



Научная статья

УДК 630\*182:581.55

DOI: 10.37482/0536-1036-2023-6-204-214

### Динамика нижних ярусов растительного покрова в антропогенно нарушенных сосновых ценозах Красноярской лесостепи

**И.А. Гончарова<sup>1,2</sup>**, канд. биол. наук, науч. сотр.;

ResearcherID: [AAF-6890-2019](https://orcid.org/0000-0002-3495-9979), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3495-9979>

**Л.Н. Скрипальщикова<sup>1</sup>**, канд. биол. наук, доц., ст. науч. сотр.;

ResearcherID: [AAF-7714-2019](https://orcid.org/0000-0003-2294-497X), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2294-497X>

**А.П. Барченков<sup>1</sup>**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.;

ResearcherID: [AAH-5825-2021](https://orcid.org/0000-0003-3964-480X), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3964-480X>

<sup>1</sup>Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, обособленное подразделение Красноярского научного центра СО РАН, ул. Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия, 660036; [iagoncharova007@mail.ru](mailto:iagoncharova007@mail.ru), [lara@ksc.krasn.ru](mailto:lara@ksc.krasn.ru), [alexbarchenkov@mail.ru](mailto:alexbarchenkov@mail.ru)

<sup>2</sup>Красноярский краевой краеведческий музей, ул. Дубровинского, д. 84, г. Красноярск, Россия, 660049; [iagoncharova007@mail.ru](mailto:iagoncharova007@mail.ru)

Поступила в редакцию 25.06.21 / Одобрена после рецензирования 21.09.21 / Принята к печати 27.09.21

**Аннотация.** Изучена динамика нижних ярусов растительного покрова в антропогенно трансформированных ценозах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в период 2017–2020 гг. Исследования проведены в разнотравной группе типов леса естественного происхождения в Красноярской лесостепной зоне. Древостои характеризуются I–IV классами бонитета, полнотой 0,5–0,9 и IV–VII классами возраста. На каждом объекте мониторинга на 30 учетных площадках размером 1 м<sup>2</sup> был изучен растительный покров: видовой состав, проективное покрытие, встречаемость видов, горизонтальная и вертикальная структура фитоценоза. Интенсивность изменения видового состава за 4-летний период выявлена с использованием коэффициента Серенсена–Чекановского. Видовое разнообразие оценено с применением индекса Шеннона, рекреационная трансформация живого напочвенного покрова – индекса синантропизации. По итогам исследования определен видовой состав подлеска и живого напочвенного покрова, описаны особенности его изменения в период 2017–2020 гг. На основе анализа изменения видового разнообразия, состава и проективного покрытия доминантов и содоминантов, количественного соотношения эколого-ценотических групп установлены стадии рекреационной трансформации напочвенного покрова. В результате увеличившейся рекреационной нагрузки стадия рекреационной трансформации растительного покрова изменилась: на пробной площади 1 – с ненарушенной на 1-ю (начальную) фазу I стадии (слабой трансформации), на пробной площади 3 – с 1-й на 2-ю (заключительную) фазу I стадии.

© Гончарова И.А., Скрипальщикова Л.Н., Барченков А.П., 2023

 Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Вследствие отсутствия антропогенного влияния на пробной площади 4 сохранился ненарушенный растительный покров, тогда как на пробных площадях 2 и 5 из-за постоянной рекреационной нагрузки оставалась отмеченная в 2017 г. 2-я фаза I стадии трансформации растительного покрова. Для снижения воздействия на нижние ярусы растительности под пологом сосновых насаждений (пробные площади 1–3) и сохранения ее видового разнообразия можно рекомендовать устройство специальной дорожно-тропиночной сети.

**Ключевые слова:** сосновые ценозы, живой напочвенный покров, нижний ярус растительного покрова, подлесок, видовой состав, рекреационная нагрузка, антропогенно нарушенные сосняки, Красноярский край

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках базовых проектов фундаментальных исследований Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН № 0356-2021-0009 «Функционально-динамическая индикация биоразнообразия лесов Сибири» и № 0287-2021-0008 «Природная и антропогенная динамика таежных лесов Средней Сибири в условиях меняющегося климата».

