

Научная статья

УДК 630.97  
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.07

## Научно-технологическое развитие и инновационные исследования в лесном хозяйстве зарубежных стран: обзор источников

**Евгений Павлович Кузьмичев<sup>1</sup>**

*доктор биологических наук, член-корреспондент РАН*

**Ирина Геннадьевна Трушина<sup>2</sup>**

**Наталья Ивановна Трушина<sup>3</sup>**

**Аннотация.** Современные глобальные вызовы в полной мере затрагивают лесное хозяйство – отрасль, обеспечивающую существование и использование лесных экосистем. Лесной сектор экономики страны нуждается в адаптации к глобализации рынков, развитию технологий, появлению новых видов древесной продукции, усилению конкуренции и ужесточению экологических требований. В статье рассмотрены тенденции в научно-технологическом развитии лесного хозяйства в зарубежных странах, приведены действующие и планируемые программы исследований новых лесных технологий. Статья предназначена для исследователей и практиков лесного хозяйства, направлена на повышение конкурентоспособности и устойчивости российского лесного сектора.

**Ключевые слова:** научно-технологическое развитие, лесное хозяйство, перспективные области научных исследований, прогноз развития лесного сектора ЕС

**Для цитирования:** 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. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.07

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, главный научный сотрудник, профессор (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), ekuzmichev@gmail.com

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, зав. отделом лесопользования и лесного проектирования (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), lesvniilm@yandex.ru

<sup>3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, ученый секретарь (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), nata.trushina@gmail.com

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.07

## Academic and Technological Development and Innovative Research in the Forestry of Foreign Countries: overview of sources

**Evgeny P. Kuzmichev<sup>1</sup>**

*Doctor of Biological Sciences, Associate Member of the Russian Academy of Sciences*

**Irina G. Trushina<sup>2</sup>**

**Nataliya I. Trushina<sup>3</sup>**

**Abstract.** Modern global challenges fully engage the forestry – sphere, which is responsible for existence and usage of the forest ecosystems. Forest economy sector of the country needs adaptation to the market globalization, technological development, emerging of the new kinds of wood products, increased competition and ecological requirement strengthening. This article is dedicated to the trends in academic and technological forestry development in the foreign countries. The paper also describes existing and planned research programs of the new forest technologies. The article is aimed at researchers and experts of the forest sector and intended to improve the competitiveness and stability of the Russian forestry.

**Key words:** academic and technological development, forestry, promising fields of research, forecast of the EU forestry development

**For citation:** 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. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.07

<sup>1</sup> Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Chief Researcher, Professor (Pushkino, Moscow Oblast, Russian Federation), ekuzmichev@gmail.com

<sup>2</sup> Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager of Forest Use Laboratory Researcher (Pushkino, Moscow Oblast, Russian Federation), lesvniilm@yandex.ru

<sup>3</sup> Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Academic Secretary (Pushkino, Moscow Oblast, Russian Federation), nata.trushina@gmail.com

## Введение

Научно-технологическое развитие Российской Федерации – ключевой фактор формирования и обеспечения способности страны эффективно отвечать на современные вызовы, один из приоритетов государственной политики. Глобальные вызовы и преобразования в полной мере затрагивают сохранение, использование и воспроизводство лесов Российской Федерации, научно-технологическое развитие лесного хозяйства как отрасли, обеспечивающей существование и использование лесных экосистем, занимающих большую часть суши страны. Лесной сектор экономики нуждается в адаптации к глобализации рынков, развитию технологий, появлению новых видов древесной продукции, усилению конкуренции и ужесточению экологических требований. Достижение устойчивого лесопользования, инновационного и эффективного развития лесного хозяйства невозможно без четких приоритетов научно-технологического развития, отражающих стремления всех заинтересованных участников лесных отношений. Цель статьи – установить основные направления научно-технологического развития и инновационных исследований в лесном хозяйстве зарубежных стран для определения приоритетов, инновационных подходов и возможных путей интеграции с лесным хозяйством России.

## Методы исследования

Одним из репрезентативных методов экспертной оценки стратегических направлений инновационного развития и выявления технологических прорывов, способных оказать воздействие на экономику в средне- и долгосрочной перспективе, являются библиометрические исследования. В ходе таких исследований по результатам качественного и количественного анализа журнальных публикаций выявляют формирующиеся и наиболее быстро развивающиеся технологические аспекты институциональных контекстов, области науки, методы и актуальные

ориентации. На основе качественного контент-анализа резюмируют основные идеи по приоритетным темам исследований, оценивают уровень знаний выбранных областей инноваций. Библиометрические исследования позволяют выявить передовые тенденции в научно-технологическом развитии, а также пробелы в существующих знаниях. Большой интерес и значение для выбора тематики исследований представляет также анализ действующих и планируемых программ исследований новых технологий в зарубежных странах.

В данной публикации использованы сведения, приведенные в ряде исследований и программ, опубликованных в последние годы в зарубежных источниках.

## Результаты и обсуждение

Переход лесного хозяйства страны к новой, отвечающей современным глобальным вызовам модели использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, обеспечивающей социальную и экологическую безопасность страны, выполнение международных обязательств России в части лесов – необходимое условие для сохранения устойчивых темпов экономического роста лесного комплекса в долгосрочной перспективе. Развитие стратегического планирования в лесном хозяйстве затрудняется низкой предсказуемостью научно-технологического прогресса в области лесовосстановления, охраны и защиты лесов, вывозки и переработки древесины, инвентаризации и технологии проектирования. Применение форсайт-методологий повышает точность предвидения направлений будущего развития отрасли, позволяет выявить наиболее вероятные долгосрочные технологические и социально-экономические тенденции. Библиометрические методы часто используют для сбора информации, необходимой для проведения форсайт-исследований, разработки государственной политики и научных программ [1].

