

УДК: 630*181

DOI: 10.58168/EnvPr2026_13-20

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛЕСОВ: ВОДООХРАННАЯ, ПОЧВОЗАЩИТНАЯ, КЛИМАТОРЕГУЛИРУЮЩАЯ

ECOLOGICAL FUNCTIONS OF FORESTS: WATER PROTECTION, SOIL PROTECTION, AND CLIMATE REGULATION

Богачук Д.О., студентка 2 курса Лесного факультета, направление подготовки «Государственное управление лесами ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф.Морозова», Россия, Воронеж

Bogachuk D.O., 2nd-year student of the Faculty of Forestry, majoring in "Public Forest Management", Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Потрашкова В.В., студентка 2 курса Лесного факультета, направление подготовки «Государственное управление лесами ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф.Морозова», Россия, Воронеж

Potrashkova V.V., 2nd-year student of the Faculty of Forestry, majoring in "Public Forest Management", Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация: В статье рассмотрены экологические функции лесов — водоохранная, почвозащитная и климаторегулирующая. На основе анализа отечественных и зарубежных источников показано, что леса играют ключевую роль в регулировании гидрологического режима, предотвращении эрозии и деградации почв, а также в глобальном цикле углерода и формировании климата. Особое внимание уделено влиянию природных (пожары) и антропогенных (вырубки, промышленное загрязнение, рекреационная нагрузка) факторов, которые существенно ослабляют экологический потенциал лесных экосистем. Показано, что для восстановления нарушенных функций необходимо создание искусственных насаждений ценных лиственных пород и поддержание биоразнообразия. Отмечена недостаточная разработанность методов эколого-экономической оценки «невесомых» полезностей леса. Сделан вывод о необходимости комплексного междисциплинарного подхода к управлению лесами в условиях глобальных изменений климата.

Abstract: The article examines the ecological functions of forests — water protection, soil protection, and climate-regulating. Based on an analysis of domestic and foreign sources, it is shown that forests play a key role in regulating hydrological regimes, preventing erosion and soil degradation, as well as in the global carbon cycle and climate formation. Special attention is paid to the impact of natural (fires) and anthropogenic (logging, industrial pollution, recreational load) factors, which significantly weaken the ecological potential of forest ecosystems. It is shown that to restore impaired functions, it is necessary to create artificial plantations of valuable deciduous species and maintain biodiversity. The insufficient development of methods for the ecological-economic assessment of the "weightless" benefits of forests is noted. The conclusion is made about the need for an integrated interdisciplinary approach to forest management in the context of global climate change.

Ключевые слова: экологические функции лесов, водоохранная функция, почвозащитная функция, климаторегулирующая функция, углеродный цикл, биоразнообразие, антропогенное воздействие, лесные пожары, вырубки лесов, искусственные насаждения, эколого-экономическая оценка, устойчивое лесопользование.

Keywords: ecological functions of forests, water protection function, soil protection function, climate-regulating function, carbon cycle, biodiversity, anthropogenic impact, forest fires, deforestation, artificial plantations, ecological-economic assessment, sustainable forest management.

Введение. В современном научном дискурсе наблюдается устойчивый переход от восприятия леса преимущественно как источника древесного сырья к признанию его многофункциональной роли в поддержании биосферного равновесия [1, 5]. Разнообразие полезных функций лесных экосистем всё чаще приравнивается к специфическому виду общественно значимых услуг, что требует пересмотра методологических подходов к их оценке и управлению [1]. Особое место в этой системе занимают экологические функции лесов, включающие водоохранную, почвозащитную и климаторегулирующую, которые обеспечивают стабильность гидрологического режима, предотвращают эрозию и деградацию почв, а также участвуют в глобальном цикле углерода и формировании локального и глобального климата [1–4]. Однако, как отмечают исследователи, «невесомая полезность» леса зачастую остаётся за рамками традиционного экономического учёта, что ведёт к недооценке его средообразующей роли и нерациональному природопользованию [1, 5].

