

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 3 (80). С. 104–111.
Buryat Agrarian Journal. 2025;3(80):104–111.

Научная статья

УДК 630.161 : 581.54

doi: 10.34655/bgsha.2025.80.3.011

Влияние рекреационной нагрузки на биоразнообразие живого напочвенного покрова в лесопарковых насаждениях

Е.Ф. Никулина, Е.Н. Наквасина, С.В. Никулин, И.В. Цветков

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
Архангельск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Екатерина Федоровна Никулина, e.nikulina@narfu.ru

Аннотация. Рекреационная деятельность в лесопарках способствует возникновению негативных экологических изменений, которые, в свою очередь, могут представлять угрозу для дальнейшего устойчивого развития природных экосистем. Антропогенное воздействие приводит к изменениям в видовом разнообразии живого напочвенного покрова, влияет на его структуру, изменяя соотношение видов различных экологических групп. В статье рассмотрено влияние рекреационной нагрузки на растительный покров в лесопарке «Дружба» в г. Владимире. Исследования проведены по общепринятым лесоводственно-таксационным методам, включая эколого-ценотический анализ. Выделены участки (18 пробных площадей) с различной интенсивностью рекреационного использования (I – V стадии деградации) в лесных насаждениях. Изучены количественные и качественные показатели растений живого напочвенного покрова. Установлено, что антропогенное воздействие на живой напочвенный покров в лесопарковых биогеоценозах существенно влияет на разнообразие видов растений. Вследствие вытаптывания типичные лесные виды исчезают, а их место занимают более стойкие представители живого напочвенного покрова. Изменение влажности почвы из-за увеличения рекреационной активности ведёт к изменению экологических групп растений. Мезофиты, характерные для лесных зон, сменяются ксеромезофитами, которые страдают от недостатка влаги. Увеличение рекреационной нагрузки увеличивает количество растений-эвтрофов, предпочитающих почвы, богатые минералами, так как изменяется соотношение минеральных питательных веществ в почве. Также возрастает численность мезотрофов (в 2,5 раза на III стадии в сравнении с I стадией), но на сильно деградированных территориях количество видов мезотрофов уменьшается, а типичные лесные виды угнетаются и исчезают, что свидетельствует о неспособности этих растений адаптироваться к высокому уровню нагрузки. Все эти изменения негативно сказываются на экосистемах и требуют принятия незамедлительных мер по их сохранению и восстановлению.

Ключевые слова: лесопарковые биоценозы, рекреационная нагрузка, освещенность, живой напочвенный покров.

The influence of recreational load on the biodiversity of living ground cover in forest park plantations

Ekaterina F. Nikulina, Elena N. Nakvasina, Sergei V. Nikulin, Ilya V. Tsvetkov

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Corresponding author: Ekaterina F. Nikulina, e.nikulina@narfu.ru

Abstract. Recreational activities in forest parks areas contribute to the emergence of negative environmental changes that in their turn may pose a threat to the further sustainable development of natural ecosystems. Anthropogenic impact leads to changes in the species diversity of living ground cover, affects its structure, changing the ratio of species of various ecological groups. The article examines the impact of recreational load on vegetation cover in the Druzhba Forest Park in the city of Vladimir. The research was conducted using generally accepted forestry and taxation methods, including ecological and coenotic analysis. Plots (18 trial areas) with varying intensity of recreational use (stages I – V of degradation) in forest plantations have been identified. Quantitative and qualitative indicators of plants of living ground cover have been studied. It has been found out that anthropogenic impact on living ground cover in forest park biogeocoenoses significantly affects the diversity of plant species. As a result of trampling, typical forest species disappear and are replaced by more resistant representatives of the living ground cover. Changes in soil moisture due to increased recreational activity lead to changes in ecological groups of plants. Mesophytes that are typical for forest zones are replaced by xeromesophytes, which suffer from a lack of moisture. Increased recreational load reduces the number of eutrophic plants, which prefer soils rich in minerals, and increases, as the ratio of mineral nutrients in the soil changes. The number of mesotrophs also increases (by 2.5 times at stage III compared to stage I), but in heavily degraded areas the number of mesotrophic species decreases, and typical forest species are suppressed and disappear, which indicates the inability of these plants to adapt to a high level of load. All these changes have a negative impact on ecosystems and require immediate measures to preserve and restore them.

