

Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/27>

УДК 630\*181:551.583(470+571)



## **Динамика количественного распределения видов адаптационных мероприятий и затрат на их проведение в лесах России в условиях изменений климата**

Артём В. Константинов<sup>1</sup>✉, [science@spb-niilh.ru](mailto:science@spb-niilh.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1864-9313>

Даниил С. Бурцев<sup>1,2</sup>, [dsburtcev@itmo.ru](mailto:dsburtcev@itmo.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>

Елена С. Гаврилюк<sup>1,2</sup>, [gavrilyukes@itmo.ru](mailto:gavrilyukes@itmo.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3869-1578>

Татьяна С. Королева<sup>1</sup>, [koroleva@spb-niilh.ru](mailto:koroleva@spb-niilh.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4428-0193>

Зарина А. Торшукова<sup>1</sup>, [z.torshukova@spb-niilh.ru](mailto:z.torshukova@spb-niilh.ru), <https://orcid.org/0009-0001-3331-8432>

<sup>1</sup> ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Институтский пр., д. 21, г. Санкт-Петербург, 194021, Российская Федерация

<sup>2</sup> Университет ИТМО, Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

Исследование посвящено анализу эволюции стратегий адаптации лесного хозяйства Российской Федерации к изменению климата в период 2019–2024 гг. Акцент сделан на управлении ключевыми климатическими рисками: снижением продуктивности лесов, трансформацией видового и породного состава, ростом частоты и интенсивности лесных пожаров, вспышками массового размножения вредных организмов и последствиями экстремальных погодных явлений. Основная цель работы – на основе количественного анализа динамики адаптационных мероприятий и структуры бюджетных затрат выявить сдвиги в приоритетах региональных и федеральных стратегий адаптации и сформулировать рекомендации по их совершенствованию. Методологическую основу исследования составили диалектический метод научного познания, системно-структурный подход, методы сравнительного и статистического анализа, а также элементы экономического анализа. Эмпирической базой послужили официальные статистические данные, ведомственные отчёты, научные публикации и нормативно-правовые акты, регулирующие развитие лесного сектора в условиях климатических изменений. Результаты показали устойчивый рост общего числа адаптационных мер (+47% за пять лет), доминирующую роль противопожарной направленности и значительный рост внимания к изменению породного состава лесов (+134%), при этом меры по адаптации к экстремальным погодным явлениям и биотическим угрозам остаются недостаточно развитыми. Выявленная волатильность бюджетных расходов подчеркивает необходимость перехода к прогнозируемому, системному финансированию адаптационных стратегий.

**Ключевые слова:** изменение климата, лесное хозяйство, адаптация, климатические риски, лесные пожары, вредные организмы, экстремальные погодные явления, бюджетные затраты, адаптивное лесопользование, породный состав

**Финансирование:** Исследование выполнено в рамках государственного задания Федерального агентства лесного хозяйства от 26.12.2024 г. № 053-00005-25-00 по теме «Разработка системы планирования, реализации и оценки эффективности мер государственной климатической политики в лесном секторе Российской Федерации» (шифр: 2-Д24 климатическая политика).

**Благодарности:** авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Динамика количественного распределения видов адаптационных мероприятий и затрат на их проведение в лесах России в условиях изменений климата / А.В. Константинов, Д.С. Бурцев, Е.С. Гаврилюк, Т.С. Королева, З.А. Торшукова // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15. – № 4 (60). – С. 456-472. – Библиогр.: с. 469–472 (22 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/27>.

*Поступила* 13.07.2025. *Пересмотрена* 10.10.2025. *Принята* 30.11.2025. *Опубликована онлайн* 26.12.2025.

Article

### **Dynamics of quantitative distribution of types of adaptation measures and costs for their implementation in Russian forests under climate change conditions**

Artem V. Konstantinov<sup>1</sup>✉, science@spb-niilh.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-1864-9313>

Daniil S. Burtcev<sup>2</sup>, dsburtcev@itmo.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>

Elena S. Gavriljuk<sup>2</sup>, gavriljuk@itmo.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-3869-1578>

Tatiana S. Koroleva<sup>1</sup>, koroleva@spb-niilh.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-4428-0193>

Zarina A. Torshukova<sup>1</sup>, z.torshukova@spb-niilh.ru,  <https://orcid.org/0009-0001-3331-8432>

<sup>1</sup> Saint Petersburg Forestry Research Institute, Institutsky pr., 21, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation

<sup>2</sup> ITMO University, Kronverksky Pr. 49, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

#### **Abstract**

This study analyzes the evolution of adaptation strategies in the forestry sector of the Russian Federation to climate change during the period 2019–2024. The focus is placed on managing key climate-related risks: declining forest productivity, shifts in species and stand composition, increasing frequency and intensity of wildfires, outbreaks of harmful organisms, and the impacts of extreme weather events. The main objective is to identify shifts in the priorities of regional and federal adaptation strategies by quantitatively analyzing the dynamics of adaptation measures and the structure of budget expenditures, and to develop recommendations for their improvement. The methodological framework is based on the dialectical method of scientific inquiry, a systems-structural approach, comparative and statistical analysis, as well as elements of economic analysis. The empirical base includes official statistics, agency reports, scientific publications, and regulatory documents governing the development of the forestry sector under climate change. The results demonstrate a steady increase in the overall number of adaptation measures (+47% over five years), the dominant role of prevention of wildfire, and significant growth of attention to changes in forest species composition (+134%), while measures aimed at addressing extreme weather events and biotic threats remain underdeveloped. The identified volatility of budget expenditures highlights the need for a transition to predictable and systemic financing of adaptation strategies.

**Keywords:** *climate change, forestry, adaptation, climate risks, wildfires, harmful organisms, extreme weather events, budget expenditures, adaptive forest management, species composition*

**Funding:** The study was carried out within the framework of the state assignment of the Federal Forestry Agency dated December 26, 2024 No. 053-00005-25-00 on the topic «Development of a system for planning, implementing and evaluating the effectiveness of state climate policy measures in the forestry sector of the Russian Federation» (code: 2-D24 climate policy).

**Acknowledgments:** the authors thank the reviewers for their contribution to the expert assessment of the article.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Konstantinov A.V., Burtcev D.S., Gavrilyuk E.S., Koroleva T.S., Torshukova Z.A. (2025). Dynamics of quantitative distribution of types of adaptation measures and costs for their implementation in Russian forests under climate change conditions. Forestry Engineering journal, Vol. 15, No. 4 (60), pp. 456-472 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/27>.

*Received* 13.07.2025. *Revised* 10.10.2025. *Accepted* 30.11.2025. *Published online* 26.12.2025.

### **Введение**

Современные исследования свидетельствуют об устойчивом росте частоты и масштабов опасных природных процессов в Российской Федерации, вызванных как изменениями климата, так и усилением антропогенной нагрузки, что порождает значительные материальные убытки, ущерб экосистемам и социальной инфраструктуре. Установлена прямая связь между частотой природных чрезвычайных ситуаций и необходимостью усиления превентивных мер, включая мониторинг, разработку нормативов и строительство инфраструктуры устойчивости [1].