Проблема приобретает особую остроту под воздействием природных и антропогенных факторов. Пожары, вырубки, промышленное загрязнение воздуха и рекреационная нагрузка существенно трансформируют пулы углерода, нарушают водный режим и снижают почвозащитный потенциал лесных экосистем [2, 7]. В ряде регионов, в том числе на урбанизированных территориях, наблюдается сдвиг кислотно-щелочного баланса почв и накопление тяжёлых металлов, что подрывает способность лесов к саморегуляции и выполнению экосистемных функций [7]. В связи с этим возникает необходимость не только консервации, но и активного восстановления природоохранных функций лесов, в том числе путём создания искусственных насаждений ценных лиственных пород, повышающих биоразнообразие и устойчивость лесных экосистем [6].

В последние годы всё большее внимание уделяется взаимосвязи между биоразнообразием и климаторегулирующими функциями лесов. Исследования показывают, что сохранение таксономического, функционального и структурного разнообразия является основой адаптации лесов к глобальным изменениям климата [4]. При этом большинство существующих работ фокусируется на влиянии отдельных видов растений или животных, тогда как комбинированное воздействие биоты разных трофических уровней на полноту

реализации климаторегулирующих функций остаётся недостаточно изученным [4]. Кроме того, эколого-экономическая оценка лесного потенциала регионов, включающая не только древесные ресурсы, но и экологические функции, разработана пока фрагментарно и требует внедрения междисциплинарных подходов [3, 5].

Водоохранная функция леса является одной из ключевых средообразующих полезностей, обеспечивающих устойчивость гидрологического режима территорий. Сущность этой функции заключается в способности лесных экосистем регулировать речной сток, переводить поверхностные воды во внутрипочвенные и грунтовые, а также улучшать качество водных ресурсов [1, 5].

Механизм водоохранного действия леса многогранен. Лесная подстилка и корневые системы деревьев способствуют снижению скорости поверхностного стока талых и ливневых вод, предотвращая эрозию и способствуя инфильтрации влаги в почву. Как отмечается в исследованиях, лес является наиболее эффективным средством сокращения поверхностного стока и перевода его во внутренний, подпочвенный сток, что предотвращает обмеление рек в летний период. Кроме того, лесные массивы выполняют важную фильтрационную роль, задерживая загрязняющие вещества и способствуя очистке воды. Глобальная оценка лесных ресурсов (ФАО) выделяет защиту водных ресурсов в качестве одной из приоритетных функций лесов, и к 2010 году площадь лесов, предназначенных для защиты почв и вод, составляла около 1 млрд га, или 25% всех лесов мира [1, 5].

Водоохранная функция тесно связана с климаторегулирующей: через транспирацию леса возвращают влагу в атмосферу, формируя «облачные леса», которые собирают влагу из облаков и увеличивают количество осадков, а также снижают засоление почв. Нарушение этой функции вследствие вырубок, пожаров или рекреационной нагрузки ведёт к учащению паводков, обмелению рек и деградации водных экосистем. Таким образом, сохранение водоохранной способности лесов является необходимым условием устойчивого водопользования и предотвращения гидрологических катастроф [1, 2, 7].

Почвозащитная функция леса заключается в способности лесных экосистем предотвращать эрозию, деградацию и потерю плодородия почв. Леса выполняют важнейшую антиэрозионную роль, особенно в горных и холмистых местностях, а также в зонах рискованного земледелия. Корневые системы деревьев и кустарников скрепляют почвенные частицы, препятствуя смыву и ветровой эрозии, а лесная подстилка смягчает удар капель дождя и способствует накоплению гумуса [1, 5].

По данным глобальной оценки лесных ресурсов, значительные площади лесов выделены именно для выполнения почвозащитных функций. В мире насчитывается около 1 млрд га лесов, где почвозащита является основной или одной из основных задач, включая

3,6% мировых лесов, предназначенных для борьбы с опустыниванием (в основном в Африке и Центральной Азии), и 5,1% – для защиты от эрозии и наводнений. Почвозащитные функции лесов оцениваются, в том числе, и по экономическим показателям – например, по предотвращённому ущербу от селей, паводков и лавин, а также по снижению затрат на восстановление питательных веществ в повреждённых почвах [1].

