

# Цифровая информационная среда лесозаготовок: современное состояние, потребности управления биоэкономикой и ключевые задачи создания

Уляшева Лариса Геннадьевна

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-1106-3758>

E-mail: [ulyasheva@iespn.komisc.ru](mailto:ulyasheva@iespn.komisc.ru)

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Уляшева Л. Г.

Цифровая информационная среда лесозаготовок: современное состояние, потребности управления биоэкономикой и ключевые задачи создания //

Исследование проблем экономики и финансов. 2024. № 4. Ст. 6.

<https://doi.org/10.31279/2782-6414-2024-4-6>

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**ПОСТУПИЛА:** 02.09.2024

**ПРИНЯТА:** 18.11.2024

**ОПУБЛИКОВАНА:** 30.12.2024

**COPYRIGHT:** © 2024 Уляшева Л. Г.

## АННОТАЦИЯ

**ВВЕДЕНИЕ.** Современный тренд по созданию глобального биоэкономического уклада, вызванный необходимостью преодоления накопившихся экологических, экономических и социальных проблем, обуславливает требование интеграции на стадии лесозаготовок сведений о древесных лесных ресурсах в общую учетно-отчетную картину хозяйственной деятельности, формируемую в цифровом пространстве для эффективного управления на всех уровнях.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Выявление направлений цифровизации и цифровой трансформации лесозаготовительной деятельности как базовой (ресурсной) части лесной биоэкономки, выступающей опорой в построении всей системы биоэкономки, перспективных для создания прозрачных данных о процессе и результатах использования и восстановления древесных биологических ресурсов леса.

**МЕТОДЫ.** Достижению системного и комплексного результата в проведенной работе при исследовании как биоэкономических особенностей, так и возможностей цифровых изменений в лесозаготовках в формате дубль-процесса потребовалось применение методов логического анализа, обобщения, систематизации, структурирования и сопоставления.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Логика полученных выводов указывает, что для повышения эффективности управления лесозаготовительной деятельностью как частью лесной биоэкономки, непосредственно взаимодействующей с биологическими древесными ресурсами, требующими эффективного управления на принципах устойчивости, целесообразна одновременная работа по созданию цифровых решений по типу ERP-системы (уровень организации), цифровой платформы (уровень лесного сектора экономики) и сквозной информационной системы для государства и бизнеса.

**ВЫВОДЫ.** Реализация предложенных направлений позволит создать прозрачную и контролируемую цифровую среду лесозаготовительной сферы биоэкономической деятельности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** лесная биоэкономика, биологические ресурсы, цифровая экономика, цифровизация лесозаготовок, ERP-система, IT-продукт, устойчивое лесопроизводство



# Digital Information Environment of Logging: Current State, Needs of Bioeconomic Management and Creation Key Tasks

Larisa G. Ulyasheva

Institute of Socio-Economic and Energy Problems  
of the North Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Syktyvkar, Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-1106-3758>  
E-mail: [ulyasheva@iespn.komisc.ru](mailto:ulyasheva@iespn.komisc.ru)

## TO CITE:

Ulyasheva L. G.  
Digital Information Environment of Logging:  
Current State, Needs of Bioeconomic  
Management and Creation Key Tasks //  
Research in Economic and Financial  
Problems. 2024. № 4. Art. 6.  
<https://doi.org/10.31279/2782-6414-2024-4-6>

## DECLARATION OF COMPETING

**INTEREST:** none declared.

**RECEIVED:** 02.09.2024

**ACCEPTED:** 18.11.2024

**PUBLISHED:** 30.12.2024

**COPYRIGHT:** © 2024 Ulyasheva L. G.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The modern trend towards creating a global bioeconomic system caused by the need to overcome accumulated environmental, economic and social problems determines the requirement for integrating information on forest wood resources at the logging stage into the overall accounting and reporting picture of economic activity formed in the digital space for effective management at all levels.

**PURPOSE OF THE STUDY.** The purpose of the study is to identify areas of digitalization and digital transformation of logging activities as a basic (resource) part of the forest bioeconomy, which serves as a support in building the entire bioeconomy system, promising for creating transparent data on the process and results of using and restoring forest wood biological resources.

**METHODS.** Achieving a systemic and comprehensive result in the work carried out in the study of both bioeconomic features and the possibilities of digital changes in logging in the double-process format required the use of methods of logical analysis, generalization, systematization, structuring and comparison.

**RESULTS.** The logic of the findings indicates that in order to improve the efficiency of logging management as part of the forest bioeconomy, directly interacting with biological wood resources that require effective management based on sustainability principles, it is advisable to simultaneously work on creating digital solutions such as an ERP system (organization level), a digital platform (forest sector level) and an end-to-end information system for the state and business.

**CONCLUSIONS.** The implementation of the proposed areas will create a transparent and controlled digital environment for the logging sector of bioeconomic activity.

**KEY WORDS:** forest bioeconomy, biological resources, digital economy, digitalization of logging, ERP system, IT product, sustainable forest management



## ВВЕДЕНИЕ

Лесной сектор российской экономики, априори являясь частью биоэкономики в силу вовлечения в производственную деятельность биологических ресурсов на стадии лесозаготовок, переживает в настоящее время сложный период своего развития. Происходит адаптация к стремительному развитию цифровых технологий, нарабатывается опыт применения IT-новшеств на всех этапах производственного процесса и предпринимаются попытки выстраивания качественной «цифровой» информационной системы о процессе и результатах лесопользования в условиях усиления конкуренции на фоне множества действующих ограничений и ужесточения экологических требований. Формирование цифровой экономики в Российской Федерации выбрано в качестве цели и национального приоритета, а базой для построения цифрового варианта межсубъектных экономических отношений признаны цифровизация и цифровая трансформация.

По утверждению К. Е. Экова, цифровизация лесной отрасли способна повысить эффективность и государственного управления, и рыночных механизмов [1]. Однако исследователи отмечают, что компании лесного сектора экономики не имеют возможностей, необходимых для самостоятельной разработки и внедрения новых технологий [2], что низкий уровень цифровизации процессов в лесной отрасли является проблемой, сдерживающей ее комплексное развитие [3].

