продукты биоэкономике по-прежнему более неопределенный, чем на существующие. Второе связано с неопределенностью в отношении того, являются ли нормативные акты, влияющие на рынки в будущем, хорошо известными, последовательными и стабильными в долгосрочной перспективе.

Все это – вопросы, которые поднимались во многих исследованиях на протяжении многих лет на уровне ЕС и государств-членов, но, похоже, так и не были решены. Изменения будут происходить не только благодаря поддержке новых разработок, необходимо также отменять «старые» и менее эффективные решения (Kivimaa & Kern 2016). Действия в области политики должны демонстрировать на уровне законодательства долгосрочные обязательства поддерживать биоэкономике как альтернативу использования продуктов на основе ископаемого сырья, нацеленную на весь сектор продуктов (в настоящее время ориентированный в основном на биоэнергетику) и цепочки создания стоимости, в то же время позволяя в достаточной степени функционировать свободным рыночным силам (Leoussis & Brzezicka 2017). Интересно, что в отчете ЕИБ не рассматриваются *услуги биоэкономике* и не обсуждаются возможные *инвестиционные риски, связанные с обеспечением устойчивого развития*. Урок биотоплива первого поколения заключается в том, что риски могут быть значительными, и они тоже должны приниматься во внимание. Рынки не будут автоматически решать внешние проблемы.

3.6 Нормативная среда и сотрудничество между государственным и частным секторами

Какое самое важное решение сделало Европу самым передовым и успешным регионом мобильной связи в мире

в 1980-х и 1990-х годах? Ответ часто дается такой: создание стандарта глобальной системы мобильной связи (GSM), который был принят в 1987 году (Temple 2010). Группа из 13 европейских стран приняла решение разработать и внедрить общую систему сотовой связи по всей Европе, и были приняты такие правила ЕС, чтобы сделать GSM обязательным стандартом. После этого решения операторы мобильной связи со всей Европы начали инвестировать в новые сети GSM. В течение года вся Европа оказалась охвачена GSM в редком примере единства и скорости. Например, США не имели общего стандарта, не имели благоприятных условий для эффективной работы мобильных телефонов и отставали от Европы в развитии.

Урок, который это дает для развития биоэкономике замкнутого цикла, заключается в том, что для новых продуктов и услуг должны разрабатываться общие стандарты и нормативы европейского уровня. Хорошим примером является деревянное строительство (Глава 4), в котором отсутствие единых стандартов и правил (таких как правила пожарной безопасности) препятствует крупномасштабному развертыванию деревянного строительства многоэтажных зданий (Hurmekoski 2016). Европа выиграла бы от создания «общего пространства биорынка» с определенным набором общих правил и стандартов, которые могли бы значительно снизить бизнес-риски и стимулировать НИОКР.

Общее регулирование и стандартизация, безусловно, также является примером необходимости сотрудничества между ЕС и правительствами государств-членов, а также сотрудничества бизнеса и правительства. Чем сложнее операционная среда для бизнеса, тем больше возникает потребность в такого рода сотрудничестве. Например, это касается разработки чистых технологий или искусственного интеллекта и робототехники (также и для биоэкономике замкнутого цикла). Однако само по себе правительство не должно быть бизнес-оператором, а должно скорее играть роль посредника. Оно играет необходимую и незаменимую роль в создании *благоприятной архитектуры* для новых предприятий. Это необходимо для того, чтобы европейская биоэкономике замкнутого цикла развивалась осмысленно и эффективно. Как ЕС может разрабатывать политику и платформы сотрудничества таким образом, чтобы общество могло извлечь максимальную выгоду из устойчивой биоэкономике замкнутого цикла? Предпринимаются также попытки обеспечить качественные критерии для оценки развития биоэкономике, такие как критерии для Северной биоэкономике Северного Совета министров (2017).



Ключевые выводы

- Для разработки стратегии биоэкономики замкнутого цикла и привлечения городского и сельского населения Европы к оказанию поддержки в ее осуществлении необходим нарратив – научно обоснованное изложение биоэкономики замкнутого цикла.
- В биоэкономике замкнутого цикла признается важная роль природного капитала в социально-экономическом развитии, поскольку она основана на сохранении и рациональном использовании биологических ресурсов и их разнообразия, а также на устойчивом использовании возобновляемых природных ресурсов.
- Без надлежащей оценки потребностей для адаптации к изменению климата устойчивое управление биотическими ресурсами, предусмотренное биоэкономикой замкнутого цикла, невозможно.
- Существует необходимость в создании новых, более ресурсоэффективных, устойчивых и более циклических технологий, продуктов и услуг, основанных на использовании биологических ресурсов. Необходимым, хотя и недостаточным требованием для этого является увеличение инвестиций в НИОКР.
- Для привлечения капитала для новаторских, но рискованных инвестиций в биоэкономике замкнутого цикла необходимы **венчурный капитал, зеленые облигации и политика государственных закупок. Экосистемы Biomill** (например, Aanekoski) помогают усилить синергию между крупными глобальными компаниями и предприятиями малого и среднего бизнеса (МСП), а также могут снизить риски, особенно для МСП. Создание долгосрочной, стабильной политической среды является ключом к снижению неопределенности и рисков для инвестиций в биоэкономике замкнутого цикла.
- Общее нормирование и стандартизация на уровне ЕС для новых продуктов и услуг в области биоэкономики могут ускорить развитие биоэкономики замкнутого цикла. Это требует сотрудничества между ЕС и правительствами государств-членов, а также между бизнесом и правительством.

4. Потенциал биоэкономики: примеры

4.1 Предпосылки

В стратегиях биоэкономики потенциал лесного сектора зачастую скрывается в тени сельскохозяйственного сектора. Однако есть регионы, где лесной биоэкономике уделяется внимание в региональных стратегиях (например, в странах Северной Европы), они могут продемонстрировать свой потенциал для других регионов. В этой главе мы сосредоточимся на примерах биоэкономики лесного сектора, чтобы подчеркнуть его потенциал.

Древесина состоит из четырех основных компонентов: **целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и экстрактивных веществ**. Целлюлоза и лигнин являются одними из самых распространенных источников органических полимеров на земле. Лесная биоэкономика использует эти четыре компонента древесины для производства строительных материалов, химических веществ, биотоплива, тепла, энергии, биопластика, упаковочных материалов, продуктов питания, кормов для скота, текстиля, медицинской и фармацевтической продукции и т.д. Часто забывается, но важно то, что лесная биоэкономика также включает в себя **услуги**, непосредственно связанные с лесами (например, рекреация, природный туризм, водоснабжение, охота и т.д.) и те,

которые связаны с лесопользованием, деревообработкой и выпуском лесной продукции (НИОКР, переподготовка кадров, консалтинг, маркетинг, продажи, нематериальные права, техническое обслуживание и т.д.) (Hetemaki 2014; Nayha et al. 2015).

4.2 Экономические и экологические характеристики

По данным ОИЦ, биоэкономика ЕС-28 в 2014 году имела годовую оборот около 2,2 трлн евро с уровнем занятости в 18,6 млн человек (JRC 2017). Эта цифра включает сектора в рамках биоэкономики, например, такие сектора производства, как продукты питания, напитки, табак, лесное хозяйство, рыболовство и сельское хозяйство. Если мы сузим данные до секторов, в которые лесная биоэкономика делает основной вклад, но также включает в себя некоторые виды агропромышленного производства и производства отходов, у нас будут следующие сектора: биоэнергетика; биотопливо; биологические химикаты, фармацевтические препараты и пластмассы; производство бумаги и изделий из бумаги; био-текстиль; изделия из древесины и мебель; и лесное хозяйство. Оборот по этим секторам в 2014 году

Таблица 2. Гипотетический пример: лесная продукция занимает 1% доли рынка в различных секторах

Рынок	Строительство (цемент/бетон)	Пластмасса	Текстиль	Всего
Объем мирового рынка в 2050 году	> 5 000 млн.т	1 124 млн.т	250 млн.т	6 374 млн.т
Предположение о темпах роста	Скоро достигнет пика	4 x к 2050 году	4 x к 2050 году	
Цена* (стоимость за единицу)	80-2 650 €/т	650-1 580 €/т	600-2 300 €/т	
Предложение, основанное на использовании древесины (1%) (Европейские лесные материалы занимают 1% мирового рынка)				
Производство	13.7 млн.т **	11.2 млн.т	2.5 млн.т	27.4 млн.т
Доход	~ 1-36 млрд. €	~ 7-18 млрд. €	~ 1.5-6 млрд. €	~ 10-60 млрд. €
Использование древесины	68 млн.м ³	(на основе отходов, нет первичного использования)	15 млн.м ³	> 83 млн.м ³

Модифицированная таблица из неопубликованной рукописи Nurmekoski et al. (2017), «Рынки новых изделий из древесины», Европейский институт леса.
*На основе таможенной статистики Финляндии; ** Плотность древесины (500 кг/м³) отличается от плотности бетона (1850 кг/м³) – требуется в 3-4 раза меньше древесины (тонн) для замены того же объема (м³) бетона.

составил 700 млрд евро, занятость – 4,3 млн человек.⁵ В 2014 году, только в ЕС оборот производства целлюлозы и бумаги, а также продукции из твердой древесины составил около 300 млрд. евро, а занятость – 1,5 млн. человек (EUROSTAT). На эти две отрасли приходилось 43% оборота и 35% занятости в секторе лесной биоэкономики. Вместе с тем, весьма трудно получить точные показатели совокупно характеризующие виды деятельности и услуг на основе использования лесов, поскольку они, как правило, относятся ко многим другим отраслям и секторам, а не только к лесным.