Исследования показывают, что на в горных экосистемах наблюдается экспансия древесных и кустарниковых видов вверх по высотной границе, что свидетельствует о заметных структурных изменениях лесной растительности под воздействием повышения температуры и изменения режима осадков [2]. Это явление подтверждает необходимость включать в адаптационные мероприятия меры, направленные на трансформацию видов и породного состава лесов как ответ на климатические тренды.

Современные природные процессы, такие как экстремальные погодные явления, пожары, деградация экосистем и изменение климата, становятся всё более интенсивными и наносят серьёзный ущерб населению, экономике и природным системам, причем эти проявления негативного влияния глобального изменения климата наблюдаются практически во всех регионах планеты и требуют значительных ресурсов на восстанавливающие и превентивные меры [3].

Также исследования показывают, что изменение климата приводит к существенным трансформациям в гидрологическом режиме территорий, с увеличением variability водообеспечения и ростом риска водного дефицита, что усугубляет экологические, социальные и

экономические последствия на региональном уровне [4].

Эти факты подчеркивают важность адаптивных мероприятий в лесном хозяйстве, особенно тех, которые направлены на корректировку продуктивности и состава лесов, а также стратегического планирования превентивных мер в ответ на изменяющиеся водный режим и распределение осадков.

Другие исследования демонстрируют, что в высокогорных экосистемах Катунского хребта наблюдаются значительные изменения в возрастной структуре древостоев и подростов, что свидетельствует о реакциях лесных экосистем на климатические изменения, особенно на повышение температуры и сдвиг границ леса вверх по склонам [5].

В условиях изменения климата важность сохранения и восстановления природных лесов Восточной Европы возрастает. Восточноевропейские леса служат важными экосистемами, поддерживающими биологическое разнообразие, регулируемыми климатические процессы и обеспечивающими устойчивость экосистем к изменениям окружающей среды. Сохранение их природного состояния и восстановление утраченных лесных экосистем становятся приоритетными задачами для обеспечения устойчивого развития региона. Методы восстановления, такие как естественное возобновление и активное вмешательство, должны быть адаптированы к специфическим условиям каждого региона [6].

Комплексный подход к региональной адаптации, включающий три взаимосвязанных компонента: мониторинг климатических изменений (температурные колебания, осадки, талая вода), оценку уязвимости экосистем и антропогенных объектов, а также разработку и внедрение адаптивных мер, направленных на повышение

устойчивости природных и социальных систем региона, является соразмерным ответом на выявленные угрозы [7]. Такой междисциплинарный подход позволяет повысить точность прогнозов, снизить риск ущерба для экосистем и людей, а также обеспечить координацию усилий различных заинтересованных сторон, включая федеральные и региональные органы власти, научные учреждения и местные сообщества.

Введение адаптационных мероприятий в лесное хозяйство России в условиях изменения климата требует комплексного подхода, который учитывает не только экологические, но и социально-экономические аспекты. Например, такой подход может быть реализован на основе экономико-математической модели регионального лесного комплекса, интегрирующей блоки лесозаготовки, деревообрабатывающей промышленности и экосистемных услуг лесных территорий [8]. Апробация указанной модели на примере лесных массивов Сибири и Дальнего Востока, характеризующихся значительными запасами древесных ресурсов и развитыми производственными мощностями по их переработке, демонстрирует недопустимость сохранения существующих тенденций лесопользования. Проведенные сценарные расчеты свидетельствуют, что текущая модель эксплуатации лесных ресурсов неприемлема как с позиций обеспечения устойчивого развития отрасли, так и в контексте реагирования на глобальные климатические вызовы. Цель по увеличению поглощения углерода до 1,2 млрд. т CO<sub>2</sub>-эквивалента к 2050 году, заявленная в Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, требует активного развития лесоклиматического сектора.

В условиях изменения климата лесное хозяйство России сталкивается с необходимостью адаптации, включая трансформацию лесных экосистем для повышения их углеродной эффективности. Рассмотрим концепцию функционально-целевой «карбоновой» системы объектов лесоводства, ориентированной на

углерододепонирующее и углеродоконсервационное назначение [9]. Эта система включает в себя объекты лесоводства, которые с разным уровнем приоритета выполняют функции депонирования и сохранения углерода, а также климаторегулирующие задачи. Формирование такой системы требует комплексного подхода, включающего разработку рубок 40–50-летней давности в двухъярусных листовенно-еловых древостоях с сохранением елового яруса, что способствует улучшению структуры лесных экосистем и повышению их устойчивости к климатическим изменениям.

Адаптация лесных экосистем России к изменениям климата требует комплексного подхода, включающего оценку климатических рисков, разработку адаптационных стратегий и внедрение эффективных управленческих механизмов. Анализ мирового опыта в области планирования адаптации к климатическим изменениям, в котором выявлены ключевые принципы и методы, применяемые в различных странах, а также рассмотрены возможности их адаптации к российским условиям подчеркивает важность интеграции климатических факторов в стратегическое планирование и необходимость разработки национальных планов адаптации, ориентированных на устойчивое социально-экономическое развитие [10].

Адаптация лесного сектора России к изменениям климата требует комплексного подхода, включающего оценку климатических рисков, разработку адаптационных стратегий и внедрение эффективных механизмов управления. В частности, использование моделей комплексной оценки (IAM) позволяет количественно оценить потенциальные экономические последствия климатических изменений, что способствует более обоснованному планированию адаптационных мероприятий. Применение таких моделей в российских условиях показало, что экономический эффект изменения климата может варьироваться от –1,3 трлн до +200 млрд рублей к 2040 году, что подчеркивает необходимость разработки адаптивного лесопользования, способного

минимизировать риски и оптимизировать использование ресурсов [11].

Адаптация лесов России к изменениям климата требует комплексного подхода, включающего как защиту экосистем, так и рациональное использование лесных ресурсов. Можно выделить ряд мероприятий для сохранения биологического разнообразия и повышения устойчивости лесов бореальной зоны: сохранение естественных лесных экосистем, восстановление деградированных территорий с помощью смешанных и разновозрастных насаждений, контроль антропогенной нагрузки, поддержание гидрологического баланса и мониторинг состояния лесов [12]. Эти меры способствуют снижению климатических рисков, поддержанию ресурсного потенциала лесов и обеспечению их долгосрочной экологической и экономической стабильности.

Современное лесотипологическое районирование южной равнинной части Европейской России позволяет выявить значительное разнообразие лесных климатов, включая термотопы, контрастотопы и гигротопы, которые отличаются широтной и меридиональной зональностью и сложным пространственным распределением. Проведенный анализ демонстрирует, что эффективное адаптивное управление лесами требует комплексного учета региональной специфики, включая дифференциацию климатических режимов, влияние орографических факторов (Кавказские горы) и акваторий (Черное море), а также особенностей локальных экотонных зон. Учет пространственной неоднородности указанных факторов имеет ключевое значение для разработки целевых мероприятий, направленных на снижение уязвимости лесных экосистем к климатическим изменениям. Предлагаемые принципы районирования создают научную основу для формирования адаптивных лесохозяйственных стратегий, ориентированных на повышение устойчивости лесов в условиях трансформирующегося климата [13].

