

Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/4>

УДК 630*181.52:630*587.11(571.51-25)

Оценка естественного возобновления в рекреационных сосняках западной части лесопаркового зеленого пояса г. Красноярск

Людмила С. Евдокимова^{1,3}, els@ipklh.ru  <https://orcid.org/0009-0003-3559-2050>

Андрей И. Татаринцев², lespat@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0003-2969-8740>

Людмила В. Зленко³ , zlenkolv@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0002-8857-8389>

Любовь А. Полонская³, polonskaya@ipklh.ru  <https://orcid.org/0009-0001-0551-6992>

¹Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Академгородок, 50, Красноярск, 660036, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, Красноярск, 660037, Российская Федерация

³Федеральное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства», ул. Заводская, 1/1, пом. 2, Дивногорск, 663090, Российская Федерация

Объект исследований – рекреационные сосняки в подтаежной части лесопаркового зеленого пояса г. Красноярск Красноярского края. Цель работы – оценить естественное возобновление в рекреационных сосняках. Заложено 12 безразмерных пробных площадей (ПП) по неповешенной ходовой линии, в том числе шесть ПП – в сосняках на левом берегу р. Енисей, шесть – на правом берегу. На пробных площадях трансектным методом определяли рекреационную нарушенность насаждений, учитывали подрост по методике, изложенной в актуальных Правилах лесовосстановления. При обработке и анализе данных учета подроста руководствовались приведенными в Правилах лесовосстановления положениями, взаимосвязь анализируемых показателей оценивали по непараметрическому коэффициенту Спирмена. Определены основные показатели благонадежного подроста: размерная структура (представленность мелких, средних, крупных растений), породный состав, количество в переводе на крупный, встречаемость. Выявлены отличия в лесовозобновительном процессе в подтаежных сосняках левобережной и правобережной частей, обусловленные близостью насаждений лесостепной и горно-таежной зон соответственно. Установлена значимая связь количества подроста сосны в левобережных сосняках, встречаемости (характера размещения) подроста с уровнем рекреационной нарушенности насаждений. Проанализирована успешность естественного возобновления, обозначены мероприятия для повышения лесовозобновительного потенциала рекреационных сосняков.

Ключевые слова: подтайга, сосняки, рекреационная нарушенность, подрост, успешность лесовозобновления, способы лесовосстановления

Финансирование: данное исследование не получало внешнего финансирования.

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

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Оценка естественного возобновления в рекреационных сосняках западной части лесопаркового зеленого пояса г. Красноярск / Л.С. Евдокимова, А.И. Татаринцев, Л.В. Зленко, Л.А. Полонская // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15. – № 4 (60). – С. 58-76. – Библиогр.: с. 71-75 (29 назв.). –DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/4>.

Поступила 18.06.2025. Пересмотрена 26.10. 2025. Принята 30.11.2025. Опубликовано онлайн 26.12.2025.

Article

Assessment of natural regeneration in recreational pine forests in the western part of the forest park green belt in Krasnoyarsk

Liudmila S. Evdokimova^{1,3}, els@ipklh.ru  <https://orcid.org/0009-0003-3559-2050>

Andrey I. Tatarintsev², lespat@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0003-2969-8740>

Liudmila V. Zlenko³ , zlenkolv@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0002-8857-8389>

Lyubov A. Polonskaya³, polonskaya@ipklh.ru  <https://orcid.org/0009-0001-0551-6992>

¹ Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS" V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Akademgorodok St., 50, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation

² Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, 31 Krasnoyarsk Worker Newspaper Ave., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

³ Federal Autonomous Institution of Additional Professional Education "Institute for Advanced Training of Forestry Workers", 1/1 Zavodskaya str., room 2, Divnogorsk, 663090, Russian Federation

Abstract

The object of this study is recreational pine forests in the subtaiga region of the Krasnoyarsk forest park greenbelt, Krasnoyarsk region. The aim of the research is to assess the natural regeneration of these forests. Twelve dimensionless test sites (PPs) were established along an unmarked transect line, with six PPs in the pine forest on the left bank of the Yenisei River and six on the right bank. In these trial areas, recreational disturbance to the plantings was measured using the transect method, and the undergrowth was counted according to the guidelines set out in the current Reforestation Rules. When processing and analysing the undergrowth data, we followed the provisions of the Reforestation Regulations, and assessed the relationship between the analysed indicators using the non-parametric Spearman correlation coefficient. The main indicators of a healthy undergrowth are identified: size structure (proportion of small, medium, and large plants), species composition, density, and distribution. Differences in the process of reforestation in the sub-taiga pine forests on the left and right banks are revealed due to the proximity to plantations in the forest-steppe and mountain taiga zones, respectively. A significant correlation has been established between the abundance of pine seedlings in the left bank pine forests, their distribution (pattern of placement), and the level of human disturbance of plantations. The success of natural regeneration is assessed, and measures to enhance the reforestation capacity of recreational pine forests are proposed.

Keywords: *subtaiga, pine forests, recreational disturbance, undergrowth, success of reforestation, methods of reforestation*

Funding: this research received no external funding.

Acknowledgments: authors thank the reviewers for their contribution to the peer review.

Conflict of interest: the authors declares no conflict of interest.

For citation: Evdokimova L.S., Tatarintsev A.I., Zlenko L.V., Polonskaya L.A. (2025). Assessment of natural regeneration in recreational pine forests in the western part of the forest park green belt in Krasnoyarsk. Forestry Engineering journal, Vol. 15, No. 4 (60), pp. 58-76 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/4>.

Received 18.06.2025.

Revised 26.10.2025.

Accepted 30.11.2025. *Published online* 26.12.2025.

Введение

Рекреационное лесопользование составляет важный компонент экосистемных услуг, предоставляемых природными территориями в регионах с высокой долей урбанизированных ландшафтов [1,2]. Исследования последних лет демонстрируют, что рекреационный потенциал лесов включает не только социально-культурные функции, но и вносит значительный вклад в экономику региона через повышение туристической привлекательности и создание рекреационной инфраструктуры [3,4]. При этом рекреационная нагрузка требует научно обоснованного регулирования, поскольку превышение допустимых нормативов может привести к деградации почвенного покрова, нарушению естественного возобновления древесных пород и снижению биоразнообразия [5,6]. Особую актуальность эти вопросы приобретают в условиях интенсивного освоения пригородных территорий, где рекреационное лесопользование становится компромиссом между сохранением экологических функций лесов и удовлетворением рекреационных потребностей населения. Это в полной мере относится к наиболее освоенной и заселенной части Средней Сибири, включающей центральную группу районов Красноярского края, тяготеющих к крупной урбоэкосистеме – г. Красноярску. Окружающие Красноярск леса входят в лесопарковый зеленый пояс города согласно Постановлению Правительства Красноярского края от 14.05.2019 № 255-п (2019) [7], представлены характерной мозаикой лесных формаций, большей частью используются в рекреационных целях. Наиболее активная рекреационная деятельность в разных формах её проявления осуществляется в сосновых, сосново-березовых лесных насаждениях.

Рассматриваемый вид пользования лесом имеет весьма позитивное валеологическое значение для народонаселения, в то же время рекреационные нагрузки оказывают негативное воздействие на леса, снижая их устойчивость [8, 9, 10]. Рекреация уменьшает мощность подстилки и увеличивает долю поврежденных деревьев [11]. Рекреационная нагрузка приводит к уничтожению специфической

лесной среды [12, 13]. Рекреация, как значимый экологический фактор, во-первых, приводит к непосредственному механическому повреждению всех компонентов лесных биогеоценозов, в частности фитоценозов, во-вторых, влияет на них через изменение экологических условий местообитания [14, 15].