Keywords: forest park biocenoses, recreational load, illumination, living ground cover.

Введение. Пригородные леса создают благоприятный микроклимат и оказывают положительное влияние на здоровье человека. С точки зрения архитектуры и планировки лесопарки являются неотъемлемой частью зелёных зон, играя важную роль в создании комфортной и здоровой среды для человека [1, 2, 3].

Живой напочвенный покров (далее ЖНП) играет важнейшую роль в жизни леса. Он воздействует на температуру и влажность грунта, задерживает осадки, испаряет влагу из почвы и с её поверхности, формирует слой отмерших растений (подстилку), аккумулирует питательные вещества в земле и выполняет множество других функций [4, 5, 6].

Травяной ярус является наиболее уязвимым компонентом лесной флоры. Исследования Н.С. Казанской [7], В.А. Куз-

нецова [8], В.В. Реуцкой [9] показывают, что даже на ранних этапах использования лесных зон для отдыха травянистые растения, как и другие части леса, подвергаются значительному негативному воздействию.

Изучение этого компонента дает возможность оценить значение напочвенного покрова для функционирования лесных и лесопарковых экосистем.

В статье изучается воздействие рекреационной нагрузки на растительность лесопарка «Дружба», расположенного в областном центре г. Владимира.

Методы и объекты. Лесопарк «Дружба» расположен на юго-западной окраине города Владимира, занимая площадь 267,1 га.

Для изучения влияния рекреации на состояние живого напочвенного покрова

в лесопарке были подобраны пробные площади (ПП) в соответствии со степенью рекреационного воздействия¹. Всего было выбрано 18 ПП, которые определялись визуально по состоянию вытаптываемости живого напочвенного покрова.

Выбранные пробные площади (ПП №3, №5, №9, №20), соответствующие V стадии рекреационной нагрузки, представлены дубняками (волосистоосоково-снытевым, волосистоосоковым, широко-травным) и сосняком костянично-разнотравным.

Пробные площади, соответствующие IV стадии рекреационной нагрузки (ПП №1, №15, №21), представлены дубняками лещиново-снытевыми и липняком волосистоосоково-снытевым.

Пробные площади, относящиеся к третьей стадии рекреационной нагрузки (ПП №2, №4, №12, №13, №14, №17), представлены дубовыми насаждениями с различными типами травяного покрова: лещиново-снытевые, волосистоосоково-снытевые и широко-травные. Также здесь произрастают липовые насаждения с такими типами травяного покрова, как волосистоосоковые, елово-широко-травные.

На пробных площадях I и II стадии рекреационной нагрузки (ПП №10, №11, №16, №18, №19) произрастают осинник широко-травный, липняки (волосистоосоковый, елово-широко-травный) и сосняк широко-травный.

Чтобы получить более точные и наглядные результаты, а также учесть схожие характеристики древостоя и разнообразие живого напочвенного покрова, пробные площадки, соответствующие I и II стадиям рекреационной нагрузки, рассматривали вместе.

Для более точного описания живого напочвенного покрова использовались учётные площадки размером 1,0х1,0 метр. На каждой пробной площади было

размещено по 5 таких площадок. В процессе исследования применялся метод Л.Г. Раменского, позволяющий количественно определить проективное покрытие видов. Этот метод предоставляет точную информацию о состоянии растительного покрова.

Классификация по эколого-ценотическим группам, в зависимости от степени рекреационного воздействия и освещённости, была выполнена с использованием методики, разработанной М.Ю. Тиходеевой и В.Х. Лебедевой².

Результаты и обсуждение. Живой напочвенный покров на территории лесопарка представлен такими видами травянистых растениями, как осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), недотрога мелко-цветковая (*Impatiens parviflora* DC.), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dumort.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), ландыш майский (*Convallaria majalis* L.), копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), лютик кашубский (*Ranunculus cassubicus* L.), вороний глаз четырехлистный (*Paris quadrifolia* L.), подорожник ланцетный (*Plantago lanceolata* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), чина весенняя (*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), зеленчук желтый (*Galeobdolon luteum* Huds.), подмаренник душистый (*Galium odoratum* (L.) Scop.). Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

Нерегулируемая рекреация и хаотично расположенная дорожно-тропиночная сеть в лесопарке оказывают непосредственное влияние на изменения в видовом разнообразии живого напочвенного покрова. Через нее происходит занос и проникновение под полог насаждений наиболее устойчивых видов [10, 11].