Особое значение почвозащитная функция приобретает в условиях антропогенного пресса. Промышленные вырубки, пожары и рекреационная нагрузка приводят к обнажению почвы, развитию эрозионных процессов и снижению органического вещества [2, 7]. Исследования в городских лесах показывают, что при высокой рекреационной нагрузке происходит деструкция лесной подстилки и снижение минерализации элементов питания растений [7]. На засушливых территориях, где леса деградируют или фрагментированы, запускается процесс опустынивания с катастрофическими экологическими и социально-экономическими последствиями [1]. В связи с этим создание искусственных почвозащитных насаждений, в том числе из ценных лиственных пород (клёна, липы, вяза), рассматривается как эффективная мера повышения природоохранных функций лесов и обогащения почвы кальцием и другими элементами [6]. Таким образом, почвозащитная функция леса является неотъемлемым компонентом устойчивого землепользования и сохранения продуктивности ландшафтов.

Климаторегулирующая функция леса является одной из наиболее значимых среди экологических функций, поскольку она оказывает влияние на глобальные и локальные климатические процессы, включая углеродный цикл, температурный режим, влагооборот и качество атмосферного воздуха. Леса участвуют в формировании климата на всех пространственных уровнях — от локального до биосферного, выступая как важнейший компонент глобальной климатической системы [1, 4, 5].

Лесные экосистемы являются одним из наиболее мощных резервуаров углерода на планете. Они аккумулируют до 99,9% углекислого газа в своей фитомассе, а также депонируют углерод в лесной подстилке и почвенном органическом веществе. На долю российских лесов приходится более 20% мировых лесных ресурсов, и они играют ключевую роль в стабилизации глобальных климатических процессов. Согласно оценкам, сток углерода в зоне бореальных лесов России составляет от 500 до 700 млн т углерода в год. Однако при деградации лесов, вызванной пожарами, рубками или техногенным загрязнением, эти экосистемы могут превращаться из стока в источник углерода. Например, интенсивный пожар в лиственничнике Центральной Сибири привёл к потере 44% экосистемного пула углерода, а эмиссия углерода в атмосферу составила 36,6 т С/га от сгорания надземной биомассы и 11,9 т С/га от выгорания подстилки [2, 5].

Леса производят около 40% кислорода, поступающего от зелёных растений планеты, и поглощают значительные объёмы углекислого газа, тем самым противодействуя парниковому эффекту. В процессе фотосинтеза деревья преобразуют неорганические вещества (CO_2 , воду, соли) в органические, выделяя кислород. При этом древесные растения благодаря продолжительности жизни (80–300 лет) консервируют органическое вещество на длительный срок, и около 90% общего запаса органического вещества Земли сосредоточено именно в лесах [5].

Климаторегулирующая функция леса проявляется также в смягчении температурных экстремумов. Под пологом леса температура воздуха и интенсивность солнечной радиации значительно ниже, чем на открытых участках; относительная влажность воздуха летом на 10–20% выше. Благодаря транспирации (испарению воды листьями и хвоей) леса возвращают влагу в атмосферу, способствуя формированию облачности и выпадению осадков, что особенно важно для засушливых регионов. В городских условиях зелёные насаждения снижают эффект «теплового острова» и улучшают микроклимат [1, 3, 5, 7].

Природные и антропогенные факторы, такие как пожары, вырубки и промышленное загрязнение, приводят к утрате климаторегулирующей способности лесов. Пожары высокой интенсивности снижают пул углерода в древостоях на 18–20% и более, а в напочвенном покрове — до 63%. Вырубки коренных древостоев сокращают долю фитомассы в общем пуле углерода с 50–63% до 6–16%, и для восстановления углерододепонирующей функции требуются десятилетия. Техногенное загрязнение на Севере (например, выбросы Норильского комбината) приводит к снижению запасов углерода в древесном ярусе в 39 раз, а в напочвенной растительности — в 8 раз. В городских лесах содержание тяжёлых металлов и серы в ассимиляционных органах деревьев превышает фоновые значения в 2–20 раз, что свидетельствует о высоком уровне загрязнения и снижении экосистемных услуг [2, 7].

