



ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.17> EDN: WZJNYC**ПРОСТРАНСТВЕННО-ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПАСТБИЩНО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДИГРЕССИИ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ НЕИСПОЛЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ОКРЕСТНОСТИ Д.ЛОПАТИНО (БЕРЕЗОВСКИЙ Р-Н, КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

Научная статья

Прокофьев Ю.В.¹, Первышина Г.Г.^{2,*}, Прокофьева Л.В.³, Кондратюк Т.А.⁴, Теплюк Н.Ю.⁵, Струпан Е.А.⁶²ORCID : 0000-0001-5880-5395;⁴ORCID : 0009-0009-3822-2657;^{1,3}Школа космонавтики имени академика С.П. Королёва, Железногорск, Российская Федерация^{2,4,5,6}Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (gpervyshina[at]sfu-kras.ru)

Предложена: 09.09.2026; Принята: 29.09.2026; Опубликовано: 19.10.2026

Аннотация

В статье представлены результаты комплексного исследования структуры, обилия и видового разнообразия на трех опытных полигонах, находящихся в условиях сочетанного воздействия антропогенного пресса (рекреации, локального выпаса скота) и восстановительной лесной сукцессии. На основе сопряженного анализа таксационных характеристик древостоя (классов бонитета, возраста и сомкнутости крон) и ценотических параметров травянистого яруса (обилия по шкалам Друде и Ашихминой, проективного покрытия, минимального расстояния между особями) выявлены ключевые закономерности трансформации фитоценозов. Установлено, что на участках с разреженным древесным ярусом (проективное покрытие до 30%) антропогенная нагрузка приводит к синантропизации флоры, увеличению обилия устойчивых эксплерентов и формированию мозаично-очаговой структуры разнотравья. Выявлено, что смыкание крон березового молодняка (сомкнутость 40–50%) на сукцессионно более зрелом участке выступает в роли мощного фитогенного фильтра. Это приводит к затуханию антропогенного фактора, снижению общего видового богатства с 22 до 17 видов и падению проективного покрытия доминантных злаков. При этом ценотический фильтр вызывает структурную дифференциацию подпологового пространства: на фоне общего изреживания светолюбивых элементов активизируются процессы пространственной интеграции, где подрост березы выполняет роль механической опоры для лианоподобных форм (мышинный горошек (*Vicia cracca*)). Полученные данные эксплицируют динамику перехода фитосистем от луговой стадии к лесной в условиях урбанизированной среды.

Ключевые слова: лесная сукцессия; антропогенная нагрузка; фитогенный фильтр; проективное покрытие; структура фитоценоза; урбанизированная среда.

THE SPATIAL AND DEMOGRAPHIC STRUCTURE OF HERBACEOUS VEGETATION IN SUBURBAN FORESTS UNDER THE INFLUENCE OF GRAZING AND RECREATIONAL ACTIVITIES ON THE EXAMPLE OF UNUSED AGRICULTURAL LAND IN THE VICINITY OF THE VILLAGE OF LOPATINO (BEREZOVSKY DISTRICT, KRASNOYARSK KRAI)

Research article

Prokofev Y.V.¹, Pervishina G.G.^{2,*}, Prokofeva L.V.³, Kondratyuk T.A.⁴, Teplyuk N.Y.⁵, Strupan Y.A.⁶²ORCID : 0000-0001-5880-5395;⁴ORCID : 0009-0009-3822-2657;^{1,3}Academician S.P. Korolev School of Cosmonautics, Zheleznogorsk, Russian Federation^{2,4,5,6}Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Corresponding author (gpervyshina[at]sfu-kras.ru)