Анализ воздействия современных изменений климата на лесные экосистемы России показывает, что леса выполняют критически важные функции

как объекты и средства адаптации к неблагоприятным гидрометеорологическим явлениям. Выделяют следующие ключевые направления адаптационных мероприятий: предотвращение ущерба лесам, снижение последствий экстремальных явлений, использование естественных адаптационных возможностей экосистем, а также создание специальных категорий защитных «адаптационных лесов» для поддержания гидрологического режима, защиты от эрозии, ветров и пыльных бурь [14].

Современный климатический дискурс в России отражает высокую сложность формирования государственной климатической политики в условиях глобальных рисков изменения климата. Можно выделить четыре подхода: от климатического скептицизма, препятствующего активной политике, до адаптационного подхода, ориентированного на приспособление населения и экономики к изменениям климата, включая селективные меры с учетом экологических рисков регионов [15].

Изменения климата усиливают риск лесных пожаров, вызывая трансформацию экосистем и изменение распределения видов, что делает лесные массивы более уязвимыми к огню и повышает опасность для населения и инфраструктуры. В таких условиях актуальность правовых мер профилактики лесных пожаров возрастает: необходимо не только наличие законодательства, регулирующего противопожарные меры, но и его системная реализация на территориях с повышенной и потенциальной пожарной опасностью. Опыт Франции показывает, что эффективность адаптации лесов к новым климатическим условиям зависит от комплексного применения мер, включая управление лесными ресурсами, оборудование для тушения пожаров, градостроительное планирование и информирование населения [16].

Изменение климата оказывает существенное влияние на частоту и интенсивность лесных пожаров в России, особенно в регионах с экстремально засушливым климатом, таких как Республика Саха (Якутия). Повышение среднегодовой температуры, более раннее таяние снега и увеличение продолжительности

пожароопасного сезона создают благоприятные условия для быстрого распространения огня, что наносит значительный экономический и экологический ущерб лесным экосистемам. Для снижения рисков необходимо развивать системы метеомониторинга, адаптированное лесоуправление, образовательные программы и раннее предупреждение населения о пожарах [17].

Современные исследования показывают, что изменения климата существенно осложняют задачи сохранения видов и экосистем на особо охраняемых природных территориях России, требуя разработки дополнительных адаптационных мер. Оценка уязвимости территорий позволяет выявить, какие экосистемы и виды наиболее подвержены неблагоприятным климатическим воздействиям, включая экстремальные погодные явления и сдвиги ареалов обитания. Применение комплексных методик, интегрирующих данные наблюдений, климатическое моделирование и картографирование, способствует планированию эффективных адаптационных действий, обеспечивающих устойчивость природных комплексов в долгосрочной перспективе [18].

Актуальность темы адаптации лесов России к изменению климата подтверждается исследованиями, показывающими, что даже в пределах Московской области комплексная оценка состояния лесов выявляет значительные дисбалансы между нагрузкой на экосистему и принимаемыми мерами по её охране и восстановлению. В частности, наименее нарушенные лесные территории имеют минимальное давление и получают достаточную защиту через сеть особо охраняемых природных территорий и активное лесовосстановление, тогда как фрагментированные и истощённые леса сталкиваются с нехваткой подобных мер при одновременном росте антропогенной нагрузки [19].

Изменение климата рассматривается как один из ключевых глобальных вызовов, требующих скоординированных международных усилий и выработки правовых механизмов для его смягчения и адаптации. В рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата (1992 г.) и Парижского

соглашения по климату (2015 г.) закреплены принципы общей, но дифференцированной ответственности государств, а также меры по укреплению адаптационных возможностей и повышению устойчивости к неблагоприятным климатическим воздействиям. При этом особое внимание уделяется согласованию национальных и международных действий, включая финансовую и технологическую поддержку развивающихся стран, что создает правовую основу для долгосрочного устойчивого развития и сохранения экосистем, в том числе лесных. В контексте адаптивного лесоуправления данные международные нормы подчеркивают необходимость разработки стратегий, позволяющих снижать уязвимость лесов к климатическим рискам и обеспечивать их экологическую устойчивость [20].

Современные исследования демонстрируют, что лесные экосистемы России испытывают значительное давление климатических изменений, проявляющееся в снижении адаптационного потенциала и росте деструктивных процессов, включая лесные пожары и деградацию древостоев. Анализ 24 модельных субъектов Российской Федерации показал необходимость дифференцированного подхода к управлению лесами с учетом региональных особенностей, степени уязвимости и устойчивости экосистем, а также прогнозируемых климатических рисков. Применение сценарного подхода позволяет формировать управленческие решения и адаптационные мероприятия, направленные на поддержание и усиление адаптационного потенциала лесных экосистем, что является ключевым для устойчивого лесоуправления в условиях изменения климата [21].

Анализ последних исследований показывает, что изменения климата и рост концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере способны существенно увеличить продуктивность лесов России и, как следствие, их энергетический потенциал. Согласно расчетам, ожидаемое повышение чистой первичной продукции лесов к середине XXI века может составить в среднем 40% по территории страны, при этом на Дальнем Востоке и в Сибири прирост

достигает 45% [22]. Это подчеркивает важность разработки адаптивных мероприятий в лесном хозяйстве, направленных на эффективное использование растущих ресурсов и минимизацию возможных рисков, связанных с вредителями, болезнями и региональными климатическими особенностями.

Приведенный обзор научной литературы демонстрирует, что проблема адаптации лесного хозяйства России к изменению климата приобретает всё большую научную и практическую значимость. Современные исследования убедительно подтверждают: климатические изменения уже оказывают ощутимое воздействие на лесные экосистемы страны – от Арктики до южных равнин. Наблюдаются структурные трансформации растительности (экспансия древесных пород в высокогорья, сдвиг границ леса), изменение гидрологического режима, рост частоты и интенсивности лесных пожаров, вспышек вредителей и последствий экстремальных погодных явлений. Эти процессы не только снижают устойчивость лесов, но и угрожают социально-экономической стабильности регионов, требуя перехода от реактивного реагирования к системной, научно обоснованной политике адаптации.

Анализ работ отечественных и зарубежных авторов выявляет ключевые направления адаптивного лесопользования: корректировку породного и возрастного состава насаждений, сохранение природных лесов, создание разновозрастных и смешанных лесов, развитие «карбоновой» функции лесов, внедрение защитных категорий лесов, а также интеграцию климатических рисков в стратегическое и территориальное планирование. Особое внимание уделяется необходимости комплексного подхода, сочетающего экологические, экономические и институциональные аспекты. При этом подчёркивается важность региональной дифференциации мер, поскольку климатические риски и адаптационный потенциал лесов существенно варьируются от субъекта к субъекту – от засушливых территорий Якутии до влажных предгорий Кавказа.

Однако, несмотря на растущий объём теоретических и прикладных исследований, остаётся недостаточно эмпирических данных о том, как именно формируются и реализуются адаптационные стратегии на практике. В частности, отсутствует системный анализ динамики и структуры конкретных мероприятий, а также распределения бюджетных ресурсов по различным типам климатических рисков. Именно этот пробел и призвана заполнить настоящая работа. Цель исследования – на основе количественного анализа официальных данных за 2019–2024 гг. выявить, какие климатические угрозы становятся приоритетными для органов лесного управления, как меняется соотношение между различными видами адаптационных мер и насколько эффективно распределяются финансовые ресурсы. Такой подход позволяет не только оценить текущее состояние адаптивного лесопользования, но и сформулировать обоснованные рекомендации по его совершенствованию в соответствии с вызовами климатического будущего.