**Для цитирования:** Гончарова И.А., Скрипальщикова Л.Н., Барченков А.П. Динамика нижних ярусов растительного покрова в антропогенно нарушенных сосновых ценозах Красноярской лесостепи // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 6. С. 204–214. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-6-204-214>

Original article

### Dynamics of Understorey Vegetation Cover in Anthropogenically Disturbed Pine Cenoses of Krasnoyarsk Forest-Steppe

*Irina A. Goncharova*<sup>1,2✉</sup>, Candidate of Biology, Research Scientist;

ResearcherID: [AAF-6890-2019](https://orcid.org/0000-0002-3495-9979), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3495-9979>

*Larisa N. Skripalschikova*<sup>1</sup>, Candidate of Biology, Assoc. Prof., Senior Research Scientist;

ResearcherID: [AAF-7714-2019](https://orcid.org/0000-0003-2294-497X), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2294-497X>

*Alexey P. Barchenkov*<sup>1</sup>, Candidate of Biology, Senior Research Scientist;

ResearcherID: [AAH-5825-2021](https://orcid.org/0000-0003-3964-480X), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3964-480X>

<sup>1</sup>Sukachev Institute of Forest SB RAS, Federal Research Center “Krasnoyarsk Science Center SB RAS”, ul. Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation; [iagoncharova007@mail.ru](mailto:iagoncharova007@mail.ru)<sup>✉</sup>, [lara@ksc.krasn.ru](mailto:lara@ksc.krasn.ru), [alexbarchenkov@mail.ru](mailto:alexbarchenkov@mail.ru)

<sup>2</sup>Krasnoyarsk Regional Museum of Local Lore, ul. Dubrovinskogo, 84, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation; [iagoncharova007@mail.ru](mailto:iagoncharova007@mail.ru)<sup>✉</sup>

Received on June 25, 2021 / Approved after reviewing on September 21, 2021 / Accepted on September 27, 2021

**Abstract.** The dynamics of the understorey vegetation cover in anthropogenically transformed cenoses of common pine (*Pinus sylvestris* L.) in the period 2017–2020 was studied. The studies were conducted in a diverse herbaceous group of forest types of natural origin in the Krasnoyarsk forest-steppe zone. The forest stands are characterized by I–IV classes of bonitet, density 0.5–0.9 and IV–VII class of age. Vegetation cover was studied at each

monitoring site on 30 (1 m<sup>2</sup>) survey plots: species composition, projective cover, species occurrence, horizontal and vertical structure of phytocenosis. The intensity of change in species composition over a 4-year period was identified using the Serensen-Chekanovsky coefficient. Species diversity was assessed using Shannon index, recreational transformation of living ground cover – synanthropization index. Based on the results of the study, the species composition of the undergrowth and living ground cover was determined, and the features of its change in the period 2017–2020 were described. Based on the analysis of changes in species diversity, composition and projective cover of dominants and co-dominants, quantitative ratio of ecological and cenotic groups, the stages of recreational transformation of the ground cover were determined. As a result of the increased recreational load, the stage of recreational transformation of the vegetation cover changed: in sample area 1 from undisturbed to the 1st (initial) phase I stage (weak transformation), in sample area 3 – from the 1st to the 2nd (final) phase I stage. Due to the absence of anthropogenic influence, the undisturbed vegetation cover was preserved in sample area 4, whereas in sample areas 2 and 5, due to the constant recreational load, the 2nd phase I stage of vegetation cover transformation observed in 2017 remained. To reduce the impact on the lower tiers of vegetation under the canopy of pine plantations (sample areas 1–3) and to preserve its species diversity, it is possible to recommend the arrangement of a specific road-trail network.

**Keywords:** pine cenoses, living ground cover, understorey of vegetation cover, undergrowth, species composition, recreational load, anthropogenically disturbed pine forests, Krasnoyarsk region

**Acknowledgements:** The work was carried out within the framework of the basic projects of fundamental research of the V.N. Sukachev Forest Institute SB RAS (No. 0356-2021-0009) “Functional and dynamic indication of biodiversity of Siberian forests”, (No. 0287-2021-0008) “Natural and anthropogenic dynamics of taiga forests of Central Siberia under changing climate”.

**For citation:** Goncharova I.A., Skripalschikova L.N., Barchenkov A.P. Dynamics of Understorey Vegetation Cover in Anthropogenically Disturbed Pine Cenoses of Krasnoyarsk Forest-Steppe. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2023, no. 6, pp. 204–214. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-6-204-214>

### Введение

В лесных фитоценозах, произрастающих в зонах антропогенного влияния урбанизированных территорий, отмечены различные виды трансформации растительного покрова [12–22] как результат воздействия комплекса техногенных и рекреационных факторов. Проведенное ранее исследование [3] показало, что произрастающие в Красноярской лесостепи сосновые насаждения в настоящий момент подвержены трансформации в большей степени из-за рекреационного, чем из-за техногенного воздействия. Рекреационное влияние на лесные фитоценозы по своей интенсивности непрерывно изменяется во времени [5, 7, 8, 11, 21, 22]. Учитывая этот факт, мониторинг растительного покрова является актуальной задачей для исследования состояния нарушенных лесных фитоценозов.