Одним из главных вопросов экологических последствий лесной рекреации является её влияние на естественное лесовозобновление, которое отражает репродуктивную способность лесообразующих видов древесных растений (эдификаторов лесного сообщества) и устойчивость лесных экосистем [16,17]. Многочисленные исследования демонстрируют, что рекреационная нагрузка приводит к существенным изменениям физико-химических свойств почвы, включая уплотнение поверхностного горизонта, снижение инфильтрационной способности и ухудшение аэрации корнеобитаемого слоя [18-20]. Эти изменения непосредственно влияют на процессы прорастания семян и начальные этапы развития самосева древесных пород. Установлено, что даже умеренная рекреационная нагрузка (до 5-8 посещений на га в день) может снижать плотность подроста основных лесообразующих пород на 25-40% по сравнению с ненарушенными участками [23,24].

Вариация в составе сообщества растений между сменами была связана в первую очередь с факторами уровня участка, такими как уплотнение почвы, текстура и водоудерживающая способность, а не ландшафт [21]. В связи с этим, при проведении комплексного мониторинга состояния рекреационно-нарушенных лесных насаждений необходима оценка показателей естественного возобновления.

Предшествующие исследования процессов естественного возобновления в пригородных рекреационных лесах Красноярска были в основном сосредоточены на лесостепных сосняках и выявили значительные нарушения в ходе лесовозобновительного процесса под влиянием рекреационной нагрузки. Научной общественностью разработан комплекс

инструментов и методических подходов, направленных на восстановление ценных лесных экосистем, подверженных рекреационному воздействию. Однако для разработки эффективных мер управления необходимо углубленное изучение региональных особенностей динамики возобновительных процессов в условиях различных типов рекреационного использования. Подобных исследований в наиболее рекреационно-задействованных подтаежных сосняках весьма недостаточно.

Цель данной работы – оценить естественное возобновление рекреационных сосняков в подтаежных лесах (экотон лесостепь-тайга), расположенных в западной части лесопаркового зеленого пояса города Красноярск. Исходя из этого, решались задачи: установить основные характеристики подроста, определить успешность естественного возобновления и возможные способы лесовосстановления в рекреационных сосняках.

Материалы и методы

Исследования выполнены в вегетационный период (июнь-август) 2024 года в сосняках, произрастающих в слое подтаежных лесов западной части лесопаркового зеленого пояса г. Красноярск. Насаждения приурочены к долине реки Енисей, расположены на её левом и правом берегах; согласно схеме лесорастительного районирования, предложенной И.А. Коротковым (1994) [25], относятся к подзоне южной тайги и подтайги Зауральско-Енисейской лесорастительной провинции (ЛП) и подтаежному сосновому поясу Восточно-Саянской ЛП. В связи с наибольшей привлекательностью для отдыха народонаселения изучаемые сосняки на протяжении многих лет подвержены рекреационным нагрузкам различной интенсивности.

В основных насаждениях, руководствуясь методикой Е.Г. Мозолева с соавторами (1984) [26], было заложено 12 безразмерных пробных площадей (ПП) по неповешенной ходовой линии (по шесть ПП в левобережных и правобережных относительно р. Енисей сосняках). Для закладки пробных площадей подбирались наиболее характерные лесные участки, сопоставимые по лесоводственно-таксационным показателям и в

тоже время различающиеся по степени рекреационной нагрузки и контакту с пограничными лесорастительными зонами относительно рассматриваемого экотона (подтайга). Их общее количество (12 шт.) соответствует объему малой выборки. Размеры пробных площадей определяли навигатором GARMIN GPS 72. Насаждения на ПП относятся к одному типу леса (сосняки осочково-разнотравные), основные их лесоводственно-таксационные показатели приведены в таблице 1.

реационную нарушенность (стадию дигрессии) насаждений на пробных площадях определяли по относительной площади вытопанного до минерального горизонта живого напочвенного покрова, используя трансектный метод в соответствии с ОСТ 56-100-95 (1995) [27]. Выделяемые градации рекреационной нарушенности насаждений следующие: I стадия дигрессии – относительная площадь вытопанной поверхности напочвенного покрова до 1,0 %; II стадия дигрессии – 1,1-5,0 %; III стадия дигрессии – 5,1-10,0 %; IV стадия дигрессии – 10,1-25,0 %; V стадия дигрессии – более 25,0 %. При сравнительном анализе использовали процентные значения нарушенности.

На пробных площадях проведен учет подроста по методике, изложенной в Правилах лесовосстановления (2021) [28]. Для этого в пределах каждой ПП на лентах шириной 5 м по диагоналям участков закладывали 30 учетных площадок размером 10 м² (2 м × 5 м) с расстоянием между ними 10 м. При невозможности заложить все площадки на диагональных лентах, недостающие площадки закладывали на лентах по периметру ПП. На площадках учитывался только жизнеспособный подрост с подразделением по высоте на три категории крупности: мелкий – до 0,5 м, средний – 0,6-1,5 м, крупный – более 1,5 м. Всходы не учитывались, так как по мнению П.А. Цветкова и Д.А. Киришевой (2004) [20] рекреационное лесопользование не позволяет им переходить в стадию подроста из-за максимального риска гибели.

Для перевода подроста в категорию крупного применяли пересчетные коэффициенты: для мелкого подроста – 0,5, для среднего – 0,8.

Дополнительно на пробных площадях рассчитывали встречаемость подроста как отношение количества учетных площадок с подростом к общему их заложенному количеству (30 шт.). По значению

встречаемости оценивали характер размещения подроста по площади: встречаемость более или равна 65 % – равномерное размещение, 40-65 % – неравномерное, менее 40 % – групповое.

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений на пробных площадях

Table 1

Forestry and taxation characteristics of plantings on trial areas

Пробная площадь*, координаты** Trial area*, coordinates**	Состав*** Composition***	Возраст, лет Age, years	Высота, м Height, m	Диаметр, см Diameter, cm	Бонитет Bonitet	Полнота stand density
Левый берег р. Енисей The left bank of the Yenisei River						
К1 K1 N 55°57,998' E 92°36,314'	10С 10Р	115	23	37,5	3	0,7
К2 K2 N 55°58,090' E 92°36,683'	10С 10Р	130	25	31,0	3	0,5
К3 K3 N 55°58,165' E 92°36,993'	10С+Б 10Р+В	130	26	42,8	2	0,6
Кд1 Kd1 N 55°58,182' E 92°37,240'	10С 10Р	130	26	35,7	2	0,6
Кд2 Kd2 N 55°58,251' E 92°37,286'	10С 10Р	130	26	37,3	2	0,8
Кд3 Kd3 N 55°58,266' E 92°37,370'	10С 10Р	130	26	35,9	2	1,0
Правый берег р. Енисей The right bank of the Yenisei River						
Дд1 Dd1 N 55°56,799' E 92°23,100'	10С+Б, Лц 10Р+В, L	170	26	35,0	3	0,4
Дд2 Dd2 N 55°56,783' E 92°23,067'	10С+Б, Лц 10Р+В, L	170	26	38,0	3	0,5
Дг1 Dg1 N 55°57,794' E 92°22,585'	10С+Б, Лц 10Р+В, L	170	26	38,7	3	0,7
Дг2 Dg2 N 55°57,808' E 92°23,143'	10С+Б, Лц 10Р+В, L	170	26	38,4	3	0,5
Нп1 Np1 N 55°58,196' E 92°37,304'	10С+Лц 10Р+L	160	23	29,3	3	0,6
Нп2 Np2 N 55°56,049' E 92°44,350'	10С+Лц 10Р+L	160	27	43,8	2	0,8