Климаторегулирующие функции лесов тесно связаны с их биоразнообразием. Таксономическое и функциональное разнообразие растений, животных и микроорганизмов определяет полноту реализации таких процессов, как продукция биомассы, разложение органического вещества, формирование почвенного плодородия и водного режима. Старовозрастные малонарушенные леса служат рефугиумами биоразнообразия и хранителями почвенного углерода, однако их роль в комбинированном влиянии разнообразия биоты разных трофических уровней на климаторегулирующие функции ещё недостаточно изучена. Для разработки мероприятий по адаптации лесов к изменениям климата необходимы дальнейшие исследования взаимосвязей между структурным и функциональным разнообразием лесов и их способностью регулировать климат [4].

Заключение. Проведённый анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что экологические функции лесов — водоохранная, почвозащитная и климаторегулирующая — являются фундаментальной основой устойчивости биосферы и благополучия человека. Леса не только обеспечивают человечество древесиной и другими материальными ресурсами, но и выполняют незаменимые средообразующие функции, поддерживая гидрологический режим, предотвращая эрозию и деградацию почв, а также регулируя глобальный и локальный климат [1, 4, 5].

Водоохранная функция лесов проявляется в способности регулировать речной сток, переводить поверхностные воды в грунтовые и улучшать качество водных ресурсов. Лесная подстилка и корневые системы деревьев снижают скорость стока, предотвращают эрозию и способствуют инфильтрации влаги, что делает лес наиболее эффективным средством предотвращения паводков и обмеления рек. Почвозащитная функция заключается в предотвращении эрозии, закреплении почвенных частиц и сохранении плодородия. Корневые системы скрепляют почву, лесная подстилка накапливает гумус, а лесные массивы в глобальном масштабе противостоят опустыниванию и деградации земель. Климаторегулирующая функция связана с депонированием углерода, продукцией кислорода, смягчением температурных экстремумов и участием во влагообороте. Российские леса, на долю которых приходится более 20% мировых лесных ресурсов, играют ключевую роль в стабилизации глобального климата, обеспечивая сток углерода в объёме от 500 до 700 млн т в год [2, 4, 5, 6].

Вместе с тем, природные и антропогенные факторы — пожары, вырубки, промышленное загрязнение и рекреационная нагрузка — существенно ослабляют экологические функции лесов. Пожары приводят к потере до 44% экосистемного пула углерода, вырубки сокращают долю фитомассы в общем пуле углерода с 50–63% до 6–16%, а техногенное загрязнение снижает запасы углерода в древесном ярусе в десятки раз. В городских лесах наблюдается накопление тяжёлых металлов и нарушение кислотно-щелочного баланса, что подрывает способность экосистем к саморегуляции [2, 7]. В связи с этим возникает острая необходимость не только в охране сохранившихся лесов, но и в активном восстановлении их экологических функций, в том числе путём создания искусственных насаждений ценных лиственных пород (клёна, липы, вяза), которые повышают биоразнообразие, обогащают почву и усиливают природоохранный потенциал территорий [6].

Важнейшим условием сохранения и восстановления экологических функций лесов является поддержание их биоразнообразия. Таксономическое, функциональное и структурное разнообразие биоты всех трофических уровней определяет полноту реализации

климаторегулирующих, водоохранных и почвозащитных процессов. Старовозрастные малонарушенные леса служат эталонами и рефугиумами биоразнообразия, однако их роль в комбинированном влиянии разных групп организмов на экосистемные функции остаётся недостаточно изученной [4].

Таким образом, для обеспечения устойчивого лесопользования в условиях глобальных изменений климата необходим комплексный междисциплинарный подход, включающий: совершенствование эколого-экономической оценки лесного потенциала с учётом «невесомых» полезностей леса; разработку мероприятий по охране лесов от пожаров, загрязнения и нерациональных рубок; активное восстановление природоохранных насаждений; а также углублённые исследования связей между биоразнообразием и экологическими функциями лесов на разных пространственных и временных уровнях. Только при таком подходе возможно сохранение и приумножение экологического потенциала лесов как основы жизни на Земле.