Со стороны государства в рамках действующей Стратегии развития лесного комплекса<sup>1</sup> реализуется масштабный проект в виде цифровой платформы – Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК), предполагающей оцифровку данных по лесным ресурсам и цифровую трансформацию отношений между субъектами лесной сферы хозяйствования. Однако повышения наглядности, усиления контролируемости и увеличения скорости обработки информации недостаточно для полноценного ответа на современные вызовы по созданию биоэкономического уклада с обязательной интеграцией сведений о природном капитале в общую картину хозяйственной деятельности. Важность леса как общегосударственной ценности для бизнеса и общества с биологической и промышленной позиций требуют смены мировоззренческих приоритетов и подходов к хозяйствованию. Необходимость соблюдения принципов устойчивого развития и создания быстро доступного взаимосвязанного и содержательно неделимого информационного массива о процессе

и результатах изъятия, использования и восстановления древесных лесных ресурсов, выступающих фундаментом лесной биоэкономики, усиливают обусловленность поиска перспективных вариантов «цифрового включения» данного ресурса в учетно-отчетное пространство на всех уровнях управления. Лесная промышленность начинает взаимодействие с биологическими ресурсами на добывающей стадии, соприкасаясь с лесным хозяйством, следовательно, особой актуальностью обладает выявление перспективных направлений цифровизации лесозаготовок как важнейшей части биоресурсной экономики. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить современное содержание, состояние и перспективы развития биоэкономики как ключевого тренда в достижении экономического роста при соблюдении принципов устойчивости;
- определить особенности и потребности управления процессом лесозаготовления с позиций его функционирования как части лесной биоэкономики;
- дать характеристику и обозначить направления совершенствования цифровых технологий в лесозаготовительной практике.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор материалов для проведения исследования осуществлялся из открытых источников данных:

- общая и отраслевая нормативная база (указы, распоряжения, программы) извлекалась из справочно-правовых систем, в частности ГАРАНТ;
- профессиональные суждения и концептуальные положения изучались на основе российского и зарубежного информационного контента, присутствующего на специализированных сайтах и других электронных ресурсах;
- результирующие мнения, предложения, разработки и рекомендации исследователей, касающиеся биоэкономики в целом, роли лесной биоэкономики в ее составе, в том числе по лесозаготовкам, а также курса на цифровизацию лесного сектора экономики, устанавливались и прорабатывались по научным публикациям, представленным в электронных библиотеках (E-Library, КиберЛенинка и др.)

Для оценки современного содержания, состояния и перспектив развития биоэкономики потребовалось проведение логического анализа, обобщения и систематизации собранного материала. С дополнительным

<sup>1</sup> Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 11 февраля 2021 года №312-п [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400235155/> (дата обращения: 18.09.2024).

применением метода структурирования к уже обозначенным методам, примененным для решения первой задачи, удалось обозначить специфику заготовки леса, определяющую запросы менеджеров в рамках требований биоэкономики. Обзор используемых цифровых технологий в лесозаготовительной практике и сопоставление собранного материала позволили вынести суждение о дальнейших перспективах внедрения цифровых возможностей в лесозаготовках и тем самым решить третью поставленную задачу. Принцип сопряжения, примененный ко всем полученным результатам в комплексе, содействовал формированию заключительных общих выводов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Биоресурсная экономика: содержание, состояние и перспективы развития

Биоэкономикой, согласно подходам западно-европейских специалистов, следует признавать экономику, в которой для производства продовольствия, биоматериалов, биоэнергии и биопродуктов используются возобновляемые биологические ресурсы суши и моря<sup>2</sup>. Это снижает зависимость человечества от ископаемых природных ресурсов. ФГУ «ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН» определяет биоэкономикку как экономику, в которой биотехнологии обеспечивают значительную часть материального производства. Данное определение указывает на то, что важным аспектом является понимание механизмов и процессов на генетическом, молекулярном и геномном уровнях, и это понимание применяется для создания или совершенствования промышленных процессов, разработки новых продуктов и услуг, производства новой энергии. Деловое сообщество определяет биоэкономикку как деятельность, направленную на использование комплекса биологических ресурсов без ущерба экосистемам с учетом их восполнения и сроков полного возобновления<sup>3</sup>. По этому определению можно констатировать направ-

ленность управленческих действий на предотвращение утраты биоразнообразия и обязательность соблюдения принципов устойчивости.

Резюмируя подходы к трактовке биоэкономики и основываясь на традиционном определении экономики как хозяйственной деятельности по непрерывному воспроизводству благ, обеспечивающих жизнедеятельность людей, а также совокупности общественных отношений, которые складываются в системе производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг, сектор биоэкономики можно охарактеризовать следующим образом:

- это хозяйственная деятельность, основанная на биотехнологиях и использующая для непрерывного воспроизводства благ возобновляемые биологические ресурсы;
- вся совокупность общественных отношений, складывающихся в системе производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг подчинена принципам устойчивости.

Биоэкономический тренд с принципиальной основой в экологичности и энергетической эффективности перспективного экономического роста выступает доминантой выбранного вектора развития в мировом масштабе. Об этом свидетельствует разработка ОЭСР специального проекта по развитию биоэкономики – «Биоэкономика до 2030 года»<sup>4</sup>. Помимо действия указанного документа, на официальном сайте Европейского союза можно ознакомиться с публикациями отчетов и результатов различных исследований, отражающих состояние дел и развитие различных отраслей<sup>5</sup> в соответствии со стратегией ЕС «Устойчивая биоэкономика для Европы: усиливая связи между экономикой, обществом и окружающей средой».

Более 60 стран и регионов имеют стратегии, связанные с биоэкономикой или биологическими науками, из которых 20 опубликовали специальные стратегии биоэкономики в Африке, Азии, Европе, Океании и Америке<sup>6</sup>.

В РФ согласно Указу Президента также предпринимаются меры по повышению энергетической и экологи-

<sup>2</sup> Innovating for sustainable growth – A bioeconomy for Europe. European Commission: Directorate-General for Research and Innovation. Publications Office, 2012. Access mode: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/6462>

<sup>3</sup> Наше биоэкономическое будущее [Электронный ресурс]. URL: <https://www.if24.ru/nashe-bioekonomicheskoe-budushhee/?ysclid=lx8kimtjt436994569>

<sup>4</sup> The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>

<sup>5</sup> Издательское бюро Европейского Союза [Электронный ресурс]. URL: [https://op.europa.eu/en/search-results?p\\_p\\_id=eu\\_europa\\_publications\\_portlet\\_search\\_executor\\_SearchExecutorPortlet\\_INSTANCE\\_q8EzsBteHybf&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&language=en&startRow=1&resultsPerPage=10&SEARCH\\_TYPE=SIMILAR\\_DOCUMENTS&ORIGINAL\\_DOCUMENT\\_ID=6bd0d1f7-1ef6-11ef-a251-01aa75ed71a1.0002](https://op.europa.eu/en/search-results?p_p_id=eu_europa_publications_portlet_search_executor_SearchExecutorPortlet_INSTANCE_q8EzsBteHybf&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&language=en&startRow=1&resultsPerPage=10&SEARCH_TYPE=SIMILAR_DOCUMENTS&ORIGINAL_DOCUMENT_ID=6bd0d1f7-1ef6-11ef-a251-01aa75ed71a1.0002)

<sup>6</sup> The Food and Agriculture Organization (FAO) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/home/ru>

ческой эффективности российской экономики <sup>7</sup>. Проводятся конгрессы <sup>8</sup> и разрабатываются концепции развития биоэкономике <sup>9</sup>, в которых отмечаются следующие особенности:

- роль государства в регулировании и поддержке нового экономического уклада;
- фрагментарность существующего организационного ландшафта биоэкономике;
- незаконченность в актуализации разработанных документов по развитию биотехнологий;
- проблемы с кадровым обеспечением;
- предостережение от слепого копирования западных образцов и наработок.