* К1-3, Кд1-3 в границах Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева; Дд1,2 – Дивногорского участкового лесничества Красноярского лесничества; Дг1,2 – внутригородских зеленых насаждений г. Дивногорска; Нп1,2 – туристско-экскурсионного района Национального парка «Красноярские Столбы»

* K1-3, Kd1-3 within the boundaries of the Karaulny forestry of the Educational and Experimental Forestry of the SibGU named after M.F. Reshetnev; Dd1,2 – Divnogorsky district forestry of the Krasnoyarsk Forestry; Dg1,2 – inner-city green spaces of Divnogorsk; Np1,2 – tourist and excursion area of the Krasnoyarsk Pillars (Stolby) National Park

** N - широта, E - долгота

** N - latitude, E - longitude

***С – сосна, Б – береза, Лц – лиственница

***С – pine, В – birch, L – larch

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculation

Таблица 2

Рекреационная нарушенность насаждений на пробных площадях

Table 2

Recreational disturbance of plantings on trial areas

Пробная площадь* Trial area*	Относительная площадь вытоптанной поверхности живого напочвенного покрова, % The relative area of the trampled surface of the living ground cover, %	Стадия дигрессии The stage of digression
Левый берег р. Енисей The left bank of the Yenisei River		
К1 K1	23	IV
К2 K2	18	IV
К3 K3	28	V
Кд1 Kd1	40	V
Кд2 Kd2	11	IV
Кд3 Kd3	1	I
Правый берег р. Енисей The right bank of the Yenisei River		
Дд1 Dd1	6	III
Дд2 Dd2	1	I
Дг1 Dg1	11	IV
Дг2 Dg2	15	IV
Нп1 Np1	6	III
Нп2 Np2	1	I

* К1-3, Кд1-3 в границах Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза Сиб-ГУ им. М.Ф. Решетнева; Дд1,2 – Дивногорского участкового лесничества Красноярского лесничества; Дг1,2 – внутригородских зеленых насаждений г. Дивногорска; Нп1,2 – туристско-экскурсионного района Национального парка «Красноярские Столбы»

* K1-3, Kd1-3 within the boundaries of the Karaulny forestry of the Educational and Experimental Forestry of the SibGU named after M.F. Reshetnev; Dd1,2 – Divnogorsky district forestry of the Krasnoyarsk Forestry; Dg1,2 – inner-city green spaces of Divnogorsk; Np1,2 – tourist and excursion area of the Krasnoyarsk Pillars (Stolby) National Park

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculation

Количество и состав подроста (жизнеспособный в пересчете на крупный)

Table 3

Number and composition of undergrowth (reliable in terms of large)

Пробная площадь* Trial area*	Распределение подроста по породам, шт./га Distribution of undergrowth by species, p/h								Формула состава подроста** The formula for the composition of undergrowth**
	сосна pine tree	пихта fir tree	кедр Siberian cedar pine	ель fir	лиственница larch tree	береза birch tree	осина aspen	всего total	
Левый берег р. Енисей The left bank of the Yenisei River									
К1 K1	2000							2000	10С 10Р
К2 K2	21496	866	756	26	26			22366	10С+П,К, ед.Е,Лц 10Р+F,С, single S,L
К3 K3	4473	126	66	213				4866	10С+Е,П, ед.К 10Р+S,F, single С
РКд1 Kd1	1930	50	166	106		966		3200	6С3Б1К+Е, ед.П 6Р3В1С+S, single F
Кд2 Kd2	5120	130	60	76	16	1300		6700	8С2Б+П, ед.Е,К, Лц 8Р2В+F, single F,С,L
Кд3 Kd3	23460	450	70	26		2763		26766	9С1Б+П, ед.Е,К 9Р1В+F, single S,С
Правый берег р. Енисей The right bank of the Yenisei River									
Дд1 Dd1	466	4406		16		170	223	5266	9П1С+Ос,Б, ед.Е 9Ф1Р+А, В, single F
Дд2 Dd2	596	610				33		1233	5П5С+Б 5Ф5Р+В
Дг1 Dg1	116	10186		830				11133	9П1Е, ед.С 9Ф1S, single Р
Дг2 Dg2	526	460	276	93				1333	4С3П2К1Е 4Р3Ф2С1S
Нп1 Np1	3103	12106	490	776	160	1423	2640	20700	6П2С1Ос1Б+Е,К,ед.Лц 6Ф2Р1А1В+S,С, single L
Нп2 Np2		12096	16	1823			76	14000	9П1Е, ед.К,Ос 9Ф1S, single L

* К1-3, Кд1-3 в границах Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева; Дд1,2 – Дивногорского участкового лесничества Красноярского лесничества; Дг1,2 – внутригородских зеленых насаждений г. Дивногорска; Нп1,2 – туристско-экскурсионного района Национального парка «Красноярские Столбы»

* К1-3, Kd1-3 within the boundaries of the Karaulny forestry of the Educational and Experimental Forestry of the SibGU named after M.F. Reshetnev; Dd1,2 – Divnogorsky district forestry of the Krasnoyarsk Forestry; Dg1,2 – inner-city green spaces of Divnogorsk; Np1,2 – tourist and excursion area of the Krasnoyarsk Pillars (Stolby) National Park

**С – сосна, Б – береза, Лц – лиственница, К – кедр, Е – ель, П – пихта, Ос – осина, ед. - единично

**С – pine, В – birch, L – larch, С – cedar, S – spruce, F - fir tree, А – aspen, single

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculation

Количество жизнеспособного подроста (в переводе на крупный) на каждом участке пересчитывали на 1 га, исходя из данных о количестве такого подроста на 30-ти учетных площадках размером 10 м². Формулу состава

подроста определяли по доле участия каждой породы в суммарном количестве жизнеспособного подроста.

Способы лесовосстановления в зависимости от количества жизнеспособного подроста основных

лесных древесных пород определялись по требованиям к лесовосстановлению в Среднесибирском подтаежно-лесостепном районе согласно Правил лесовосстановления (2021) [28].

Взаимосвязь анализируемых показателей оценивали по непараметрическому коэффициенту Спирмена (R_{sp}), исходя из малого объема выборки. Статистические расчеты проводили с помощью программного обеспечения STATISTICA 10.

Результаты и их обсуждение

Близость мегаполиса и транспортная доступность лесов лесопаркового зеленого пояса города Красноярска определяют высокую степень их рекреационного использования. Наибольшим нагрузкам подвержены лесные насаждения с доминированием в составе древостоев сосны обыкновенной, что обусловлено их преобладающим присутствием в полосе непосредственного примыкания к территории города и сопутствующих населенных пунктов, привлекательностью для активного отдыха. Степень их антропогенной нарушенности (дигрессии) зависит от режима лесопользования (в соответствии с ведомственным подчинением), обустройством лесных участков для

целей отдыха, интенсивности рекреационных нагрузок. Рекреационная дигрессия в изучаемых сосняках в соответствии с принятой шкалой варьирует от начальной до максимальной стадии (таблица 2). Повышенной нарушенностью в исследуемой выборке лесных участков отличаются сосновые насаждения на прибрежных террасах левобережной части, в которых преобладает неорганизованная рекреационная деятельность, включая наиболее агрессивную по отношению к лесным экосистемам форму – транспортную бездорожную рекреацию.