### **Объекты и методы исследований**

Объектом настоящего исследования являются адаптационные мероприятия, реализуемые в лесном хозяйстве Российской Федерации в условиях изменения климата. Предмет исследования – динамика распределения этих мероприятий по видам климатических рисков, а также структура и масштабы бюджетных затрат на их реализацию в 2019–2024 гг. Методологическую основу исследования составили диалектический метод научного познания, системно-структурный подход, методы сравнительного анализа, а также элементы экономического анализа для оценки распределения затрат. В качестве вспомогательных применялись методы аналогии и контент-анализа для интерпретации научных публикаций, нормативных документов и стратегических материалов по управлению лесами в условиях изменения климата. Эмпирическую базу исследования составили официальные статистические материалы и ведомственные отчёты о реализации мероприятий по адаптации лесного хозяйства к изменению климата, данные о бюджетных затратах в 2019–2024 гг., а также

материалы научных публикаций, стратегических и нормативно-правовых документов, регламентирующих развитие лесного сектора. В числе информационных источников использованы отчёты и аналитические материалы, представленные федеральными органами власти в открытых источниках сети Интернет.

**Результаты и обсуждение**

В данном разделе представлен эмпирический анализ динамики реализации адаптационных мероприятий в лесном хозяйстве Российской Федерации в условиях усиления климатических угроз. На основе систематизации количественных данных за период 2019-2024 гг. исследуется эволюция приоритетов государственной и региональной политики в сфере адаптивного лесопользования. Центральное внимание уделяется распределению мер адаптации по пяти ключевым климатическим рискам: изменению продуктивности лесов, трансформации породного состава, увеличению лесных пожаров, вспышкам численности вредных организмов и последствиям экстремальных погодных явлений. Проведенный

анализ позволяет идентифицировать приоритетные направления финансирования и оценить степень сбалансированности практической реализации адаптационной стратегии лесного сектора. В разделе последовательно рассматриваются два аспекта: динамика количества видов адаптационных мероприятий по каждому из выделенных рисков (табл. 1 и 2) и структура и масштабы бюджетных затрат, направленных на их реализацию (табл. 3). Используемые данные основаны на официальной статистике, ведомственных отчётах и стратегических документах, что обеспечивает достоверность и репрезентативность выводов. Представленные результаты не только иллюстрируют текущие тенденции в адаптивном лесопользовании, но и служат основой для обсуждения соответствия национальной практики международному опыту, выявления пробелов в политике и формулирования рекомендаций по повышению эффективности адаптационных стратегий в условиях ускоряющихся климатических изменений.

Таблица 1

Динамика количественного распределения видов адаптационных мероприятий, направленных на снижение климатических рисков в период 2019–2024 гг. в разрезе климатических рисков (единицы)

Table 1

Dynamics of the quantitative distribution of types of adaptation measures aimed at reducing climate risks in the period 2019–2024 in the context of climate risks (units)

Климатический риск   Climate risk	Количество видов мероприятий по годам   Number of types of measures by year					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Изменение продуктивности лесов в связи с изменениями средних значений температуры и количества выпадаемых осадков   Changes in forest productivity due to changes in average temperature and precipitation	84	81	67	96	175	127
Изменения в видовом (породном) составе лесов   Changes in the species composition of forests	74	75	77	86	145	173
Увеличение частоты возникновения (лесных) пожаров в лесах и площадей, пройденных пожарами   Increase in the frequency of forest fires and areas affected by fires	294	290	295	337	423	389
Увеличение частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах   Increased frequency of outbreaks of pests in forests	96	96	78	106	122	116

Климатический риск   Climate risk	Количество видов мероприятий по годам   Number of types of measures by year					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Увеличение частоты проявления последствий экстремальных погодных явлений в лесах   Increased frequency of extreme weather events in forests	50	49	50	61	71	74
Итого   Total	598	591	567	686	936	879

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Анализ динамики количественного распределения видов адаптационных мероприятий в период 2019–2024 гг. показывает значительные различия в уровне внимания к различным климатическим рискам в лесном хозяйстве России. Наибольшее количество мероприятий систематически направлено на снижение риска «Увеличение частоты возникновения лесных пожаров и площадей, пройденных пожарами», где число видов мероприятий колеблется от 294 в 2019 году до 389 в 2024 году. Высокий уровень внимания к этому риску обусловлен прямой угрозой для лесных экосистем и социальной инфраструктуры, а также наличием развитых методических и технических подходов к предотвращению и тушению лесных пожаров, что соответствует международной практике в США, Канаде и Австралии, где превалирует концентрация ресурсов на профилактике и оперативном реагировании на пожары.

Второй по числу мероприятий риск – «Изменения в видовом (породном) составе лесов», где количество мероприятий увеличилось с 74 в 2019 году до 173 в 2024 году. Рост числа мероприятий отражает смещение акцентов на структурные изменения лесных насаждений, формирование разновозрастных, смешанных и многоярусных насаждений, что повышает их устойчивость к климатическим стрессам и биотическим угрозам.

Международный опыт подтверждает стратегическую значимость подобных мер для адаптации лесов к изменяющемуся климату, включая работу европейских стран по

восстановлению биоразнообразия и внедрению смешанных лесных насаждений.

Для риска «Изменение продуктивности лесов в связи с изменениями средних значений температуры и количества выпадаемых осадков» наблюдается более резкая динамика: снижение числа мероприятий до 67 в 2021 году и резкий рост до 175 в 2023 году. Такая волатильность может быть связана с реакцией на экстремальные погодные события и необходимостью корректировки планов лесоразведения и ухода за насаждениями в ответ на изменяющиеся климатические условия.

Риск «Увеличение частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах» сохраняет относительно стабильное количество мероприятий (96 в 2019 г. и 116 в 2024 г.), что указывает на поддержание систематического мониторинга и санитарно-оздоровительных мер, однако его доля существенно меньше, чем у пожаров и структурных изменений лесов. Наиболее низкий уровень обеспеченности адаптационными мероприятиями наблюдается для риска «Увеличение частоты проявления последствий экстремальных погодных явлений в лесах», где количество мероприятий увеличилось лишь с 50 до 74. Это указывает на недостаточное развитие мер по ликвидации ветровалов, буреломов и снеголомов, внедрению дистанционного мониторинга и технологий повышения устойчивости лесов, что соответствует международной практике, где адаптация к экстремальным погодным событиям остается сложной задачей из-за их непредсказуемости и локального характера.

## Природопользование

Различия в количестве мероприятий между климатическими рисками могут объясняться сочетанием факторов: непосредственной угрозой для лесов и населения, развитостью методических подходов и доступностью технологий, а также исторически сложившимися приоритетами лесного хозяйства. Природа этих различий отражает как практическую готовность к реагированию на риски, так и стратегические ориентиры государственной политики в области климатической адаптации лесного сектора.