Для РФ крайне важно продумать и внедрить собственную систему построения всех элементов биоэкономике, основанную на хозяйственных условиях, реально действующих в национальной экономике, но сочетаемую и стыкуемую с передовыми иностранными идеями и технологиями.

Как вид деятельности биоэкономике базируется на новых научных подходах и росте биотехнологических знаний, внедренных в промышленное производство [4]. На этом фоне весьма актуально создание ФГУ «ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН» в 2012 г. и функционирование по настоящее время как инструмента осуществления научно-технической и инновационной политики в области биотехнологий отраслевой экспертной площадки «БиоТех2030», объединившей в своём составе порядка 100 организаций, работающих в сфере биотехнологий. В их число входят опорные вузы страны, ведущие научные структуры, профильные ассоциации и коммерческие экономические субъекты. Как и в аналогичных зарубежных структурах (ETP Forestry, EuropaBio и др.), на данной технологической платформе происходит обмен опытом, результатами исследований, новостями, устанавливаются взаимовыгодные связи и предлагаются меры кадрового развития в целях создания в Российской Федерации современной биоиндустрии, обеспечивающей вклад в ВВП, сопоставимый с ведущими экономиками мира. Здесь же обобщены основные документы, регламентирующие развитие биотехнологий в России.

В этот же временной промежуток были также созданы и другие технологические платформы, связанные с биотехнологиями: «Медицина будущего» и «Биоэнергетика». Таким образом, начиная примерно с 2010 г. были заложены основы институтов и инфраструктуры для нового этапа развития биотехнологий в России [5].

В официально разработанной, но не актуализированной на дальнейшее продолжение программе «БИО–2020» <sup>10</sup>, указано следующее:

- поставлена цель – создание глобально конкурентоспособного сектора биоэкономике, который наряду с nanoиндустрией и информационными технологиями должен сформировать основу модернизации и построения нового экономического уклада;
- заявлен в качестве основы биоиндустрии биоресурсный потенциал Российской Федерации, а его сохранение является одной из приоритетных задач;
- обозначена задача совершенствования правовой, экономической, информационной и организационной базы для развития биотехнологии;
- решено осуществлять преодоление актуальных социально-экономических, энергетических, экологических и других проблем страны методами и средствами биотехнологии.

Представленная информация указывает, что для РФ в сравнении с мировой ситуацией понятие биоэкономике является относительно новым, воспринимается секторально и в основном связывается с развитием биотехнологий.

На автоматическую пролонгацию положений разработанной программы до 2030 года указывает установленный ориентир на достижение российской биоэкономике объема своего вклада в ВВП в размере 3 %.

Сорок вторая сессия Конференции ФАО утвердила следующее определение: «Биоэкономике – это производство, использование, сохранение и восстановление биологических ресурсов, включая соответствующие знания, научные дисциплины, технологии и инновации, обеспечивающие устойчивые решения (информацию, продукты, процессы и услуги) в рамках всех секторов экономики и между ними и содействующие переходу к устойчивой экономике». Кроме того, Конференция

<sup>7</sup> О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики : указ Президента РФ от 4 июня 2008 г. № 889. URL: <https://base.garant.ru/193388/>

<sup>8</sup> Биоэкономике России – 2030: современные биотехнологии как междисциплинарный тренд в экономике будущего // II Конгресс молодых ученых. URL: <https://roscongress.org/sessions/kmu-2022-bioekonomika-rossii-2030-sovremennye-biotekhnologii-kak-mezhdistsiplinarnyy-trend-v-ekonomike-budushch/translation/?ysclid=lxsr13cd1y564921105>

<sup>9</sup> Попов В. Концепция биоэкономике в России. URL: <https://rbf-ras.ru/wp-content/uploads/2021/10/Vladimir-Popov.pdf>

<sup>10</sup> Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года // Распоряжение Правительства РФ от 24 апреля 2012 г. № 1853п-П8. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_130043/4648d34acdaafa6ffa87cf02646519334a846d95/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130043/4648d34acdaafa6ffa87cf02646519334a846d95/)

уточнила, что термин должен использоваться без добавления слов «замкнутого цикла»<sup>11</sup>. Можно заключить, что в мировом масштабе картина по представлениям о биоэкономике становится более широкой. Биоэкономика предполагает использование биологических ресурсов и замену во всех секторах экономики ресурсов, в основе которых лежит ископаемое топливо, ресурсами (товарами, процессами, услугами) биологической природы. Это экономика, опирающаяся на достижения науки и техники и использующая знания в области биотехнологий, она сопровождается преобразованиями не только экономического и технического, но и социального характера.

Комитет по лесному хозяйству ФАО отмечает, что единого всеобщего согласованного определения, что представляет собой биоэкономика, не существует, на практике оно всегда зависит от сложившегося контекста. Однако общий для большинства стратегий элемент – это способность биоэкономики создавать дополнительную добавленную стоимость за счет более эффективного использования доступных ресурсов и обращения к ресурсам, которые ранее не использовались: отходы, побочные продукты и т. п.

Однако в глобальном биоэкономическом ландшафте выявлен ряд важных проблем:

- несогласованность политических мер, направленных на развитие биоэкономики, с национальными стратегиями развития;
- ограниченность количества данных и аналитических материалов, связанных с биоэкономикой;
- недостаточность реализации инновационных идей.

Утверждается, что для расширения сотрудничества между странами и сотрудничества на глобальном, национальном и местном уровнях необходимо сформировать на всех трех уровнях соответствующие партнерские механизмы.

Проведенное обобщение, логический анализ и систематизация собранного материала по содержанию и состоянию развития биоресурсной экономики позволяют утверждать следующее:

- основными принципиально обязательными компонентами биоэкономики, направленной на максимальное увеличение добавленной стоимости, являются многократная вовлеченность в хозяйственные процессы возобновляемых биологических ресурсов, применение биотехнологий и соблюдение принципов устойчивости;

- разрастающаяся значимость биоэкономического подхода к ведению экономической деятельности позволяет масштабировать накопленный опыт и преодолевать рамки секторальности развития, двигаясь к всеобъемлющей циркулярной биоэкономике;
- прорывное развитие в построении биоэкономики с целью преодоления накопленных проблем может быть обеспечено объединением усилий науки, государства и бизнеса на глобальном, национальном и местном уровнях на основе всеобщей экологизации мышления, слияния цифровых и биологических технологий, а также формирования надежного информационного контента, способствующего точной оценке результатов взаимодействия человека с природой.