Чтобы проиллюстрировать потенциальные последствия для рынка новой продукции на основе древесины, мы рассмотрим три примера: **деревянное строительство, а также текстиль и биопластик на основе древесины** (дополнительные примеры см., например, Hetemaki, 2014; Ministry of Economic Affairs and Employment, Finland, 2017). Мы зададимся вопросом, каковы были бы экономические последствия и объемы потребления круглого леса, если бы европейские изделия из древесины заняли **1% мирового рынка** строительства, текстиля и пластмасс, на котором в настоящее время доминируют цемент, синтетические волокна и нефтехимия? Это «1% решение» является явно гипотетическим и также основано на очень приблизительных оценках. Очевидно, что рыночная доля может быть меньше или больше, а цены на единицу продукции в значительной степени зависят от того, к какой стадии цепочки создания стоимости продукта относится цена. Тем не менее, имеет смысл попытаться количественно оценить потенциальное воздействие. Таблица 2 показывает, что это может обеспечить доход для европейской биоэкономики на основе древесины в масштабе **10–60 млрд. евро** (в зависимости от сделанных допущений). Это могло бы составить 3% - 20% от текущего общего оборота лесной промышленности ЕС. Дополнительное промышленное использование круглого леса составит не менее 83 млн. м³, что составит 23% от общего объема промышленного производства круглого леса в ЕС в 2016 году (355 млн м³, данные FAOSTAT).

4.3 Рынок строительства⁶

Строительный сектор ЕС-28 имеет большое экономическое и социальное значение - в 2015 г. его оборот составил 581 млрд евро, а занятость в нем - 3,6 млн. рабочих мест (EUROSTAT). Данные о доле **деревянного**

строительства отсутствуют. Однако, по нашим оценкам (основанным на данных EUROSTAT), его оборот составил 85 миллиардов евро, а занятость – 680 000 человек. Иными словами, на его долю пришлось 15% оборота и 19% занятости всего строительного сектора.⁷

Древесина традиционно использовалась в строительстве зданий для одной семьи: около 8-10% таких зданий в ЕС имеют деревянный каркас. Однако, этот показатель варьируется в зависимости от региона: от более 80% в скандинавских странах до практически незначительного в ряде стран Южной Европы. С появлением в последние годы **композиционных материалов на основе древесины**, древесина все чаще используется в масштабном строительстве, например, многоэтажных жилых домов, офисных зданий, школ, больниц, промышленных и спортивных залов. В частности, этому способствовал переход к производству полуфабрикатов клееного бруса (glulam) и элементов и модулей из кросс-ламинированной древесины (CLT).

Тем не менее, все еще существуют неправильные представления о древесине как о строительном материале, в том числе об опасности возникновения пожара и проблемах с прочностью и долговечностью. Часто эти представления не соответствуют современным стандартам деревянного строительства. Действительно, промышленное деревянное строительство может решить многие проблемы, с которыми сталкивается строительный сектор, включая вопросы эффективности, воздействия на окружающую среду, а также вопросы обеспечения безопасности и условий труда работников. Древесина как материал имеет ряд дополнительных возможных преимуществ, включая точность подгонки, устойчивость к вибрациям (для сейсмоопасных зон) и хорошую изоляцию, а также возможное благотворное влияние открытых деревянных поверхностей на качество воздуха в помещении и здоровье человека (буферизация влажности, мягкая акустика, атмосфера снятия стресса.)

Экономическая конкурентоспособность деревянного домостроения варьируется в зависимости от региона и сегмента рынка. На рынках деревянных каркасных многоэтажных зданий практика строительства на базе деревянных конструкций по-прежнему в среднем на несколько процентов дороже по сравнению с существующими методами. Это все еще отчасти связано с национальными строительными нормами, которые относятся к материалам неравнозначно.

Тем не менее, в будущем можно ожидать, что строительство на базе древесины станет экономически конкурентоспособным благодаря накоплению опыта в ходе

5 Этот оборот равен сумме оборота в 2014 году следующих восьми европейских гигантов: Airbus, Bayer, Deutsche Telecom, Fiat, Nestle, Siemens, Vodafone Group и Volkswagen. В 2014 году они трудоустроили 2,1 миллиона человек. (источник: Financial Times European 500).

6 Этот раздел в значительной степени основан на статье Hurmekoski 2017. How can wood construction reduce environmental degradation? European Forest Institute. https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi_hurmekoski_wood_construction_2017_oct.pdf

7 Эти цифры основаны на предположении, что 70% всей деятельности по производству изделий из древесины (исключая мебель) были связаны с деревянным строительством. По данным EUROSTAT, оборот производства изделий из древесины (кроме мебели) составил 121 млрд. Евро, а занятость 973 000 человек в 28 странах ЕС в 2015 году.



Рис. 6. Строительство студенческой резиденции Brock Commons в Ванкувере (UBC), самого высокого в мире здания из кросс-ламинированной древесины, высотой 53 метра. Во многих странах строительные нормы по-прежнему ограничивают высоту деревянных зданий на основании устаревших норм. Источник фото: <https://www.naturallywood.com/>

осуществления ряда экспериментальных проектов и, в конечном счете, стандартизации современных методов деревянного строительства. Деревянное строительство обладает значительным потенциалом особенно с точки зрения биоэкономики замкнутого цикла. На долю европейского строительного сектора приходится 42% общего потребления энергии, 35% общего объема выбросов парниковых газов, 50% добываемых материалов и 30% потребления воды (Hurmekoski 2017). В научной литературе признаются возможные экологические преимущества замены наиболее распространенных строительных материалов изделиями из древесины (Sathre & Gustavsson 2009). Результаты изучения экологического воздействия деревянного домостроения неизменно свидетельствуют о том, что практика деревянного домостроения создает меньшую экологическую нагрузку по сравнению с установившейся практикой. В частности, деревянное строительство может снизить потребление энергии и выбросы CO₂, связанные с производством строительных изделий, а также способствовать сокращению общего объема использования материалов и, следовательно, количества отходов, а также снижению веса и стоимости транспортировки.

Продукция на основе древесины способствуют смягчению последствий изменения климата благодаря двум основным механизмам: накоплению и замещению углерода. Во-первых, замена древесиной стали, бетона и других продуктов, потребляющих больше энергии при их производстве, позволяет избежать увеличения потребления ископаемого топлива и, как следствие, выбросов CO₂ (**замещение**). Также использование отходов лесопиления для получения биоэнергии улучшает энергетический баланс изделий из древесины. Во-вторых, деревья поглощают CO₂ в лесных насаждениях путем фотосинтеза и сохраняют углерод в продуктах из древесины в течение всего жизненного цикла продукта (**хранение**).

Большая часть выбросов, связанных с эксплуатацией зданий, вызвана процессами их отопления и охлаждения. В то время как выбор строительного материала может не иметь решающего влияния на энергоэффективность зданий, существуют решения на основе использования древесины, например, энергосберегающие реконструкции фасадов. Однако, в условиях ужесточения требований к энергоэффективности и возможного изменения структуры топливного баланса при производстве энергии в будущем, относительная важность

выбросов CO₂ при производстве строительных изделий, вероятно, возрастет.

Строительство является одним из наиболее важных секторов, вызывающих истощение природных ресурсов. Ресурсоемкость строительства означает, что мышление в направлении циклического использования ресурсов становится все более важным для сектора. Если взглянуть с точки зрения 'иерархии отходов', возможно, наиболее очевидным вкладом деревянного строительства является то, что замена бетонного каркаса на деревянный значительно снижает общие материальные затраты, т. е. позволяет избежать большего использования материала из-за того, что вес древесины в 4-5 раз меньше по сравнению с бетоном. Деревянный каркас может снизить общий расход материала на строительство в половину и вес каркаса на 70% (Pasanen et al. 2012). Облегченный структурный каркас также позволяет снизить расход материала на фундамент.

Кроме того, промышленные полуфабрикаты деревянных элементов и модулей обеспечивает эффективное средство для минимизации отходов на строительной площадке. Наиболее значительные потоки отходов, связанные со зданиями, образуются при процессах их реконструкции и вывода из эксплуатации. Рамочная директива ЕС по отходам (2008/98/ЕС) предусматривает, что к 2020 году 70% неопасных отходов строительства и сноса должны быть подготовлены к повторному использованию, рециркуляции или рекуперации в другие материалы. На момент введения директивы уровень переработки строительных отходов в 27 странах ЕС составлял в среднем 63%, а древесины – 30%, при этом существовали значительные различия между странами. Одна треть древесины от сноса зданий используется непосредственно для производства энергии, что с точки зрения иерархии отходов рассматривается как наименее благоприятный вариант. Поиск более эффективных вариантов утилизации древесины от сноса зданий будет сложной задачей, в том числе частично из-за химической пропитки древесины или использования клеев на масляной основе, красок и других смешанных материалов. Одним из важных аспектов в этом отношении будет каскадное использование, что означает продление срока службы материала из древесины в производственном цикле перед сжиганием, например, в следующей последовательности применений: брус > половая доска > оконная рама > ориентированная стружечная плита > древесноволокнистая плита > сжигание (Vis et al. 2016).

Обеспечение древесиной в ЕС основано на принципах **устойчивого лесопользования**. Таким образом, строительство с использованием древесины не связано с проблемой глобального обезлесения, которое в первую очередь обусловлено конкурирующими видами землепользования в развивающихся странах. Деревянное

строительство может послужить стимулом для активного лесопользования с целью сохранения лесов в качестве долгосрочного поглотителя углерода, поскольку большинство доходов лесовладельцев поступает от продажи древесины большого диаметра. Однако влияние наличия сырья на возможное увеличение объемов деревянного строительства может оставаться умеренным. Подсчитано, что даже теоретическая 100% рыночная доля деревянного строительства всех зданий в Европе будет соответствовать максимальному прямому спросу в 400 млн. м³ древесины (Hurmekoski 2017). Это эквивалентно примерно 50% ежегодного прироста лесов ЕС, или на 45 млн. м³ больше, чем общее промышленное производство круглого леса в ЕС в 2016 году. При реалистичных предположениях влияние возросшего объема строительства из древесины на спрос на древесные ресурсы остается относительно небольшим: например, при доле рынка в 20% увеличение спроса на круглую древесину в ЕС может составить около 50 млн. м³.