В целом, сопоставление с международным опытом показывает, что российская практика соответствует глобальной тенденции концентрации усилий на наиболее очевидных и управляемых рисках, таких как лесные пожары и структурные изменения лесов, в то время как меры по адаптации к экстремальным погодным явлениям и биотическим угрозам требуют дальнейшего развития и стандартизации.

Таблица 2

Изменение количественного распределения видов адаптационных мероприятий, направленных на снижение климатических рисков в период 2019–2024 гг. в разрезе климатических рисков (%)

Table 2

Changes in the quantitative distribution of types of adaptation measures aimed at reducing climate risks in the period 2019–2024 in the context of climate risks (%)

Климатический риск	Изменение в % к предыдущему году   Change in % compared to the previous year					Изменение 2024 года в % к 2019 году   Change in 2024 as a % compared to 2019
	2020	2021	2022	2023	2024	
Изменение продуктивности лесов в связи с изменениями средних значений температуры и количества выпадаемых осадков   Changes in forest productivity due to changes in average temperature and precipitation	-4	-17	+43	+82	-27	+51
Изменения в видовом (породном) составе лесов   Changes in the species composition of forests	+1	+3	+12	+69	+19	+134
Увеличение частоты возникновения (лесных) пожаров в лесах и площадей, пройденных пожарами   Increase in the frequency of forest fires and areas affected by fires	-1	+2	+14	+26	-8	+32
Увеличение частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах   Increased frequency of outbreaks of pests in forests	0	-19	+36	+15	-5	+21
Увеличение частоты проявления последствий экстремальных погодных явлений в лесах   Increased frequency of extreme weather events in forests	-2	+2	+22	+16	+4	+48
Итого   Total	-1	-4	+21	+36	-6	+47

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что в период 2019–2024 гг. динамика

количественного распределения адаптационных мероприятий характеризовалась высокой

изменчивостью по отдельным климатическим рискам, однако общая тенденция демонстрирует рост: +47% в 2024 г. по сравнению с 2019 г.

1. «Изменение продуктивности лесов в связи с изменениями средних значений температуры и количества выпадаемых осадков». Этот риск демонстрирует наиболее волатильный тренд. После небольшого снижения в 2020–2021 гг. (обсужде(-4% и -17%) наблюдается резкий рост в 2022–2023 гг. (+43% и +82%), а в 2024 г. опять фиксируется снижение (-27%). Однако, за пять совокупное увеличение лет составило +51%. Такая динамика отражает постепенный переход регионов от осторожного старта к активному наращиванию мер по повышению устойчивости лесов к изменениям температуры и влагообеспеченности.

«Изменения в видовом (породном) составе лесов». Этот риск демонстрирует самый выраженный тренд роста: +134% к 2019 г. Кумулятивная динамика носит экспоненциальный характер – особенно заметный скачок приходится на 2023 г. (+69%). Такой рост объясняется усилением интереса к диверсификации лесных культур, внедрению адаптированных к климатическим изменениям пород и контролю за инвазивными видами.

2. «Увеличение частоты возникновения (лесных) пожаров в лесах и площадей, пройденных пожарами». Здесь фиксируется умеренный рост: +32% за период.

Колебания умеренные, с небольшими отрицательными значениями в 2020 и 2024 гг. (-1% и -8%). Это указывает на устойчивое развитие институциональных мер пожарной безопасности: наращивание происходит постепенно, без резких скачков.

3. «Увеличение частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах». Динамика менее устойчивая, с падением в 2021 г. (-19%) и последующими колебаниями. Совокупный рост составил +21% – это наименьший результат среди всех рисков. Вероятно, причина заключается в ограниченных ресурсах и в том, что борьба с вредителями рассматривается как специализированная задача, а не как приоритетное направление федерального уровня.

4. «Увеличение частоты проявления последствий экстремальных погодных явлений в лесах». Здесь рост умеренный и поступательный, без резких спадов: +48% за пять лет. Наблюдается постепенная интеграция мер в систему управления лесами, что отражает растущее внимание к ураганам, буреломам и другим экстремальным явлениям в условиях климатических изменений.

В совокупности, по всем климатическим рискам отмечается общий рост (+47%), при этом наибольший вклад обеспечили блоки «изменения в видовом составе лесов» и «изменение продуктивности лесов».

Таблица 3

Динамика общих затрат на адаптационные мероприятия, направленных на снижение климатических рисков в период 2019–2024 гг. (млн руб.)

Table 3

Dynamics of total expenditures on adaptation measures aimed at reducing climate risks in the period 2019–2024 (million rubles)

Климатический риск	Затраты на адаптационные мероприятия, млн руб.   Costs of adaptation measures, million rubles					
Изменение продуктивности лесов в связи с изменениями средних значений температуры и количества выпадаемых осадков   Changes in forest productivity						
Изменения в видовом (породном) составе лесов   Changes in the species composition of forests						

## Природопользование

Увеличение частоты возникновения (лесных) пожаров в лесах и площадей, пройденных пожарами   Increase in the						
Увеличение частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах   Increased frequency of outbreaks						
Увеличение частоты проявления последствий экстремальных погодных я						
Итого   Total						

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Анализ данных из таблицы 3 демонстрирует существенные различия в распределении затрат на адаптационные мероприятия в зависимости от климатического риска, а также выраженную динамику расходов в период 2019–2024 гг. Общие затраты по всем видам рисков варьируются от 10 980,2 млн руб. в 2019 году до пика в 53 745,1 млн руб. в 2023 году, что свидетельствует о значительном наращивании усилий по адаптации лесного хозяйства к климатическим изменениям и о высокой чувствительности бюджетирования к экстремальным событиям.

Наибольший объем финансирования традиционно направляется на мероприятия по снижению риска, связанного с увеличением частоты возникновения лесных пожаров и расширением пройденных огнем площадей. Пиковые значения расходов зафиксированы в 2022 году (21 604,9 млн рублей) и 2023 году (19 335,6 млн рублей), что демонстрирует сохраняющийся приоритет противопожарных мер в системе адаптационного управления лесами. Это объясняется высокой социально-экономической и экологической значимостью предотвращения лесных пожаров, а также необходимостью инвестиций в профилактические меры, модернизацию систем мониторинга, средств тушения и инфраструктуры для обеспечения безопасности лесов. Международный опыт, например, в США и Канаде, подтверждает, что затраты на профилактику и ликвидацию лесных пожаров составляют значительную долю бюджета лесного хозяйства и

напрямую коррелируют с частотой и масштабом пожаров.

Затраты на адаптационные мероприятия по риску «Увеличение частоты проявления последствий экстремальных погодных явлений в лесах» демонстрируют выраженную волатильность: минимальные значения наблюдаются в 2021 году (709,1 млн руб.), пиковые – в 2023 году (21 320,9 млн руб.). Основной вклад в эту динамику вносит формирование разновозрастных и многоярусных насаждений, а также корректировка циклов лесоразведения. Такая структура расходов соответствует международной практике, где устойчивое лесопользование и профилактическое укрепление лесных экосистем рассматриваются как ключевые меры по снижению уязвимости к экстремальным погодным событиям.