Цель – изучение динамики нижних ярусов растительного покрова в антропогенно трансформированных сосновых ценозах Красноярской лесостепи в период 2017–2020 гг.

## Объекты и методы исследования

Исследования проведены на мониторинговых пробных площадях (ПП) в насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) естественного происхождения в Красноярской лесостепной зоне. Изученные сосняки произрастают на разном удалении от г. Красноярска в зонах концентрации промышленного и рекреационного влияний (для сравнения – в фоновых условиях) и характеризуются IV–VII классами возраста, наиболее распространенной является разнотравная группа типа леса. Описание древесного яруса, подлеска и живого напочвенного покрова приведено в табл. 1, 2. ПП 1 и 2 находятся в 10 км к юго-востоку от г. Красноярска. ПП 3 располагается в 30 км от города в северо-восточном направлении. Сосновые ценозы (ПП 1–3) с 40-х гг. прошлого столетия произрастают в условиях значительных техногенной (концентрации загрязняющих веществ в атмосфере выше предельно допустимых уровней) и рекреационной нагрузок. На ПП 4 в сосняке в 40 км от города антропогенное воздействие носит единичный случайный характер. ПП 5 расположена в 100 км к северу от г. Красноярска в окрестностях пос. Юкеево, испытывает рекреационную и пасквальную нагрузки. В изучаемый период количество крупного рогатого скота, пасущегося на исследуемой ПП, изменялось мало, составляя около 150 голов. Прогон и выпас крупного рогатого скота на ПП осуществлялся с периодичностью примерно 1 раз в 7–10 дн.

В августе 2017–2020 гг. в сосновых фитоценозах ежегодно изучали растительный покров по общепринятым методикам [1, 10] с закладкой 30 постоянных учетных площадок размером 1 м<sup>2</sup> на каждой ПП. Интенсивность изменения видового состава оценивали с использованием коэффициента Серенсена–Чекановского ( $K_{sc}$ ), видовое разнообразие – с применением индекса Шеннона, рекреационную трансформацию живого напочвенного покрова – с использованием индекса синантропизации [4]. Стадии трансформации подразделяли в соответствии с рассчитанным индексом синантропизации ( $K_{син}$ ) [11]:

I – стадия слабой трансформации,  $K_{син} = 1...20$  %:

а – 1-я (начальная) фаза,  $K_{син} = 1...10$  %,

б – 2-я (заключительная) фаза,  $K_{син} = 11...20$  %;

II – стадия умеренной трансформации,  $K_{син} = 21...40$  %:

$K_{син}$  для фаз а и б равен 21...30 и 31...40 % соответственно;

III – стадия средней трансформации,  $K_{син} = 41...60$  %:

$K_{син}$  для фаз а и б – 41...50 и 51...60 % соответственно;

IV – стадия сильной трансформации,  $K_{син} = 61...80$  %:

$K_{син}$  для фаз а и б – 61...70 и 71...80 % соответственно;

V – стадия очень сильной трансформации,  $K_{син} = 81...100$  %:

$K_{син}$  для фаз а и б – 81...90 и 91...100 % соответственно.

Статистический анализ данных проводили в программе Excel.

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика сосновых насаждений  
Silvicultural and taxation characteristics of pine stands

ПП	Состав древостоя	Тип леса	Класс возраста	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Относительная полнота
1	10С	Осочково-разнотравно-зеленомошный	IV	28,7	23	III	0,9
2	10СедБ	Разнотравно-осочковый	IV	31,4	22	IV	0,7
3	10С	Разнотравно-осочково-зеленомошный	VI	39,3	16	III	0,5
4	10СедБ	Разнотравно-зеленомошный	VII	45,3	27	I	0,7
5			IV	34,5	30	Ia	