Suggested: 09.09.2026; Accepted: 29.09.2026; Published: 19.10.2026

Abstract

The article presents the results of a complex study of the structure, abundance and species diversity at three experimental sites subject to the combined effects of anthropogenic load (recreation, local livestock grazing) and restorative forest succession. Based on a combined analysis of stand characteristics (bonitet classes, age and crown closure) and the coenotic parameters of the herbaceous layer (abundance according to the Drude and Ashikhmina scales, projective cover and minimum distance between specimens) key patterns in the transformation of phytocoenoses were identified. It has been established that in areas with a sparse tree layer (projected cover up to 30%) anthropogenic pressure leads to the synanthropisation of the flora, an increase in the abundance of established explerents and the formation of a mosaic-patchy structure of the herbaceous vegetation. It was found that the crown closure of young birch trees (cover of 40–50%) in a successional more mature area acts as a powerful phytogenic filter. This leads to the decline of the anthropogenic factor, a reduction in overall species richness from 22 to 17 species, and a decrease in the projective cover of dominant grasses. At the same time, the coenotic filter causes structural differentiation of the underplants: in the context of a general thinning out of light-demanding elements, processes of spatial integration are intensified, with birch saplings acting as mechanical supports for vine-like plants (wild vetch (*Vicia*

cracca)). The obtained data illustrate the dynamics of the transition of plant communities from the meadow stage to the forest stage in an urbanised environment.

Keywords: forest succession, anthropogenic load, phytogenic filter, projective cover, phytocenosis structure, urbanised environment.

Введение

Интенсификация антропогенного пресса на пригородные ландшафты и лесные экосистемы является одним из ключевых факторов, трансформирующих структуру и динамику растительного покрова [1], [2]. В условиях сочетанного воздействия рекреационных нагрузок и локального выпаса скота растительные сообщества подвергаются пастбищно-рекреационной дигрессии, которая проявляется в существенной перестройке фитоценозов, изменении видового состава, а также в уплотнении верхних почвенных горизонтов и ксерофитизации условий обитания [3].

Живой напочвенный покров (ЖНП) выступает в роли наиболее чувствительного и лабильного индикатора антропогенной трансформации среды. Изменение его обилия, видового разнообразия и пространственно-демографической структуры позволяет оперативно диагностировать ранние стадии деградации экосистем еще до проявления видимых патологических изменений в древесном ярусе [4].

Параллельно с процессами антропогенной деградации в нарушенных экотопах нередко протекают восстановительные сукцессии, связанные с развитием древесного яруса пионерных пород [5], [6]. По мере смыкания лесного полога и формирования эдификаторного влияния деревьев происходит интерференция двух разнонаправленных векторов развития фитосистемы: внешнего антропогенного пресса и внутреннего ценотического контроля, опосредованного перехватом световых и почвенных ресурсов кронами и корневыми системами древесных растений. Изучение этого динамического баланса имеет фундаментальное значение для прогнозирования сукцессионных трендов и разработки программ рационального природопользования.

Несмотря на обширный пул геоботанических работ, закономерности трансформации демографических параметров травянистых сообществ (таких как среднее минимальное расстояние между особями в увязке с проективным покрытием и обилием по шкале Друде) в условиях наложения антропогенеза на восстановительную лесную сукцессию остаются малоизученными.

Целью данной работы являлась оценка обилия, видового разнообразия и пространственно-демографической структуры травянистой растительности на участках с различной интенсивностью антропогенной нагрузки и степенью сформированности древесного яруса.

Методы и принципы исследования

Полевые геоботанические исследования выполнялись в течение вегетационного периода 2020–2025 гг. на трех экспериментальных участках (полигонах), характеризующихся различной степенью антропогенной нагрузки (рис.1). Закладывались пробные площадки площадью по 400м².



Рисунок 1 - Расположение пробных площадок
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.17.1>

Учет флористического состава и структуры ЖНП проводился по стандартным геоботаническим методикам [7]. Оценка обилия каждого вида травянистых растений осуществлялась параллельно с использованием двух подходов: шкала О.Д.Друде (в модификации А.А.Уранова) и шкала Я.Г.Ашихминой — для балльной экспресс-оценки количественного участия видов в травостое [8].