## Лесозаготовка как часть лесной биоэкономики

В устойчивой и циркулярной биоэкономике лесам отводится особое место, поскольку они обладают следующими свойствами:

- служат источником разнообразных и обильных экосистемных услуг;
- могут восстанавливаться и содействовать повышению жизнестойкости и обеспечению средств к существованию в условиях меняющегося климата и мира<sup>12</sup>.

Кроме того, лесной сектор участвует в биологическом и в техническом циклах циркулярной экономики, поэтому построение лесной биоэкономики призвано сыграть важную роль в переходе к устойчивой и циркулярной биоэкономике. Данный момент отмечается как в международном масштабе, так и российскими учеными.

При рассмотрении в июне 2024 г. вклада лесного хозяйства в мировую биоэкономику COFO FАО делает акцент на важности глубокой интеграции в широкую картину биоэкономики ее принципов с опорой именно на лесной сектор, поскольку биоэкономика с основой в лесном секторе обладает мощным потенциалом в плане достижения устойчивости. Однако при этом отмечается, что необходимо преодолеть проблему неполноты актуальной информации о развитии лесной промышленности и производственно-сбытовых цепочках лесного сектора, в том числе с помощью совершенствования формируемой отчетности и консолидации накопленного опыта. В совместном документе ECE и FАО «Концепции цирку-

<sup>11</sup> Расширение вклада лесного хозяйства в биоэкономику – возможности и проблемы. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/df766cb4-d822-4e2c-b1b0-5eb88f0a7007/content>

<sup>12</sup> Концепции циркулярной биоэкономики в лесопромышленном комплексе – основные выводы. URL: [https://unece.org/sites/default/files/2023-10/ECE\\_TIM\\_2023\\_8R.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2023-10/ECE_TIM_2023_8R.pdf)

лярной биоэкономики в лесопромышленном комплексе – основные выводы» четко обозначен курс на устойчивость и циркулярность использования биологических ресурсов как основу формируемой биоэкономики.

Н. В. Лукина и коллектив соавторов, В. И. Пронин и Ю. В. Забайкин [6] признают развитие лесного направления российской биоэкономики ключевым аспектом. При этом, на наш взгляд, именно здесь жизненно важно соблюдение принципов устойчивости, необходимых в качестве базы построения биоэкономики как новой формы хозяйствования, альтернативной по сравнению с ее традиционным ресурсным типом, основанным на простом и неограниченном использовании биологических ресурсов и нерациональном природопользовании.

Белорусские исследователи отмечают, что особым контекстом лесной биоэкономики выступает оценка использования биоресурсов, маркетинга взаимоотношений и потенциала для экономической безопасности биофизических моделей развития (что связывается с техногенным воздействием на почвенно-земельные ресурсы и окружающую среду), стоимостного измерения полезности лесов, возникновение новых эколого-ориентированных типов социального устройства территорий [7].

Объем понятия «лесная биоэкономика замкнутого цикла», или «лесная циклическая биоэкономика», совпадает с объемом понятия «зеленая экономика» в ее экологическом сегменте и включает следующие три составляющие ресурсной части:

- сохранение/поддержание и восстановление биоразнообразия – провайдера экосистемных услуг;
- мультифункциональное, климатически оптимизированное лесное хозяйство, включающее управление всеми экосистемными услугами лесов с сохранением и восстановлением баланса между ними;
- замещение углеродоемких продуктов, изготовленных из невозобновляемого ископаемого сырья, и развитие лесной биоиндустрии: деревянное домостроение, разнообразная продукция из древесины, порубочных остатков, отходов, целлюлозы, биопластики, «умная» упаковка из бумаги, замена хлопковых волокон на древесные, новые энергетические и другие решения [8].

Леса России являются возобновляемым природным ресурсом и отличаются значительным природным разнообразием <sup>13</sup>. Древесные ресурсы леса, выступая сы-

рьевой основой лесной промышленности, обладают огромным экологическим потенциалом и поступают из природы в дальнейшую переработку в результате осуществления лесозаготовительной деятельности, которая в обязательном порядке сопряжена с охраной, защитой и восстановлением лесных насаждений.

В «БИО-2020» указано, что биотехнологии в мировом лесном секторе используются в следующих сферах:

- практике защиты лесов;
- создании новых форм древесных растений с заданными признаками;
- производстве посадочного материала;
- оценке качества семенного материала;
- мониторинге фитосанитарного состояния питомников и лесных насаждений;
- глубокой переработке древесины;
- утилизации отходов;
- домостроении.

Указанный перечень позволяет утверждать, что такой элемент биоэкономики, как биотехнологии актуален в лесозаготовках только на стадии лесовосстановления, осуществления природоохранных мероприятий и вовлечения в обращение/переработку неликвидных остатков древесины и древесных отходов. Очистка делян от порубочных остатков после заготовки древесины – это важное лесохозяйственное мероприятие, предусмотренное Правилами заготовки древесины и имеющее прямую связь с санитарными работами в целях сохранения лесных экосистем <sup>14</sup>. Восстановление лесов для компенсации ущерба, нанесенного вырубками, – обязательная часть работ для арендаторов лесных участков, установленная действующим Лесным кодексом РФ. Сам процесс лесозаготовок не подвержен совершенствованию с помощью биотехнологий. Однако дальнейшее развитие техники и технологии на инновационной основе может способствовать существенному повышению лесоресурсного потенциала и сохранению экосистемных услуг лесов.

В настоящее время вклад лесного сектора в российскую экономику значительно ниже расчетного потенциала. Для увеличения промышленного производства в лесном секторе требуется всё больше древесины. Дополнительная биомасса для обеспечения лесной биоэкономики может быть получена только за счет увеличения объемов лесозаготовок, а также за счет повы-

<sup>13</sup> Об Основах государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в РФ на период до 2030 г. : распоряжение Правительства РФ от 26 сентября 2013 г. № 1724-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70361820/?ysclid=lyzwb4ub5h931063776>

<sup>14</sup> Очистка лесосек от порубочных остатков: цели, задачи и способы. URL: <https://forestcomplex.ru/lesozagotovka/ochistka-lesosek-ot-porubochnyh-ostatkov-celi-zadachi-i-sposoby/>

шения эффективности лесопромышленного управления и использования промышленных ресурсов, включая использование отходов и промышленных побочных потоков <sup>15</sup>.

Например, исследователи отмечают, что значимое место в развитии российской биоэкономики принадлежит производству древесных гранул, что способствует комплексному использованию ресурсов и предотвращению загрязнения окружающей среды [9].

Однако реальность, в которой приходится работать российским лесозаготовителям, – это условия снижения объемов заготовки, расторжения договоров аренды и ограничения инвестиций в развитие отрасли <sup>16</sup>.