Производство изделий из древесины также создает древесные отходы и побочные сырьевые материалы, такие как щепа, опилки и кора, которые используются для производства древесных плит, биоэнергии и биохимических веществ, способных заменить ископаемое сырье. Объем этих побочных продуктов в настоящее время превышает в ЕС 100 млн. м³ в год.

Таким образом, на уровне ЕС и государств-членов существует целый ряд стратегий, направленных на повышение устойчивости и эффективности использования ресурсов строительного сектора. Они могут прямо или косвенно способствовать использованию в строительстве менее экологически обременительных материалов, таких, как древесина. Директива ЕС по строительству (Official Journal of the European Union 2011) не учитывает эти потребности. Следовательно, первым шагом должно стать создание равных условий для рынков строительства путем устранения излишнего нормативного и стоимостного бремени на деревянное строительство в национальных строительных нормативах. Поскольку это уже имеет место в некоторых странах, было бы полезно поделиться этим опытом с другими странами.

4.4 Рынок текстиля ⁸

Текстильная отрасль является одной из крупнейших в мире, и спрос на текстильные волокна быстро растет. В 2015 году мировое производство текстильных волокон составило около 90 млн тонн, что более чем вдвое превысило объемы производства 1990 года (CIRFS 2017). На мировых рынках текстильных волокон в 2015 году на

⁸ Этот подраздел в значительной степени основан на Hurmekoski et al. (2017). Markets for new wood-based products, unpublished manuscript. Diversification of the forest sector: Role of new wood-based products. European Forest Institute.

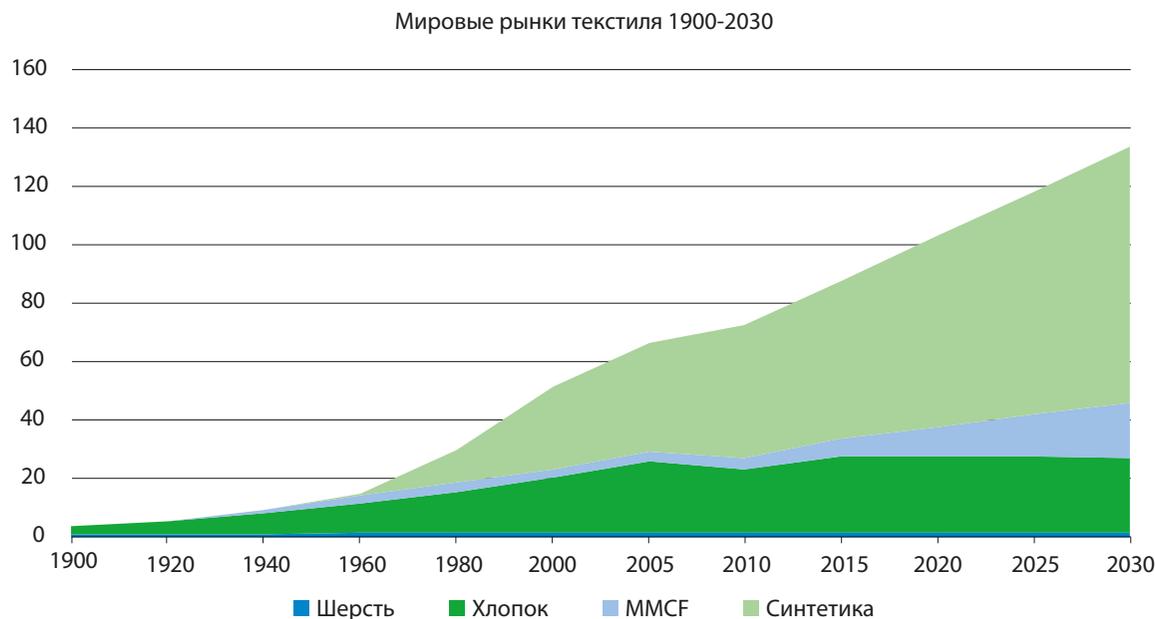


Рис. 7. Эволюция и перспективы мировых рынков текстиля. *Источник: Hämmerle (2011).*

синтетические волокна (в основном на основе полиэстера) приходилось 69%, на хлопок - 23%, а на искусственные целлюлозные волокна (ММCF) - 7% (CIRFS 2017). По прогнозам, в связи с ростом населения и доходов мировой спрос на текстиль к 2030 году вырастет до более чем 130 миллионов тонн (Hammerle 2011), а к 2050 году - до более 250 миллионов тонн (Alkhagen et al. 2015).

Несмотря на глобальные перспективы роста, производство **хлопка**, как ожидается, будет стагнировать из-за ограниченности пахотных земель, которые также все более необходимы для производства продовольствия, и большого объема орошения, необходимого для производства хлопка. По данным WWF, более 20 000 литров воды может потребоваться для производства 1 кг хлопка, что эквивалентно его содержанию в одной футболке и паре джинсов (WWF 1999; см. также Antikainen et al. 2017). На орошение хлопчатника приходится около 3% мирового водопотребления (Hammerle 2011). С другой стороны, существует необходимость поэтапного отказа от **синтетических текстильных волокон на нефтяной основе**. Кроме того, целлюлозные волокна, как правило, более удобны в использовании благодаря лучшим свойствам поглощения влаги, чем синтетические волокна (Hammerle 2011). Эти факторы приводят к высокому спросу на ММCF (Рисунок 7). Учитывая, что последние разработки новых целлюлозных волокон увенчались успехом, темпы роста ММCF могут быть даже выше, чем это показано на рисунке (Alkhagen et al. 2015).

Спрос на целлюлозные волокна (например, на основе использования древесины), вероятно, будет значительно расти в последующие десятилетия. Действительно, уже есть доказательства этого. Сырье для ММCF называется **растворимой целлюлозой**, и его мировое

производство более чем удвоилось за это столетие с 2,9 млн т в 2000 году до 6,3 млн т в 2016 году и достигло 3,5% от общего объема производства древесной целлюлозы (FAOSTAT). Около 75% растворимой целлюлозы используется для производства вискозы, а затем и в текстильной промышленности, остальная часть используется на различных рынках верхнего сегмента. Учитывая, что цена за единицу растворимой целлюлозы близка к 1000 долларов США за тонну, объем рынка в настоящее время составляет около 6 миллиардов долларов США. Из Европы растворимую целлюлозу в основном экспортируют в Китай и Индию, где осуществляется большая часть мирового текстильного производства. В связи с растущим мировым спросом на текстиль, все большее число целлюлозно-бумажных комбинатов может быть превращено в производство растворимой целлюлозы для текстильной промышленности.

На рынке ММCF доминирует вискоза с долей 96% (Vehvilainen 2015). Вискоза была создана в конце 19 века. Кроме некоторых технических свойств (напр., она «морщинит»), она имеет один существенный недостаток, а именно использование в процессе производства токсичного химического вещества (сероуглерода). Все новые технологии основаны на использовании менее опасных растворителей для растворения целлюлозы, как правило, также приводит к улучшению технических характеристик. Однако в последнее время было разработано несколько альтернативных технологий ММCF для уменьшения недостатков современной вискозы. Все новые технологии, кроме одной, основаны на использовании менее опасных растворителей для целлюлозы, что привело к улучшению технических характеристик.

Выводы оценок воздействия производства вискозы, хлопка и полиэстера на окружающую среду в значительной степени зависят от акцентов на различных критериях, которые могут сильно различаться, особенно в исследованиях LCA, проведенных самими предприятиями (Viitala 2016). Shen et al. (2010) утверждают, что все технологии ММСФ (за некоторыми исключениями) имеют лучшие экологические характеристики, чем основные конкурирующие продукты. Водный экологический след ММСФ в 10-20 раз меньше по сравнению с хлопком (Shen et al. 2010). Однако энергетические затраты при производстве хлопка ниже, чем у современных ММСФ (Shen et al. 2010). Оценка энергетических затрат имеет значение, когда продукты сравниваются с точки зрения выбросов CO₂. Таким образом, ММСФ может иметь значительные экологические преимущества. В частности, новые регенеративные волокна на основе древесины (например, IONCELL-F Spinnova), возможно, смогут преодолеть некоторые недостатки современной вискозы и тем самым достичь еще лучших экологических показателей (Judl et al. 2016).

Растущее и более обеспеченное население планеты будет все больше нуждаться в одежде. Текстильные волокна на основе древесной целлюлозы могут служить для этой цели более устойчивым источником сырья, чем синтетические или хлопчатобумажные ткани. Однако по-прежнему существует потребность в развитии НИОКР в области древесных волокон, с тем чтобы сделать их более экологически безопасными за счет отказа от использования опасных химических веществ (Michud et al. 2016). Кроме того, нужно учитывать то, что это будет источник непищевых и непродовольственных товаров и он даже будет способствовать увеличению площади земель, которые могут быть использованы для сельского хозяйства (за счет сокращения потребности в производстве хлопка). Это дает основания для развития производства целлюлозного текстиля на основе древесины. Некоторые новостные источники утверждают, что с помощью технологии Spinnova можно было бы заменить все мировое производство хлопка (25 миллионов тонн в 2014 году) при использовании 60 млн. м³ древесины. По другим оценкам, для замещения 10% мировых рынков хлопка потребуется 10 млн. м³ (Uusipuu 2017).

4.5 Рынок пластмасс⁹

Лесная биомасса уже сегодня, и может быть даже в большей степени в будущем, является сырьем для широкого спектра химических веществ и продуктов. Здесь, мы

фокусируемся только на одной категории применения, а именно на пластмассах. Пластмассы обычно являются органическими полимерами, но могут также содержать и другие вещества. Основная часть пластмасс на рынке является синтетической, обычно получаемой из нефтехимических продуктов, и используется в таких продуктах, как упаковка, ПЭТ-бутылки, лотки, контейнеры и одежда (рис. 8). Однако некоторые из них производятся из несинтетических возобновляемых материалов, таких как гемицеллюлоза и целлюлоза, которые являются наиболее распространенными природными полимерами. По данным Всемирного экономического форума, производство пластмасс за последние 50 лет выросло с 15 млн тонн в 1964 году до 311 млн тонн в 2014 году, а к 2050 году, как ожидается, увеличится в четыре раза до 1,1 миллиарда тонн (World Economic Forum 2016). Из сферы применения всех пластмасс наиболее значимым подсектором является упаковка, на которую приходится 26% общего объема использования пластмасс.