Для детального анализа пространственно-демографической структуры популяций измерялись следующие параметры:

- проективное покрытие (%) видов определялось визуально;
- среднее минимальное расстояние между особями (см) оценивалось методом «ближайшего соседа» (путем измерения расстояния от случайно выбранных учетных экземпляров до ближайшего растения того же вида [9]).

Для оценки эдификаторного влияния верхнего полога на травянистую растительность определялись основные таксационные показатели древесных пород. Класс бонитета устанавливался по шкале М. М. Орлова на основе соотношения среднего возраста и средней высоты древостоя, что позволяло судить о потенциальной продуктивности и лесорастительных условиях экотопа [10].

Проективное покрытие древесного яруса (%) (сомкнутость крон) оценивалось визуально по доле площади проекций крон на земную поверхность.

Основные результаты

На исследуемой территории верхний ярус участков дифференцирован по видовому составу, возрастной структуре и сомкнутости крон (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 - Обилие и видовое разнообразие травянистой растительности на исследуемой территории

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.17.2>

Вид растения	Участок 1		Участок 2		Участок 3		Среднее покрытие, %	Постоянство, %
	Друде	П, %	Друде	П, %	Друде	П, %		
Марь белая (<i>Chenopodium album</i>)	sp	30–10	sp	30–10	-	-	13,3	66,7
Клевер (<i>Trifolium spp.</i>)	Cop 2	50–70	Cop 1	30–50	sp	30–10	40,0	100
Осо́т полевой (<i>Sonchus arvensis</i>)	sp	30–10	sp	30–10	sp	30–10	20,0	100
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>)	sp	30–10	sp	30–10	sp	30–10	20,0	100
Пырей (<i>Elytrigia spp.</i>)	Cop 3	70–90	Cop 2	50–70	sp	30–10	53,3	100
Горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i>)	sp	30–10	sp	30–10	sp	30–10	20,0	100
Козлобородник луговой (<i>Tragopogon pratensis</i>)	sp	30–10	sp	30–10	sp	30–10	20,0	100

Вид растения	Участок 1		Участок 2		Участок 3		Среднее покрытие, %	Постоянство, %
	Друде	П, %	Друде	П, %	Друде	П, %		
Ширица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	sp	30–10	sp	30–10	sp	30–10	20,0	100
Лебеда (<i>Atriplex</i> spp)	Cop 3	70–90	Cop 2	50–70	sp	30–10	53,3	100
Горец почечуйный (<i>Persicaria maculosa</i>)	sp	30–10	sp	30–10	sp	30–10	20,0	100
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>)	Cop 1	30–50	Cop 1	30–50	sp	30–10	33,3	100
Медуница мягчайшая (<i>Pulmonaria mollis</i>)	Cop 1	30–50	Cop 1	30–50	sp	30–10	33,3	100
Кострец безостный (<i>Bromus inermis</i>)	sp	30–10	sp	30–10	sp	30–10	20,0	100
Герань луговая (<i>Geranium pratense</i>)	sp	30–10	sp	30–10	-	-	13,3	66,7
Брахитецум (<i>Brachythecium</i> spp)	Un	<10	-	-	-	-	1,7	33,3
Шиповник даурский (<i>Rosa davurica</i>)	Un	<10	-	-	Un	<10	3,3	66,7
Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i>)	Cop 2	50–70	Cop 2	50–70	Cop 1	30–50	53,3	100
Кровохлебка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis</i>)	Sol	10–30	sp	10–30	Sol	10–30	20,0	100
Купрей (<i>Epilobium</i> spp.)	sp	30–10	Cop 1	30–50	sp	30–10	26,6	100