Обобщение и структурирование собранного материала по характеристике лесной биоэкономики с акцентом на заготовку леса показывает следующие результаты:

- лесная биоэкономика является ключевым игроком в построении и развитии общих биоэкономических фундаментальных основ для создания устойчивой циркулярной экономики;
- основными направлениями будущих перспективных возможностей лесной биоэкономики на отраслевом уровне можно признать лесную биоэнергетику, деревянное домостроение, производство текстиля на основе древесины, для развития которых требуется значительное наращивание объемов заготовки в будущем;
- потенциальные преимущества развития лесной биоэкономики в России огромны в силу наличия значительной и разнообразной базы возобновимых ресурсов леса, однако лесозаготовительная отрасль, соприкасающаяся с лесным хозяйством и выступающая начальным этапом лесной промышленности, испытывает ряд серьезных проблем с лесосырьевой базой и инвестициями;
- используемые в лесном секторе биотехнологии направлены на решение проблем с лесосырьевой базой и достижение устойчивости в эколого-экономическом развитии обрабатывающего сектора лесной промышленности, но отсутствие необходимого объема инвестиций ясно свидетельствует о недостаточной прозрачности и надежности имеющегося информационного массива об условиях и результатах осуществления лесозаготовительной деятельности для принятия верных управленческих решений;
- актуальная информация нужна для адекватной оценки всеми заинтересованными лицами полезности лесов, результатов использования

биоресурсов, безопасности лесозаготовок, выстраивания партнерских отношений в новых эколого-ориентированных реалиях и решения других задач – без соответствующей информационной поддержки невозможно проработать такой фактор биоэкономического развития, как повышение эффективности управления лесами.

Несмотря на стоящую задачу углубления системных исследований по проблематике развития лесной биоэкономики [6], в связи с полученными выводами интересно отметить мнение некоторых исследователей [5], что в последние годы в России тема биотехнологий в различных сферах уже звучит не так, как в начале 2010-х гг., а концепция биоэкономики, хотя и была озвучена в программе «БИО-2020», так и не стала частью мейнстрима государственного развития. При этом все больше и больше внимания уделяется, в частности, концепции цифровой экономики, хотя очевидно, что стратегические интересы РФ требуют развития не только цифровых технологий, но и биотехнологий, а, учитывая российский природно-ресурсный потенциал и возможные экологические кризисы, развитие биоэкономики в России может быть более чем целесообразно. Увеличить темпы этого развития, по нашему мнению, способно освоение разнообразного цифрового инструментария.

## Цифровые технологии в лесозаготовительной практике

Аналогичного мнения придерживаются большинство авторов, исследующих развитие цифровизации и цифровой трансформации в лесном комплексе:

- цифровые инструменты выступают драйверами развития многих отраслей экономики, включая лесную экономику [10];
- цифровизация является одним из основных трендов в развитии промышленности, в том числе и в лесном комплексе, где требуется осуществлять учет лесных ресурсов, проводимые мероприятия по уходу за лесом, лесозаготовки и деревообработку [11] и др.

А. Н. Заикин с соавторами указывает, что в целях обеспечения эффективного управления лесами и совершенствования лесной промышленности Правительство РФ разработало Стратегию развития лесного комплекса до 2030 года [4], однако коллектив авторов под

<sup>15</sup> Роль биоэкономики в долгосрочных процессах декарбонизации России. Краткая аналитическая записка. URL: [https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2021/31579600\\_RUFORCLIM\\_brief\\_Task3\\_RU\\_FINAL.pdf](https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2021/31579600_RUFORCLIM_brief_Task3_RU_FINAL.pdf)

<sup>16</sup> Лесозаготовка России: картина на сегодня. URL: [https://forestcomplex.ru/lesozagotovka/lesozagotovka-rossii-kartina-na-segodnya/?utm\\_source=sendpulse&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=digestfc](https://forestcomplex.ru/lesozagotovka/lesozagotovka-rossii-kartina-na-segodnya/?utm_source=sendpulse&utm_medium=email&utm_campaign=digestfc)

руководством С. А. Гальченко отмечает опосредованность данного нормативно-правового документа в решении вопросов цифровизации лесного комплекса [12].

Тем не менее последние годы для российского ЛПК проходят именно под эгидой цифровизации<sup>17</sup>, осуществляемой в рамках реализации раздела «Цифровая трансформация лесного хозяйства» Стратегии-2030. Создана и запущена цифровая платформа ФГИС ЛК – новый электронный ресурс, который с 2025 года обязаны использовать все лесопользователи и участники рынка древесины. Специалисты представляют данную информационную систему как основной механизм первоначального этапа цифровизации лесного хозяйства и как информационный массив систематизированных сведений о лесных ресурсах. Полученные базы данных в результате функционирования этой системы должны служить в дальнейшем процессам инвентаризации лесных ресурсов с помощью цифровых методов и комплексных решений, что позволит сделать шаг к созданию современных практических основ цифровых дистанционных технологий развития лесного комплекса России [12]. В настоящее время внедряемая система призвана контролировать оборот древесины, аккумулировать сведения о качестве и количестве лесных ресурсов, упрощать взаимодействие заинтересованных сторон, в том числе межведомственное, по поводу использования, восстановления и защиты природных ресурсов. Сопоставительное совмещение элементов биоэкономики и предпринимаемых мер по цифровизации данных об имеющихся запасах древесного сырья позволяет утверждать, что создается цифровой двойник возобновляемых ресурсов леса для повышения эффективности и достижения устойчивости управления, в том числе и лесозаготовкой.

Следующим моментом, относящимся к цифровизации лесного сектора экономики, можно обозначить запрет на работу лесопожарной, лесовозной и лесозаготовительной техники по всей России с 1 января 2025 года без средств навигационного контроля системы ГЛОНАСС. Владельцам такой спецтехники необходимо будет установить навигационное оборудование и подключиться к ФГИС ЛК для передачи данных о движении машин. Этот шаг обеспечит прозрачность лесного бизнеса, выполнение функций по защите лесного покрова, установит единый подход к управлению лесным хозяйством и упростит получение государственных «лесных» услуг. Логично утверждать, что данный подход содействует реализации принципов устойчивости, поскольку позволяет решать посредством цифрового

инструментария важный вопрос биоэкономики, связанный с минимизацией вреда экосистемам, причиняемого незаконными лесными рубками.