Сравнительно умеренные, но устойчивые расходы наблюдаются по риску «Изменение продуктивности лесов в связи с изменениями средних значений температуры и количества выпадаемых осадков», а также по риску «Изменения в видовом (породном) составе лесов». Их динамика характеризуется периодическими пиками в 2023–2024 гг., что может быть связано с реализацией крупных лесовосстановительных проектов, внедрением новых породных сочетаний и корректировкой лесопромышленных стратегий в ответ на выявленные климатические тренды.

Затраты на мероприятия по снижению риска «Увеличение частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах»

остаются наименее капиталоемкими и менее волатильными, что связано с меньшей масштабностью таких мероприятий и более локальным характером воздействия. Тем не менее рост расходов в 2023 году до 1 605,3 млн руб. указывает на эпизодическое усиление мер в периоды повышенной биологической угрозы.

Причины различий в масштабах затрат между рисками могут быть объяснены несколькими факторами: вариативностью угрозы (пожары и экстремальные погодные явления имеют резкое сезонное и региональное проявление), социально-экономической значимостью ущерба, а также различной капиталоемкостью мероприятий (формирование насаждений требует крупных инвестиций, тогда как мониторинг вредных организмов – относительно низкокзатратен).

Таким образом, приведенные данные показывают, что распределение затрат на адаптацию лесного хозяйства в России строго коррелирует с природной и экономической значимостью конкретных климатических рисков, демонстрирует высокую волатильность при экстремальных событиях и требует системного, прогнозного подхода к бюджетированию и реализации мер.

### **Заключение**

Проведенный анализ динамики адаптационных мероприятий в лесном хозяйстве Российской Федерации за 2019–2024 гг. свидетельствует о постепенном, но неравномерном формировании системы адаптивного лесопользования в ответ на усиливающиеся климатические риски. Наибольшее внимание со стороны органов власти и наибольшие бюджетные ассигнования традиционно направлены на снижение угрозы лесных пожаров – наиболее ощутимого и социально значимого последствия изменения климата. В то же время наблюдается уверенный рост числа мероприятий, связанных с трансформацией видового и породного состава лесов, что отражает переход от реактивной к проактивной стратегии, ориентированной на повышение устойчивости экосистем через диверсификацию и структурное изменение лесных насаждений.

Проведенный анализ выявил существенные диспропорции в распределении ресурсов адаптационной политики. Мероприятия, направленные на противодействие последствиям экстремальных погодных явлений и биотическим угрозам (вредителям и болезням леса), реализуются в недостаточном объеме, несмотря на наблюдаемый рост частоты возникновения данных рисков. Сложившаяся ситуация свидетельствует о недостаточной сбалансированности стратегии адаптации, где традиционные направления финансирования доминируют над emerging вызовами, требующими повышенного внимания в условиях меняющегося климата.

Высокая волатильность бюджетных затрат – особенно по таким рискам, как изменение продуктивности лесов и последствия экстремальных погодных явлений – указывает на эпизодический, а не системный характер финансирования, что снижает эффективность долгосрочного планирования. Полученные данные подтверждают необходимость перехода к более сбалансированной, прогнозируемой и научно обоснованной политике адаптации, учитывающей региональную дифференциацию климатических угроз, экосистемные особенности и социально-экономические приоритеты.

Таким образом, адаптация лесного сектора России к изменению климата требует не только количественного наращивания мер, но и качественной трансформации подходов к управлению: от узконаправленной борьбы с последствиями – к комплексной стратегии устойчивого развития, интегрирующей экологические, экономические и институциональные аспекты. Реализация этой задачи возможна лишь при условии укрепления межведомственной координации, стандартизации адаптационных практик, расширения использования научных методов оценки рисков (включая сценарное моделирование) и последовательной интеграции принципов климатической устойчивости в нормативно-правовую и бюджетную основу лесной политики.

### **Список литературы**

1. Кузьмин С.В. Опасные природные процессы в Российской Федерации // Проблемы анализа риска. – 2019. – Т. 16, № 2. – С.10–35. – DOI:10.32686/1812-5220-2019-16-2-10-35.
2. Тимофеев А.С., Вьюхин С.О., Григорьев А.А., Моисеев П.А. Структура и динамика древесной и кустарниковой растительности на верхнем пределе своего произрастания на плато Путорана // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 1 (76). – С. 23–28. – DOI: 10.51318/FRET.2021.43.24.003.
3. Кузьмин С.В. Опасные природные процессы – глобальная угроза современности // Век глобализации. – 2021. – № 2 (38). – С.17–29. – DOI:10.30884/vglob/2021.02.02.
4. Журавин С.А., Марков М.Л. Природные риски и стратегия исследований водообеспеченности территорий // Гидросфера. Опасные процессы и явления. – 2019. – № 1 (1). – С. 71–89. – DOI:10.34753/HS.2019.1.1.007.
5. Филимонова Е.О., Тимошок Е.Е., Савчук Д.А., Николаева С.А. Современное состояние верхней границы леса в высокогорьях Катунского хребта (Горный Алтай) // Успехи современного естествознания. – 2023. – № 7. – С. 49–54. – DOI:10.17513/use.38070.
6. Коротков В.Н. Основные концепции и методы восстановления природных лесов Восточной Европы // Российский журнал экосистемной экологии. – 2017. – Т. 2, № 1. – С. 1–18. – DOI: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2017-1-1>.
7. Анисимов О.А. Оптимизация региональных планов адаптации к изменениям климата в Арктической зоне Российской Федерации // Вестник Арктического научного центра. – 2024. – Т. 3. – С. 350–359. – DOI: 10.25283/2223-4594-2024-3-350-359.
8. Пыжев А.И. Лесная промышленность регионов Сибири и Дальнего Востока: перспективы развития лесоклиматического сектора // Проблемы прогнозирования. – 2022. – № 4 (193). – С. 68–77. – DOI: 10.47711/0868-6351-193-68-77.
9. Желдак В.И. Функционально-целевая «карбоновая» система объектов лесоводства углерододепонирующего и углеродоконсервационного назначения: её формирование и использование // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2022. – № 4 (56). – С. 47–73. – DOI: 10.25686/2306-2827.2022.4.47.
10. Порфирьев Б.Н., Терентьев Н.Е., Зинченко Ю.В. Планирование адаптации к изменениям климата: мировой опыт и возможности для устойчивого социально-экономического развития России // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 2 (197). – С. 154–168. – DOI: 10.47711/0868-6351-197-154-168.
11. Порфирьев Б.Н., Колпаков А.Ю., Лазеева Е.А. Оценка влияния изменения климата на экономику России с использованием моделей комплексной оценки (IAM). Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 1 (208). – С. 49–61. – DOI: 10.47711/0868-6351-208-49-61.
12. Онучин А.А., Пименова А.В., Соколова В.А. Сохранение биологического разнообразия и рациональное использование лесов бореальной зоны // Вестник Хабаровского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2021. – Т. 1, № 2. – С. 225–241. – DOI: 10.21603/2782-2435-2021-1-2-225-241.
13. Назаренко Н.Н. Современные лесные климатопы и лесотипологическое районирование южной равнинной части Европейской России // Самарский научный вестник. – 2023. – Т. 12, № 1. – С. 68–77. – DOI: 10.55355/snv2023121114.
14. Липка О.Н., Корзухин М.Д., Замолотчиков Д.Г., Добролюбов Н.Ю., Крыленко С.В., Богданович А.Ю., Семенов С.М. Роль лесов в адаптации природных систем к изменениям климата // Лесоведение. – 2021. – № 5. – С. 532–547. – DOI: 10.31857/S0024114821050077.
15. Лобанов М.М., Звезданович Лобанова Е., Звезданович М. Климатический дискурс в России: от дихотомии климатического сознания к четырем формам климатической политики // Мир России. – 2024. – Т. 33, № 3. – С. 141–169. – DOI: 10.17323/1811-038X-2024-33-3-141-169.