Количественные показатели жизнеспособного подроста на обследованных участках неравнозначны (таблицы 3, 4; рисунок 1). Это связано с влиянием на лесовозобновительный процесс комплекса лесоводственно-экологических факторов, качественные и количественные параметры которых в большей или меньшей степени различаются в изучаемых сосняках. К таким факторам следует отнести: эдафо-орографические условия, лесоводственно-таксационные показатели насаждений, интенсивность рекреационной нагрузки.

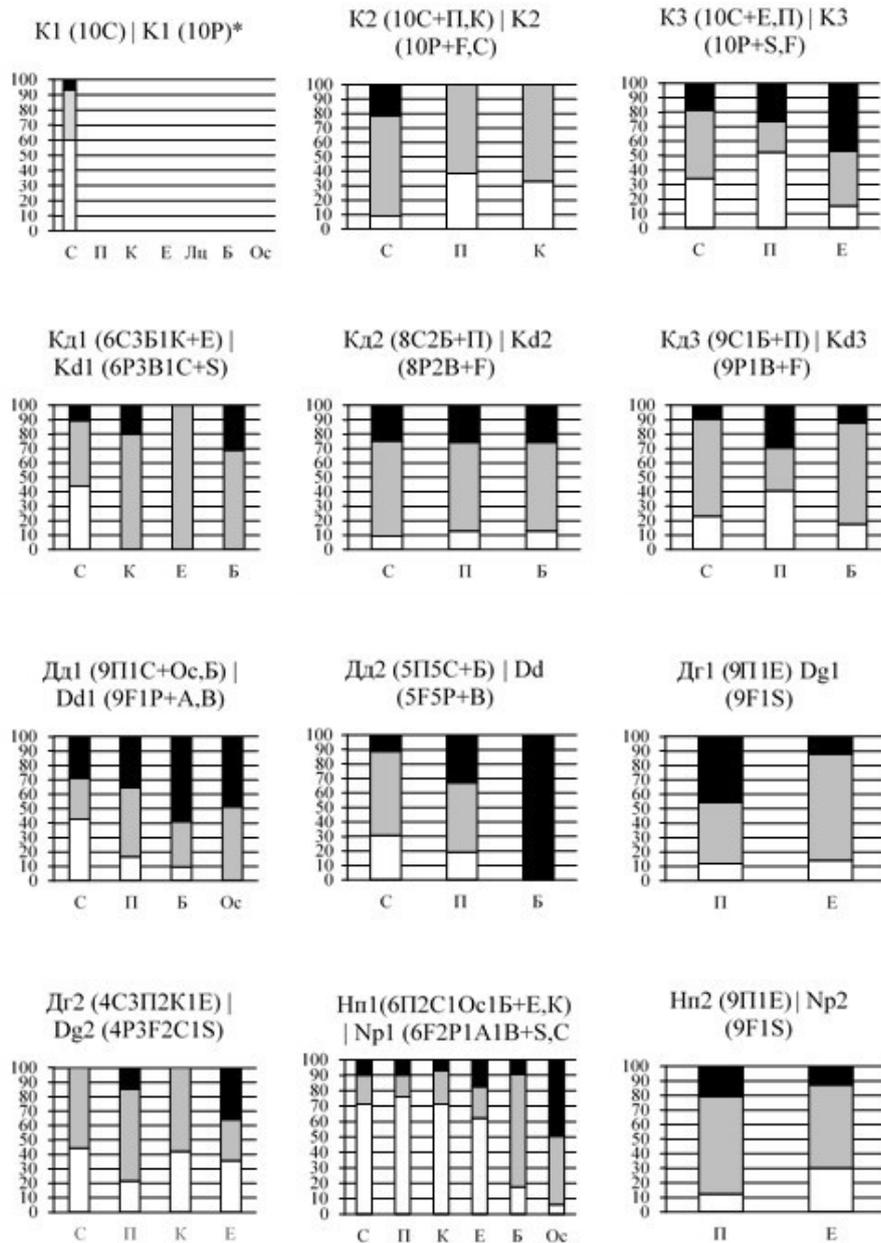


Рисунок 1. Распределение подроста по категориям крупности (ось X – распределение по породам: С – сосна, П – пихта, К – кедр, Е – ель, Б – береза, Ос – осина; ось Y – доля подроста, %: мелкого – белый цвет, среднего – серый, крупного – черный)

*ПП (формула состава подроста без единично представленных видов)

Figure 1. Distribution of undergrowth by size categories (X-axis – distribution by species: C - pine, P – fir, K – cedar, E – spruce, B – birch, Os – aspen; Y-axis - percentage of undergrowth, %: small – white, medium – gray, large – black)

*ТА (formula for the composition of undergrowth without individually represented species)

** К1-3, Кд1-3 в границах Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетне-ва; Дд1,2 – Дивногорского участкового лесничества Красноярского лесничества; Дг1,2 – внутригородских зеленых насаждений г. Дивногорска; Нп1,2 – туристско-экскурсионного района Национального парка «Красноярские Столбы»

** K1-3, Kd1-3 within the boundaries of the Karaulny forestry of the Educational and Experimental Forestry of the SibGU named after M.F. Reshetnev; Dd1,2 – Divnogorsky district forestry of the Krasnoyarsk Forestry; Dg1,2 – inner-city green spaces of Divnogorsk; Np1,2 – tourist and excursion area of the Krasnoyarsk Pillars (Stolby) National Park

Источник: собственная композиция автора

Source: author's composition

Таблица 4

Распределение подроста по площади

Table 4

Distribution of undergrowth by area

Пробная площадь* Trial area*	Встречаемость, % the occurrence of undergrowth, %	Характер распределения The nature of the distribution
Левый берег р. Енисей The left bank of the Yenisei River		
K1 K1	15	групповой group
K2 K2	96	равномерный uniform
K3 K3	33	групповой group
Kd1 Kd1	16	групповой group
Kd2 Kd2	43	неравномерный uneven
Kd3 Kd3	100	равномерный uniform
Правый берег р. Енисей The right bank of the Yenisei River		
Dd1 Dd1	76	равномерный uniform
Dd2 Dd2	65	равномерный uniform
Dg1 Dg1	57	неравномерный uneven
Dg2 Dg2	3	групповой group
Np1 Np1	100	равномерный uniform
Np2 Np2	100	равномерный uniform

* K1-3, Kd1-3 в границах Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева; Dd1,2 – Дивногорского участкового лесничества Красноярского лесничества; Dg1,2 – внутригородских зеленых насаждений г. Дивногорска; Np1,2 – туристско-экскурсионного района Национального парка «Красноярские Столбы»

* K1-3, Kd1-3 within the boundaries of the Karaulny forestry of the Educational and Experimental Forestry of the SibGU named after M.F. Reshetnev; Dd1,2 – Divnogorsky district forestry of the Krasnoyarsk Forestry; Dg1,2 – inner-city green spaces of Divnogorsk; Np1,2 – tourist and excursion area of the Krasnoyarsk Pillars (Stolby) National Park

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculation

В состав подроста, кроме сосны, входят иные древесные виды, в том числе темнохвойные породы (таблица 3). Такую тенденцию к повышению разнообразия видов в экотонной зоне (в нашем случае – подтаежные леса) относят к проявлению краевого эффекта [29]. При этом в левобережной части сосняков, приближенных к сосново-

березовым лесам лесостепной зоны, в составе подроста абсолютно доминирует (представленность 60-100 %) сосна обыкновенная. Иная ситуация в правобережных сосняках, контактирующих с темнохвойными горно-таежными лесами. Здесь сосна вытесняется темнохвойными видами (пихтой,

елью, кедром), в большинстве случаев в подросте доминирует пихта (представленность до 90 %).