Критическими замечаниями к создаваемой цифровой системе лесного комплекса со стороны коллектива авторов во главе с С. А. Гальченко являются указания на отсутствие описания конкретных методов и средств для сбора информации и понимания ее дальнейшей идентификации [12]. Авторы отмечают, что информатизация и цифровизация лесного хозяйства возможна и осуществима при тесном взаимодействии всех хозяйствующих субъектов на основе существующих нормативно-правовых актов и концепций развития лесного комплекса, которые в обязательном порядке должны быть подкреплены вновь созданными информационными комплексами [12]. Поскольку одной из главных задач лесохозяйственных мероприятий является создание и сохранение биологических лесных ресурсов для их заготовления и дальнейшей промышленной переработки, то невыстроенные и концептуально не обоснованные информационные потоки о состоянии этих ресурсов при применении даже максимально возможного количества цифрового инструментария не помогут принять надежное управленческое решение. К. Е. Эков справедливо убежден, что сама по себе цифровизация, без смены приоритетов лесопользования, без ценностных социально-природных ориентиров, без смены парадигмы управления, не способна решить ни одной поставленной задачи, а в документах стратегического планирования и законодательстве некоторые проблемы не отражены совсем или отражены не полностью [1]. Усугубляющим фактором [11] является использование в РФ программного обеспечения, не представляющего собой комплексную информатизацию деятельности предприятий лесного хозяйства и лесозаготовок, что снижает их эффективность.

Периодически проводимые мониторинги показывают, что среди компаний ЛПК продолжает присутствовать пессимизм относительно окупаемости вложений в цифровизацию в целом и в программное обеспечение в частности. Даже государственная поддержка цифровых решений не входит в число приоритетов по сравнению, например, с мерами по развитию логистики. Формируются выводы, что российским компаниям ЛПК нужны относительно недорогие программные системы с доказанным экономическим эффектом, адаптированные как к российским условиям в целом, так и к конкретным технологическим и бизнес-процессам этих компаний.

<sup>17</sup> Нейросети и искусственный интеллект: как ФГИС ЛК оцифрует отрасль. URL: <https://forestcomplex.ru/digital-environment/kak-fgis-lk-ocifruet-otrasl/>

Анализ мнений профессионалов на специализированных форумах и конференциях показывает, что в России уровень цифровизации лесопромышленной деятельности очень сильно различается в разных сегментах: так, в лесозаготовках, в отличие от ЦБП, лесохимического сектора и лесопильно-деревообрабатывающего производства, внедрение IT-технологий не так широко распространено, особенно среди малого и среднего бизнеса. Несмотря на это, все предприятия ЛПК испытывают интерес к цифровым продуктам, а некоторые из них серьезно настроены на интеграцию новых подходов к управлению своей деятельностью. В настоящее время наглядно демонстрируют широкое применение различных вариантов цифровой трансформации всех осуществляемых бизнес-процессов только крупные представители лесного бизнеса, такие как, например, Группа «Илим»<sup>18</sup>. Даже на стадии лесопользования в Группе «Илим» внедрены такие IT-решения, которые позволяют обеспечивать комбинаты необходимым миксом сырья, при этом успешно решая все транспортные вопросы. Учет сырья на складах и промышленных площадках тоже цифровизован: потоки транспортируемой древесины оборудованы фотосканирующими устройствами, передающими на промежуточный склад точные данные об объемах перевозимого леса.

Специализированный журнал<sup>19</sup> отмечает, что некоторые лесопромышленники уже достаточно активно в своей работе применяют системы сбора и обработки технологических данных, дистанционное управление действиями персонала на производстве или в ходе лесозаготовки, а также используют технологии на базе БПЛА и компьютерного зрения. Беспилотники не только отслеживают передвижения техники или мониторят обстановку на лесных участках: они используются для учёта и составления графика работ по лесным хозяйствам, а также применяются в местах складирования древесины для отслеживания объёма заготовленного леса. При этом все технические и технологические решения являются российскими разработками [13].

А. Н. Заикин с соавторами в своем исследовании по программному обеспечению лесозаготовок выяснили, что для данной области имеются несколько авторских разработок [11]:

- «Программа для расчета производительности трелевочного трактора (v1.0)» – выполняет расчет производительности машин, осуществляющих первичную транспортировку древесины в пределах лесосеки с учетом почвенно-грунтовых условий,

различного количества вспомогательных рабочих, среднего объема хлыста, способа трелевки/транспортировки и других природно-производственных условий (используется в СПбГЛТУ);

- «Программа прогнозирования статистического распределения объемов и масс трелеваемых пачек деревьев» – позволяет проводить машинный эксперимент с целью определения объемов и масс пачек деревьев для трелевочных машин (разработана в ПетрГУ);
- «Составление схемы путей первичного транспорта леса на лесосеке с учетом минимизации расходов на топливо» (ИАС) – используется для обеспечения энергоэффективности деятельности крупных и средних лесозаготовительных предприятий вследствие уменьшения затрат на горюче-смазочные материалы (разработана в ПетрГУ);
- «Лес-Оптимизация 2014» – система поддержки принятия решений при заготовке и транспортировке древесины (разработана в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва»);
- специализированная БД по харвестерам, форвардерам, манипуляторам (авторы – Ю. Ю. Герасимов и В. С. Сюнев) – информация об основных характеристиках машин;
- некоторые другие программные продукты.

Коллектив авторов во главе с А. Н. Заикиным считают, что широкое применение перечисленных программных продуктов в лесном хозяйстве и при лесозаготовках является очень важным, однако они не охватывают рассматриваемый процесс комплексно, зачастую между программными продуктами нет интеграции, что снижает их эффективность. Для решения данной проблемы с их стороны предлагается организовать интеграцию всей информации в систему управления предприятием класса ERP [14].

Сопоставление выводов ученых и замечаний/ожиданий практиков позволяет заключить, что лесозаготовки следует признать наименее «оцифрованным» сегментом ЛПК. Для него имеются отдельные технические и технологические решения, являющиеся полезными на той или иной производственной стадии, однако разрозненные продукты не сведены воедино, применяются не повсеместно и не комплексно. В таком формате они не позволяют соединить все данные в общую картину без дополнительных трудовых затрат, чтобы составить единообразное представление о лесозаготовительном

<sup>18</sup> Всегда ли цифровая трансформация экономически эффективна. URL: [https://static.cnews.ru/img/files/2024/06/25/gulevich\\_ilim.pdf](https://static.cnews.ru/img/files/2024/06/25/gulevich_ilim.pdf)

<sup>19</sup> Российский софт для ЛПК: а есть ли потенциал? URL: <https://forestcomplex.ru/digital-environment/rossijskij-soft-dlya-lpk-a-est-li-potencial/?ysclid=lzvahk1c82757413523>

процессе, напрямую сопрягающемся с биоресурсной базой лесов [15]. В условиях цифровизации недостаточно внедрения решений только по мониторингу и учету объемов заготовленной древесины или систем видеонаблюдения при оценке объемов лесных массивов. Для создания востребованного в хозяйственной практике целостного IT-продукта, с помощью которого можно было бы выстраивать надежные информационные потоки для принятия тактических и стратегических решений, первоначально требуется разработка единой модели деятельности по лесозаготовлению как основы для ERP-системы, отражающей современное положение и учитывающей перспективы развития отрасли.