Сила рекреационного давления влияет на соотношение видов в ЖНП разных

¹ ОСТ 56-100-95. Методы и единицы рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы // Введен 20.07.1995 г. М.: ВНИИЛМ, 1995. 13с.

² Тиходеева М.Ю. Лебедева М.Ю. Практическая геоботаника (анализ состава растительных сообществ): учеб. пособие // Изд-во С.-Петербург. ун-та. СПб.: 2015. 166с.

экологических групп.

В изучаемом лесопарке по отношению к экологическим условиям выделены

4 эколого-ценотические группы трав (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение числа видов травянистых растений по эколого-ценотическим группам по отношению к экологическим условиям в зависимости от стадии рекреационной нагрузки

Стадия рекреационной нагрузки	Лесные (в том числе болотно-лесные)	Опушечно-лесные	Опушечно-луговые	Сорные
I, II	6	0	0	0
III	9	3	0	0
IV	7	4	0	0
V	4	3	1	1

При низкой рекреационной нагрузке (I и II стадии дигрессии) в травянистом покрове доминируют типичные лесные виды, такие как осока волосистая, недотрога мелкоцветковая, медуница неясная, копытень европейский, вороний глаз и чина весенняя. Их общее проективное покрытие составляет 99,0%.

С повышением рекреационного давления видовое разнообразие травянистой растительности возрастает как за счет увеличения лесных (кислица обыкновенная, зеленчук желтый, подмаренник душистый), так и внедрения опушечно-лесных видов (сныть обыкновенная, ландыш майский, лютик кашубский). Максимальное количество видов травянистой растительности отмечается на III стадии деградации (12 видов), т.е. данная стадия является рубежной стадией для ЖНП, после чего начинается деградация растительных сообществ.

Доля участия лесных видов в общем проективном покрытии на IV стадии снижается до 59,9%, т.е. практически в 2 раза.

Это обусловлено предельной рекреационной нагрузкой для представителей группы типичных лесных видов.

Также из-за уплотнения почвы и увеличения освещенности под полог насаждений внедряются наиболее устойчивые к рекреации опушечно-луговые (подорожник ланцетный) и сорные виды (звездчатка средняя). Лесные виды (медуница неясная, чина весенняя, кислица обыкновенная) на территориях, подверженных сильному антропогенному влиянию (V стадия дигрессии), полностью исчезают. Доля оставшихся лесных видов составляет 24,3% при общем проективном покрытии на этой стадии, равным 60,1%.

Коэффициент сходства видового состава ЖНП (индекс флористического сходства и общности Жаккара) на разных стадиях рекреационной нагрузки представлен в таблице 2. Он позволяет установить, как распределяются изучаемые объекты по степени сходства между собой.

Таблица 2 – Коэффициент сходства видового состава ЖНП на разных стадиях рекреационной нагрузки

Коэффициент флористического сходства Жаккара				
Стадия рекреационной нагрузки	I, II	III	IV	V
I, II	-	0,50	0,54	0,50
III	0,50	-	0,76	0,61
IV	0,54	0,76	-	0,66
V	0,50	0,61	0,66	-

Полученные значения коэффициентов сходства видового состава представителей ЖНП на разных стадиях рекреационной нагрузки показывают, что меньшее сходство в видовом составе (50%) наблюдается между пробными площадями, характеризующимися максимальным видовым разнообразием ЖНП (III стадия), и площадями, испытывающими как самое низкое, так и самое высокое рекреационное воздействие. Также отмечается увеличение степени сходства как при переходе от III к IV стадии дигрессии, так и при

переходе IV к V стадии деградации.

Изменение условий увлажнения почв вследствие повышения антропогенного влияния является одним из ключевых факторов, влияющих на формирование растительных сообществ. Распределение видов растений, произрастающих в лесопарке, в зависимости от потребности в уровне влажности, позволяет проследить динамику сменяемости одних видов другими в зависимости от степени рекреационной нагрузки (табл. 3).