На рисунке 1 приведены диаграммы распределения подроста по градациям крупности за минусом единично представленных в его составе древесных видов. На большинстве участков суммарная доля среднего и крупного подроста доминирующих древесных пород преобладает (55-90 %) с заметно большей численностью средних по размеру растений. На двух участках (ПП К1, Нп1) доля среднего и крупного подроста главных хвойных пород (сосны, пихты) – ≤ 40 % (рисунок 1).

На первом из них (ПП К1), это в сочетании с низкой абсолютной численностью подроста (см. таблица 3) связано с повышенной транспортной бездорожной рекреацией. На втором участке (ПП Нп1) – с процессом активного появления молодого подроста вследствие снижения интенсивной антропогенной нагрузки на насаждения после рекреационного обустройства туристической тропы. При этом для совокупности изучаемых лесных участков значимой связи относительного количества подроста разной крупности с рекреационной нарушенностью насаждений не выявлено (таблица 5).

Таблица 5

Корреляция (по коэффициенту R_{sp}) показателей естественного возобновления (жизнеспособного подроста в переводе на крупный) с показателями рекреационных насаждений (древостоев) сосны

Table 5

Correlation (by the R_{sp} coefficient) of indicators of natural regeneration (reliable undergrowth translated into large) with indicators of recreational stands of pine

Показатели возобновления Renewal rates	Показатели насаждений (древостоев)					
	возраст age	диаметр diameter	высота height	полнота completeness	бонитет bonitet	рекреационная нарушенность recreational disturbance
количество всего подроста the total number of undergrowth	-0,2000	-0,3427	-0,0751	0,4307	-0,2203	-0,3216
доля подроста: percentage of undergrowth						
- мелкий small	-0,0704	-0,0280	-0,3879	-0,1424	0,1714	0,2120
- средний average	-0,1444	-0,0140	0,4254	0,1566	-0,4162	-0,1979
- крупный large	0,3851	0,0420	0,3128	-0,1317	0,0734	-0,2297
встречаемость подроста occurrence of undergrowth	0,1417	-0,2958	0,0756	0,2007	-0,0740	-0,7331*

* значимые коэффициенты корреляции ($p < 0,05$)

* significant correlation coefficients ($p < 0,05$)

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculation

Оценка успешности лесовозобновления и рекомендуемые способы лесовосстановления на лесных участках

Table 6

Assessment of the success of reforestation and recommended methods of reforestation in forest areas

ПП Trial area	Показатели благонадежного подроста Indicators of trustworthy undergrowth		Способы лесовосстановления (основание по количеству жизнеспособного подроста для разнотравной группы типов леса, тыс.шт./га)* Methods of reforestation (based on the number of viable undergrowth for a diverse group of forest types, thousand units/ha)
	состав (без единичных пород) composition (without single rocks)	количество, тыс.шт./га quantity, thousand units/ha	
Левый берег р. Енисей The left bank of the Yenisei River			
К1 K1	10С 10Р	2,0	минерализация почвы (2-3) soil mineralization (2-3)
К2 K2	10С+П,К 10Р+F,С	22,4	сохранение подроста (> 3,0) undergrowth conservation (> 3,0)
К3 K3	10С+Е,П 10Р+S,F	4,9	сохранение подроста (> 3,0) undergrowth conservation (> 3,0)
Кд1 Kd1	6СЗБ1К+Е 6РЗВ1С+S	3,2	сохранение подроста (> 3,0) undergrowth conservation (> 3,0)
Кд2 Kd2	8С2Б+П 8Р2В+F	6,7	сохранение подроста (> 3,0) undergrowth conservation (> 3,0)
Кд3 Kd3	9С1Б+П 9Р1В+F	26,8	сохранение подроста (> 3,0) undergrowth conservation (> 3,0)
Правый берег р. Енисей The right bank of the Yenisei River			
Дд1 Dd1	9П1С+Ос,Б 9Ф1Р+А, В	5,3	сохранение подроста (> 2,5) undergrowth conservation (> 2,5)
Дд2 Dd2	5П5С+Б 5Ф5Р+В	1,2	комбинированное (1-2) combined (1-2)
Дг1 Dg1	9П1Е 9Ф1S,	11,1	сохранение подроста (> 2,5) undergrowth conservation (> 2,5)
Дг2 Dg2	4СЗП2К1Е 4РЗФ2С1S	1,3	комбинированное (1-2) combined (1-2)
Нп1 Np1	6П2С1Ос1Б+Е,К 6Ф2Р1А1В+S,С	20,7	сохранение подроста (> 2,5) undergrowth conservation (> 2,5)
Нп2 Np2	9П1Е 9Ф1S	14,0	сохранение подроста (> 2,5) undergrowth conservation (> 2,5)

* Согласно Приложению 22 «Требования (критерии) к лесовосстановлению в Среднесибирском подтаежно-лесостепном районе» к Правилам лесовосстановления, принятым Приказом Минприроды России от 29.12.2021 № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления» [16]

* According to Appendix 22 "Requirements (criteria) for reforestation in the Central Siberian Subtaiga-forest-steppe region" to the Rules of Reforestation, adopted by Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated December 29, 2021 No. 1024 "On approval of the Rules of reforestation, form, composition, procedure for approving the reforestation project, grounds for refusal to approve it, as well as requirements for the format in electronic in the form of a reforestation project" [16]

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculation

Суммарное количество жизнеспособного подроста (в переводе на крупный) в исследованной выборке насаждений варьирует от 1,2 тыс.шт./га (ПП Дд2) до 26,8 тыс.шт./га (ПП Кд3) (таблица 3). Количество такого подроста в среднем больше в левобережной части (11 тыс.шт./га с доминированием сосны), для правобережной части этот показатель – 8,9 тыс.шт./га с преобладанием пихты. При том что рекреационная нарушенность сосняков левобережья выше в сравнении с насаждениями правобережья, очевидно на лесовозобновительный процесс, кроме рекреационной нагрузки, большое влияние оказывают лесорастительные условия, конкурентные фитогенные взаимодействия за ресурсы среды (свет – лимитированное его поступление в нижние ярусы растительности, почва – конкуренция со стороны растений живого напочвенного покрова).

В пределах совокупной выборки не установлено значимой связи количества жизнеспособного подроста с рекреационной нарушенностью (таблица 5). Учитывая ранее обсуждаемую разнородность опытных участков левобережной и правобережной частей по лесорастительным условиям и показателям (в частности составу) подроста, дополнительно выполнен анализ данных только для наиболее близких по этим параметрам левобережных лесных участков. При этом важно напомнить, что в этих сосняках максимально доминирует в составе подроста сосна обыкновенная. В пределах левобережной выборки установлена значимая обратная связь ($R_{sp} = -0,8857$, $p < 0,05$) между рекреационной нарушенностью насаждений и количеством жизнеспособного (в переводе на крупный) подроста сосны, что указывает на достоверное уменьшение количества подроста по мере повышения рекреационной нагрузки на сосняки.

Значения встречаемости подроста (3-100%, в среднем 59 %) на пробных площадях характеризуют разные варианты его размещения на обследованных участках рекреационных сосняков (таблица 4). При низких уровнях рекреационных нагрузок,

соответственно меньшей дигрессии насаждений, характер размещения подроста равномерный или близок к равномерному. Интенсификация нагрузок, увеличение количества троп, повышение площади дорожно-тропиночной сети приводят к фрагментации растительности, в первую очередь нижних ярусов фитоценозов; размещение подроста становится неравномерным, в крайних случаях – групповым. Эту тенденцию в изучаемых сосняках подтверждает значимая отрицательная связь встречаемости подроста с рекреационной нарушенностью насаждений (таблица 5).