Обзор, анализ и обобщение собранного материала о применении и перспективах внедрения цифровых возможностей в лесозаготовках приводят к следующим заключениям:

1. Государство реализует масштабный проект цифровизации лесного комплекса (ФГИС ЛК), напрямую влияющий на работу лесозаготовителей, предоставляя доступ к оцифрованным сведениям о лесном фонде, усиливая контроль за оборотом древесины и снижая транзакционные издержки по обработке информации и принятию решений.
2. Предприятия-лесозаготовители осознают/отмечают потребность перехода к управлению на основе смоделированных и трансформированных в цифровой формат производственных данных, однако дефицит инвестиционных средств, отсутствие готовых комплексных решений и нехватка собственных квалифицированных кадров не позволяют (за исключением некоторых крупных организаций) реализовать смену действующего менеджерского уклада на более эффективный подход, применяющий обновляющуюся в режиме реального времени информацию. Цифровые решения внедряются в рабочий процесс точно в силу необходимости выполнения требований законодательства (ГЛОНАСС, ФГИС ЛК) или более выгодного решения конкретных проблем бизнеса (программы сбора и передачи данных о заготовленной и транспортированной древесине, БГЛА, автоматизация работы экономических служб с применением ЭДО).
3. Комплекс информации по лесозаготовкам на всех уровнях управления до перевода «в цифру» должен быть четко продуман и взаимоувязан на предмет соответствия действительности, основан на надежности показателей достижения поставленных целей и выстроен с точки зрения эколого-этических требований. Только такой подход способен создать в стране о процессе изъятия и восстановления древесных лесных ресурсов как общезначи-

мых ценностей содержательно неделимую картину, выступающую фундаментом лесной биоэкономики, что обеспечит адекватность принятия текущих и перспективных управленческих решений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение принципа сопряжения к полученным результатам анализа собранных материалов о содержании и состоянии развития биоресурсной экономики в целом, о характеристике лесной биоэкономики как локомотивной части биоресурсной сферы хозяйствования с акцентом на лесозаготовку и об опыте применения и перспективах внедрения цифровых возможностей в лесозаготовительной деятельности обуславливает констатацию следующих важных моментов:

- лесозаготовительная деятельность как добывающий сектор лесной сферы хозяйствования и связующее звено между лесным хозяйством и деревообработкой непосредственно связана с таким компонентом биоэкономики как сами возобновляемые биологические ресурсы, а именно их изъятие и восстановление, что требует выстраивания экономических отношений на четком соблюдении принципов устойчивости развития;
- информационный контент по оценке результатов взаимодействия человека с природой в процессе осуществления лесозаготовок, создаваемый в настоящее время, является недостаточно полным, прозрачным и надежным для построения целостной системы биоэкономики, что усугубляется проблемами с сырьевой базой и недостатком инвестиций в отрасли;
- применяемые в лесном хозяйстве биотехнологии способны решить проблемы с лесосырьевой базой, которая требует своего значительного увеличения для успешного развития и глобального закрепления биоэкономического подхода;
- эффективное управление лесами и деятельностью, связанной с использованием древесных ресурсов леса, как фактор биоэкономического устойчивого развития возможно в настоящее время с помощью цифровых технологий, которые постепенно начинают сопровождать производственные процессы в лесном секторе хозяйствования, однако в лесозаготовках наблюдается достаточно низкий уровень их применения;
- лесозаготовительные организации имеют запрос и готовы инвестировать в недорогие, но эффективные программные системы, представляющие собой целостный IT-продукт, учитывающий российские

- условия и надежно отражающий отраслевые и технологические особенности лесозаготовок;
- глобальные вызовы таковы, что необходимо построение многоуровневой информационной системы, отражающей состояние, проблемы и достижения лесной биоэкономики, перспективно построенной с учетом курса на устойчивое развитие и взаимосвязано представляющей прозрачные учетно-отчетные сведения о древесных ресурсах леса как общединой ценности для общества и бизнеса.
  - по созданию сквозной на всех уровнях управления (государственный, местный, уровень бизнес-субъекта) информационной системы, представляющей в цифровом формате надежный и исчерпывающий контент о древесных ресурсах леса в натуральном и стоимостном выражении как основы эффективной лесной биоэкономики;
  - по созданию на отраслевом уровне цифровой платформы или иного ресурса, объединяющего своими возможностями всех экономических субъектов, занятых в сфере лесной биоэкономики, на местном уровне, уровне субъекта РФ и в целом по стране для облегчения поиска нужной информации, партнеров и коммуникации между ними.

Таким образом, перспективными направлениями цифровизации и цифровой трансформации лесозаготовительной деятельности как базовой (ресурсной) части лесной биоэкономики, выступающей опорой в построении всей системы биоэкономики, учитывая инвестиционную непривлекательность отрасли с одновременной заинтересованностью всех субъектов в создании прозрачных данных о процессе и результатах использования и восстановления древесных биологических ресурсов леса, можно признать усилия:

- по созданию для уровня лесозаготовительных организаций цифровых решений по типу ERP-системы, автоматизировано собирающей сведения со всех технических цифровых устройств и выстраивающей (в идеале в режиме реального времени) на основе однотипной модели деятельности, заложенной в программу, релевантные показатели для управления текущим природопользованием и актуальные отчетные данные для трансляции заинтересованным пользователям;

Реализация предложенных направлений позволит создать цифровую среду лесозаготовительной сферы биоэкономической деятельности, что увеличит прозрачность и контролируемость процесса и результатов взаимодействия бизнеса с запасами древесных лесных ресурсов с позиций устойчивости развития, повысит эффективность управления всеми производственными действиями, основанными на природопользовании.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках темы НИР «Цифровая биоэкономика северного региона: подходы и направления формирования» (№ Государственного учета 12401412700509-1).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эков К. Е. Проблемы цифровизации лесного хозяйства на Дальнем Востоке России // Новая экономика, бизнес и общество : сборник материалов Апрельской научно-практической конференции молодых учёных, Владивосток, 25 мая – 04 2020 года / Дальневосточный федеральный университет, Школа экономики и менеджмента. Владивосток : ДВФУ, 2020. С. 926–930.
2. Евченко А. В., Вертакова Ю. В. Анализ основных программно-стратегических документов в сфере использования цифровых технологий в управлении лесным хозяйством России // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 27 (1). С. 92–99.
3. Васенёв М. Ю. Информационная система управления лесозаготовками в рамках концепции «Индустрия 4.0»: структура, оценка эффективности // Экономика. Информатика. 2022. № 49(2). С. 383–393. <https://doi.org/10.52575/2687-0932-2022-49-2-383-393>
4. Титова Е. С., Шишкин С. С., Штыхно Д. А. Биоэкономика – один из путей к устойчивому развитию регионов России // Федерализм. 2023. Т. 28, № 1(109). С. 56–79. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2023-1-56-79>
5. Биоэкономика: опыт Евросоюза и возможности для России / П. А. Кирюшин, Е. Ю. Яковлева, М. Астапкович, М. А. Солодова // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2019. № 4. С. 60–77.
6. Пронин В. И., Забайкин Ю. В. Лесные биотехнологии в системе устойчивого развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 1В. С. 322–328. <https://doi.org/10.34670/AR.2023.86.54.003>
7. Каштелян Т. В., Разнорович Е. Ю. На пути к лесной биоэкономике, основанной на знаниях // Состояние и перспективы развития лесного комплекса в странах СНГ : сборник статей II Международной научно-технической конференции в рамках Международного молодежного форума по лесопромышленному образованию (Лес – Наука – Инновации – 2022),