Таблица 2

Характеристика растительного покрова  
Vegetation cover characteristics

ПП	Подлесок		Травяно-кустарничковый ярус		Мохово-лишайниковый покров	
	Проективное покрытие, %	Доминанты	Проективное покрытие, %	Доминанты	Проективное покрытие, %	Доминанты
1	70	<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt	50	<i>Thalictrum foetidum</i> L., <i>Carex macroura</i> Meish., <i>Rubus saxatilis</i> L.	20	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.
2	30	<i>C. melanocarpus</i> , <i>Rosa acicularis</i> Lindl.	70	<i>C. macroura</i> , <i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce, <i>Vicia unijuga</i> A. Br.	15	<i>P. schreberi</i>
3	80	<i>C. melanocarpus</i> , <i>Viburnum opulus</i> L., <i>Swida alba</i>	50	<i>C. macroura</i> , <i>R. saxatilis</i> L., <i>V. unijuga</i>	60	<i>P. schreberi</i> , <i>Hylacomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.
4	15	<i>R. acicularis</i> , <i>Padus avium</i>	60	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth, <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	90	<i>P. schreberi</i> , <i>H. splendens</i> , <i>Rhytidadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.
5		<i>P. avium</i> , <i>R. acicularis</i>	70	<i>Carex macroura</i> , <i>Pyrola rotundifolia</i> L., <i>R. saxatilis</i>	60	<i>H. splendens</i> , <i>P. schreberi</i>

## Результаты исследования и их обсуждение

III 1. По данным исследования 2017 г., растительный покров на ПП насчитывал 20 видов (табл. 3), индекс Шеннона составлял 1,6 (рис. 1, а). Тропиночная сеть отсутствовала. В данном фитоценозе зафиксирована гнездоцветка клубочковая (*Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter), вид, внесенный в Красную книгу Красноярского края [6], имеющий статус 3(R) – редкий. На ПП индекс синантропизации равен 0 (рис. 1, б), следовательно, можно предположить, что, невзирая на присутствие следов рекреации, этот фактор в 2017 г. только начинал влиять и его воздействие проявлялось в незначительной степени, фитоценоз являлся ненарушенным и характеризовался естественной растительностью.

Таблица 3

Число видов растительности на пробных площадях 1–5  
The number of vegetation species in the plots 1–5

Год	ПП				
	1	2	3	4	5
2017	20	44	32	53	54
2018	25		30		37
2019		48		44	
2020					

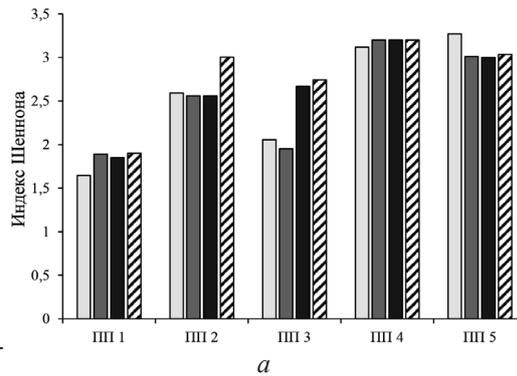
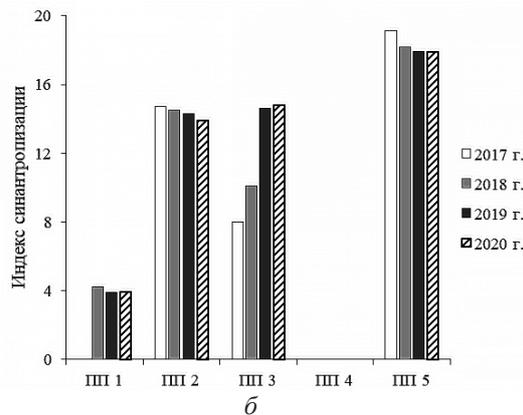


Рис. 1. Индексы Шеннона (а) и синантропизации (б) в сосновых ценозах

Fig. 1. Shannon indexes (a) and synanthropization (b) in pine cenoses



За 4-летний период на ПП отмечены значительные изменения в видовом составе (коэффициент сходства между видовым составом при описании 2017 и 2020 гг. составляет 0,71). С 2018 г. в непосредственной близости от сосняка на-