Исходя из данных проведенных исследований и основываясь на нормативных требованиях [28], выполнен анализ успешности лесовозобновления в исследуемых насаждениях с учетом количественных показателей подроста доминирующих видов с обозначением пригодных для соответствующей ситуации лесовосстановительных мероприятий (таблица 6). Для создания условий успешного лесовозобновления, лесовосстановления на объектах исследований, кроме мероприятий по снижению негативного воздействия рекреационных нагрузок на насаждения, в большинстве случаев целесообразны меры по содействию естественному лесовозобновлению: сохранение подроста, минерализация почвы. На отдельных участках (правобережные рекреационные сосняки) рекомендуется комбинированное лесовосстановление с посадкой подпологовых лесных культур с использованием посадочного материала соответствующих лесорастительным условиям хвойных видов.

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Антропогенная нарушенность рекреационных сосняков в подтаежной части зеленого пояса г. Красноярска на разных участках варьирует от начальной до максимальной стадии. Повышенной нарушенностью отличаются сосновые насаждения на прирусловых террасах левобережной части относительно р. Енисей.

2. Видовой состав подроста в рекреационных сосняках экотонной полосы - подтайги обусловлен близостью насаждений контактирующих лесорастительных зон. В левобережных подтаежных сосняках, примыкающих к насаждениям лесостепной зоны, в составе подроста доминирует сосна; в подобных сосняках правобережной части, граничащих с темнохвойными горно-таежными лесами, в подросте преобладают темнохвойные виды, в первую очередь пихта.

3. В размерной структуре подроста доминирующих видов в большинстве случаев преобладает средний подрост в сочетании с крупным. На участках восстановления нижнего яруса фитоценозов после интенсивных рекреационных нагрузок преобладает мелкий подрост.

4. Количество жизнеспособного подроста (в переводе на крупный) в изучаемых сосняках варьирует в пределах 1,2 – 26,8 тыс.шт./га, что обусловлено влиянием лесорастительных условий, конкурентными взаимоотношениями подроста с другими представителями фитоценоза, интенсивностью рекреационной нагрузки. Для сосняков левобережной части установлена значимая обратная связь количества соснового подроста с рекреационной нарушенностью насаждений.

5. Рекреационные нагрузки значимо влияют на встречаемость подроста (характер размещения). При повышении рекреационных нагрузок (соответственно нарушенности насаждений) равномерное размещение подроста переходит в неравномерное, при высоких стадиях рекреационной дигрессии насаждений размещение подроста – групповое.

6. В соответствии с нормативными критериями к лесовосстановлению в Среднесибирском подтаежно-лесостепном районе лесовозобновление, исходя из количества жизнеспособного подроста, в рекреационных сосняках – достаточно успешное. На большинстве участков рекомендованы меры по сохранению подроста, в отдельных случаях – минерализация почвы, дополнительная посадка саженцев соответствующих хвойных видов.

Дальнейшие исследования по данной проблеме должны быть направлены на изучение динамики лесовозобновительных процессов с учетом эдафо-орографических условий произрастания рекреационных сосняков, разработку технологии мероприятий для оптимизации лесовозобновления (лесовосстановления) в сосняках с разным уровнем рекреационных нагрузок.

Список литературы

1. Зиновьева А.Е. К вопросу классификации экосистемных услуг // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2020. – № 1 (56). – С. 5-13. – DOI: <http://doi.org/10.24411/2410-1192-2020-15601>.
2. Atalay, A., Perkumiene, D., Aleinikovas, M., & Škëma, M. (2024). Clean and sustainable environment problems in forested areas related to recreational activities: case of Lithuania and Turkey. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1224932>
3. Rysin L.P., Savel'eva L.I., Rysin S.L. Forest monitoring in urbanized areas. *Russian Journal of Ecology*. – 2004. – Vol. 35, No. 4. – P. 209-213. – DOI: <http://doi.org/10.1023/B:RUSE.0000033787.32574.dd>.
4. Saklaurs M., Libiete Z., Donis J., Kitenberga M., Elferts D., Jurmalis E., Jansons A. Provision of Ecosystem Services in Riparian Hemiboreal Forest Fixed-Width Buffers. *Forests*. 2022; 13: 928. – DOI: <http://doi.org/10.3390/f13060928>.
5. Jenkins M.B., Schoettle A.W., Wright J.W., Anderson K.A., Fortier J., Hoang L., Incashola T.J., Keane R.E., Krakowski J., LaFleur D.M., Mellmann-Brown S., Meyer E.D., Pete S., Renwick K., Sissons R.A. Restoring a forest keystone species: A plan for the restoration of whitebark pine (*Pinus albicaulis* Engelm.) in the Crown of the Continent Ecosystem. *Forest Ecology and Management*. 2022; 522: 120282. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120282>.
6. Day M.A., Tortorelli C.M., Ellsworth L.M., Short K.C., Brown J.L., Koutzoukis S., Olszewski J., Ager A.A., Chambers J.C. Optimizing woody fuel treatments to reduce wildfire risk to sagebrush ecosystems in the Great Basin

- of the western US. *Journal of Environmental Management*. 2025; 392: 126672. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126672>.
7. Постановление Правительства Красноярского края от 14.05.2019 № 255-П «Об установлении границ лесопаркового зеленого пояса города Красноярска» (ред. от 16.07.2024) // URL: <http://www.zakon.krskstate.ru/0/doc/57764>.
 8. Wolf, K. L., Lam, S. T., McKeen, J. K., Richardson, G. R. A., van den Bosch, M., & Bardekjian, A. C. (2020). Urban Trees and Human Health: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4371. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124371>
 9. Referowska-Chodak, E. (2019). Management and Social Problems Linked to the Human Use of European Urban and Suburban Forests. *Forests*, 10(11), 964. <https://doi.org/10.3390/f10110964>
 10. Султанова Р.Р., Мартынова М.В. Основы рекреационного лесоводства: учебник для вузов. – 2-е изд. – СПб.: Лань, 2018. – 264 с. – ISBN 978-5-8114-2779-6.
 11. Petrov, V., Ivanov, S., & Sidorova, A. (2020). Economic estimation of forest recreation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 574, Article 012063. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/574/1/012063>
 12. Shukel, I. V., & Hlohovskyi, L. V. (2024). The scale of recreational assessment of suburban forests in lviv (on the example of briukhovychi forestry). *Naukovi dopovidi Nacional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannâ Ukraini*, 108(2). [https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.020](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.020)
 13. Sánchez J.J., Marcos-Martinez R., Soonsawad N., Srivastava L. Valuing the impacts of forest disturbances on ecosystem services: An examination of recreation and climate regulation services in U.S. national forests. *Trees, Forests and People*. 2021. 5: 100123. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100123>.
 14. Wajchman-Świtalska, S., Zajadacz, A., Woźniak, M., Jaszczak, R., & Beker, C. (2022). Recreational Evaluation of Forests in Urban Environments: Methodological and Practical Aspects. *Sustainability*, 14(22), 15177. <https://doi.org/10.3390/su142215177>
 15. Krajewski, P., & Wójcik, A. (2024). Recreation in suburban forests - monitoring the distribution of visits using the example of Rzeszów. *Annals of Forest Research*, 67(1), 131-141. <https://doi.org/10.15287/afr.2024.3499>
 16. Данчева А.В., Залесов С.В. Динамика естественного возобновления под пологом сосновых насаждений Казахского мелкосопочника // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3(27). – С. 126-128. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20353431>.
 17. Данчева А.В., Залесов С.В., Лучкина Н.В. и др. Естественное возобновление сосны в городских лесах города Тюмени (на примере экопарка "Затюменский") // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 124-131. – DOI: <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-4-124-131>.
 18. Зарубина Л.В., Карбасников А.А., Пешин Д.А. Оценка возобновительных процессов под пологом приспевающих хвойных древостоев в Вологодской области // Лесной вестник. *Forestry Bulletin*. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 10-18. – DOI: <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2021-2-10-18>.
 19. Малиновских А.А. Оценка успешности естественного возобновления сосны обыкновенной в пригородных лесах Барнаула // Леса России и хозяйство в них. – 2024. – № 3(90). – С. 15-25. – DOI: 10.51318/FRET.2024.44.46.002.
 20. Влияние рекреации на радиальный прирост сосны обыкновенной / В. С. Симоненков, В. А. Симоненкова, С. Р. Гилазиева [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 111-117. – DOI 10.18500/1816-9775-2024-24-1-111-117. – EDN YESMMV.
 21. Conway E.E., Brudvig L. Local site conditions, not landscape context, influence restored plant communities within urban contexts. *Restoration Ecology*. 2024; 32 (4): e14109. – DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.14109>.