Список литературы

1. Бахед Х. А. Защитные функции лесов: содержание и структурная характеристика / Х. А. Бахед // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. — 2020. — № 1 (228).
2. Ведрова Э.Ф., Мухортова Л.В., Кривобоков Л.В. Динамика экологических функций лесов под воздействием природных и антропогенных факторов. Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2018;(147):28-31.
3. Данилин В. Н. Комплексная экономическая оценка хозяйственных и социально-экологических функций леса / В. Н. Данилин, Е. Ф. Млочанов, В. П. Коба // Лесной вестник (1997–2002). — 2002. — № 5. — С. 53–57.
4. Лукина Н. В. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований / Н. В. Лукина, А. П. Гераськина, А. В. Горнов [и др.] // Вопросы лесной науки. — 2020. — Т. 3, № 4. — С. 1–90.
5. Печаткин В. В. Методологические и прикладные вопросы эколого-экономической оценки лесного потенциала регионов России / В. В. Печаткин // Региональная экономика: теория и практика. — 2013. — № 3 (282). — С. 49–54.
6. Якимов Н. И. Повышение природоохранных функций лесов путем создания искусственных насаждений ценных лиственных пород / Н. И. Якимов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2015. — Т. 3, № 4, ч. 2.
7. Шергина О. В. Оценка экосистемных функций городских лесов по показателям почв и древесных растений / О. В. Шергина, А. С. Миронова, Ю. С. Тупицына // Вестник

Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2022. — Т. 30, № 4. — С. 447–458

References

1. Bahed H. A. Zashchitnyye funktsii lesov: sodержaniye i strukturnaya kharakteristika [Protective functions of forests: content and structural characteristics]. Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoye khozyaystvo, prirodopolzovaniye i pererabotka vozobnovlyayemykh resursov. 2020;(1(228)).
2. Vedrova E.F., Mukhortova L.V., Krivobokov L.V. Dinamika ekologicheskikh funktsiy lesov pod vozdеystviyem prirodnykh i antropogennykh faktorov [Dynamics of ecological functions of forests under the influence of natural and anthropogenic factors]. Biologiya rasteniy i sadovodstvo: teoriya, innovatsii. 2018;(147):28-31.
3. Danilin V. N., Mlochanov E. F., Koba V. P. Kompleksnaya ekonomicheskaya otsenka khozyaystvennykh i sotsialno-ekologicheskikh funktsiy lesa [Comprehensive economic assessment of economic and socio-ecological functions of the forest]. Lesnoy vestnik (1997–2002). 2002;(5):53-57.
4. Lukina N. V., Geraskina A. P., Gornov A. V., et al. Bioraznoobrazie i klimatoreguliruyushchiye funktsii lesov: aktualnyye voprosy i perspektivy issledovaniy [Biodiversity and climate-regulating functions of forests: current issues and research prospects]. Voprosy lesnoy nauki. 2020;3(4):1-90.
5. Pechatkin V. V. Metodologicheskiye i prikladnyye voprosy ekologo-ekonomicheskoy otsenki lesnogo potentsiala regionov Rossii [Methodological and applied issues of ecological-economic assessment of forest potential in Russian regions]. Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika. 2013;(3(282)):49-54.
6. Yakimov N. I. Povysheniye prirodookhrannykh funktsiy lesov putem sozdaniya iskusstvennykh nasazhdeniy tsennykh listvennykh porod [Increasing the environmental protection functions of forests by creating artificial plantations of valuable deciduous species]. Aktualnyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2015;3(4, part 2).
7. Shergina O. V., Mironova A. S., Tupitsyna Yu. S. Otsenka ekosistemnykh funktsiy gorodskikh lesov po pokazatelyam pochv i drevesnykh rasteniy [Assessment of ecosystem functions of urban forests based on soil and tree indicators]. Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti. 2022;30(4):447-458.