16. Sanseverino-Godfrin V., Garbolino E., Hinojos-Mendoza G. Evolution of the legal prevention measures concerning forest fire risk in a context of climate change // *Safety Science*. – 2016. – Vol. 87. – P. 1–8. – DOI: 10.1016/j.ssci.2016.06.003.

17. Постникова П.О., Парникова С.П., Тананаев Н.И., Парфенова О.Т. Влияние климатических изменений на частоту и интенсивность лесных пожаров: перспективы, последствия и риски // *Экономика. Социология. Культурология*. – 2024. – № 1. – С. 56–62. – DOI: 10.25587/2587-8778-2024-1-56-62.

18. Lipka O.N. Methodological approaches to climate change vulnerability assessment of protected areas // *Nature Conservation Research*. – 2017. – Vol. 2, No. 3. P. 68–79. – DOI: 10.24189/ncr.2017.036.

19. Chernenkova T.V., Kotlov I.P., Belyaeva N.G., Morozova O.V., Suslova E.G., Puzachenko M.Yu., Krenke A.N. Sustainable Forest Management Tools For The Moscow Region // *Geography, Environment, Sustainability*. – 2019. – Vol. 12, No 4. – P. 35–56. – DOI: <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2019-57>.

20. Соколова Н.А. Изменение климата: развитие международно-правового регулирования // *Актуальные проблемы российского права*. – 2021. – Т. 16, № 12. – С. 177–184. – DOI: 10.17803/1994-1471.2021.133.12.177-184.

21. Константинов А. В. Сценарный подход к адаптации лесных экосистем Российской Федерации в условиях изменений климата // *Известия РАН. Серия географическая*. – 2023. – Т. 87, № 4. – С. 558–567. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S2587556623040039>.

22. Klimenko V.V., Tereshin A.G., Mikushina O.V. Increase of Energy Potential of Russian Forest Resources due to Climate Change and CO2 Fertilization // *E3S Web of Conferences*. – 2019. – Vol. 103. – 02005. – DOI: 10.1051/e3sconf/201910302005.

### References

1. Kuz'min S.V. *Opasnye prirodnye processy v Rossijskoj Federacii* [Natural disasters in the Russian Federation] // *Problemy analiza riska = Issues of Risk Analysis*. 2019;16(2):10-35. (In Russ.). <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-10-35>.

2. Timofeev A.S., V'yukhin S.O., Grigor'ev A.A., Moiseev P.A. *Struktura i dinamika drevesnoj i kustarnikovoj rastitel'nosti na verkhnem predele svoego proizrastaniya na plato Putorana* [Structure and dynamics of larch stands in the upper part of the mountain-forest belt of the massif dry mountains (Putorana plateau)]. *Lesa Rossii i khozaystvo v nikh*. 2021;1(76):23-28. (In Russ.). DOI: 10.51318/FRET.2021.43.24.003.

3. Kuz'min S.B. *Opasnye prirodnye processy – global'naya ugroza sovremennosti* [Hazardous Natural Processes – A Global Threat of Modern Times]. *Vek globalizacii*. 2021; 2(38):17-29. (In Russ.). DOI:10.30884/vglob/2021.02.02.

4. Zhuravin S.A., Markov M.L. *Prirodnye riski i strategiya issledovaniy vodoobespechennosti territorij* [Natural risks and strategy of the water availability research of territories]. *Gidrosfera. Opasnye processy i yavleniya*. 2019;1(1): 71-89. (In Russ.). DOI:10.34753/HS.2019.1.1.007.

5. Filimonova E.O., Timoshok E.E., Savchuk D.A., Nikolaeva S.A. *Sovremennoe sostoyanie verkhnej granicy lesa v vysokogor'yakh Katun'skogo khrebt (Gornyj Altaj)*. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya = Advances in Current Natural Sciences*. 2023; 7:49-54. (In Russ.). DOI:10.17513/use.38070.

6. Korotkov V.N. *Osnovnye koncepcii i metody vosstanovleniya prirodnykh lesov Vostochnoj Evropy* [Basic concepts and methods of restoration of natural forests in Eastern Europe]. *Rossijskij zhurnal ehkosistemnoj ehkologii = Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2017;2(1):1-18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2017-1-1>.

7. Anisimov O.A. *Optimizaciya regional'nykh planov adaptacii k izmeneniyam klimata v Arkticheskoj zone Rossijskoj Federacii*. *Vestnik Arkticheskogo nauchnogo centra*. 2024; 3:350-359. (In Russ.). DOI: 10.25283/2223-4594-2024-3-350-359.

8. Pyzhev A.I. *Lesnaya promyshlennost' regionov Sibiri i Dal'nego Vostoka: perspektivy razvitiya lesoklimaticheskogo sectora* [The Forest Industry of the Regions of Siberia and the Far East: Prospects For the Development of the Forest-Climate Sector]. *Problemy prognozirovaniya*. 2022;4(193):68-77. (In Russ.). DOI: 10.47711/0868-6351-193-68-77.

9. Zheldak V.I. *Funkcional'no-celevaya «karbonovaya» sistema ob'ektov lesovodstva uglerododeponiruyushchego i uglerodokonservacionnogo naznacheniya: eyo formirovanie i ispol'zovanie* [Functional-Target "Carbon" System of Forestry Objects for Carbon Sequestration and Carbon Conservation Purposes: Its Formation and Use]. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie = Vestnik of Volga Tech. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management. 2022;4(56):47-73. (In Russ.). DOI: 10.25686/2306-2827.2022.4.47.

10. Porfir'ev B.N., Terent'ev N.E., Zinchenko Yu.V. *Planirovanie adaptacii k izmeneniyam klimata: mirovoj opyt i vozmozhnosti dlya ustojchivogo social'no-ehkonomicheskogo razvitiya Rossii* [Planning of Adaptation to Climate Change: World Experience and Opportunities for Sustainable Socio-Economic Development in Russia]. Problemy prognozirovaniya. 2023;2(197):154-168. (In Russ.). DOI: 10.47711/0868-6351-197-154-168.

11. Porfir'ev B.N., Kolpakov A.Yu., Lazeeva E.A. *Ocenka vliyaniya izmeneniya klimata na ehkonomiku Rossii s ispol'zovaniem modelej kompleksnoj ocenki (IAM)*. Problemy prognozirovaniya. 2025;1(208):49-61. (In Russ.). DOI: 10.47711/0868-6351-208-49-61.