22. Горбунов А.С., Цветков П.А. Естественное возобновление рекреационных сосняках зеленой зоны г.Красноярска // Хвойные бореальной зоны. – 2009. – Т. 26, № 2. – С. 244-248. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15195101>.
23. Ерохина З.В., Пшеничникова Л.С. Влияние рекреации на нижние ярусы сосновых лесов заповедника "Столбы" // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Т. 27, № 3-4. – С. 317-323. – URL: https://forest-culture.narod.ru/HBZ/Stat_10_3-4/erohina17.pdf.
24. Keane R.E., Schoettle A.W., Tomback D.F. Effective actions for managing resilient high elevation five-needle white pine forests in western North America at multiple scales under changing climates. *Forest Ecology and Management*. 2022; 505: 119939. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119939>.
25. Коротков И.А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России. – Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 1994. – С. 29-47.
26. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологических обследований очагов стволовых вредителей и болезней леса. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 152 с.
27. Стандарт отрасли ОСТ 56-100-95 "Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы". – URL: <https://internet.garant.ru/>.
28. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29.12.2021 № 1024 «Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202110024>.
29. Ren, F., Chen, L., Li, T., & Li, M. (2023). Spatial Changes of Suburban Forest Ecological Functions and Their Impact on Ecological Equity in the Process of Urbanization—A Case Study of Jiangning District, Nanjing, China. *Forests*, 14(7), 1308. <https://doi.org/10.3390/f14071308>

References

1. Zinovieva A. E. K voprosu klassifikatsii ekosistemnykh uslug. [On the classification of ecosystem services]. *Izvestiya Altayskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva = Bulletin of the Altai Branch of the Russian Geographical Society*. 2020;1(56):5-13. (In Russ.). DOI: <http://doi.org/10.24411/2410-1192-2020-15601>.
2. Atalay A., Perkumiene D., Aleinikovas M., Škėma M. Clean and sustainable environment problems in forested areas related to recreational activities: case of Lithuania and Turkey. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2024;6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1224932>
3. Rysin L. P., Savel'eva L. I., Rysin S. L. Forest monitoring in urbanized areas. *Russian Journal of Ecology*. 2004;35(4):209-213. DOI: <http://doi.org/10.1023/B:RUSE.0000033787.32574.dd>
4. Saklaurs M., Libiete Z., Donis J., Kitenberga M., Elferts D., Jurmalis E., Jansons A. Provision of Ecosystem Services in Riparian Hemiboreal Forest Fixed-Width Buffers. *Forests*. 2022;13:928. DOI: <http://doi.org/10.3390/f13060928>
5. Jenkins M. B., Schoettle A. W., Wright J. W., Anderson K. A., Fortier J., Hoang L., Incashola T. J., Keane R. E., Krakowski J., LaFleur D. M., Mellmann-Brown S., Meyer E. D., Pete S., Renwick K., Sissons R. A. Restoring a forest keystone species: A plan for the restoration of whitebark pine (*Pinus albicaulis* Engelm.) in the Crown of the Continent Ecosystem. *Forest Ecology and Management*. 2022;522:120282. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120282>
6. Day M. A., Tortorelli C. M., Ellsworth L. M., Short K. C., Brown J. L., Koutzoukis S., Olszewski J., Ager A. A., Chambers J. C. Optimizing woody fuel treatments to reduce wildfire risk to sagebrush ecosystems in the Great Basin of the western US. *Journal of Environmental Management*. 2025;392:126672. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126672>
7. Postanovlenie Pravitel'stva Krasnoyarskogo kraya ot 14.05.2019 № 255-P «Ob ustanovlenii granits lesoparkovogo zelenogo povasa goroda Krasnoyarska» (red. ot 16.07.2024). [Decree of the Government of the Krasnoyarsk

- Territory dated 14.05.2019 No. 255-P "On the establishment of the boundaries of the forest park green belt of the city of Krasnoyarsk" (as amended on 16.07.2024)]. URL: <http://www.zakon.krskstate.ru/0/doc/57764>
8. Wolf K. L., Lam S. T., McKeen J. K., Richardson G. R. A., van den Bosch M., Bardekjian A. C. Urban Trees and Human Health: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(12):4371. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17124371>
 9. Referowska-Chodak E. Management and Social Problems Linked to the Human Use of European Urban and Suburban Forests. *Forests*. 2019;10(11):964. DOI: <https://doi.org/10.3390/f10110964>
 10. Sultanova R. R., Martynova M. V. *Osnovy rekreatsionnogo lesovodstva: uchebnik dlya vuzov*. [Fundamentals of recreational forestry: textbook for universities]. 2nd ed. Saint Petersburg: Lan' Publ.; 2018. 264 p. (In Russ.). ISBN 978-5-8114-2779-6
 11. Petrov V., Ivanov S., Sidorova A. Economic estimation of forest recreation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;574:012063. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/574/1/012063>
 12. Shukel I. V., Hlohovskyi L. V. THE SCALE OF RECREATIONAL ASSESSMENT OF SUBURBAN FORESTS IN LVIV (ON THE EXAMPLE OF BRIUKHOVYCHI FORESTRY). *Naukovi dopovidi Nacional'nogo universitetu bioresursiv i prirodoeksploataciï Ukraïni*. 2024;108(2). DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.020](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.020)
 13. Sánchez J. J., Marcos-Martinez R., Soonsawad N., Srivastava L. Valuing the impacts of forest disturbances on ecosystem services: An examination of recreation and climate regulation services in U.S. national forests. *Trees, Forests and People*. 2021;5:100123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100123>
 14. Wajchman-Świtalska S., Zajadacz A., Woźniak M., Jaszczak R., Beker C. Recreational Evaluation of Forests in Urban Environments: Methodological and Practical Aspects. *Sustainability*. 2022;14(22):15177. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142215177>
 15. Krajewski P., Wójcik A. Recreation in suburban forests - monitoring the distribution of visits using the example of Rzeszów. *Annals of Forest Research*. 2024;67(1):131-141. DOI: <https://doi.org/10.15287/afr.2024.3499>
 16. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Dinamika estestvennogo vobnovleniya pod pologom sosnovykh nasazhdeniy Kazakhskogo melkosopchnika. [Dynamics of natural regeneration under the canopy of pine plantations of the Kazakh small hills]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Bashkir State Agrarian University*. 2013;3(27):126-128. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20353431>
 17. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Luchkina N. V. et al. Estestvennoe vobnovlenie sosny v gorodskikh lesakh goroda Tyumeni (na primere ekoparka "Zatyumenskiy"). [Natural regeneration of pine in urban forests of Tyumen (on the example of the Zatyumensky ecopark)]. *Prirodoobustroystvo = Land Management*. 2022;4:124-131. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-4-124-131>
 18. Zarubina L. V., Karbasnikov A. A., Peshin D. A. Otsenka vobnovitel'nykh protsessov pod pologom prispevayushchikh khvoynykh drevostoev v Vologodskoy oblasti. [Assessment of renewal processes under the canopy of maturing coniferous stands in the Vologda region]. *Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin = Forestry Bulletin*. 2021;25(2):10-18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2021-2-10-18>
 19. Malinovskikh A. A. Otsenka uspekhov estestvennogo vobnovleniya sosny obyknovnoy v prigorodnykh lesakh Barnaula. [Assessment of the success of natural regeneration of Scots pine in suburban forests of Barnaul]. *Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh = Forests of Russia and Management*. 2024;3(90):15-25. (In Russ.). DOI: 10.51318/FRET.2024.44.46.002
 20. Simonenkov V. S., Simonenkova V. A., Gilazieva S. R. et al. Vliyanie rekreatsii na radial'nyy prirost sosny obyknovnoy. [Influence of recreation on radial growth of Scots pine]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya = Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology*. 2024;24(1):111-117. (In Russ.). DOI: 10.18500/1816-9775-2024-24-1-111-117
 21. Conway E. E., Brudvig L. Local site conditions, not landscape context, influence restored plant communities within urban contexts. *Restoration Ecology*. 2024;32(4):e14109. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.14109>