В странах Евросоюза форсайт используется как технология подготовки информационной

базы для принятия решений, учитывающих долгосрочные тенденции развития отрасли. Наиболее активно его применяют страны с развитым лесным сектором экономики [2].

Значительный круг исследований за рубежом в последние годы сконцентрирован на тематике изменения климата и адаптации лесов к этим изменениям [3–5]. Обсуждается необходимость адаптационных мер и актуальность применения накопленного опыта лесоправления для смягчения последствий климатических изменений [6]. Управление депонирующей способностью лесных экосистем является ключевой компонентой предлагаемых будущих решений в области адаптации к изменениям климата [7].

В контексте этого в работах отмечается, что изменение климата создает риски для способности лесов секвестрировать углерод в результате повышения температуры, изменения сезонности осадков и возрастания числа особо опасных природных явлений, таких как засухи, ветровалы, ураганы, а также увеличения частоты лесных пожаров, вспышек очагов насекомых-вредителей и патогенов леса [8–10].

Научный интерес в данной области исследований отражает общее направление задач, стоящих перед управлением лесами и формированием стратегий, направленных на увеличение поглощения углерода лесными экосистемами.

Значительная часть работ, научных проектов и программ посвящена биоразнообразию и устойчивому использованию лесов, включая экономику замкнутого цикла и «зеленую» экономику, которые являются эффективным ответом на современные глобальные вызовы. При этом объем понятия «лесная биоэкономика замкнутого цикла», или «лесная циклическая биоэкономика», совпадает с объемом понятия «зеленая экономика» в ее экологической части 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, гемицеллюлозы, лигнина, экстрактивных веществ, продукты фармацевтики, биопластики, «умная» упаковка из бумаги и волокон, продукция для гигиены и ухода за здоровьем, замена хлопковых волокон на древесные, новые энергетические решения, продукция биоэнергетики.

В XXI в. для решения глобальной проблемы сохранения биоразнообразия был принят ряд важных мер политического характера, декомпозированных на международном, региональном и местном уровнях управления, при этом основное внимание в этих инициативах уделяется лесным экосистемам и лесам, обеспечивающим наибольший вклад в биоразнообразии (например, Стратегический план ООН по программе «Леса 2030» и его Целевая задача 2 «Глобальные леса» подчеркивают первостепенный вклад всех типов лесов в сохранение биоразнообразия) [11–13].

Сохранение биоразнообразия лесов зависит от сбережения их среды обитания на уровне регионов и континентов, что комплементарно с управлением лесами, направленным на производство древесины и биомассы на одной и той же территории. Нарастает полемика о дисбалансе между использованием лесов при заготовке древесины и сохранением биоразнообразия. Отмечаются противоречия между сохранением биоразнообразия и многоцелевым управлением лесами. Так, в исследовании Young с соавт. [14] прямо указывается на противоречие между сохранением биоразнообразия и многоцелевым управлением лесами, причинами которого являются растущий спрос на древесину, возрастание случаев очагов болезней леса и лесных пожаров.

Ряд последних публикаций в зарубежных специализированных изданиях посвящен обсуждению роли новых лесохозяйственных технологий в развитии интегрированного управления лесами (IFM). Оно способно обеспечить баланс целей управления лесами, например таких, как охрана природы и производство биомассы. В обзорной статье F. Aggestam с соавт. [15] приоритетными факторами для развития интегрированного управления лесами считают социокультурные (отношение людей к лесу, влияние общества) и экономические, способствующие созданию цепочек новых стоимостных ценностей леса (конкуренция). В обзоре отмечено, что новые технологии и лесная продукция обеспечивают решение фундаментальных проблем устойчивого управления лесным хозяйством. Например, существующие и перспективные возможности картирования и мониторинга экологических особенностей и неоднородности лесных участков могут способствовать точечному многоцелевому ведению лесного хозяйства. Использование новых инструментов и технологий в лесном хозяйстве поможет снизить негативные воздействия на окружающую среду при одновременном повышении производительности лесов и эффективности лесохозяйственных мероприятий. Новые методы оценки рыночного потенциала экосистемных услуг помогут не только сохранить природные лесные сообщества, но и будут способствовать развитию новых услуг и производству недревесной лесной продукции. Это может дополнять или замещать доходы от производства древесины, повышая тем самым приемлемость IFM для более широкого круга участников лесных отношений. Существует значительный потенциал для продвижения IFM в целях удовлетворения разнообразных социальных требований и объединения «новых» лесовладельцев (приоритет – охрана природы) со «старыми» (приоритет – использование древесных ресурсов). Недостаток знаний в области управления лесным хозяйством среди лесовладельцев и общественности является серьезной проблемой, препятствующей более широкому распространению IFM.

Информационная деятельность и образование являются ключевыми элементами этой интеграции. Обучение участников лесных отношений методам нахождения взаимовыгодных компромиссов и достижение синергизма сохранения природы и производства древесины в управляемом лесу – ключ к успешной реализации IFM.

Для решения новых задач и ответов глобальным вызовам ряд европейских бизнес-структур лесного сектора учредил в 2004 г. Лесную технологическую платформу (Forestry Technology Platform – FTP). Сегодня европейская Лесная технологическая платформа представляет собой место встречи представителей промышленности, лесовладельцев и органов государственной власти для обсуждения и аккумуляции массы знаний об общих потребностях в исследованиях и инновациях лесного сектора, а также для принятия решения о способах сотрудничества. Организация имеет постоянно действующий офис в Брюсселе, консультативный совет, в нее входят 25 стран ЕС, а также Норвегия, Швейцария и Россия.

Основная цель FTP – разработка, а также продвижение и внедрение стратегических исследований, инноваций для повышения конкурентоспособности и устойчивости лесного сектора. FTP является главным координатором Европейской комиссии по вопросам лесных исследований и инноваций, консультирует разработчиков политики по приоритетам в секторе, осуществляет сотрудничество с другими организациями в различных инициативах и проектах.