Производство и использование нефтехимических пластмасс связано с серьезными проблемами экологической устойчивости, выбросами CO₂, увеличением количества не поддающихся разложению пластмассовых отходов в экосистемах (например, океанах) и проблемами отходов. Подсчитано, что 32% пластиковой упаковки не попадает в системы сбора и это приводит к значительным экономическим затратам за счет снижения продуктивности жизненно важных природных систем, таких как океаны и озера (World Economic Forum 2016).

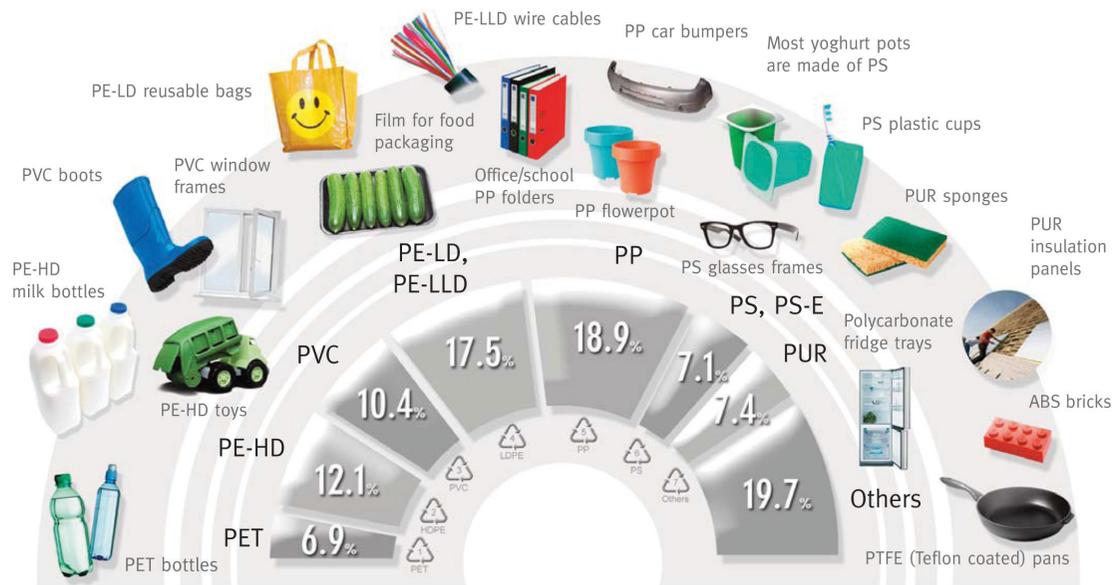
От всего объема потребительских пластмасс, в Европе в 2014 году 29,7% были переработаны, 39,5% сожжены и 30,8% захоронены на свалках (PlasticsEurope 2016). При обычном сценарии развития событий ожидается, что к 2025 году в океане будет содержаться одна тонна пластика на каждую тонну рыбы, а к 2050 году – больше пластика, чем рыбы. По данным Всемирного экономического форума, стоимость экологических экстерналий для пластиковой упаковки плюс стоимость, связанная с выбросами парниковых газов от ее производства, составляет не менее 40 миллиардов долларов в год.

Тройная экологическая проблема с пластмассами (нарушение экосистем, создание свалок, выбросы CO₂) делает их ключевым материалом, альтернативы которому необходимо найти в ближайшее время. Немедленные меры должны привести к значительному увеличению масштабов рециркуляции и повторного использования пластмасс. Вместе с тем, существует также необходимость постепенной замены пластмасс экологически менее вредными материалами. Одним из перспективных решений является использование **биопластика на основе древесины**.

Дизайн биоэкономики замкнутого цикла требует переосмысления всех аспектов цепочки поставок пластмасс с точки зрения полного жизненного цикла (Prieto

⁹ Этот подраздел в значительной степени основан на Hurmekoski et al. (2017). Markets for new wood-based products, unpublished manuscript. Diversification of the forest sector: Role of new wood-based products, European Forest Institute

Different plastics for different needs



European plastics demand* by polymer type 2013
 Source: PlasticsEurope (PEMRG) / Consultic / ECEBD
 * EU-27+NO/CH

16

Рис.8. Европейский спрос на пластмассы по типу полимера. *Источник: PlasticsEurope (PEMRG) / Consultic / ECEBD*

2016). В этом контексте важно признать, что биопластики не обязательно являются биоразлагаемыми, но могут таковыми быть. Биопластики можно разбить на две большие категории: долговечные и биоразлагаемые. Например, Coca-Cola PET PlantBottle является долговечной биопластиковой альтернативой традиционным ПЭТ-бутылкам на основе нефтехимии. Изготовленные из 30% этанола, полученного из растительного сырья, PlantBottle не разлагаются, но их можно перерабатывать, например, в ПЭТ-бутылки. Биоразлагаемые биопластики, такие как PLA (полилактидная кислота), естественным образом разрушаются в окружающей среде или могут компостироваться, в отличие от подавляющего большинства современных пластмасс. Нефтехимические пластики могут разлагаться на более мелкие элементы, но большинство из них не будут разлагаться или поглощаться окружающей средой. Однако в большинстве случаев биоразлагаемые биопластики (например, PLS) разрушаются только в высокотемпературных промышленных компостных установках, а не в обычных бытовых компостных контейнерах.

В соответствии с принципами биоэкономики замкнутого цикла, в большей степени следует сосредоточить внимание на долговечных биопластиках, которые изготовлены из лесной биомассы (или растительных

материалов) и могут быть переработаны для повторного использования. Таким образом, существенные энергетические и материальные затраты могут дольше сохраняться в производственном цикле. Кроме того, может быть более рентабельным создание пластика на основе биосырья, которое вписывается в существующую инфраструктуру, а не создание совершенно новой инфраструктуры компостирования биоразлагаемого пластика с нуля. Тем не менее, возможно, что в конечном итоге оба варианта могут оказаться необходимыми для решения проблем экологической устойчивости при производстве пластмасс. Очевидно, что биопластик может рассматриваться как материал в поддержку движения к устойчивой биоэкономике замкнутого цикла. Однако, учитывая, что биопластик сам по себе не обязательно является экологически устойчивым, скорее всего, политика и нормативные акты будут играть важную роль в его продвижении к оптимальному пути. Например, процессы рециркуляции и повторного использования будут иметь решающее значение одинаково – как для пластмасс на основе нефтехимии, так и для пластмасс на основе биоматериалов, и это не будет происходить без нормативных документов, разработанных в достаточной степени. Политические решения также важны для того, чтобы направить столь разнообразный сектор биопластика на



наиболее оптимальный путь развития с точки зрения экономической и экологической устойчивости.

Какова экономическая конкурентоспособность и рыночный потенциал биопластика? Похоже, что самым легким выходом на рынок будет для таких химикатов на основе биоматериалов, как полиэтилентерефталат (ПЭТ), этилен, пропилен (ПЭ) и ксилол, химически идентичные своим нефтехимическим аналогам, но с компонентом биологического происхождения. За ними следуют новые полимеры, такие как PHA и PLA со значительными темпами роста рынка, начиная с 2014 года и с прогнозами роста до 2020 года (Prieto 2016). Эти химические вещества имеют свойства, которые непосредственно соответствуют типам их применения, и спрос на них может определяться в основном на основе цены и оценки их воздействия на окружающую среду. Сектор биологически активных химических веществ, скорее всего, окажется на грани сильного расширения (De Jong et al. 2012). Анализ рынка показывает потенциальный ежегодный рост в диапазоне 10-30%. Спрос на пластмассы в Европе в 2013 году составил 46 млн тонн, оборот – 320 млрд евро, занятость – более 1,45 млн человек (134 тыс. в производстве пластмасс, остальные – в сфере переработки пластмасс) (PlasticsEurope 2016).

Долговечность пластмасс первоначально рассматривалась как их преимущество; однако именно эта долговечность создала экологические проблемы. Долговечность также является проблемой и для биопластмасс, если смотреть на них с точки зрения экономики замкнутого цикла и обеспечения устойчивости. В этом контексте управление отходами биопластика является одним из важнейших вопросов ближайшего будущего с точки зрения экономики замкнутого цикла (Prieto 2016). Для решения этой проблемы были разработаны комбинированные стратегии биодеградации и биопоиска. В соответствии с этими разработками, управление отходами биопластика должно быть стандартизировано и регламентировано (Prieto 2016).

4.6 Роль услуг

Стратегия биоэкономики ЕС определяет следующие основные проблемы и связанные с этим возможности их решения:

- обеспечение продовольственной безопасности;
- рациональное использование природных ресурсов;
- снижение зависимости от невозобновляемых ресурсов;
- смягчение последствий изменения климата и адаптация к нему;
- создание рабочих мест и поддержание конкурентоспособности в Европе (Wolfslehner et al. 2017).

В результате стратегия в основном затрагивает такие вопросы, как новые биопродукты, биоэнергетика и

использование сырья. Это означает, что анализируется лишь весьма ограниченная часть сектора природных ресурсов, основанного на использовании биомассы. Существует целый ряд *различных видов услуг, которые могут предоставлять природные ресурсы, особенно леса и лесной сектор.*

В литературе по лесной тематике различаются три типа услуг: 1) услуги, *связанные с лесом*, 2) услуги, *связанные с лесным хозяйством*, и 3) услуги, *связанные с промышленностью* (Nayha et al. 2015). Услуги, *связанные с лесами*, – это услуги, которые непосредственно связаны с лесами как таковыми, например, природный туризм и отдых, охота, сбор грибов и ягод, защита почв и водоснабжение и связывание углерода в лесах. Услуги, *связанные с лесным хозяйством*, могут включать консультативные услуги, планирование лесопользования, инвентаризацию лесов, административное управление, управление НИОКР и образование. *Связанные с промышленностью* услуги – это услуги, сопряженные с производством лесной продукции, такие как инновационная продукция, НИОКР и фактические производственные процессы, функции штаб-квартиры, а также логистика и маркетинг процессы, функции штаб-квартиры, а также логистика и маркетинг самой продукции. В этом контексте промышленность относится ко всей промышленной деятельности, связанной с производством лесной продукции; так, помимо лесной промышленности, это включает в себя, например, машиностроение и инжиниринг, энергетика, химическую и пищевую промышленность.