- Минск, 6–9 декабря 2022 г. / Белорусский государственный технологический университет. Минск : БГТУ, 2022. С. 142–146.
8. Кузьмичев Е. П., Трушина И. Г., Трушина Н. И. Научно-технологическое развитие и инновационные исследования в лесном хозяйстве зарубежных стран: обзор источников // Лесохозяйственная информация. 2022. № 1. С. 94–108. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.07>
  9. Водождокова З. А., Курмалиева З. Х., Гишева С. Ш. Развитие биоэкономики в рамках реализации стратегических кластерных инициатив в лесопромышленном комплексе региона // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2020. № 3(265). С. 15–22.
  10. Меркулов К. К. Путь Китая к оптимальным биоэкономике, биофинансам и менеджменту: уроки для России // Проблемы Дальнего Востока. 2020. № 3. С. 94–105. <https://doi.org/10.31857/S013128120010561-8>
  11. Программное обеспечение в лесном хозяйстве и при лесозаготовках / А. Н. Заикин, В. В. Сиваков, В. В. Никитин, А. А. Брионес // Лесной вестник. 2023. Т. 27, № 4. С. 172–184. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2023-4-172-184>
  12. Необходимость внедрения цифровых технологий в лесное хозяйство России как главного механизма устойчивого лесопромышленного управления / С. А. Гальченко, О. Б. Бородина, А. А. Рассказова, И. В. Чуксин // Московский экономический журнал. 2021. № 2. С. 51–60. <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10095>
  13. Лю Ч. Основные преимущества и ключевые направления развития биоэкономики провинции Хэйлунцзян // Организационно-экономические механизмы обеспечения промышленного суверенитета. Проблемы инженерных наук: формирование технологического суверенитета : сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и IV Международного Косыгинского форума, Москва, 20–22 февраля 2024 года. Москва : Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. С. 285–289.
  14. Векторы развития биоэкономики / Т. Ю. Кротенко, М. И. Кануникова, О. В. Лесникова, Ю. В. Малькова // Экономические системы. 2021. Т. 14, № 3. С. 45–53.
  15. Лукина Н. В. Глобальные вызовы и лесные экосистемы // Вестник Российской академии наук. 2020. Т. 90, № 6. С. 528–532. <https://doi.org/10.31857/S0869587320060080>

## REFERENCES

1. Ekov K. E. Problems of digitalization of forestry in the Russian Far East // New Economy, business and society : a collection of materials from the April scientific and practical conference of young Scientists, Vladivostok, May 25 – 04, 2020 / Far Eastern Federal University, School of Economics and Management. Vladivostok : FEFU, 2020. P. 926–930.
2. Evchenko A. V., Vertakova Yu. V. Analysis of the main program and strategic documents in the field of the use of digital technologies in the management of forestry in Russia // Natural-Humanitarian Studies. 2020. No 27 (1). P. 92–99.
3. Vasenev M. Yu. Harvesting Management Information System With in the Frameworks of the «Industry 4.0»: Structure, Estimate of Efficiency // Economics. Information technologies. 2022. 49(2): 383-393 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2687-0932-2022-49-2-383-393>
4. Titova E. S., Shishkin S. S., Shtykhno D. A. Bioeconomy as One of the Ways To Sustainable Development of Russian Regions // Federalism. 2023. 28(1). P. 56–79. (In Russ.) <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2023-1-56-79>
5. Bioeconomy: EU Experience and Opportunities for Russia / P. A. Kiryushin, E. Yu. Yakovleva, M. Astapkovich, M. A. Solodova // Moscow University Economic Bulletin. 2019. № (4). P. 60–77.
6. Pronin V. I., Zabaikin Yu. V. Forest biotechnologies in the system of sustainable development // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. 2023. 13 (1B). P. 322–328. <https://doi.org/10.34670/AR.2023.86.54.003>
7. Kashtelyan T. V., Raznorovich E. Yu. On the way to knowledge-based forest bioeconomics // The state and prospects of the development of the forest complex in the CIS countries : a collection of articles of the II International Scientific and Technical Conference within the framework of the International Youth Forum on Forestry Education (Forest – Science – Innovation – 2022), Minsk, December 6–9, 2022 / Belarusian State Technological University. Minsk : BSTU, 2022. P. 142–146.
8. Kuzmichev E., Trushina I., Trushina N. Academic and Technological Development and Innovative Research in the Forestry of Foreign Countries: Overview of Sources // Forestry information. 2022. № 1. P. 94–108/ <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.07>
9. Vodozhdokova Z. A., Kurmalieva Z. Kh., Gisheva S. Sh. Development of bioeconomy within the framework of strategic cluster initiatives in the timber industry complex of the region // Bulletin of the Adygea State University. Episode 5: Economics. 2020. No 3(265). P. 15–22.

10. Merkulov K. China's Way to the Optimum Bioeconomics, Biofinance and Management: Some Conceptual Lessons for Russia // Problems of the Far East. 2020. No 3. P. 94–105. <https://doi.org/10.31857/S013128120010561-8>
11. Software in forestry and logging / A. N. Zaikin, V. V. Sivakov, V. V. Nikitin, A. A. Briones // Forestry Bulletin. 2023. Vol. 27. № 4. P. 172–184. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2023-4-172-184>
12. The need to introduce digital technologies into Russian forestry as the main mechanism of sustainable forest management / S. A. Galchenko, O. B. Borodina, A. A. Rasskazova, I. V. Chuksin // Moscow economic journal. 2021. No 2. P. 51–60. <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10095>
13. Lu Ch. The main advantages and key areas of development of the bioeconomy of Heilongjiang province // Organizational and economic mechanisms for ensuring industrial sovereignty. Problems of Engineering sciences: formation of technological sovereignty : Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium and the IV International Kosygin Forum, Moscow, February 20-22, 2024. Moscow : A. N. Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), 2024. P. 285–289.
14. Vectors of bioeconomics development / T. Yu. Krotenko, M. I. Kanunikova, O. V. Lesnikova, Yu. V. Malkova // Economic Systems. 2021. Vol. 14. No 3 (54). P. 45–53. <https://doi.org/10.29030/2309-2076-2021-14-3-45-53>
15. Lukina N. V. Global challenges and forest ecosystems // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2020. Vol. 90, No 6. P. 528–532. <https://doi.org/10.31857/S0869587320060080>