Вид растения	Участок 1		Участок 2		Участок 3		Среднее покрытие, %	Постоянство, %
	Друде	П, %	Друде	П, %	Друде	П, %		
Подорожник (<i>Plantago spp.</i>)	sp	30–10	Сор 2	50–70	sp	30–10	33,3	100
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i>)	Soc	90–100	Сор 3	70–90	Сор 3	70–90	85,0	100
Пижма (<i>Tanacetum spp.</i>)	Un	<10	sp	30–10	Un	<10	10,0	100
Лисохвост (<i>Alopecurus spp.</i>)	Сор 3	70–90	Сор 3	70–90	Сор 2	50–70	73,3	100

Примечание: Друде — обилие вида по шкале Друде (Soc — фоновое, Сор 3–Сор 1 — обильное, sp — изреженное, Sol — единичное, Un — единичные экземпляры); П — проективное покрытие вида, %. Значок «—» указывает на отсутствие вида на участке. Для единичных находок (Un) покрытие условно принято менее 10%

Таблица 2 - Классы бонитета древостоя

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.17.3>

Древесная порода	Участок	Средний возраст	Средняя высота, м	Класс бонитета	Проективное покрытие, %
<i>Prunus padus</i> L.	1	7	2,5±0,5	IV	20,0±10,0
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
<i>Populus tremula</i> L.	1	6	5,0±0,5	III	20,0±10,0
	2	-	-	-	-
	3	4	1,5±0,5	IV	20,0±10,0
<i>Salix</i> L.	1	8–9	6,0±0,5	III	<10,0
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
<i>Betula</i> L.	1	<10	3,5±0,5	III	20,0±10,0
	2	5	2,0±0,5	III	20,0±10,0
	3	10	3,0±0,5	III	45,0±5,0
<i>Pinus</i> L.	1	2–12	3,0±0,5	IV	20,0±10,0
	2	<7	1,5±0,5	III	<10
	3	8–11	2,5±0,5	III	<10

Всего на трех участках зафиксировано 23 таксона живого напочвенного покрова (ЖНП). Распределение видового богатства по участкам неравномерно: максимальное число видов отмечено на участке № 1 (22 вида), минимальное — на участке № 3 (17 видов). При этом на всех участках зарегистрировано ядро из 15 постоянных видов разнотравья и злаков (клевер (*Trifolium*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), пырей (*Elytrigia*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), козлобородник луговой (*Tragopogon pratensis*), ширица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), лебеда (*Atriplex*), горец почечуйный (*Persicaria maculosa*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), медуница мягкая (*Pulmonaria*), кострец безостый (*Bromus inermis*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), лисохвост (*Alopecurus*), мятлик луговой (*Poa pratensis*)). Полная элиминация отдельных таксонов (марь белая (*Chenopodium album*), герань луговая (*Geranium pratense*), мхов (*Brachythecium*)) зафиксирована на участке № 3.

По характеру изменения обилия, проективного покрытия и минимального расстояния между особями, травянистые растения разделены на три группы:

1) виды с регрессионным трендом (снижение обилия от участка 1 к участку 3): мятлик луговой (*Poa pratensis*), пырей (*Elytrigia*), лебеда (*Atriplex*), клевер (*Trifolium*);

2) виды с прогрессивным трендом: подорожник (*Plantago*), горошек мышиный (*Vicia cracca*);



3) стабильно изрезанная группа: девять видов разнотравья (осот полевой (*Sonchus arvensis*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), козлородник луговой (*Tragopogon pratensis*), ширица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), горец почечуйный (*Persicaria maculosa*), кострец безостый (*Bromus inermis*), крохотка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), пижма (*Tanacetum*)).

Обсуждение

Структура, обилие и видовое разнообразие живого напочвенного покрова (ЖНП) на исследуемых участках отражают различные стадии дигрессии фитоценоза под влиянием сочетанных факторов антропогенного пресса (рекреации и локального выпаса скота) и восстановительной сукцессии древесного яруса.