Основными причинами недостаточного внимания к услугам в стратегиях биоэкономики является, вероятно, слабое понимание функций в области экономики, занятости и регулирования природного капитала, которые могут обеспечить услуги на основе использования леса. Они не столь конкретны и очевидны, как традиционная продаваемая на рынках лесная продукция (например, целлюлоза, бумага, пиломатериалы, фанера) или новые продукты (см. примеры выше). Одной из причин этого является отсутствие данных и трудности с количественной оценкой их роли, а также все еще слабое понимание роли природного капитала в поддержке биоэкономики.

Лесная промышленность (производство) и лесное хозяйство (первичное производство) включают несколько видов деятельности, связанной с обеспечением услугами, которые непосредственно не воспринимаются и не измеряются в официальной статистике. Проблемы измерения очевидны и для услуг, связанных непосредственно с лесом. В обрабатывающей промышленности функции услуг часто включаются в производственные процессы, а официальная статистика не раскрывает добавленную стоимость и создание рабочих мест для различных услуг (задач) в цепочке создания стоимости продукта.



Рис. 9. Примеры услуг лесных экосистем. Фото: Eeva Oinonen.

Рыночные товары и услуги, обеспечиваемые лесами, включают, например, древесину, дрова, ягоды и грибы; нерыночные товары и услуги включают, например, защиту воды, защиту почвы, охрану здоровья, защиту биоразнообразия, регулирование климата, туризм, отдых, спортивные мероприятия, духовные услуги, услуги культурного и исторического характера (Wolfslehner et al. 2017).

Обзор Nayha et al. (2015) указывает на необходимость развития знаний, баз данных и измерений услуг, а также постановки задач для более эффективной оценки роли услуг в секторах, связанных с природными ресурсами. Например, было бы важно определить и, по возможности, количественно оценить важность конкретных задач в области услуг в производственно-сбытовых цепочках или экосистемных услугах. Сам по себе феномен и неоднозначность концепции услуг затрудняют привлечение внимания к услугам и их будущему потенциалу в лесном секторе. Во многом из-за нехватки данных и информации, также нет исследований о перспективах услуг в лесном секторе. Однако, учитывая их возрастающее значение с точки зрения экономики/добавленной стоимости и создания рабочих мест, было бы важно иметь возможность оценить их будущее развитие и связать их также с исследованиями лесных товаров и перспектив лесного хозяйства, такими как те,

которые регулярно проводятся ЕЭК ООН-ФАО. (например, UNECE/FAO 2011). Также отсутствует анализ последствий для политики и стратегий развития услуг на глобальном, национальном или корпоративном уровне. Научные исследования и «нарративы» могут помочь сделать эти услуги более заметными и помочь лицам, определяющим политику, признать их, даже если они никогда не появятся на рынке в своем полном масштабе.

Таким образом, лесные услуги должны быть лучше поняты как неотъемлемая часть биоэкономики замкнутого цикла. Необходимо обновить стратегии, бизнес-модели и политику в области биоэкономики, чтобы извлечь выгоду из потенциала создания добавленной стоимости и возможностей трудоустройства, которые могут генерировать услуги в будущем. Подходы качественного систематического форсайт-прогнозирования особенно необходимы, поскольку данных об услугах в секторе лесного хозяйства очень мало, что ограничивает или делает невозможным использование количественных статистических подходов или подходов к моделированию (Nayha et al. 2015). Кроме того, необходимо разработать данные и показатели, с тем чтобы иметь более широкие возможности для количественной оценки и мониторинга роли услуг, а следовательно, и для содействия планированию инвестиций.

Ключевые выводы

- В стратегиях биоэкономики лесной сектор часто остается в тени сельскохозяйственного сектора. Одна из причин этого, вероятно, заключается в том, что лесной сектор рассматривается как имеющий отношение только к самому сектору, а его более широкая межсекторальная значимость и социальный потенциал все еще недостаточно изучены.
- Сегодня лесная продукция используется в основных и растущих секторах, таких как строительство, производство пластмассы и текстиля. В этих секторах в настоящее время преобладают экологически проблемные сырьевые материалы, а продукция из древесины часто является более устойчивой альтернативой для них.
- Современное деревянное строительство (EWP) предоставляет новые инновационные решения в новых областях, таких, как строительство высотных зданий. По сравнению, например, с использованием в строительстве бетона, преимущества деревянного строительства заключаются в следующем: экономия ресурсов, лучший баланс снижения выбросов CO₂, более быстрые и легче контролируемые процессы сборного строительства, а также более легкая переработка и каскадирование.
- Текстильные волокна на основе древесной целлюлозы могут служить более устойчивым источником сырья для текстильных изделий, чем синтетические или хлопчатобумажные ткани.
- Тройная экологическая проблема с пластмассами (нарушение экосистем, создание мусорных свалок, вызывающих выбросы CO₂) делает их ключевым материалом, которому в скором времени должны быть найдены альтернативы. Древесные волокна вызывают все больший интерес; мы только в начале этой растущей тенденции.
- В существующих стратегиях биоэкономики потенциалу услуг уделяется недостаточно внимания. Лесные услуги предлагают разнообразный и растущий экономический потенциал, а также потенциал занятости. В новых стратегиях биоэкономики замкнутого цикла услуги должны занимать равное с продуктами положение.

5. Выводы и рекомендации для формирования политики

Согласованная на глобальном уровне Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года и ее Цели в области устойчивого развития, а также Парижское климатическое соглашение (2015) определяют цели и рамочные условия, которым европейские страны выражают приверженность. Эти цели подразумевают более конкретные подцели, такие как целевые показатели сокращения выбросов CO₂, меры по адаптации к изменению климата, сведение к минимуму использования ископаемых ресурсов, развитие городских и сельских территорий, создание новых рынков и рабочих мест и развитие более устойчивой экономики в самых разных ее измерениях. ЕС и европейские страны установили своеобразные «маяки», которые позволяют им ориентироваться в «гавани», обозначенной этими глобальными соглашениями. Мы утверждаем, что биоэкономика замкнутого цикла будет ключевой стратегией и инструментом для достижения поставленных целей.

Исходя из этого общего контекста, мы формулируем наши выводы и рекомендации для европейской стратегии биоэкономики замкнутого цикла.

Анализ пробелов

Необходимо рассмотреть на более конкретном уровне Стратегию биоэкономики ЕС, которая была опубликована в 2012 году, и соответствующий План действий, а также связанные с ним практические меры. Многие европейские страны также имеют конкретные национальные или региональные стратегии в области биоэкономики. Они демонстрируют определенную неоднородность с точки зрения того, когда они были начаты, какого типа политику и действия они поддерживали и каковы были их конкретные цели. Очевидно, что в последние годы эти стратегии и действия для их внедрения оказали положительное воздействие. С помощью этих стратегий в Европе развивались общие знания о биоэкономике, ее потенциале и продвижении. Но операционная среда и объем и уровень знаний меняются. ЦУР и Парижское соглашение предъявляют новые требования, в то время как научные знания и практический опыт, связанные с биоэкономикой, также продвигаются вперед.

Нам необходимо проанализировать, какие еще компоненты стратегий биоэкономики могут потребоваться связи с этими изменившимися условиями, а также каковы пробелы в текущих операционных стратегиях. В рамках данного доклада нам удалось рассмотреть лишь ограниченное число ключевых вопросов, относящихся, главным образом, к стратегическому уровню. Для поддержки этого направления необходимы дальнейшие дополнительные и более подробные исследования (см., например, Winkel 2017).

Обеспечение устойчивого развития

В стратегиях биоэкономики замкнутого цикла устойчивое развитие не должно восприниматься как нечто само собой разумеющееся, они должны прямо решать вопросы его обеспечения. Уже высказывались опасения по поводу возможных негативных побочных эффектов биоэкономики. Некоторые исследователи и НПО ставят под сомнение ее экологическую устойчивость и выражают озабоченность по поводу того, что она может привести к понижению уровня биоразнообразия в эксплуатируемых лесах ЕС или что биоэнергетика в краткосрочной перспективе может привести к увеличению выбросов CO₂ (EASAC 2017; Fern et al. 2017; Open Letter 2017). Эти мнения понятны и важны для дальнейшего изучения, особенно с учетом проблем обеспечения устойчивости, с которыми мы сталкивались в прошлом.

В научных кругах также существуют неоднозначные взгляды на эти вопросы, очень многое будет зависеть от того, как будет происходить развитие биоэкономики и осуществляться мониторинг ее развития (Nabuurs et al. 2015; Berndes et al. 2016; Wolfslehner et al. 2016; Palahi 2017). Цель должна заключаться в максимизации синергизма и сведении к минимуму компромиссов между развитием биоэкономики, сохранением биоразнообразия и смягчением последствий изменения климата. Биоэкономика замкнутого цикла может помочь поддерживать процессы сохранения биоразнообразия и смягчения последствий изменения климата, а эти процессы, в свою очередь, необходимы для успешного развития биоэкономики.

Обеспечение устойчивого роста

Между экономическим ростом и улучшением состояния природного капитала может возникать эффект синергизма. Как утверждает Helm (2015), «де-рост или нулевой рост имеет два основных недостатка: это не обязательно желательно; и это никогда не произойдет». Следовательно, темпы роста – это не проблема, проблема — это качество роста. Что требует продвижения по пути подлинно устойчивого экономического роста, а не того типа неустойчивого роста, который часто наблюдался в прошлом. Одним из важнейших требований является то, что возобновляемые ресурсы не будут использоваться до такой степени, что они больше не смогут воспроизводить себя, становиться невозобновляемыми.