Таблица 3 – Распределение числа видов травянистых растений по экологическим группам по отношению к влажности в зависимости от стадии рекреационной нагрузки

Стадия рекреационной нагрузки	Мезофит	Мезогигрофит	Ксеромезофит
I, II	5	1	0
III	10	2	0
IV	9	2	0
V	6	2	1

На всех пробных площадях, независимо от степени рекреационной нагрузки, отмечается преобладание растений, относящихся к группе мезофитов (осока волосистая, медуница неясная, копытень европейский, вороний глаз). Тем не менее на III стадии дигрессии количество растений данной группы вдвое больше, чем на I, II стадиях. В сильно нарушенных биоценозах V стадии появляются растения, принадлежащие к экологической группе ксеромезофитов – растений, испытывающих недостаток влаги из-за предельной рекреационной нагрузки со стороны отдыхающих.

Уплотнение почвы, вызванное повышением рекреационной нагрузки, негативно влияет на аэрацию и водный режим, что, в свою очередь, замедляет рост и развитие растений (накопление биомассы). Механическое воздействие, такое как вытаптывание, нарушает целостность корневой системы и способствует упрощению структуры.

Рекреационная нагрузка меняет и обеспеченность растений ЖНП питательными веществами. По требовательности к суммарному содержанию в почве минеральных питательных веществ в почве выделено четыре экологические группы растений ЖНП (табл. 4).

Таблица 4 – Распределение числа видов травянистых растений по экологическим группам по отношению к богатству почвы в зависимости от стадии рекреационной нагрузки

Стадия рекреационной нагрузки	Эвтрофы	Эвтроф-нитрофилы	Мезоэвтрофы	Мезотрофы
I, II	0	1	3	2
III	1	1	5	5
IV	1	1	4	5
V	2	1	3	3

Наличие представителя эвтрофов-нитрофилов (недотрога мелкоцветковая) на всех стадиях рекреационной дигрессии свидетельствует о том, что растения произрастают в лесопарке, непосредственно расположенном вблизи города, так нитрофилы-растения нуждаются в повышенном содержании в почве азота и они часто поселяются вблизи городской застройки [12].

Количество эвтрофов-растений, требовательных к богатым минеральным почвам, представителями которой являются сныть обыкновенная, звездчатка средняя, увеличивается при повышении стадии деградации. На слабо затронутых антропогенным влиянием площадях представители данной группы растений отсутствуют, но на V стадии появляются (звездчатка средняя, сныть обыкновенная), так как освещенность возрастает в 3 раза.

Изменение в содержании питательных веществ в почве также оказывает существенное влияние и на распространение типичных для лесопарковых насаждений растений-мезотрофов. На пробных площадях, испытывающих минимальное (фоновое) влияние рекреационной нагрузки, произрастают такие представители группы мезотрофов, как вороний глаз обыкновенный и чина весенняя. На III, IV стадиях деградации отмечается увеличение количества представителей данной группы в 2,5 раза. Появляются такие виды, как ландыш майский, костяника, чина весенняя, кислица обыкновенная. На сильно деградируемых площадях количество видов мезотрофов сокращается, исчезают типичные лесные виды (костяника и кислица обыкновенная), что свидетельствует о том, что на V стадии деградации данные виды просто не при-

способлены к такой высокой нагрузке, тем самым угнетаются и, как следствие, исчезают.

Выводы. 1 Антропогенное воздействие на живую растительность в лесопарковых экосистемах отражается на видовом разнообразии. Уплотнение почвы в результате вытаптывания приводит к гибели характерных для лесопарка видов и замещению их более устойчивыми представителями живого напочвенного покрова.

2. Изменение условий увлажнения способствует изменению экологических групп растений (смена типичных для лесных территорий мезофитов) ксеромезофитами – растениями, испытывающими недостаток влаги из-за предельной рекреационной нагрузки со стороны отдыхающих.

3. Рекреационная нагрузка оказывает влияние на содержание в почве минеральных питательных веществ в почве, а именно: с усилением деградации почвы количество растений-эвтрофов, предпочитающих почвы, богатые минералами, возрастает.