Сравнительный анализ ЖНП свидетельствует о высоком уровне антропогенной трансформации участков № 1 и № 2. Наличие в составе фитоценозов таких видов, как марь белая (*Chenopodium album*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), ширица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) и осот полевой (*Sonchus arvensis*), классифицирует данные группировки как синантропизированные.

Участок № 1 демонстрирует начальную фазу пастбищно-рекреационной дигрессии. Как отмечают В. В. Тимофеева и С. М. Синькевич [4], умеренный антропогенный пресс часто приводит к парадоксальному увеличению видового богатства (до 22 видов на данном участке) за счет внедрения рудеральных элементов в нарушенные микроразнообразия. Высокое обилие мятлика лугового (*Poa pratensis*) обусловлено его исключительной устойчивостью к уплотнению почвы и вытаптыванию, что согласуется с закономерностями, описанными в работе [3]. В международных исследованиях последних лет [11] также подчеркивается, что длиннокорневищные злаки формируют плотную дернину, выступающую буфером против механических нагрузок на экосистему.

Участок № 2 подвержен более выраженной антропогенной нагрузке. Выпадение мезофитного мха *Brachythecium* и переход клевера (*Trifolium*) с позиций *Cop 2* на *Cop 1* указывают на ксерофитизацию условий, вызванную разрушением лесной подстилки и уплотнением верхних почвенных горизонтов, что является классическим маркером рекреационного воздействия на пригородные леса. При этом фитоценозную стабильность сохраняют только устойчивые эксплеренты (лебеда (*Atriplex*), пырей (*Elytrigia*), лисохвост (*Alopecurus*)), имеющие развитую корневую систему.

Параметр «среднее минимальное расстояние между особями» в контексте антропогенеза выступает индикатором устойчивости популяций к механическому повреждению.

На участках № 1 и № 2 для рудерального разнотравья (горец почечуйный (*Persicaria maculosa*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*)) зафиксировано расстояние *sp* (изрежено), что свидетельствует об их мозаично-очаговом распределении, приуроченном к краям тропинойной сети или местам локального нарушения дернины.

Разреженность древостоя березы (*Betula*, покрытие 10–30%) и сосны (*Pinus*, <10%) на участке № 2 облегчает доступ на территорию крупного рогатого скота или человека, что подтверждается резким увеличением обилия подорожника (*Plantago*) до *Cop 2* (расстояние сокращается до 20–40 см, покрытие возрастает до 50–70%). Согласно исследованиям [12], выпас скота и пешеходная нагрузка кардинально меняют пространственную архитектуру ЖНП: расстояние между уязвимыми видами увеличивается, в то время как розеточные гемикриптофиты образуют плотные кластеры. Подобная фрагментация растительного покрова может снижать общую устойчивость луговых сообществ к дальнейшей деградации.

Участок № 3 демонстрирует принципиально иную ценозическую ситуацию. Обеднение флористического состава (17 видов) и полная элиминация мари белой (*Chenopodium album*) и герани луговой (*Geranium pratense*) здесь вызваны не усилением антропогенеза, а смыканием крон березы (*Betula*, III класс бонитета, покрытие 40–50%). По мере увеличения возраста древостоя до 10 лет снижается доступность участка для выпаса и рекреации. Происходит затухание антропогенного фактора и активизация фитоценоза поля березы. Внедрение березы перехватывает световые ресурсы и влагу, переводя светолюбивые рудеральные виды в категорию депрессивных. Обилие мятлика лугового (*Poa pratensis*) снижается с *Soc* до *Cop 3*, а пырей (*Elytrigia*) и лебеды (*Atriplex*) редуцируются до *sp* (покрытие падает до 10–30%). Единственным видом, наращивающим присутствие, становится мышиный горох (*Vicia cracca*), способный использовать подрост березы в качестве опоры, что позволяет ему нивелировать дефицит освещения в нижнем ярусе экосистемы.