чалось активное коттеджное строительство, в связи с чем антропогенный пресс увеличился. Площадь тропинойной сети выросла до 10 % от общей площади сосняка. В 2018 г. индекс Шеннона изменился с 1,6 до 1,9, что обусловлено внедрением синантропных видов, индекс синантропизации – с 0 до 4. Эти данные свидетельствуют о резко повысившейся за год рекреационной нагрузке. Установлено, что за период 2018–2020 гг. сократилось проективное покрытие живого напочвенного покрова при  $F = 56,33$  и  $p = 0,01$  (рис. 2). Виды, малоустойчивые к уплотнению почвы [13] (*Polygonatum odoratum*, *Vicia unijuga*), уменьшили свое проективное покрытие ( $p < 0,05$ ), тогда как виды, относительно устойчивые к вытаптыванию (*Calamagrostis arundinacea*, *Thalictrum foetidum*), – увеличили ( $p < 0,01$ ). В 2019–2020 гг. видовой состав не претерпевал столь сильных изменений, как в 2018 г. (видовой состав, индексы Шеннона и синантропизации существенно не изменялись). Изложенное позволяет говорить о том, что, несмотря на возросшую рекреационную нагрузку, состояние растительного покрова стабилизировалось на I-а стадии трансформации [11].

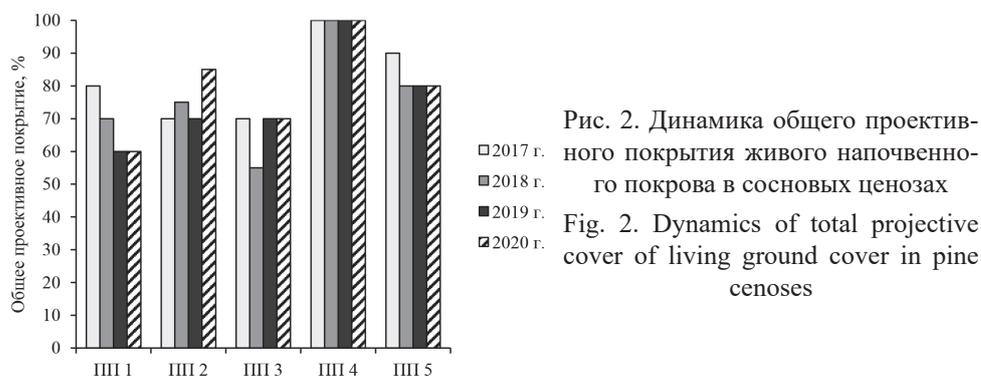


Рис. 2. Динамика общего проективного покрытия живого напочвенного покрова в сосновых ценозах

Fig. 2. Dynamics of total projective cover of living ground cover in pine cenoses

**III 2.** В 2017 г. площадь тропинойной сети составляла 3 %. Растительный покров насчитывал 44 вида, индекс Шеннона составлял 2,6, индекс синантропизации – 14,7 (рис. 1), т. е. фитоценоз находился на I-б стадии трансформации. В фитоценозе произрастают охраняемые виды, относящиеся к семейству орхидных: башмачок крупноцветковый (*Cypripedium macranthon* Sw.) и настоящий (*C. calceolus* L.), по 2 клона, статус 2(V) – уязвимый вид, сокращающий численность, а также *Neottianthe cucullata*.

За период наблюдений видовой состав растительного покрова изменился незначительно ( $K_{sc} = 0,91$ ). Необходимо отметить, что до 2019 г. площадь тропинойной сети возросла до 5 % от общей площади сосняка, видовой состав (табл. 3) и проективное покрытие основных доминантов напочвенного покрова, индексы Шеннона и синантропизации достоверно не изменились. Однако снижение проективного покрытия с 25 до 10 % такого малоустойчивого к вытаптыванию вида, как *Vicia unijuga*, может свидетельствовать о повышении рекреационной нагрузки.

В 2020 г. площадь тропинойной сети сократилась до 1 %, видовой состав травяно-кустарничкового яруса пополнился растениями, относящимися к лесостепной группе и группе лесного разнотравья [2, 9]. Индекс Шеннона возрос от 2,6 до 3,0. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова увеличилось (рис. 2) при  $F = 6,9$  и  $p < 0,05$ , но проективное покрытие и встречаемость

его основных доминантов остались прежними. Индекс синантропизации достоверно не изменился. Возросло присутствие охраняемых видов: *Cypripedium macranthon* – 7 клонов, *C. calceolus* – 6 клонов. По сравнению с предыдущими годами исследований количество отмеченных клонов видов *Cypripedium sp.* увеличилось в 3 раза, что можно объяснить введенным на территории Красноярского края режимом самоизоляции, при котором рекреанты не посещали лесные массивы в фазу цветения башмачков, не вытаптывали напочвенный покров и не собирали цветы на букеты. Таким образом, можно заключить, что в данном фитоценозе рекреационное воздействие по своей интенсивности в 2020 г. уменьшилось, однако растительный покров продолжает находиться на I-б стадии трансформации.