4. С повышением нагрузки увеличивается и количество мезотрофов (в 2,5 раза на III стадии в сравнении с I стадией), но на сильно деградированных территориях количество видов мезотрофов уменьшается, и типичные лесные виды исчезают, что указывает на неприспособленность данных видов к высокой нагрузке, в результате которой они угнетаются и исчезают.

Таким образом, следует принимать во внимание роль травяного покрова как значимого элемента лесного биогеоценоза, который регулирует микроклимат и микробиологические процессы в лесу, а также его влияние на улучшение декоративных и эстетических качеств рекреационных насаждений.

Список источников

1. Игнатенко А.А. Влияние зеленых насаждений на микроклимат // Актуальные вопросы техники, науки, технологии : сборник научных трудов национальной конференции. Брянск. 2024. С. 51–53. EDN: FMKIEC
2. Массеров Д.А. Потапова Н.В., Ломакин А.В. Лесопарки городов как фактор сближения человека и природы // Современные проблемы территориального развития. 2019. № 4. С. 5–10. EDN: OITRMH

3. Hernandez J.G.V., Pallagst Karina, Hammer Patricia. Urban Green Spaces as a Component of an Ecosystem Functions, Services, Users, Community Involvement, initiatives and Actions // *Int J Environ Sci Nat Res* 2018;8(1). doi: 10.19080/IJESNR.2018.08.555730
4. Грязькин А.В., Кочкин А.А., Петрик В.В. Динамика состава растительности нижних ярусов в парковых фитоценозах // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2017. № 6 (360). С.46–55. EDN: ZTSTSZ. doi: 10.17238/issn0536-1036.2017.6.46
5. Лучкина Н.В. Оценка влияния рекреационных нагрузок на структуру живого напочвенного покрова в сосновых насаждениях экопарка «Затюменский» // Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе». 2021. С.111-119. EDN: HSZLLQ
6. Новикова Н.В. Изменение древесного и травяно-кустарничкового яруса сосняков под влиянием рекреационной нагрузки // *Вестник Могилевского государственного университета имени А.А. Кулешова*. 2005. № 4 (22). С.132–135. EDN: RNOPHS
7. Казанская Н.С. Ланина В.В., Марфенин Н.Н.; Рекреационные леса // М.: Лесн. пром-сть, 1977. 96 с. doi:10.13140/RG.2.1.2480.1769
8. Кузнецов В.А., Рыжова И.М., Телеснина В.М., Стома Г.В. Количественная оценка влияния рекреации на растительность, подстилку и плотность почв лесопарков Москвы // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение*. 2015. № 1. с .21–29. EDN: TFLVJT
9. Реуцкая В.В. Некоторые особенности адаптации травянистых растений пригородных лесов Воронежа к рекреационным нагрузкам // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 3 (125). С. 80–84. EDN: TNHEVZ
10. Гончарова И.А., Скрипальщикова Л.Н., Барченков А.П. Антропогенное влияние на живой напочвенный покров сосновых ценозов Красноярской лесостепи // *Лесные экосистемы бореальной зоны: биосферная роль, биоразнообразие, экологические риски: материалы международной конференции*. Красноярск. 2024. С. 66-67. EDN: DTWLZU
11. Рубцова И.Д., Сродных Т.Б. Влияние рекреационных нагрузок на живой напочвенный покров в парках и лесопарках Екатеринбурга и Каменска-Уральского // *Экология и география растений и растительных сообществ: материалы IV Международной научной конференции*. 2018. С. 833–837. EDN: UVLNJO
12. Цандекова О.Л., Седельникова Л.Л. Влияние урбанизированной среды на содержание химических элементов в листьях декоративных растений // *Экология урбанизированных территорий*. ООО Издательский дом «Камертон». 2021. № 2. С.6–10. doi: 10.24412/1816-1863-2021-2-6-10. EDN: UDZGMR.