Основные виды деятельности FTP:

- ✓ развитие и продвижение совместных исследовательских и инновационных проектов лесного сектора на европейском исследовательском пространстве;
- ✓ разработка, продвижение и реализация Программы стратегических исследований и инноваций (SIRA) лесного сектора;
- ✓ содействие максимальному государственному финансированию в интересах заинтересованных сторон сектора;
- ✓ создание возможности для совместных исследований и инноваций на европейском уровне;

- ✓ обеспечение международной платформы, на которой участники, представители отрасли, лесовладельцы и государственные органы осуществляют сотрудничество в целях повышения конкурентоспособности, устойчивости и инноваций в лесном секторе;
- ✓ мобилизация исследовательского и инновационного потенциала внутри сектора.

Основной документ ФТР – «Видение 2040 (Vision 2040)» – направлен на максимальное использование потенциала исследований и инноваций в лесном секторе для создания устойчивых экосистем, «умных» продуктов и социального роста в рамках биоэкономики замкнутого цикла. Девизом платформы является тезис: «Знания и инвестиции, которые ведут к устойчивому росту производства древесины, являются основой создания ценностей для всей лесной отрасли».

«Видение 2040» формулирует стремление европейского лесного сектора стать ключевым фактором биоэкономики замкнутого цикла в соответствии с Целями устойчивого развития ООН и Парижским соглашением 2015 г. Этот документ определяет долгосрочные цели лесного сектора и способствует стратегическому альянсу управляющих органов и владельцев лесов, исследователей, компаний и политиков с другими отраслями. Поддержка инвесторов и государственных учреждений играет жизненно важную роль в достижении целей Программы.

Усилиями представителей промышленности, лесовладельцев, науки и государственных органов Европы разработана и реализуется Программа стратегических исследований и инноваций европейского лесного сектора до 2030 года (SIRA 2030). SIRA является важным ориентиром для дальнейших действий в лесном секторе. Программа ориентирована на содействие руководящим органам и органам финансирования как всего ЕС, так и на национальном уровне.

Vision 2040 и SIRA 2030 представляют долгосрочные общие цели, технические, деловые и социальные инновации, которые должны быть предприняты для решения основных задач, стоящих перед европейским сообществом.

Европейский лесной сектор – это хорошо интегрированный сектор с тремя основными подсекторами: лесное хозяйство, деревообрабатывающая промышленность и целлюлозно-бумажная промышленность. Вместе они составляют 8 % ВВП ЕС и создают около 4 млн рабочих мест. Помимо сырья, леса обеспечивают широкий спектр жизненно важных экосистемных услуг, играют важную роль в смягчении последствий изменения климата, защите жизненного пространства человека, сохранении биоразнообразия, обеспечении водой, недревесными продуктами леса, условиями для рекреации. Никакой другой промышленный сектор не может предложить аналогичный спектр товаров и услуг для общества.

В Программе SIRA 2030, главным стремлением которой является обеспечить достижение основных 10 целей Vision 2040, для каждой цели сформулированы задачи в области исследований и инноваций (всего около 50 задач). Для каждой задачи SIRA 2030 определены основные примеры исследовательской и инновационной деятельности, необходимые для ее решения. Десять основных целей включают последовательно весь цикл развития лесного комплекса – от сохранения и приумножения средообразующих свойств леса, ведения лесного хозяйства до деревообработки, зеленой энергетики и производства новых продуктов:

1. Устойчивое лесопользование и лесопользование, биоразнообразие и устойчивость к изменению климата.

Важность устойчивого управления и многофункционального использования лесных ресурсов признана мировым сообществом. Европейские леса разных форм собственности обеспечивают широкий спектр услуг лесных экосистем, включая производство сырья, смягчение последствий изменения климата, сохранение биоразнообразия и защиту водных ресурсов.

2. Увеличение объемов устойчивого производства и заготовки древесины.

Продуктивность лесов возрастает, что приводит к увеличению секвестрации CO<sub>2</sub>. Оптимизация методов управления лесами обеспечит еще



более высокую производительность и качество насаждений. Особенно важно создавать устойчивые к изменению климата и стрессоустойчивые леса. Исследования, инновации и обоснованное долгосрочное использование лесов позволят увеличить возможности лесозаготовок в Европе на 30 % до 2040 г.

3. Повышение добавленной стоимости за счет недревесных и экосистемных услуг.

К 2040 г. появятся новые успешные бизнес-модели, основанные на экосистемных услугах лесов. Зачастую они будут базироваться на межотраслевом сотрудничестве, например, с такими секторами, как пищевая, водная и туристская. Добавленная стоимость на новых рынках недревесных лесных товаров (грибы, ягоды, чистая вода) и услуг (отдых, туризм, смягчение последствий изменения климата) возрастет в 10 раз.

4. Переход к безотходному производству замкнутого цикла.

К 2040 г. показатели вторичной переработки лесной продукции должны достичь 90 %, а на их повторное использование и переработку будет приходиться 70 % всех перерабатываемых материалов ЕС. Экономика замкнутого цикла способствует аккумуляции углерода и заменяет более энергоемкие материалы.

5. Повышение эффективности использования природных ресурсов.

Мероприятия по повышению эффективности использования ресурсов приведут к увеличению энергоэффективности, уменьшению расходов сырья и воды в лесных отраслях промышленности. Это будет способствовать производству продуктов с высокой добавленной стоимостью и с резко сниженным воздействием на окружающую среду.

6. Диверсификация производственных технологий и логистики.

Благодаря новым технологиям, таким как искусственный интеллект, а также совершенствованию автоматизации и цифровизации будет полностью реализован контроль за отслеживаемостью перемещения древесной продукции на всей территории ЕС. Диверсификация

технологий решит проблему эффективности и экономической целесообразности малых производств, которые могут быть автономными или частью региональной отраслевой экосистемы.