III 3. В 2017 г. площадь тропиной сети составляла 1 %; в растительном покрове насчитывалось 32 вида, индекс Шеннона составлял 2,1, индекс синантропизации – 8,0 (рис. 1), т. е. фитоценоз находился на I-а стадии трансформации. В сосняке в большом количестве отмечен подлежащий охране вид *Neottianthe cucullata*. Сходство видового состава при исследованиях 2017 и 2020 гг. характеризовалось  $K_{sc} = 0,84$ . На территории исследуемого бора в 2018 г. проведена санитарная рубка. Вопреки установленным правилам, порубочные остатки не были утилизированы, в местах их размещения проективное покрытие живого напочвенного покрова резко уменьшилось (рис. 2), площадь тропиной сети возросла до 3 % от всей территории древостоя. Индекс видового разнообразия снизился до 1,9. Также в 2018 г. отмечено сильное замусоривание ПП бытовыми отходами. Однако в 2019–2020 гг. общее проективное покрытие живого напочвенного покрова достигло значений 2017 г. (рис. 2), а индекс Шеннона превысил показатель этого года, достигнув значения 2,7.

За период 2017–2020 гг. отмечена тенденция увеличения площади тропиной сети (до 5 %), состав доминантов и содоминантов живого напочвенного покрова, их проективное покрытие и встречаемость не изменились, индекс синантропизации стал больше ( $F = 8,1$  и  $p < 0,05$ ). В напочвенном покрове зафиксирован рост проективного покрытия таких синантропных видов, как *Glechoma hederacea* L. и *Artemisia campestris* L. ( $p < 0,05$ ), что может являться свидетельством повышения антропогенного воздействия. По результатам исследований 2020 г. фитоценоз находится на стадии трансформации I-б.

III 4. По данным исследования 2017 г., растительный покров на ПП насчитывал 53 вида (табл. 3), индекс Шеннона – 3,1 (рис. 1, а). В насаждении произрастали 2 охраняемых вида: *Cypripedium macranthon*, *C. guttatum* Sw – статус 3(R). Адвентивные виды не обнаружены (индекс синантропизации равен 0), фитоценоз можно считать ненарушенным, с естественной растительностью. За период 2017–2020 гг. видовой состав растительного покрова фактически остался неизменным ( $K_{sc} = 0,99$ ). Тропинная сеть отсутствовала. Основные показатели живого напочвенного покрова – общее проективное покрытие, индекс Шеннона, состав, проективное покрытие и встречаемость доминантов и содоминантов, индекс синантропизации – не изменились. В 2020 г. в составе травяно-кустарничкового яруса единично был зафиксирован вид *Neottianthe cucullata*, не отмеченный ранее. Все перечисленное свидетельствует о том, что при исключении антропогенного воздействия на растительный покров интен-

сивность изменения видового состава минимальна. Фитоценоз продолжает оставаться ненарушенным и характеризоваться естественной растительностью.

III 5. В 2017 г. видовой состав растительного покрова включал 54 вида, индекс Шеннона составлял 3,3, индекс синантропизации – 19,1 (рис. 1). Площадь тропинойчной сети была 5 %. Фитоценоз находился в заключительной фазе стадии слабой трансформации (I-б) растительного покрова. За период 2017–2020 гг. флористический состав изменился мало ( $K_{sc} = 0,95$ ). Площадь тропинойчной сети возросла до 7 %. Состав доминантов и содоминантов не изменился, однако под воздействием рекреационной и пасквальной нагрузок увеличилось проективное покрытие и встречаемость видов, относительно устойчивых к вытаптыванию (*Carex macroura*, *Poa annua* L., *Calamagrostis arundinacea*) –  $p < 0,05$ . Повышенная рекреационная и пасквальная нагрузки привели к уплотнению и иссушению почвы, вследствие чего на исследуемой территории сократили свое проективное покрытие виды, относящиеся к группе бореального мелкотравья (*Pyrola rotundifolia*, *Linnaea borealis* L., *Orthilia secunda* (L.) House) – при  $p < 0,05$ . Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова, индексы Шеннона и синантропизации существенно не изменились. В фитоценозе сохраняется отмеченная ранее I-б стадия трансформации.