Существует, конечно, много других требований для экологически устойчивого роста, и в стратегии биоэкономики замкнутого цикла должны учитываться меры, необходимые для их продвижения.

Интеграция природного капитала

Существует также фундаментальная необходимость понять и оценить роль, которую природа и экосистемы играют в биоэкономике замкнутого цикла. Ключевой подход здесь состоит в том, чтобы продвигать *учет природного капитала* и интегрировать его в биоэкономику замкнутого цикла. Природный капитал является необходимым производственным ресурсом наряду с традиционными, то есть капиталом, трудом и технологическим развитием. Учитывать это будет непросто: как интегрировать многие аспекты биоразнообразия в один общий и поддающийся измерению показатель (такой, например, как CO₂), который можно было бы выразить определенным значением стоимости (цены)? Однако было бы полезно уметь определять значение природного капитала в системе экономического учета и статистике (Helm 2015; Sukhdev et al. 2010; ТЕЕВ 2017).

Если это удастся сделать удовлетворительным образом, то, скорее всего, вопросы экологической устойчивости будет легче решать с помощью рыночных и политических механизмов. Такие методы, как «проверка активов природного капитала», уже могут помочь лицам, принимающим решения, понять, как изменения в текущих и будущих показателях активов природного капитала будут влиять на благосостояние людей и биоэкономику замкнутого цикла (UK Natural Capital Asset Tool). Стратегия биоэкономики замкнутого цикла или соответствующий план действий могли бы включать эти элементы.

Установление достаточно высокой цены на углерод

Мы уже можем привести, по крайней мере частично, успешные примеры политики, связанной с биоэкономикой. Например, климатическая политика ЕС (Delbeke & Vis, 2015). Хотя многое еще предстоит сделать, факты свидетельствуют о том, что многое уже достигнуто, например, то, что в ЕС произошел разрыв связи между ростом ВВП и выбросами CO₂. Тем не менее, *надлежащая цена на выбросы CO₂ будет существенным стимулом для развития биоэкономики замкнутого цикла*. В августе 2017 года цена квот на выбросы CO₂ в ЕС (ETS) составляла менее 6 евро за тонну. Меньше, чем цена гамбургера в McDonald's в Брюсселе (8 евро). Ясно, что цена на CO₂ должна значительно возрасти, чтобы начать оказывать существенное влияние на поведение производителей и потребителей. В экономике и истории можно найти много свидетельств того, как цены (налоги) могут привести к огромным изменениям в поведении потребителей и производителей. С этим связана необходимость *прекращения субсидирования производства ископаемого топлива*. Недавно экономисты МВФ подсчитали, что истинные затраты на

субсидии на ископаемое топливо (Coady et al. 2017), понимаемые как включающие в себя не только прямые расходы на субсидии, но и косвенные экологические затраты, такие как глобальное потепление и смертность от загрязнения воздуха, составляют 6,5% мирового ВВП в 2013 году.

В четверку стран, которые вносят наиболее крупный вклад в субсидии ископаемого топлива входят Китай, США, Россия и ЕС (295 млрд долларов США). Ключевой момент заключается в том, что политики и общественность должны знать об истинных издержках субсидий на ископаемые виды топлива, которые возникают в результате установления цен на ископаемые виды топлива ниже их реальных социальных издержек.

ЦУР и Парижское соглашение указывают на то, что государства мира поставили сохранение нашей окружающей среды в качестве приоритетной цели. Сейчас необходимо, чтобы они также делали это на политическом уровне. *Внедрение политики, приводящей к достаточно высокой цене на CO₂ и отмене субсидий на ископаемое топливо, будет одним из важных шагов на пути к достижению ЦУР и целей Парижского соглашения. Поэтому пропаганда этих мер также должна стать ключевой частью стратегии биоэкономики замкнутого цикла*.

Увеличение инвестиций в НИОКР

Для укрепления основ биоэкономики необходимо продолжать прилагать усилия в области научных исследований, разработок и инноваций (НИОКР). Необходимо увеличить финансирование по всей инновационной сети, включая, в частности, фундаментальные и прикладные исследования, образование (соответствующие учебные программы для дисциплин, связанных с биоэкономикой замкнутого цикла), а также пилотные проекты для апробации новых продуктов и услуг. Кроме того, необходимы платформы, соединяющие научные знания с разработкой политики и планов действий. Зачастую узким местом является не отсутствие исследований, а недостаток обобщающих имеющиеся знания и информацию работ, сформулированных в формате, который понятен лицам, принимающим решения, и может использоваться ими для разработки политики. В контексте научных исследований финансирование требуется не только для биотехнологических, инженерных и химических наук, но все в большей степени также для социальных и экологических наук, а также для исследований в области социальной устойчивости и форсайт-прогнозирования.

Фокус на рынках и услугах

Если говорить о развитии рынков биопродукции, основное внимание в стратегиях биоэкономики уделяется

поддержке разработки новых продуктов. В литературе о перспективах и стратегиях лесного сектора поражает тот факт, что из лесной биомассы в принципе можно производить всю ту продукцию, которая сегодня производится из ископаемого сырья. Однако теперь, когда все большее число новых продуктов выходит на рынки или приближается к ним, необходимо усилить определенные акценты.

«Критический вопрос, по-видимому, заключается не в том, что можно сделать из лесной биомассы, а в том, что именно будет произведено, в каком масштабе, где и чем этот процесс будет обуславливаться?» (Hetemäki & Nurmekoski 2016). Однако, помимо продукции, следует лучше понимать роль услуг, продвигать их внедрение. Они станут неотъемлемой частью успешной биоэкономики замкнутого цикла.

Приоритизация целей

Хорошая стратегия имеет в своей основе реалистичную диагностику проблемы, которую эта стратегия хочет решить, и цель, которую она хочет достичь. Ключевой проблемой является неустойчивость нашего нынешнего образа жизни, а цель состоит в том, чтобы содействовать достижению Целей устойчивого развития ООН и целей Парижского соглашения. Кроме того, стратегия должна быть сосредоточена на наиболее важных проблемах и предлагать инструменты для их решения. Она не должна предоставлять собой бесконечный список предложений для достижения инноваций мирового уровня, технологий, умных решений в области экологии, ресурсоэффективности и т.д. или длинный список новых инициатив, платформ, фондов и институциональных реформ. Мало кто может не согласиться с любым из этих пунктов, но именно в этом и заключается проблема: это «обязательства всем и каждому», а не стратегия. Установите ограниченное число приоритетных целей и инструментов для их достижения. Чтобы развернуть стратегию, необходим также план действий. Этот и другие документы, разработанные в его поддержку, могут включать более подробную информацию. Если за созданием стратегии биоэкономики замкнутого цикла стоит правительство, то ключевые министры, включая премьер-министра, должны взять на себя такие обязательства, чтобы она получила приоритетное значение. Необходимо также создать систему для мониторинга прогресса в достижении целей стратегии и обеспечения принципов устойчивого развития.

Основные направления политики биоэкономики замкнутого цикла

Очевидно, что биоэкономика замкнутого цикла и, следовательно, стратегия в этой области связана с политикой

в других областях. Например, с политикой, связанной с природными ресурсами, цифровой информационной политикой, политикой в области инноваций и НИОКР, политикой роста и т.д. Не имеет смысла начинать перечислять все это более подробно, скорее ключевым моментом является то, что биоэкономика замкнутого цикла должна быть тем или иным способом интегрирована и скоординирована с политикой в других областях. Это включает инновационный подход на системном уровне, а не просто улучшение характеристик компонентов этой системы или сектора.

Создание научно обоснованной концепции

Биоэкономике необходимо рассматривать в качестве ключевой стратегии для городских территорий, а не только для сельских, как это традиционно делается. Это также связано с общественным признанием и инклюзивностью биоэкономики. Биоэкономика замкнутого цикла не будет успешной, если городское население не увидит ее важности для себя. Для поддержки вовлечения общества необходима научно обоснованная концепция биоэкономики замкнутого цикла и ее эффективное коммуницирование.

Важность биоэкономики замкнутого цикла (и стратегии для нее) и ее безотлагательность также можно рассматривать через гипотетический вопрос, который, как мы надеемся, нереалистичен. Вопрос в следующем: нужен ли нам очень сильный и жестокий шок, такой как катастрофы, связанные с изменением климата, и значительными потерями природного капитала, прежде чем мы начнем действовать – или же мы будем действовать сейчас? Если мы хотим действовать сейчас, то необходимым, хотя и недостаточным инструментом для действий является продвижение биоэкономики замкнутого цикла. Искусство и ответственность политиков заключаются в том, чтобы «продать» это избирателям таким образом, чтобы обеспечить переизбрание и тем самым обеспечить продолжение выбранного пути в долгосрочной перспективе. Для этого необходимо сформулировать основанный на фактах нарратив биоэкономики замкнутого цикла, имеющий социальную привлекательность в долгосрочной перспективе.

«Никакая даже самая гениальная политика не имеет шансов на успех, если она рождается в умах немногих, но не находит отклик в чьих-либо сердцах».¹⁰

¹⁰ Цитата Генри Киссинджера, бывшего Государственного секретаря США и политолога. В оригинальной цитате Киссинджера речь одно-значно идет о внешней политике, по нашему мнению, ее можно применить ко всем политикам.