7. Формирование престижных и безопасных рабочих мест и взаимосвязь сельских и городских районов.

К 2040 г. лесной сектор должен стать работодателем, обеспечивающим престижные и безопасные рабочие места в сельских и городских районах. Это будет способствовать развитию необходимых навыков работников и менеджеров лесохозяйственного производства, а также значительному увеличению числа сотрудников, вовлеченных в различные аспекты исследовательской, опытно-конструкторской и инновационной деятельности.

8. Возобновляемые строительные материалы для более здорового образа жизни.

У древесины, – наиболее часто используемого возобновляемого строительного материала в мире, – большое будущее. К 2040 г. доля строительства на основе биологических материалов в Европе повысится в 3 раза по сравнению с уровнем 2015 г., в то время как общая добавленная стоимость деревообрабатывающей промышленности вырастет вдвое. Это повышение будет обеспечиваться за счет новых видов продукции и услуг, а также более широкого использования энергосберегающих, модульных и гибких жилищных конструкций и функциональной мебели.

9. Новые продукты на основе волокон и снижение выбросов CO<sub>2</sub> на 80 %.

Лесная и целлюлозно-бумажная промышленность к 2040 г. должны достичь сокращения выбросов углерода на 80 % при одновременном увеличении добавленной стоимости на 50 %. Несмотря на то что устоявшиеся сегменты продукции, в основном бумага, упаковка и средства гигиены, эволюционировали и остаются основным источником дохода, ожидается, что почти половина новой добавленной стоимости будет обеспечиваться за счет других новых продуктов на биологической основе, таких как текстиль и экологически чистые волокна.

10. Возобновляемые источники энергии для общества.

Благодаря инновационным технологиям производства, снижению общего энергопотребления, увеличению рециркуляции, повторному использованию и очистке стоков, к 2040 г. лесной сектор продолжит оставаться крупнейшим производителем экологически чистой электроэнергии и биотоплива в Европе с мощностью, эквивалентной 100 млн баррелей сырой нефти. Сырье для биотоплива будет производиться из примерно 65 млн м<sup>3</sup> лесных отходов<sup>1</sup>.

Для выполнения целей программы Vision 2040, имеющих непосредственное отношение к лесному хозяйству, приведены примеры тематики исследовательской и инновационной деятельности для достижения этих задач из SIRA 2030. Перечислим рекомендуемые примеры исследовательской и инновационной деятельности по некоторым направлениям (целям Vision 2040), относящимся к лесному хозяйству.

1. Устойчивое лесопользование и лесопользование, биоразнообразие и устойчивость к изменению климата:

- ✓ изучение влияния лесов на характер выпадения осадков в региональном и континентальном масштабе;
- ✓ разработка методов гидрологического и гидрохимического моделирования, сфокусированного на флуктуациях климата и водорегуляции, и предложений по режимам ведения лесного хозяйства в разных географических регионах;
- ✓ изучение роли лесов в предотвращении наводнений и методы управления естественными процессами водорегуляции в лесу;
- ✓ разработка инструментов для мониторинга и прогнозирования изменений в обществе, включая сценарии будущих приоритетов в использовании лесов и меняющихся потребностей;
- ✓ анализ коммуникационной деятельности для наиболее полного соответствия ожиданиям граждан относительно лесов;

✓ новаторские подходы, в том числе новые цифровые медиа, для вовлечения граждан в диалог по лесам.

2. Увеличение устойчивого производства и заготовки древесины:

- ✓ разработка инструментов планирования и мониторинга для многоцелевых лесных ландшафтов;
- ✓ оптимизация управления и инструменты лесного планирования для цепочки поставок, включая заготовку, транспортировку и предварительную обработку древесины;
- ✓ разработка систем отслеживания цепочки от сырья до готовых изделий из древесины;
- ✓ анализ изменений в правах собственности на леса и управлении лесным хозяйством с учетом новых возможностей и рынков;
- ✓ исследовательские инструменты и подходы для стимулирования изменений в поведении лесовладельцев и менеджеров;
- ✓ создание цифровых инструментов для развития сотрудничества и передачи знаний;
- ✓ оценка роли лесов в смягчении последствий опустынивания в Европе;
- ✓ оценка доступности и спроса на лесное сырье в ЕС и мировом масштабе в контексте меняющейся экономической, социальной и климатической реальности;
- ✓ оценка системы управления, рыночные механизмы и организационные аспекты для улучшения цепочки поставок;
- ✓ улучшение методологий форсайта для прогнозирования рынка при изменении поведения потребителей.

3. Повышение добавленной стоимости за счет недревесных и экосистемных услуг:

- ✓ создание новых бизнес-моделей и производственно-сбытовых цепочек на основе сотрудничества лесовладельцев и пользователей экосистемных услуг;
- ✓ разработка метода экономической оценки недревесных и лесных экосистемных

<sup>1</sup> URL: <https://www.forestplatform.org/about-ftp/>



- услуг на национальном и европейском уровнях;
- ✓ анализ эффективности различных финансовых стимулов, систем и инструментов для обеспечения развития экосистемных услуг, включая схемы оплаты экосистемных услуг;
  - ✓ исследование последствий перехода целеполагания в лесном хозяйстве на сохранение биоразнообразия, повышение устойчивости (например, к лесным пожарам, эрозии почвы) и развитие биоэкономики в разных европейских регионах;
  - ✓ разработка региональной стратегии для улучшения предоставления экосистемных услуг, уделяя особое внимание льготам для лесовладельцев, обеспечивающих возможности рекреационного и экотуризма;
  - ✓ оценка потенциала ЕС по восстановлению лесных массивов и ландшафтов в безлесных регионах;
  - ✓ сравнительный анализ режима и практики управления лесным хозяйством в государствах – членах ЕС;
  - ✓ разработка инструментов оценки воздействия политик, влияющих на лесной сектор, учитывая сложности компромиссов;
  - ✓ разработка нового совместного управления лесами в Европе – механизмов, которые включают более эффективную межотраслевую интеграцию.