#### Заключение

В результате 4-летних наблюдений за состоянием нижних ярусов растительного покрова (подлесок и живой напочвенный покров) в антропогенно нарушенных сосновых ценозах Красноярской лесостепи выявлены особенности их трансформации в результате варьирующего рекреационного (пробные площади 1–3) и пасквального (пробная площадь 5) воздействий.

Динамика характеристик растительного покрова: видового состава, проективного покрытия, встречаемости доминантов и содоминантов, количественного соотношения эколого-ценотических групп – свидетельствует, что в результате увеличившейся рекреационной нагрузки изменилась стадия рекреационной трансформации растительного покрова: на пробной площади 1 – с ненарушенной на I-а стадию, на пробной площади 3 – с I-а на I-б. Вследствие отсутствия антропогенного влияния на пробной площади 4 сохранился ненарушенный растительный покров, тогда как на пробных площадях 2 и 5 из-за постоянной рекреационной нагрузки по-прежнему наблюдается отмеченная в 2017 г. I-б стадия рекреационной трансформации растительного покрова.

Для снижения воздействия на нижние ярусы растительности под пологом сосновых насаждений пробных площадей 1–3 и сохранения видов рекомендуется организация специальной дорожно-тропинойчной сети. Благоустройство рекреационных лесов целесообразно проводить с использованием общепринятых рекомендаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. 5-е изд., доп. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с. Anuchin N.P. *Forest Inventory*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 552 p. (In Russ.).
2. Буторина Т.Н. Эколого-ценотический анализ кустарничково-травяного яруса лесных ассоциаций // Типы лесов Сибири. М.: АН СССР, 1963. С. 31–52.

Butorina T.N. Ecological-Cenotic Analysis of the Shrub-Grassy Layer of Forest Associations. *Siberian Forest Types*. Moscow, Academy of Sciences of the Soviet Union Publ., 1963, pp. 31–52. (In Russ.).

3. Гончарова И.А., Скрипальщикова Л.Н., Барченков А.П. Видовой состав и запасы фитомассы напочвенного покрова в антропогенно нарушенных сосняках Красноярской лесостепи // Раст. ресурсы. 2019. Т. 55, № 3. С. 409–421.

Goncharova I.A., Skripalshikova L.N., Barchenkov A.P. Dynamics of Ground Vegetation Species Composition and Phytomass at Recreationally Disturbed Pine Forests in Krasnoyarsk Forest-Steppe. *Rastitelnye Resursy = Plant Resources*, 2019, vol. 55, no. 3, pp. 409–421. (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0033994619030087>

4. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3–16.

Gorchakovskij P.L. Anthropogenic Changes in Vegetation: Monitoring, Assessment, Forecasting. *Ecology*, 1984, no. 5, pp. 3–16. (In Russ.).

5. Ковязин В.Ф. Рекреационное лесоводство. СПб.: Лань, 2020. 380 с.

Kovyazin V.F. *Recreational Forestry*. Saint Petersburg, Lan' Publ., 2020. 380 p.

6. Красная книга Красноярского края: Растения и грибы. Красноярск: Поликом, 2005. 368 с.

*Krasnoyarsk Krai Red Book: Plants and Mushrooms*. Krasnojarsk, Polikom Publ., 2005. 368 p. (In Russ.).

7. Меланхолин П.Н. Изменение видового разнообразия травяно-кустарничкового яруса при различных антропогенных нагрузках на лесные экосистемы // Лесоведение. 2006. № 6. С. 52–58.

Melancholin P.N. Changes in the Species Diversity of the Grass-Dwarf Shrub Layer Under Various Anthropogenic Loads on Forest Ecosystems. *Lesovedenie = Forestry*, 2006, no. 6, pp. 52–58. (In Russ.).

8. Меланхолин П.Н. Изменение травяного покрова при снижении рекреационной нагрузки в подмосковном лесопарке // Лесоведение. 2014. № 4. С. 50–55.

Melancholin P.N. Changes in Grass Cover Under Reduced Recreational Load in a Forest Park Near Moscow. *Lesovedenie = Forestry*, 2014, no. 4, pp. 50–55. (In Russ.).

9. Назимова Д.И., Дробушевская О.В., Данилина Д.М., Коновалова М.Е., Кофман Г.Б., Бугаева К.С. Биоразнообразие и динамика низкогорных лесов Саян: региональный и локальный уровни // Разнообразие и динамика лесных экосистем России / под ред. А.С. Исаева: в 2 кн. Кн. 1. Гл. 3. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. С. 131–172.