Заключение

Таким образом, живой напочвенный покров исследуемой территории находится под перекрестным влиянием двух разнонаправленных векторов: антропогенной дигрессии (доминирующей на разреженных участках № 1 и № 2) и восстановительной лесной сукцессии (участок № 3). Обилие видов-индикаторов (подорожник (*Plantago*), горец птичий (*Polygonum aviculare*) и падение проективного покрытия лесо-лугового разнотравья маркируют начальные стадии пастбищно-рекреационной трансформации ландшафта, которая в дальнейшем успешно блокируется естественным возобновлением березового и соснового древостоев.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.



Список литературы / References

1. Отмахов Ю.С. Антропогенная трансформация растительных сообществ сосновых лесов в городской среде / Ю.С. Отмахов, Т.С. Черникова, Б.А. Третьяков // Вестник Томского государственного университета. Биология. — 2018. — 41. — С. 75–95. — DOI: 10.17223/19988591/41/5
2. Ершова Э.А. Антропогенная трансформация в пригородных сообществах с участием в травостое папоротника орляка (*Pteridium pinetorum*). / Э.А. Ершова // Растительный мир Азиатской России. — 2012. — 2(10). — С. 132–138.
3. Обьедённых В.И. Состояние поверхности почвы и живого напочвенного покрова в рекреационных лесах НП «Лосиный остров» / В.И. Обьедённых, А.П. Титов, А.В. Лебедьков // Лесной вестник. — 2015. — 2. — С. 51–57.
4. Тимофеева В.В. Особенности рекреационной трансформации флоры, живого напочвенного покрова и динамики прироста городских ельников / В.В. Тимофеева, С.М. Синькевич // Лесной вестник. — 2025. — 4(29). — С. 52–63. — DOI: 10.18698/2542-1468-2025-4-52-63
5. Разломий Н.К. Динамика естественного лесовосстановления на нарушенных землях в условиях юга Дальнего Востока России / Н.К. Разломий, А.М. Белов, С.А. Берсенева и др. // Вестник КрасГАУ. — 2021. — 6. — С. 39–46. — DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-39-46
6. Телеснина В.М. Особенности динамики растительного покрова при естественном постагрогенном лесовосстановлении (флористический состав и экологические группы растений) / В.М. Телеснина // Бюллетень Брянского отделения РБО. — 2014. — 1(3). — С. 55–66.
7. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. — Москва: Наука, 1983. — 196 с.
8. Андреева Е.Н. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков и др. — Санкт-Петербург: НИИХимии СПбГУ, 2002. — 240 с.
9. Kangas A. Forest Inventory: Methodology and Applications / A. Kangas, M. Maltamo. — Netherlands: Springer, 2006. — 362 p. doi: 10.1007/1-4020-4381-3
10. Анучин Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. — Москва: Лесная промышленность, 1982. — 552 с.
11. Hargreaves P.R. Soil compaction effects on grassland silage yields and soil structure under different levels of compaction over three years / P.R. Hargreaves, K.L. Baker, A. Graceson et al. // European Journal of Agronomy. — 2019. — 109. — P. 125916.
12. Xin Ju Grazing intensity affects the composition and spatial heterogeneity of plant functional groups in a desert steppe / Ju Xin, Wang Yuxin, Shen Tingting et al. // Global Ecology and Conservation. — 2025. — 62. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989425004536> (accessed: 09.09.26). — DOI: 10.1016/j.gecco.2025.e03852