В 2021 г. ЕС принял программу Horizon Europe – ключевую программу по финансированию исследований и инноваций на 2021–2027 гг., направленных на предотвращение изменения климата, достижение целей ООН в области устойчивого развития, повышение конкурентоспособности ЕС. Программа с бюджетом около 95 млрд евро является крупнейшей в ЕС программой исследований и инноваций за всю историю. В ее рамках обеспечивается сотрудничество и усиливается влияние исследований и инноваций на разработку и реализацию

политики ЕС при решении глобальных проблем. Она поддерживает создание и распространение лучших знаний и технологий, рабочих мест, полностью задействует кадровый резерв ЕС, ускоряет экономический рост, способствует повышению конкурентоспособности промышленности и оптимизирует влияние инвестиций в рамках расширенного европейского исследовательского пространства. Участвовать в программе могут юридические лица из ЕС и ассоциированных стран<sup>2,3</sup>.

Horizon Europe включает 3 основных направления (компонента). Компонент I сосредоточен на финансировании науки через Европейский исследовательский совет, а молодых исследователей – через программу грантов Мари Склодовской-Кюри. Компонент II направлен на решение глобальных проблем и повышение конкурентоспособности европейских стран. Компонент II разделен на 6 тематических кластеров. Наиболее интересны для лесных исследований следующие кластеры программы:

- ✓ кластер 4: цифровые технологии, промышленность и космос;
- ✓ кластер 5: климат, энергия и окружающая среда;
- ✓ кластер 6: продукты питания, биоэкономика, природные ресурсы, сельское хозяйство.

Компонент III ориентирован на инновации и действует в основном через Европейский совет по инновациям и Европейский технологический институт.

В июне 2021 г. Европейская комиссия опубликовала первые рабочие программы Horizon Europe, в которых собраны темы конкурса на 2021–2022 гг. с бюджетом в 14,7 млрд евро. В рабочих программах представлены темы конкурсных заявок и объемы финансирования для инновационных исследований в лесном хозяйстве, деревообработке, целлюлозно-бумажной промышленности. На сайте FTP опубликовало 150 актуальных тем для конкурса по этим 3-м

<sup>2</sup> URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_21\\_2993](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_2993)

<sup>3</sup> URL: [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe\\_en](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en)

кластерам. Подготовлено руководство для заинтересованных сторон ФТР и лесного сектора в целом по наиболее актуальным и возможным для финансирования в новой Программе темам. В нем сформулирована информация по каждой теме, включая актуальность, конкретный подсектор применения (лесное хозяйство, деревообработка или целлюлозно-бумажная промышленность), к которому относится тема, ключевые слова, комментарии ФТР, а также соответствующая область исследований и инноваций. Бюджет Horizon Europe распределяется на основе конкурсных заявок. Соискатели должны представить предложения, которые будут оцениваться внешними экспертами, и лучшие из них будут финансироваться на конкурсной основе как часть контракта между заявителями и Европейской комиссией. Предложение можно сравнить с бизнес-планом начинающей компании. Получат ли предложения финансирование или нет, будет зависеть от их ранжирования в рейтинге оценки независимых экспертов, которая базируется на трех основных критериях:

1. Целесообразность (является ли идея обоснованной, действительно ли предложение охватывает конкурсную проблему и т. д.);
2. Воздействие (как результаты проекта будут способствовать достижению целей конкурса);
3. Качество и эффективность реализации (хорошо ли спланирован проект с точки зрения бюджета, все ли отчеты и результаты актуальны и хорошо сформулированы, основные этапы проекта, подготовлены ли планы действий в чрезвычайных ситуациях, если проект столкнется с проблемами).

Несмотря на то что все три критерия оцениваются одинаково, критерий воздействия обычно считается самым важным.

Основные направления тематики (важной по мнению экспертов ФТР для лесного сектора), предлагаемой для реализации в программе ЕС Horizon Europe, приведены в таблице.

Наиболее актуальным и полным библиометрическим исследованием в сфере технологического развития лесного хозяйства является обзорный материал Г. Вайса с соавт. [16].

Данная публикация заслуживает подробного рассмотрения. В ней приведен систематический обзор журнальных статей по инновациям в лесном хозяйстве и лесных отраслях с 1980-х гг. В обзоре учтены 230 англоязычных рецензируемых научных статей, включенных в базы данных Scopus и Web of Science. В отобранных статьях исследуется инновационный процесс и влияющие на него факторы. Авторы описывают технологическое развитие лесного комплекса, резюмируют основные идеи и состояние знаний по темам исследований.

Понятие «инновации» в обзоре Г. Вайса с соавт. [16] понимается как специфический процесс, в ходе которого изобретение или новинку применяют на практике, выводят на рынок или в другую практическую сферу деятельности. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) определила инновации как внедрение нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги) или процесса, новый метод маркетинга или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочего места или внешних связей [16]. В дополнение к этому исследователи также уделяют внимание институциональным и социальным инновациям. Научно-технологическое развитие базируется на трех ключевых для инновационных процессов системах: промышленность/хозяйственные структуры – исследовательские и образовательные организации – управление.

Несмотря на то что исследования по инновационным технологиям в лесном хозяйстве проводились и ранее, без атрибуции в качестве «инновационного исследования», первые публикации, в которых термины «инновация и инновационность» используют применительно к лесу, появляются в 1980-х гг., а чаще после 2000 г. Публикационный бум наблюдается в последние годы.