Ключевые выводы

- Стратегия биоэкономики замкнутого цикла станет ключевым инструментом, способствующим достижению Целей развития на период до 2030 года и целей Парижского соглашения по климату.
- Биоэкономика замкнутого цикла может помочь поддержать сохранение биоразнообразия и содействовать смягчению последствий изменения климата; биоразнообразию и смягчению климата необходимы для успешной биоэкономики замкнутого цикла.
- Для продвижения биоэкономики замкнутого цикла требуется гораздо более высокая цена за выбросы CO₂, чем ее текущий уровень. В связи с этим существует настоятельная необходимость прекратить субсидировать производство ископаемого топлива. Истинные затраты на субсидии на ископаемое топливо, понимаемые как включающие как прямые затраты на субсидии, так и косвенные экологические издержки, составили почти 300 млрд. долл. США в ЕС в 2013 году (Coady et al. 2017).
- Необходимо увеличить инвестиции в научные исследования, разработки и инновации, с тем чтобы укрепить основы биоэкономики замкнутого цикла.
- Помимо активизации разработки биопродуктов, следует лучше понимать роль услуг и содействовать повышению их значения. Услуги станут неотъемлемой и все более важной частью успешной биоэкономики замкнутого цикла.
- Биоэкономике также необходимо рассматривать в качестве ключевой стратегии для городских территорий, а не только для сельских, как это традиционно делается. Биоэкономика замкнутого цикла не будет успешной, если городское население не увидит ее важности для себя. Для поддержки вовлечения общества необходима научно обоснованная концепция биоэкономики замкнутого цикла и ее эффективное коммуникационное.

Литература

- Alkhagen, M., Samuelsson, Å., Aldaeus, F., Gimåker, M., Östmark, E., Swerin, A. 2015. Roadmap 2015 to 2025. Textile materials from cellulose. RISE – Research Institutes of Sweden.
- Antikainen, R. et al. 2017. Renewal of forest based manufacturing towards a sustainable circular bioeconomy. Reports of the Finnish Environment Institute 13/2017. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/186080>
- Berndes, G., Abt, B., Asikainen, A., Cowie, A., Dale, V., Egnell, G., Lindner, M., Marelli, L., Paré, D., Pingoud, K. and Yeh, S., 2016. Forest biomass, carbon neutrality and climate change mitigation. From Science to Policy 3. European Forest Institute.
- Bioökonomierat – German Bioeconomy Council, 2015a. Bioeconomy Policy. Synopsis and Analysis of Strategies in the G7. A Report from German Bioeconomy Council. *Bioökonomierat*: Berlin, Germany.
- Bioökonomierat – German Bioeconomy Council 2015b. Bioeconomy Policy (Part II). Synopsis of National Strategies around the World. *Bioökonomierat*: Berlin, Germany.
- Bolte, A., Ammer, C., Löf, M., Madsen, P., Nabuurs, G.-J., Schall, P., Spathelf, P. and Rock, J., 2009. Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24, 473–482.
- Brunet-Navarro, P., Jochheim, H., and Muys, B., 2016. The effect of increasing lifespan and recycling rate on carbon storage in wood products from theoretical model to application for the European wood sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 1–13.
- CIRFS, 2017. World Man-Made Fibres Production, European Man-made Fibres Association CIRFS. <http://www.cirfs.org/KeyStatistics/WorldManMadeFibresProduction.aspx>, visited March 8, 2017.
- Coady, D., Parry, I., Sears, L. and Shang, B., 2017. How large are global fossil fuel subsidies? *World Development*, vol. 91, issue C, 11–27.
- Communiqué Global Bioeconomy Summit, 2015, Making Bioeconomy Work for Sustainable Development. http://gbs2015.com/fileadmin/gbs2015/Downloads/Communique_final.pdf
- Costanza, R., Cumberland, J.H., Daly, H., Goodland, R. and Norgaard, R.B., 1997a. An Introduction to Ecological Economics. CRC Press, 288 p.
- Costanza, R., et al., 1997b. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260.
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B.D. and Toppinen, A., 2017. Green, Circular, Bio economy: a comparative analysis of sustainability concepts. *Journal of Cleaner Production* (accepted for publication).
- Davidson, B., 2016. The role of narrative change in influencing policy. <https://onthinktanks.org/articles/the-role-of-narrative-change-in-influencing-policy/>
- De Jong, E., Higson, A., Walsh, P., and Wellisch, M., 2012. Biobased chemicals value added products from biorefineries. IEA Bioenergy, Task42 Biorefinery.
- Delbeke, J. and Vis, P. (eds.), 2015. EU Climate Policy Explained. Routledge.
- De Perthuis, C. and Jouvet, P.-A. (2015). Green Capital: A New Perspective on Growth. Columbia University Press. 288 p.
- EASAC – the European Academies' Science Advisory Council, 2017. Multi-functionality and sustainability in the European Union's forests. EASAC policy report 32, April 2017.
- El-Chichakli, B., von Braun, J., Lang, C., Barben, D. and Philp, J., 2015. Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature*. 14 July 2016, vol 535.
- European Bioeconomy Stakeholders Manifesto, 2016. <https://lumencms.blob.core.windows.net/site/30/Manifest.pdf>
- European Commission, 2002. Life Sciences and Biotechnology: A strategy for Europe; COM (2002)27; European Commission: Brussels, Belgium, 2002.
- European Commission, 2012. Innovating for Sustainable Growth. A Bioeconomy for Europe. European Commission, Brussels, Belgium 2012.
- European Commission, 2016a. EIF and European Commission launch Pan-European Venture Capital Fund(s)-of-Funds programme. http://www.eif.org/what_we_do/equity/news/2016/efsi_pan-european_venture_capital_funds_of_funds.htm
- European Commission, 2016b. Study on the potential of green bond finance for resource-efficient investments. <http://ec.europa.eu/environment/enveco/pdf/potential-green-bond.pdf>
- European Commission, 2017. Public Procurement of Innovative Solutions –webpage, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/public-procurement-innovative-solutions>
- EUROSTAT, 2016. Urban Europe. 2016 Edition. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7596823/KS-01-16-691-EN-N.pdf>

- Grau, R., Kuemmerle, T., and Macchi, L., 2013. Beyond 'land sparing versus land sharing': environmental heterogeneity, globalization and the balance between agricultural production and nature conservation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 477–483.
- Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M.C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N., and Noble, I., 2013. Sustainable development goals for people and planet. *Nature* 495, 305–307.
- Fady, B., Cottrell, J., Ackzell, L., Alía, R., Muys, B., Prada, A., and González-Martínez, S. C., 2016. Forests and global change: what can genetics contribute to the major forest management and policy challenges of the twenty-first century? *Regional Environmental Change*, 16(4), 927–939.
- Fern, Birdlife Europe and Transport & Environment, 2017. What impact has the Renewable Energy Directive had on EU forests? [http://www.fern.org/sites/fern.org/files/briefingLULUCFjune2017%20\(2\).pdf](http://www.fern.org/sites/fern.org/files/briefingLULUCFjune2017%20(2).pdf)
- Hanewinkel, M., Cullmann, D.A., Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.-J., and Zimmermann, N.E., 2013. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change* 3: 203–207. doi: 10.1038/nclimate1687
- Hämmerle, F.M., 2011. The Cellulose gap (the future of cellulose fibers). *Lenzinger Berichte* 89, 12–21.
- Helm, D., 2015. *Natural Capital: Valuing The Planet*. Yale University Press. 296 p.
- Hetemäki, L., 2014 (ed.). *Future of the European Forest-Based Sector: Structural Changes Towards Bioeconomy*. EFI What Science Can Tell Us, No. 6, 108 p.
- Hetemäki, L., 2017. Future of forest industry in bioeconomy. Lecture, Managerial economics and business strategy in forest industry -course, University of Helsinki, 16 February 2017. https://www.researchgate.net/publication/313824231_Future_of_forest_industry_in_bioeconomy
- Hetemäki, L. and Hurmekoski, E., 2016. Forest products markets under change: review and research implications. *Current Forestry Reports*, vol. 2, no. 3; 177–188.
- Hurmekoski, E., 2016. Long-term outlook for wood construction in Europe. Ph.D. Thesis, University of Eastern Finland. <https://dissertationesforestales.fi/article/1994>
- Hurmekoski, E., 2017. How can wood construction reduce environmental degradation? European Forest Institute. European Forest Institute.
- Hurmekoski, Jonsson, Korhonen, Hetemäki and Leskinen, 2017. Diversification of the forest sector: Role of new wood-based products. Unpublished manuscript, European Forest Institute.
- InnProBio, 2017. *Biobased Products and Services in the Circular Economy Fact Sheet No. 4*.
- Joint Research Center (JRC) 2017. <http://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/BIOECONOMICS/index.html#section-top>
- Judl, J., Hildén, M., Antikainen, R., Temmes, A., Kuisma, M. and Peck, P., 2016. The renewal of forest-based industries needs to focus on environmental opportunities and challenges. Tekes Policy Brief 10/2016. <https://www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/kampanjat/innovaatiotutkimus/policybrief-10-2016.pdf>
- Kharas, H., 2017. The unprecedented expansion of the global middle class. An update. *Global Economy & Development*. Working paper 100. February 2017. Brookings Institute.
- Kivimaa, P. and Kern, F., 2016. Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. *Research Policy* 45, 205–217.
- Lefèvre, F., et al., 2014. Considering evolutionary processes in adaptive forestry. *Annals of Forest Science*, 71(7), 723–739.
- Leoussis, J. and Brzezicka, P., 2017. Access-to-finance conditions for Investments in biobased Industries and the Blue Economy. European Investment Bank, Luxembourg, June 2017.
- Liang, J., et al., 2016. Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science*, 354(6309).
- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J., Marchetti, M., 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For. Ecol Manage* 259, 698–709.
- Lovrić, M., and Mavsar, R., 2017. Synthesis on forest bio-economy research and innovation in Europe. Study carried out by European Forest Institute for the SCAR Strategic Working Group on forests and forestry research and innovation. October 2017.
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., and Swift, M. J., 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325), 504–509.
- McCormick K. and N. Kautto, 2013. The Bioeconomy in Europe: An Overview. *Sustainability* 5: 2589–2608.
- Michud, A., Tanttu, M., Asaadi, S., Ma, Y., Netti, E., Kääriäinen, P., Persson, A., Berntsson, A., Hummel, M., and Sixta, H., 2016. Ioncell-F: ionic liquid-based cellulosic textile fibers as an alternative to viscose and Lyocell. *Text. Res. J.* 86, 543–552.

- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Ministry of Economic Affairs and Employment, Finland, 2017. Wood-Based Bioeconomy Solving Global Challenges. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79985/TEM_oppaat_2_2017_Wood_based_Bioeconomy_Solving_Global_challenge_29052017web.pdf
- Muys B., 2013. Sustainable development within planetary boundaries: a functional revision of the definition based on the thermodynamics of complex social-ecological systems. *Challenges in Sustainability* 1 (1), 41–52.
- Nabuurs, G-J., Delacote, P., Ellison, D., Hanewinkel, M., Lindner, M., Nesbit, M., Ollikainen, M. and Savaresi, A., 2015. A new role for forests and the forest sector in the EU post-2020 climate targets. From Science to Policy 2. European Forest Institute.
- Nabuurs, G-J., Delacote, P., Ellison, D., Hanewinkel, M., Hetemäki, L., Lindner, M., and Ollikainen, M., 2017. Mitigation effects of EU forests could nearly double by 2050 through Climate Smart Forestry. (submitted manuscript).
- Näyhä, A. and Pesonen, H.-L., 2013. Strategic Change in the Forest Industry Towards the biorefining business, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 81, No. 1, pp. 259–271.
- Näyhä, A., Pelli, P. and Hetemäki, L., 2015. Services in the forest-based sector – unexplored futures, *Foresight*, Vol.17, Issue 4; 378–398.
- Nordic Council of Ministers, 2017. Nordic Bioeconomy 25 Cases for Sustainable Bioeconomy.
- OECD, 2009. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. Main Findings and Policy Conclusions. OECD, Paris.
- OECD, 2016. Building a sustainable bioeconomy: a framework for policy. DSTI/STP/BNCT(2016)14.
- OECD, 2017. Mobilising Bond Markets for a Low-Carbon Transition, Green Finance and Investment, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264272323-en>
- Official Journal of the European Union, 2011. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0305&from=EN>
- Ollikainen, M., 2014. Forests in Bioeconomy - Smart Green Growth for the Humankind. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 360–366.
- Open Letter, 2017. Scientific basis of EU climate policy on forests. September 25, 2017. https://drive.google.com/file/d/0B9HP_Rf4_eHtQUpyLVIzZE8zQWc/view
- Palahí, M., 2017. Open letter “Forestry combating climate change: an inconvenient truth?” 28 September 2017, European Forest Institute. http://www.efi.int/files/attachments/press_releases/open_letter_from_efi_director_marc_palahi_forestry_combating_climate_change_-_an_inconvenient_truth_28092017.pdf
- Palahí, M. and Hetemäki, L., 2017. Forests and forest-based products, in T. Ronzon et al. (2017). Bioeconomy Report 2016. JRC Scientific and Policy Report. EUR 28468.
- Pasanen, P., Korteniemi, J., and Sipari, A., 2012. Passiivitason asuinkerrostalon elinkaaren hiilijalanjälki. Tapaustutkimus kerrostalon ilmastovaikutuksista. Bionova Consulting, Sitran selvityksiä 63.
- Pedroli, B., et al., 2013. Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? – Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes. *Biomass and Bioenergy*, 55, 73–86.
- Pfau S., J. Hagens, B. Dankbaar and A. Smits, 2014. Visions of Sustainability in Bioeconomy Research. *Sustainability* 6: 1222–1249.
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A., and Green, R. E., 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. *Science*, 333(6047), 1289–1291.
- PlasticsEurope, 2016. Plastics – the Facts 2016. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Brussels, Belgium.
- Priefer C, Jörissen J, and Frör O., 2017. Pathways to Shape Bioeconomy. *Resources* 6: 1–23.
- Prieto, A., 2016. To be, or not to be biodegradable... that is the question for the bio-based plastics. *Microbial Biotechnology*, 9(5): 652–657.
- Ripple, W.J., Wolf, C., Galetti, M., Newsome, T.M., Alamgir, M., Crist, E., Mahmoud, M.I. and Laurance, W.F., 2017. World Scientists’ Warning to Humanity: A Second Notice. *Bioscience*, in press
- Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Schellnhuber, H.J., 2017. A roadmap for rapid decarbonization. *Science*, Volume 355 Issue 6331.
- Rogelj, J., den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., Winkler, H., Schaeffer, R., Sha, F., Riahi, K. & Meinshausen, M., 2016. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature* 534, 631–639 (30 June 2016).
- Ronzon, T. et al., 2017. Bioeconomy Report 2016. European Commission JRC Scientific and Policy Report. EUR 28468.
- Sathre, R., and Gustavsson, L., 2009. A state-of-the-art review of energy and climate effects of wood product substitution, Växjö University, Report No. 57.



- Shen, L., Worrell, E., and Patel, M.K., 2010. Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres. *Resour. Conserv. Recycling* 55, 260-274.
- Staffas L, Gustavsson M and McCormik K., 2013. Strategies and policies for the bioeconomy and biobased economy: an analysis of official national approaches. *Sustainability* 5: 2751-2769.
- Steffen et al., 2015. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* Vol. 347 no. 6223.
- Sukhdev, P. W., Schröter-Schlaack, H., Nesshöver, C., Bishop, C., and Brink, J., 2010. The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB (No. 333.95 E19). UNEP, Geneva, Switzerland.
- Suopajarvi, T., Sirviö, J.A. and Liimatainen, H., 2017. Cationic nanocelluloses in dewatering of municipal activated sludge. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2016.11.021>
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) 2017. <http://www.teebweb.org>
- Temple, S., 2010. Inside the Mobile Revolution. A Political History of GSM. 2nd Edition. Copyright © Stephen Temple 2010. <http://www.gsmhistory.com/wp-content/uploads/2013/01/Inside-a-Mobile-Revolution-Temple-20101.pdf>
- Tilman, D., Hill, J., and Lehman, C., 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. *Science*, 314(5805), 1598-1600.
- UK Natural Capital Asset Tool. <http://neat.ecosystemsknowledge.net/NCAC-tool.html>
- UNECE/FAO 2011. European Forest Sector Outlook Study (EFSOS II), UNECE Timber Committee, FAO European Forestry Commission, 107p.
- UNEP, 2017. Resource Efficiency: Potential and Economic Implications. A report of the International Resource Panel.
- United Nations, 2012. United Nations World Water Development Report 4. UNESCO, UN-Water, WWAP. March 2012.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015. World Population Prospects: The 2015 Revision, World Population 2015 Wallchart. ST/ESA/SER.A/378.
- Uusipuu, 2017. Ympäristöystävällinen vaihtoehto puuvillalle. <http://www.uusipuu.fi/ratkaisu/ymparistoystavallinen-vaihtoehto-puuvillalle>
- Van Der Plas, F. et al., 2016. Jack-of-all-trades effects drive biodiversity–ecosystem multifunctionality relationships in European forests. *Nature communications*, 7, 11109.
- Van Meerbeek, K., Ottoy, S., Andrés García, M., Muys, B., and Hermy, M., 2016. The bioenergy potential of Natura 2000—a synergy between climate change mitigation and biodiversity protection. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(9), 473-478.
- Vehviläinen, M., 2015. Wet-spinning of cellulosic fibres from water-based solution prepared from enzymetreated pulp, Tampere University of Technology, Publication; Vol. 1312.
- Viitala, E.-J., 2016. Liukosellun lupaus. *Metsätieteen aikakauskirja*, 3-4/2016. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ffi6/ffi63181.pdf>
- Vis M., U. Mantau, B. Allen (eds.), 2016. Study on the optimised cascading use of wood. No 394/PP/ENT/RCH/14/7689. Final report. Brussels 2016. 337 pages
- Winkel, G. (ed.), 2017. Towards a sustainable European forest based bioeconomy – assessment and the way forward. What Science Can Tell Us, no. 8, European Forest Institute.
- Wolfslehner, B., Linser, S., Pülzl, H., Bastrup-Birk, A., Camia, A. and Marchetti, M., 2016. Forest bioeconomy – a new scope for sustainability indicators. From Science to Policy 4. European Forest Institute.
- Wolfslehner, B., Prokofieva, I. and Mavsar, E. (eds., 2017 *forthcoming*). Non-Wood Forest Products in Europe: Seeing the forest around the trees. EFI What Science Can Tell Us, No. 9.
- World Bank: <http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
- World Economic Forum, 2016. The New Plastics Economy. Rethinking the future of plastics. January 2016.
- WWF, 1999. The Impact of Cotton on Fresh Water Resources and Ecosystems. https://www.google.fi/search?q=The+Impact+of+Cotton+on+Freshwater+Resources+and+Ecosystems&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=KcGNWcnnN_Lk8AfUgJzoDg

Мы живем в эпоху ускоряющихся изменений и беспрецедентных глобальных проблем: энергетическая безопасность, дефицит природных ресурсов, утрата биоразнообразия, зависимость от ископаемых ресурсов и изменение климата. Эти проблемы требуют новых решений, но, вместе с тем, открывают и новые возможности. Межотраслевой характер лесов и лесного сектора обеспечивает прочную основу для решения этих взаимосвязанных социальных проблем, одновременно поддерживая развитие европейской биоэкономики замкнутого цикла. Европейский институт леса (ЕИЛ) – это независимая международная организация, предоставляющая современные знания и информацию в области лесной науки, которые могут использоваться для разработки более обоснованных практических решений. ЕИЛ оказывает поддержку лицам, принимающим решения, а также формирующим политику органам и учреждениям, обобщая трансграничные научные знания и опыт с целью укрепления диалога между наукой и политикой.

Эта работа и публикация финансировались многосторонним донорским целевым фондом ЕИЛ при поддержке правительств Австрии, Германии, Ирландии, Испании, Италии, Норвегии, Финляндии, Франции, Чешской Республики и Швеции.



EUROPEAN FOREST
INSTITUTE

www.efi.int