References

1. Ignatenko A.A. He influence of green spaces on the microclimate. *Current issues of engineering, science, and technology*. Collection of scientific papers of the national conference. Bryansk. 2024:51-53 (In Russ.).
2. Masserov D.A., Potapova N.V., Lomakin A.V. Urban forest parks as a factor of rapprochement between human and nature. *Modern problems of territorial development*. 2019;No.4:5-10 (In Russ.).
3. Hernandez J. G. V. Pallagst Karina, Hammer Patricia. Urban Green Spaces as a Component of an Ecosystem Functions, Services, Users, Community Involvement, initiatives and Actions. *Int J Environ Sci Nat Res*. 2018;8(1). doi: 10.19080/IJESNR.2018.08.555730
4. Gryaz'kin A.V., Kochkin A.A., Petrik V.V. Dynamics of understory vegetation structure in the park phytocenosis. *Russian forestry journal*. 2017;6(360):46-55 (In Russ.). doi: 10.17238/issn0536-1036.2017.6.46
5. Luchkina N.V. Assessment of the impact of recreational loads on the structure of living ground cover in the pine plantations of the Zatyumensky ecopark. *Successes of youth science in the agro-industrial complex*. Proc. of LVI Student Sci. and Pract. Conf. 2021:111-119 (In Russ.).
6. Novikova N.V. Mutation of tree layer and suffruticous pinery layers under the influence of recreational impact. *Vestnik of Mogilev State University named after A.A. Kuleshov*. 2005;4(22):132-135.
7. Kazanskaya N.S., Lanina V.V., Marfenin N.N. Recreational forests. Moscow. 1977. 96 p. (In Russ.) doi:10.13140/RG.2.1.2480.1769
8. Kuznetsov V.A. Ryzhova I.M., Telesnina V.M., Stoma G.V. Quantitative assessment of the impact of recreation on vegetation, litter and soil density of forest parks in Moscow. *Moscow University Soil Science Bulletin*. 2015;1:21-29 (In Russ.).
9. Reutskaya V.V. Some features of the adaptation of herbaceous plants of the suburban forests of the city of Voronezh to recreational impact. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2015;3(125):80-84.
10. Goncharova I.A., Skripalshchikova L.N., Barchenkov A.P. Anthropogenic impact on the living ground cover of pine cenoses of the Krasnoyarsk forest-steppe. *Forest ecosystems of boreal zone: biospheric role, biodiversity, ecological risks* : Materials of the Int. Conf. Krasnoyarsk. 2024:66-67 (In Russ.).
11. Rubtsova I.D., Srodnyh T.B. Recreative loads influence on the living ground vegetation in parks and forest parks of Yekaterinburg and Kamensk-Uralskiy. *Ecology and geography of plants and plant communities*: Proc.of the IV Int. Sci. Conf., 2018. Pp. 833-837 (In Russ.).

12. Tsandekova O.L., Sedelnikova L.L. Urban environment influence on the content of chemical elements in the leaves of ornamental plants. *Ecology of urbanized territories*. Kamerton Publ. House, LLC. 2021;2:6-10 (In Russ.). doi: 10.24412/1816-1863-2021-2-6-10.

Информация об авторах

Екатерина Федоровна Никулина – аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства, Высшая школа естественных наук и технологий, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, e.nikulina@narfu.ru;

Сергей Владимирович Никулин – аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства, Высшая школа естественных наук и технологий, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, s.nikulin@narfu.ru;

Елена Николаевна Наквасина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, Высшая школа естественных наук и технологий, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова e.nakvasina@narfu.ru;

Илья Васильевич Цветков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства и лесоустройства, Высшая школа естественных наук и технологий, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова i.tsvetkov@narfu.ru

Information about the authors

Ekaterina F. Nikulina – Post graduate student, Chair of Forestry and Forest management, Higher School of Science and Technology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, e.nikulina@narfu.ru;

Sergei V. Nikulin – Post graduate student, Chair of Forestry and Forest management, Higher School of Science and Technology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, s.nikulin@narfu.ru;

Elena N. Nakvasina – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Forestry and Forest management, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, e.nakvasina@narfu.ru;

Ilya V. Tsvetkov – Candidate of Science (Agriculture), Associate professor, Chair of Forestry and Forest management, Higher School of Science and Technology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, i.tsvetkov@narfu.ru.

Статья поступила в редакцию 07.02.2025; одобрена после рецензирования 03.04.2025; принята к публикации 22.04.2025.

The article was submitted 07.02.2025; approved after reviewing 03.04.2025; accepted for publication 22.04.2025.