Изыскания в основном проводят исследовательские организации развитых стран Европы и Северной Америки. Доминируют авторы из США (52 публикации), Финляндии (23), Канады (20), Австрии (15) и Швеции (14). Почти треть всех статей приходится на США, Канаду

**Таблица. АКТУАЛЬНЫЕ ТЕМЫ ЛЕСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ КОНКУРСА ПО ПРОГРАММЕ HORIZON EUROPE НА 2021–2022 ГГ.**

НАПРАВЛЕНИЯ ТЕМАТИКИ	КОЛ-ВО ПРЕДЛОЖЕНИЙ	ФИНАНСИРОВАНИЕ, МЛН EUR
Кластер 4 – Цифровые технологии, промышленность и космос	12	134.4
<i>Цифровые и новейшие технологии для конкурентоспособности и готовность к Зеленому пакту (European Green Deal<sup>4</sup>)</i>	4	79.5
<i>Открытая стратегическая автономия в разработке, развертывании и использовании глобальных космических инфраструктур, сервисов, приложений и данных</i>	2	11
<i>Ориентированное на человека и этичное развитие цифровых и промышленных технологий</i>	3	11
<i>Европейское агентство по космической программе (EUSPA)</i>	3	32.9
Кластер 5 – Климат, энергия и мобильность	4	70
<i>Науки о климате и переход к климатической нейтральности</i>	3	55
<i>Устойчивое, безопасное и конкурентоспособное энергоснабжение</i>	1	15
Кластер 6 – Продовольствие, биоэкономика, природные ресурсы, сельское хозяйство и окружающая среда	44	444.5
<i>Биоразнообразие и экосистемные услуги</i>	19	195.5
<i>Справедливые, здоровые и экологически чистые системы питания от первичного производства к потреблению</i>	4	34
<i>Циркулярная экономика и биоэкономика</i>	5	47
<i>Чистая окружающая среда и нулевое загрязнение</i>	4	27
<i>Земля, океан и вода для действий по борьбе с изменением климата</i>	5	53
<i>Устойчивый, инклюзивный, здоровый и зеленый сельский, прибрежный и городские поселения</i>	3	41
<i>Инновационное управление, экологические наблюдения и цифровые решения в поддержку Зеленого пакта</i>	4	47
Миссия:	3	12
<i>Адаптация к изменению климата</i>	1	5
<i>Климатически нейтральные и умные города</i>	1	2
<i>Здоровье почвы и продовольствие</i>	1	5
<b>Всего предложений</b>	<b>63</b>	<b>660.9</b>

и Финляндию. Большинство статей посвящено лесной промышленности (93), немного меньшая доля приходится на лесное хозяйство (87), а другие сосредоточены на лесной биоэнергетике (23), агролесоводстве (14) и биоэкономике (13). В лесном хозяйстве около половины статей посвящены инновациям в лесном хозяйстве в целом, в остальных представлены конкретные области

инноваций, связанные с региональными экосистемами и разными видами лесохозяйственной деятельности.

Большинство публикаций посвящено процессам (технологиям), общим подходам к инновационной деятельности в лесном хозяйстве. Институциональные инновации также являются важной темой (15 % публикаций). Социальные

<sup>4</sup> Зелёный пакт для Европы — план достижения нулевого суммарного выброса парниковых газов и нулевого суммарного загрязнения окружающей среды путём перехода от использования ископаемых к возобновляемым источникам энергии и сырья в странах-членах Европейского союза к 2050 году.

URL: <https://www.forestplatform.org/2021/06/23/horizon-europe-calls-for-2020-2021-are-now-available/>

инновации – новая тема (около 10 % публикаций). Исследования на общем/теоретическом уровне явно преобладают над исследованиями на уровне производственных компаний и в основном в них анализируются функции участников и политики в инновационных процессах. Эти вопросы обычно касаются инновационных систем лесного хозяйства или конкретных технологий на национальном или региональном уровнях.

Применяемые системные подходы сосредоточены в основном на факторах, движущих силах или проблемах внедрения инноваций. В фокусе таких исследований, например, деревянное домостроение, биоэнергетика, недревесные продукты леса, экологически чистые технологии, углеродное лесное хозяйство, лесные плантации или биоэкономика в целом.

В небольшом числе статей предпринята попытка измерить или оценить эффекты инноваций (4 статьи), в основном они базируются на количественных (на основе опросов и статистических данных, прогнозных исследованиях) и качественных методах (концептуальные построения и обзоры литературы).

В последние 5 лет отмечается расширение тематики, связанной с новыми видами деятельности или инновациями в традиционной лесохозяйственной сфере. Преобладающие темы статей по инновационной тематике:

- ✓ совершенствование лесоуправления;
- ✓ биоэкономика;
- ✓ создание многофункциональных лесных ландшафтов и управление ими;
- ✓ исследования преимуществ лесоразведения как социальной инновации, включая создание общинных экосистем для активного отдыха;
- ✓ использование недревесных лесных ресурсов;
- ✓ углеродное лесное хозяйство;
- ✓ различные аспекты агролесоводства;
- ✓ биоэнергетика, связанная с лесным хозяйством;
- ✓ деревянное строительство.