Список литературы на английском языке / References in English

1. Otmakhov Yu.S. Antropogennaya transformatsiya rastitel'ny'x soobshhestv osnovny'x lesov v gorodskoj srede [Anthropogenic transformation of vegetation in urban pine forests] / Yu.S. Otmakhov, T.S. Chernikova, B.A. Tret'yakov // Bulletin of Tomsk State University. Biology. — 2018. — 41. — P. 75–95. — DOI: 10.17223/19988591/41/5 [in Russian]
2. Ershova E'.A. Antropogennaya transformatsiya v prigorodny'x soobshhestvax s uchastiem v travostoe paprotnika orlyaka (*Pteridium pinetorum*). [Anthropogenic transformation in suburban communities involving bracken fern in the herbaceous layer (*Pteridium pinetorum*)] / E'.A. Ershova // The Flora of Asian Russia. — 2012. — 2(10). — P. 132–138. [in Russian]
3. Oby'dyonnikov V.I. Sostoyanie poverxnosti pochvy' i zhivogo napochvennogo pokrova v rekreacionny'x lesax NP «Losiny'j ostrov» [Condition of the soil surface and living ground cover in the recreational forests of Losiny Ostrov National Park] / V.I. Oby'dyonnikov, A.P. Titov, A.V. Lebed'kov // Forestry Bulletin. — 2015. — 2. — P. 51–57. [in Russian]
4. Timofeeva V.V. Osobennosti rekreacionnoj transformacii flory', zhivogo napochvennogo pokrova i dinamiki prirosta gorodskix el'nikov [Features of flora, ground cover recreational transformation and wood increment of urban spruce forests] / V.V. Timofeeva, S.M. Sin'kevich // Forestry Bulletin. — 2025. — 4(29). — P. 52–63. — DOI: 10.18698/2542-1468-2025-4-52-63 [in Russian]
5. Razlomij N.K. Dinamika estestvennogo lesovosstanovleniya na narushenny'x zemlyax v usloviyax yuga Dal'nego Vostoka Rossii [Dynamics of natural forest regeneration on disturbed lands in the southern Russian Far East] / N.K. Razlomij, A.M. Belov, S.A. Berseneva et al. // Bulletin of KrasSAU. — 2021. — 6. — P. 39–46. — DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-39-46 [in Russian]
6. Telesnina V.M. Osobennosti dinamiki rastitel'nogo pokrova pri estestvennom postagrogennom lesovosstanovlenii (floristicheskij sostav i e'kologicheskie gruppy' rastenij) [Vegetation dynamic by natural post-agrogenic reforestation (floristic composition and ecological groups of plants)] / V.M. Telesnina // Bulletin of Bryansk dpt. of RBS. — 2014. — 1(3). — P. 55–66. [in Russian]
7. Cy'ganov D.N. Fitoindikatsiya e'kologicheskix rezhimov v podzone xvojno-shirokolistvenny'x lesov [Phytoindication of ecological regimes in the coniferous-broadleaved forest subzone] / D.N. Cy'ganov. — Moscow: Nauka, 1983. — 196 p. [in Russian]
8. Andreeva E.N. Metody' izucheniya lesny'x soobshhestv [Methods for studying forest communities] / E.N. Andreeva, I.Yu. Bakkal, V.V. Gorshkov et al. — Saint Petersburg: NIIXimii SPbGU, 2002. — 240 p. [in Russian]
9. Kangas A. Forest Inventory: Methodology and Applications / A. Kangas, M. Maltamo. — Netherlands: Springer, 2006. — 362 p. doi: 10.1007/1-4020-4381-3



10. Anuchin N.P. Lesnaya taksaciya [Forest Inventory and Mensuration] / N.P. Anuchin. — Moscow: Lesnaya promy'shlennost', 1982. — 552 p. [in Russian]
11. Hargreaves P.R. Soil compaction effects on grassland silage yields and soil structure under different levels of compaction over three years / P.R. Hargreaves, K.L. Baker, A. Graceson et al. // European Journal of Agronomy. — 2019. — 109. — P. 125916.
12. Xin Ju Grazing intensity affects the composition and spatial heterogeneity of plant functional groups in a desert steppe / Ju Xin, Wang Yuxin, Shen Tingting et al. // Global Ecology and Conservation. — 2025. — 62. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989425004536> (accessed: 09.09.26). — DOI: 10.1016/j.gecco.2025.e03852