22. Gorbunov A. S., Tsvetkov P. A. Estestvennoe vozobnovlenie rekreatsionnykh sosnyakakh zelenoy zony g. Krasnoyarska. [Natural regeneration in recreational pine forests of the green zone of Krasnoyarsk]. *Khvoynye boreal'noy zony = Conifers of the Boreal Zone*. 2009;26(2):244-248. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15195101>
23. Erokhina Z. V., Pshenichnikova L. S. Vliyanie rekreatsii na nizhnie yarusy sosnovykh lesov zapovednika "Stolby". [Influence of recreation on the lower tiers of pine forests of the Stolby Nature Reserve]. *Khvoynye boreal'noy zony = Conifers of the Boreal Zone*. 2010;27(3-4):317-323. (In Russ.). URL: https://forest-culture.narod.ru/HBZ/Stat_10_3-4/erohina17.pdf
24. Keane R. E., Schoettle A. W., Tomback D. F. Effective actions for managing resilient high elevation five-needle white pine forests in western North America at multiple scales under changing climates. *Forest Ecology and Management*. 2022;505:119939. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119939>
25. Korotkov I. A. Lesorastitel'noe rayonirovanie Rossii i respublik byvshego SSSR. [Forest vegetation zoning of Russia and the republics of the former USSR]. In: *Uglerod v ekosistemakh lesov i bolot Rossii: monografiya*. Krasnoyarsk: Institut lesa im. V.N. Sukacheva SO RAN; 1994. p. 29-47. (In Russ.)
26. Mozolevskaya E. G., Kataev O. A., Sokolova E. S. Metody lesopatologicheskikh obsledovaniy ochagov stvolovykh vreditel'ey i bolezn'ey lesa. [Methods of forest pathological surveys of foci of stem pests and forest diseases]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ.; 1984. 152 p. (In Russ.)
27. Standart otrasli OST 56-100-95 "Metody i edinitsy izmereniya rekreatsionnykh nagruzok na lesnye prirodnye komplekсы" (utv. prikazom Rosleskhoza ot 20 iyulya 1995 g. N 114). [Industry standard OST 56-100-95 "Methods and units for measuring recreational loads on forest natural complexes" (approved by order of the Federal Forestry Agency of July 20, 1995 No. 114)]. URL: <https://internet.garant.ru/>
28. Prikaz Ministerstva prirodnykh resursov i ekologii Rossiyskoy Federatsii ot 29.12.2021 № 1024 «Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, formy, sostava, poryadka soglasovaniya proekta lesovosstanovleniya, osnovaniy dlya otkaza v ego soglasovanii, a takzhe trebovaniy k formatu v elektronnoy forme proekta lesovosstanovleniya». [Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated December 29, 2021 No. 1024 "On approval of the Rules for reforestation, forms, composition, procedure for approval of a reforestation project, grounds for refusal of its approval, as well as requirements for the format in electronic form of a reforestation project"]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202110024>
29. Ren F., Chen L., Li T., Li M. Spatial Changes of Suburban Forest Ecological Functions and Their Impact on Ecological Equity in the Process of Urbanization—A Case Study of Jiangning District, Nanjing, China. *Forests*. 2023;14(7):1308. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14071308>

Сведения об авторах

Евдокимова Людмила Сергеевна – проректор, и.о. ректора, ФАУ ДПО «Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства ул. Заводская, 1/1, пом. 2, Дивногорск, Российская Федерация, 663090, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Академгородок, 50, Красноярск, Российская Федерация 660036, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-3559-2050>, e-mail: els@ipklh.ru

Татаринцев Андрей Иванович – доктор биологических наук, профессор кафедры лесоводства, охраны и защиты леса, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, Красноярск, Российская Федерация, 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2969-8740>, e-mail: lespat@mail.ru

✉ *Зленко Людмила Викторовна* – канд. с.-х. наук, доцент кафедры использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, ФАУ ДПО «Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства ул. Заводская, 1/1, пом. 2, Дивногорск, Российская Федерация, 663090, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8857-8389>, e-mail: zlenkov@mail.ru

Полонская Любовь Александровна – доцент, начальник методического отдела ФАУ ДПО «Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства ул. Заводская, 1/1, пом. 2, Дивногорск, Российская Федерация, 663090, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-0551-6992>, e-mail: polonskaya@ipklh.ru

Information about the authors

Liudmila S. Evdokimova – Vice-Rector, Acting Rector, Federal Autonomous Institution of Additional Professional Education "Institute for Advanced Training of Forestry Workers", 1/1 Zavodskaya str., room 2, Divnogorsk, Russian Federation, 663090, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS" V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Akademgorodok St., 50, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660036, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-3559-2050>, e-mail: els@ipklh.ru

Andrey I. Tatarintsev – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Forestry, Protection and Protection of Forests, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, 31 Krasnoyarsk Worker Newspaper Ave., Krasnoyarsk, Russian Federation 660037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2969-8740>, e-mail: lespat@mail.ru

✉ *Liudmila V. Zlenko* – Cand. of Agr. Sci., Associate Professor of the Department of Use, Protection, Protection and Reproduction of Forests, Federal Autonomous Institution of Additional Professional Education "Institute for Advanced Training of Forestry Workers", 1/1 Zavodskaya str., room 2, Divnogorsk, Russian Federation, 663090, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8857-8389>, e-mail: zlenkolv@mail.ru

Lyubov A. Polonskaya – Associate Professor, Head of the Methodological Department Federal Autonomous Institution of Additional Professional Education "Institute for Advanced Training of Forestry Workers", 1/1 Zavodskaya str., room 2, Divnogorsk, Russian Federation, 663090, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-0551-6992>, e-mail: polonskaya@ipklh.ru