Основные положения и выводы, содержащиеся в этом исследовании, без приводимых

в публикации примеров и обоснований, следующие:

- ✓ лесной сектор сталкивается с крупномасштабными структурными изменениями, при которых основными движущими силами инноваций выступают изменение моделей глобальной конкуренции и структуры общественного спроса, а также новые производители продукции и рынки сбыта;
- ✓ уровень инновационности сектора в целом оценивается как «довольно скромный», инновации в традиционных секторах, таких как лесное хозяйство и лесная промышленность, ограничены, лесные отрасли менее инновационны по сравнению с другими отраслями экономики и производства;
- ✓ инновации в лесном секторе в основном ориентированы на инкрементальные формы развития (пошаговые, увеличивающиеся постепенно) и технологические инновации для снижения затрат;
- ✓ более крупные компании (по количеству сотрудников и площади управляемых лесных участков) обычно считаются более инновационными;
- ✓ внедрению новых технологий способствуют: образовательный уровень сотрудников, рабочий климат в компании, корпоративная культура и активное освоение зарубежных рынков, особенно в периоды экономического кризиса, инновационная культура (ориентация на рынок и клиентов всей компании);
- ✓ государственные и муниципальные лесные предприятия более склонны к инновациям, чем частные;
- ✓ существующие структуры и традиционный образ мышления в лесной промышленности не способствуют переходу к биоэкономике;
- ✓ правительства должны поощрять преобразования и инновации, но зачастую в лесном секторе этому препятствует долгосрочность ожидаемых эффектов;

- ✓ подчеркивается важность региональных подходов к поддержке новаций, включая роль кластеров;
- ✓ нетехнологические инновации в ведении бизнеса перспективны и необходимы для глобального конкурентоспособного развития лесного сектора, учитывая жесткую конкуренцию с другими материалами;
- ✓ исследования будущего или форсайт-исследования действий для поддержки нововведений очень редки, хотя они способны предоставить ценную информацию для компаний и политиков на национальных и региональных уровнях;
- ✓ аналитические сравнительные исследования разных лесных стран, их инновационных систем, как и межотраслевые исследования, крайне редки.

## Заключение

Проведенный анализ направлений, проблем и тематики исследований в лесном хозяйстве зарубежных стран показывает, что они нацелены на современные вызовы, включая изменение климата и антропогенное воздействие. С учетом глобальной роли лесов актуальным является создание Лесной технологической платформы (FTP) для разработки, а также продвижения и внедрения стратегических исследований, инноваций для повышения конкурентоспособности и устойчивости лесного сектора.

Сравнивая данные зарубежных публикаций последних лет с библиометрическим анализом по отечественной литературе, можно отметить схожесть приоритетов. Однако существуют

и отличия. Так, в зарубежных источниках приоритетными факторами для развития устойчивого управления лесами определены социокультурные (отношение людей к лесу, влияние общества) и экономические, способствующие созданию цепочек новых стоимостных ценностей леса (конкуренция), редкие для отечественных публикаций. Существенным различием является и большее акцентирование документов форсайт-планирования в странах ЕС на лесную промышленность.

Произошедшие в последнее время изменения в лесопромышленном секторе мировой экономики показывают, что среди долгосрочных определяющих факторов развития на первое место выходят технологии, оттесняя объем и качество лесоресурсной базы как таковой. Инновационное развитие затронуло не только крупные, но и мелкие компании, имеющие доступ к необходимой технологии. Происходящее оказывает и будет далее оказывать влияние на мировую географию центров предложения высокотехнологичных продуктов, произведенных на основе древесного сырья, становясь основным фактором ужесточения конкуренции на этих рынках.

Проведенный обзор позволяет заключить, что современное состояние исследований и имеющиеся разработки способны сформировать рамочные приоритеты инновационного развития лесного хозяйства в ближайшем и отдаленном будущем: переход к цифровым, интеллектуальным производственным технологиям; повсеместное применение экологичной ресурсосберегающей системы лесохозяйственных мероприятий; переход к многофункциональному высокопродуктивному и экологически чистому использованию лесов.

## Список источников

1. Kishita, Y. Foresight and Roadmapping Methodology: Trends and Outlook / Y. Kishita // Foresight and STI Governance. – 2021. – 15(2). – P. 5–11. – DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.5.11.
2. Страхов, В.В. Форсайт в лесном секторе стран Европейского союза / В.В. Страхов // Форсайт. – 2008. – № 3 (7). – С. 11–15.
3. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations / S.N. Aitken, S. Yeaman, J.A. Holliday, T. Wang, S. Curtis-McLane // *Evol. Appl.* – 2008. – № 1(1). – P. 95–111. DOI: 10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x.
4. Adaptive forest management in Central Europe – climate change impacts strategies and integrative concept / A. Bolte, C. Ammer, M. L f, P. Madsen, G-J. Nabuurs, P. Schall, P. Spathelf, J. Rock // *Scand. J. For. Res.* – 2009. – № 24(6). – P. 473–482. DOI: 10.1080/02827580903418224.
5. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land / M. Hanewinkel, D.A. Cullmann, M.J. Schelhaas, G.J. Nabuurs, N.E. Zimmermann // *Nat. Clim. Chang.* – 2012. – № 3. – P. 203–207. DOI: 10.1038/NCLIMATE1687.
6. Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon / S.L. Lewis, C.E. Wheeler, E.T. Mitchard, A. Koch // *Nature*. – 2019. – № 568(7750). – P. 25–28. DOI: 10.1038/d41586-019-01026-8.
7. Natural climate solutions / B.W. Griscon, J. Adams, P.W. Ellis, R.A. Houghton, G. Lomax, D.A. Miteva, W.H. Schlesinger [et al.] // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. – 2017. – № 114. – P. 11645–11650.
8. Millar, C.I. Temperate forest health in an era of emerging megadisturbance / C.I. Millar, N.L. Stephenson // *Science*. – 2015. – № 349. – P. 823–826.
9. Disturbance and the carbon balance of US forests: A quantitative review of impacts from harvests, fires, insects, and droughts / C.A. Williams, H. Gu, R. MacLean, J.G. Masek, G.J. Collatz // *Glob. Planet. Change*. – 2016. – № 143. – P. 66–80.
10. Forest disturbance under climate change / R. Seidl, D. Thom, M. Kautz, D. Martin-Benito, M. Peltoniemi, G. Vacchiano, J. Wild [et al.] // *Nat. Climate Change*. – 2017. – № 7. – P. 395–402.
11. Strategic plan for biodiversity 2011–2020 and the Aichi targets. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.cbd.int/kb/record/decision/12268>.
12. State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe [Электронный ресурс] / Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Forest Europe, Liaison Unit Oslo. – Режим доступа: URL: [https://www.researchgate.net/publication/259231298\\_State\\_of\\_Europe's\\_Forests\\_2011\\_Status\\_and\\_Trends\\_in\\_Sustainable\\_Forest\\_Management\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/259231298_State_of_Europe's_Forests_2011_Status_and_Trends_in_Sustainable_Forest_Management_in_Europe).
13. United Nations Strategic Plan for Forests 2017–2030 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.un.org/esa/forests/documents/un-strategic-plan-for-forests-2030/index.html>.
14. Towards sustainable land use: identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe / J. Young, A. Watt, P. Nowicki, D. Alard, J. Clitherow, K. Henle, R. Johnson, E. Laczko, D. McCracken, S. Matouch, J. Niemela, C. Richards // *Biodivers. Conserv.* – 2005. – № 14. – P. 1641–1661.
15. Can nature conservation and wood production be reconciled in managed forests? A review of driving factors for integrated forest management in Europe / F. Aggestam, A. Konczal, M. Sotirov, I. Wallin, Y. Paillet, R. Spinell, M. Lindner, J. Derks, M. Hanewinkel, G. Winkel // *Journal of Environmental Management*. – 2020. – 268. 110670. – P. 1–9.
16. Weiss, G. Four decades of innovation research in forestry and the forest-based industries. A systematic literature review / G. Weiss, A. Ludvig, I. Živojinović // *Forest Policy and Economics*. – 2020. – 120. 102288. – P. 1–25.