Nazimova D.I., Drobushevskaja O.V., Danilina D.M., Konovalova M.E., Kofman G.B., Bugaeva K.S. Biodiversity and Dynamics of Low-Mountain Sayan Forests: Regional and Local Levels. Ed. by Isaev A.S. *Diversity and Dynamics of Forest Ecosystems in Russia*. Moscow, KMK Press, 2012, vol. 1, pp. 131–172. (In Russ.).

10. Программа и методика биогеоценологических исследований / отв. ред. Н.В. Дылис. М.: Наука, 1974. 403 с.

*Program and Methods of Biogeocenological Studies*. Ed. by Dylis N.V. Moscow, Nauka Publ., 1974. 403 p. (In Russ.).

11. Прокопьев Е.П., Рыбина Т.А. Опыт мониторинга синантропизации и антропогенной трансформации растительного покрова особо охраняемых природных территорий г. Томска // Вестн. ТомГУ. Биология. 2010. № 3(11). С. 109–118.

Prokopyev E.P., Rybina T.A. Experience of Monitoring Synanthropization and Anthropogenic Transformation of Vegetation of Specially Protected Areas in Tomsk. *Bulletin of Tomsk state University. Biology*, 2010, vol. 3, iss. 11, pp. 109–118. (In Russ.).

12. Рысин Л.П., Рысин С.Л. Урболесоведение. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. 240 с.

Rysin L.P., Rysin S.L. *Urban Forest Science*. Moscow, KMK Press, 2012. 240 p. (In Russ.).

13. Таран В.Н., Спиридонов В.Н. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 179 с.  
Taran V.N., Spiridonov V.N. *Stability of Recreational Forests*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977. 179 p. (In Russ.).
14. Brown J.H., Kalisz S.P., Wright W.R. Effects of Recreational Use on Forested Sites. *Environmental Management*, 1977, vol. 1, pp. 425–431. <https://doi.org/10.1007/BF01866999>
15. Chandrashekara U.M., Muraleedharan P.K., Sibichan V. Anthropogenic Pressure on Structure and Composition of a Shola Forest in Kerala, India. *Journal of Mountain Science*, 2006, vol. 3, iss. 1, pp. 58–70. <https://doi.org/10.1007/s11629-006-0058-0>
16. Chernen'kova T.V. Biodiversity of Forest Vegetation under Industrial Pollution. *Russian Journal of Ecology*, 2014, vol. 45, iss. 1, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1134/S1067413614010044>
17. Dulamsuren Ch., Hauck M., Mühlenberg M. Vegetation at the Taiga Forest-Steppe Borderline in the Western Khentey Mountains, Northern Mongolia. *Annales Botanici Fennici*, 2005, vol. 42, no. 6, pp. 411–426.
18. Mudrák O., Frouz J., Velichová V. Understory Vegetation in Reclaimed and Unreclaimed Post-Mining Forest Stands. *Ecological Engineering*, 2010, vol. 36, iss. 6, pp. 783–790. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.02.003>
19. Osumi K. Reciprocal Distribution of Two Congeneric Trees, *Betula platyphylla* var. *Japonica* and *Betula maximowicziana*, in a Landscape Dominated by Anthropogenic Disturbances in North-Eastern Japan. *Journal of Biogeography*, 2005, vol. 32, iss. 12, pp. 2057–2068. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01368.x>
20. Otoda T., Sakamoto K., Hirobe M., Undarmaa J., Yoshikawa K. Influences of Anthropogenic Disturbances on the Dynamics of White Birch (*Betula platyphylla*) Forests at the Southern Boundary of the Mongolian Forest-Steppe. *Journal of Forest Research*, 2013, vol. 18, iss. 1, pp. 82–92. <https://doi.org/10.1007/s10310-011-0324-z>
21. Sturtevant B.R., Zollner P.A., Gustafson E.J., Cleland D.T. Human Influence on the Abundance and Connectivity of High-Risk Fuels in Mixed Forests of Northern Wisconsin, USA. *Landscape Ecology*, 2004, vol. 19, iss. 3, pp. 235–253. <https://doi.org/10.1023/B:LAND.0000030420.87498.f7>
22. Zvereva E., Toivonen E., Kozlov M.V. Changes in Species Richness of Vascular Plants under the Impact of Air Pollution: a Global Perspective. *Global Ecology and Biogeography*, 2008, vol. 17, iss. 3, pp. 305–319. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00366.x>

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest

---

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи  
**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article