12. Onuchin A.A., Pimenova A.V., Sokolova V.A. *Sokhranenie biologicheskogo raznoobraziya i racional'noe ispol'zovanie lesov boreal'noj zony*. Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2021;1(2):225-241. (In Russ.). DOI: 10.21603/2782-2435-2021-1-2-225-241.

13. Nazarenko N.N. *Sovremennye lesnye klimatopy i lesotipologicheskoe rajonirovanie yuzhnoj ravninnoj chasti Evropejskoj Rossii* [Modern forest climatopes and forest typological zoning of the southern part of the plain territory of European Russia]. Samarskij nauchnyj vestnik = Samara Journal of Science. 2023;12(1):68-77. (In Russ.). DOI: 10.55355/snv2023121114.

14. Lipka O.N., Korzukhin M.D., Zamolodchikov D.G., Dobrolyubov N.YU., Krylenko S.V., Bogdanovich A.Yu., Semenov S.M. *Rol' lesov v adaptacii prirodnykh sistem k izmeneniyam klimata* [A Role of Forests in Natural Systems Adaptation to Climate Change]. Lesovedenie. 2021;5:532-547. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0024114821050077.

15. Lobanov M.M., Zvezdanovich Lobanova E., Zvezdanovich M. *Klimaticheskij diskurs v Rossii: ot dikhotomii klimaticheskogo soznaniya k chetyrem formam klimaticheskoy politiki* [Climate Discourse in Russia: From the Dichotomy of Climate Consciousness to Four Forms of Climate Policy]. Mir Rossii. 2024;433(3):141-169. (In Russ.). DOI: 10.17323/1811-038X-2024-33-3-141-169.

16. Sanseverino-Godfrin V., Garbolino E., Hinojos-Mendoza G. *Evolution of the legal prevention measures concerning forest fire risk in a context of climate change* // Safety Science. 2016;87:1-8. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.06.003.

17. Postnikova P.O., Parnikova S.P., Tananaev N.I., Parfenova O.T. *Vliyanie klimaticheskikh izmenenij na chastotu i intensivnost' lesnykh pozharov: perspektivy, posledstviya i riski* [Impact of climate change on the frequency and intensity of forest fires: perspectives, consequences and risks]. Ehkonomika. Sociologiya. Kul'turologiya. 2024; 1:56-62. (In Russ.). DOI: 10.25587/2587-8778-2024-1-56-62.

18. Lipka O.N. *Methodological approaches to climate change vulnerability assessment of protected areas*. Nature Conservation Research. 2017; 2(3):68-79. DOI: 10.24189/ncr.2017.036.

19. Chernenkova T.V., Kotlov I.P., Belyaeva N.G., Morozova O.V., Suslova E.G., Puzachenko M.Yu., Krenke A.N. *Sustainable Forest Management Tools For The Moscow Region*. Geography, Environment, Sustainability. 2019;12(4):35-56. DOI: <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2019-57>.

20. Sokolova N.A. *Izmenenie klimata: razvitie mezhdunarodno-pravovogo regulirovaniya* [Climate Change: International Legal Regulation Development]. Aktual'nye problemy rossijskogo prava. 2021;16(12):177-184. (In Russ.). DOI: 10.17803/1994-1471.2021.133.12.177-184.

21. Konstantinov A. V. *Scenarnyj podkhod k adaptacii lesnykh ehkossistem Rossijskoj Federacii v usloviyakh izmenenij klimata* [Scenario Approach to Adaptation of Forest Ecosystems in the Russian Federation under Climate Change]. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2023;87(4):558-567. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S2587556623040039>.

22. Klimenko V.V., Tereshin A.G., Mikushina O.V. *Increase of Energy Potential of Russian Forest Resources due to Climate Change and CO<sub>2</sub> Fertilization*. E3S Web of Conferences. 2019; 103:02005. DOI: 10.1051/e3sconf/201910302005.

### Сведения об авторах

✉ *Константинов Артем Васильевич* – доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Институтский пр., д. 21, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194021, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1864-9313>, e-mail: [science@spb-niilh.ru](mailto:science@spb-niilh.ru).

*Бурцев Даниил Сергеевич* – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник научно-исследовательского отдела проблем изменения климата ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Институтский пр., д. 21, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194021, доцент Факультета технологического менеджмента и инноваций Университета ИТМО, Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197101, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>, e-mail: [dsburtcev@itmo.ru](mailto:dsburtcev@itmo.ru).

*Гаврилюк Елена Сергеевна* – кандидат экономических наук, научный сотрудник научно-исследовательского отдела проблем изменения климата ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Институтский пр., д. 21, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194021, доцент Факультета технологического менеджмента и инноваций Университета ИТМО, Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197101, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3869-1578>, e-mail: [gavrilyukes@itmo.ru](mailto:gavrilyukes@itmo.ru).

*Королева Татьяна Станиславна* – доктор физико-математических наук, ученый секретарь ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Институтский пр., д. 21, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194021, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4428-0193>, e-mail: [koroleva@spb-niilh.ru](mailto:koroleva@spb-niilh.ru).

*Торшукова Зарина Александровна* – главный специалист ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Институтский пр., д. 21, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194021, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3331-8432>, e-mail: [z.torshukova@spb-niilh.ru](mailto:z.torshukova@spb-niilh.ru).

### Information about the authors

✉ *Artem V. Konstantinov* – Dr. Sci. (Biol.), Deputy Director for Scientific Work Saint Petersburg Forestry Research Institute, Institutsky pr., 21, Saint Petersburg, Russian Federation, 194021, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1864-9313>, e-mail: [science@spb-niilh.ru](mailto:science@spb-niilh.ru).

*Daniil S. Burtcev* – Cand. Sci. (Agric.), Researcher, Department of Climate Change Research, Saint Petersburg Research Institute of Forestry, Institutsky pr., 21, Saint Petersburg, Russian Federation, 194021, Associate Professor, Faculty of Technological Management and Innovations, ITMO University, Kronverksky Pr. 49, Saint Petersburg, Russian Federation, 197101, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>, e-mail: [dsburtcev@itmo.ru](mailto:dsburtcev@itmo.ru).

*Elena S. Gavrilyuk* – Cand. Sci. (Econ.), Researcher, Department of Climate Change Research, Saint Petersburg Research Institute of Forestry, Institutsky pr., 21, Saint Petersburg, Russian Federation, 194021, Associate Professor, Faculty of Technological Management and Innovations, ITMO University, Kronverksky Pr. 49, Saint Petersburg, Russian Federation, 197101, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3869-1578>, e-mail: [gavrilyukes@itmo.ru](mailto:gavrilyukes@itmo.ru).

*Tatiana S. Koroleva* – Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Scientific Secretary Saint Petersburg Forestry Research Institute, Institutsky pr., 21, Saint Petersburg, Russian Federation, 194021, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4428-0193>, e-mail: [koroleva@spb-niilh.ru](mailto:koroleva@spb-niilh.ru).

*Zarina A. Torshukova* – Chief Specialist Saint Petersburg Forestry Research Institute, Institutsky pr., 21, Saint Petersburg, Russian Federation, 194021, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3331-8432>, e-mail: [z.torshukova@spb-niilh.ru](mailto:z.torshukova@spb-niilh.ru).

✉ – Для контактов | Corresponding author