## References

1. Kishita, Y. Foresight and Roadmapping Methodology: Trends and Outlook / Y. Kishita // Foresight and STI Governance. – 2021. – 15(2). – P. 5–11. – DOI: 10.17323/2500-2597.2021.2.5.11.
2. Strahov, V.V. Forsajt v lesnom sektore stran Evropejskogo soyuza / V.V. Strahov // Forsajt. – 2008. – № 3 (7). – S. 11–15.
3. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations / S.N. Aitken, S. Yeaman, J.A. Holliday, T. Wang, S. Curtis-McLane // *Evol. Appl.* – 2008. – № 1(1). – P. 95–111. DOI: 10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x.
4. Adaptive forest management in Central Europe – climate change impacts strategies and integrative concept / A. Bolte, C. Ammer, M. L f, P. Madsen, G-J. Nabuurs, P. Schall, P. Spathelf, J. Rock // *Scand. J. For. Res.* – 2009. – № 24(6). – P. 473–482. DOI: 10.1080/02827580903418224.
5. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land / M. Hanewinkel, D.A. Cullmann, M.J. Schelhaas, G.J. Nabuurs, N.E. Zimmermann // *Nat. Clim. Chang.* – 2012. – № 3. – P. 203–207. DOI: 10.1038/NCLIMATE1687.
6. Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon / S.L. Lewis, C.E. Wheeler, E.T. Mitchard, A. Koch // *Nature*. – 2019. – № 568(7750). – P. 25–28. DOI: 10.1038/d41586-019-01026-8.
7. Natural climate solutions / B.W. Griscon, J. Adams, P.W. Ellis, R.A. Houghton, G. Lomax, D.A. Miteva, W.H. Schlesinger [et al.] // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. – 2017. – № 114. – P. 11645–11650.
8. Millar, C.I. Temperate forest health in an era of emerging megadisturbance / C.I. Millar, N.L. Stephenson // *Science*. – 2015. – № 349. – P. 823–826.
9. Disturbance and the carbon balance of US forests: A quantitative review of impacts from harvests, fires, insects, and droughts / C.A. Williams, H. Gu, R. MacLean, J.G. Masek, G.J. Collatz // *Glob. Planet. Change*. – 2016. – № 143. – P. 66–80.
10. Forest disturbance under climate change / R. Seidl, D. Thom, M. Kautz, D. Martin-Benito, M. Peltoniemi, G. Vacchiano, J. Wild [et al.] // *Nat. Climate Change*. – 2017. – № 7. – P. 395–402.
11. Strategic plan for biodiversity 2011–2020 and the Aichi targets. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL: <https://www.cbd.int/kb/record/decision/12268>.
12. State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe [Elektronnyj resurs] / Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Forest Europe, Liaison Unit Oslo. – Rezhim dostupa: URL: [https://www.researchgate.net/publication/259231298\\_State\\_of\\_Europe's\\_Forests\\_2011\\_Status\\_and\\_Trends\\_in\\_Sustainable\\_Forest\\_Management\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/259231298_State_of_Europe's_Forests_2011_Status_and_Trends_in_Sustainable_Forest_Management_in_Europe).
13. United Nations Strategic Plan for Forests 2017–2030 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL: <https://www.un.org/esa/forests/documents/un-strategic-plan-for-forests-2030/index.html>.
14. Towards sustainable land use: identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe / J. Young, A. Watt, P. Nowicki, D. Alard, J. Clitherow, K. Henle, R. Johnson, E. Laczko, D. McCracken, S. Matouch, J. Niemela, C. Richards // *Biodivers. Conserv.* – 2005. – № 14. – P. 1641–1661.
15. Can nature conservation and wood production be reconciled in managed forests? A review of driving factors for integrated forest management in Europe / F. Aggestam, A. Konczal, M. Sotirov, I. Wallin, Y. Paillet, R. Spinell, M. Lindner, J. Derks, M. Hanewinkel, G. Winkel // *Journal of Environmental Management*. – 2020. – 268. 110670. – P. 1–9.
16. Weiss, G. Four decades of innovation research in forestry and the forest-based industries. A systematic literature review / G. Weiss, A. Ludvig, I. Živojinović // *Forest Policy and Economics*. – 2020. – 120. 102288. – P. 1–25.