

ИНДИКАЦИОННАЯ РОЛЬ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

С. А. Коротков^{1,2}, Д. В. Лежнев², А. Р. Фейзрахманов¹

¹ МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи, Россия

² Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская обл., Россия,
e-mail: skorotkov-71@mail.ru

INDICATORY ROLE OF SOIL VEGETATION COVER OF PINE FORESTS IN AN URBANIZED ENVIRONMENT

S. A. Korotkov, D. V. Lezhnev, A. R. Feizrakhmanov

Аннотация. В статье рассмотрено влияние антропогенных факторов и структуры фитоценоза на живой напочвенный покров в сосновых лесах г. Москвы. Объектами исследования являлись Лесная опытная дача РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева и городская часть национального парка «Лосиный остров». На примере 10 постоянных пробных площадей рассмотрен видовой состав и структура живого напочвенного покрова. Проанализировано распределение травянистой растительности по эколого-ценотическим группам и стратегиям. В ходе исследования травянистого яруса сосновых фитоценозов зарегистрировано 42 вида сосудистых растений, относящихся к 35 родам и 24 семействам. На каждой постоянной пробной площади определено общее проективное покрытие травянистой растительности по шкале Друде. В Лесной опытной даче этот показатель варьирует от 30 до 60 % и в среднем составляет 46 %. В «Лосином острове» проективное покрытие живого напочвенного покрова существенно выше. Показатель варьирует от 70 до 90 % и в среднем составляет 81 %.

Ключевые слова: флористический состав, живой напочвенный покров, эколого-ценотические группы, Лесная опытная дача, национальный парк «Лосиный остров», урбанизированная среда, Москва

Abstract. The article examines the influence of anthropogenic factors and the structure of phytocenosis on soil vegetation cover in pine forests in Moscow. The objects of the study were the Forest Experimental Station of the Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy and the urban part of the Losiny Ostrov National Park. Using the example of 10 permanent observation plot, the species composition and structure of soil vegetation cover is considered. The distribution of herbaceous vegetation by ecological-coenotic groups and strategies was analyzed. During the study of the herbaceous layer of pine phytocenoses, 42 species of vascular plants

belonging to 35 genera and 24 families were discovered. For each permanent observation plot, the total projective cover of herbaceous vegetation was determined according to the Drude scale. In the Forest Experimental Station this figure varies from 30 to 60 %, and on average is 46 %. In Losiny Ostrov National Park, the projective cover of soil vegetation cover is significantly higher. The indicator varies from 70 to 90 %, and the average is 81 %.

Keywords: species composition, soil vegetation cover, ecological and cenotic groups, Forest Experimental Station, Losiny Ostrov National Park, urbanized environment, Moscow

Лесные массивы имеют важное эстетическое и экологическое значение для населения урбанизированных территорий, что определяет необходимость изучения городской растительности как компонента урбоэкосистем [Телеснина, Семенюк, 2022].

Московская городская агломерация характеризуется интенсивным антропогенным воздействием, проявляющимся как прямо, так и опосредованно. При этом одним из ведущих процессов в регионе является урбанизация [Махрова, 2014; Лядова, Новоселова, 2017].

В урбанизированной среде огромную роль играют лесные экосистемы, выполняющие ряд важных функций. Основные группы природно-экологических функций: средообразующие, защитные и стабилизирующие [Васильев, 2020; Лежнев, 2023]. Одни из наиболее важных для состояния здоровья людей являются средообразующие функции лесов. В процессе фотосинтеза насаждения выделяют кислород и фитонциды, которые улучшают атмосферу и создают необходимые для жизнедеятельности человека параметры среды [Чистов, 1993].

Условия городской среды существенно отличаются от естественных условий произрастания [Барсуков, Махрова 2021; Аксенов, Махрова, 2022; Лежнев, Меньяева, 2023]. На состояние сосновых лесов в настоящий момент накладывает отпечаток ряд факторов городской среды: уровень техногенной нагрузки, повышенная рекреационная нагрузка и плотность населения [Лежнев, Лебедев, 2023].

Оптимизация рекреационного лесопользования возможна лишь при учете всего комплекса явлений и процессов природного, технологического, экономического, социального и иного характера [Обыденников и др., 2015; Коротков, 2023].

Живой напочвенный покров (ЖНП) считается одним из важнейших индикаторов изменения лесорастительных условий в связи с рекреационным лесопользованием. В этом проявляется почво-

защитная и ресурсосберегающая роль ЖНП, обеспечивающая стабильность биокруговорота элементов питания и повышение устойчивости фитоценоза [Коротков, Ухов, 2021; Лежнев, 2023].

Виды растений, образующих живой напочвенный покров в лесу, особенно уязвимы в тех случаях, когда начинает действовать фактор рекреации; именно этим объясняется их использование в качестве индикаторов рекреационной дигрессии лесов [Рысин, Полякова, 1987].

Цель исследования — использование индикационных показателей развития живого напочвенного покрова для оценки рекреационных нагрузок в сосновых лесах г. Москвы.

Рекреационное лесопользование должно основываться на изучении закономерностей формирования и структуры фитоценозов, которые определяют динамику их продуктивности и устойчивости. Сочетание влияния эндогенных и экзогенных факторов на рост и развитие лесного фитоценоза находит отражение в его структуре.

Исследование проводилось в сосновых лесах г. Москвы на территории 4 квартала Лесной опытной дачи РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева (5 ППП), и Лосиноостровского и Яузского лесопарков «Национального парка «Лосиный остров» (5 ППП). При изучении ЖНП особое внимание уделяли определению видового разнообразия и проективного покрытия травянистой растительности по шкале Друде. Тип лесорастительных условий — С₂, тип леса — созняк сложный, класс бонитета — I (табл. 1).

Названия видов сосудистых растений и их таксономическая принадлежность приведены по сводке П. Ф. Маевского (2014). Для распределения травянистой растительности по эколого-ценотическим группам (ЭЦГ) в данной работе использовали классификацию, разработанную О. В. Смирновой с соавторами (2004). Распределение растений по стратегиям определялось по Ф.Грайму: С — конкуренты, S — стресс-толеранты и R — рудералы [Grime et al., 1979].

Стратегии растений — это группа сходных генетически определенных признаков, которые часто повторяются среди видов или популяций и вызывают у них проявляющееся сходство в экологии [Уланова и др., 2023].

В ходе исследования травянистого яруса сосновых фитоценозов зарегистрировано 42 вида сосудистых растений, относящихся к 35 родам и 24 семействам. Преобладают представители семейств *Rosaceae*, *Lamiaceae*, *Compositae*, *Balsaminaceae* и *Ranunculaceae* (табл. 2).

**Таблица 1. ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ
НА ПОСТОЯННЫХ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ**

№ ППП	Площадь, га	Возраст, лет	Состав насаждения	Полнота, отн.	Запас, м³/га
<i>Лесная опытная дача</i>					
4/А	0,15	132	86С7Б5Лп2Д	1,01	656
4/Б	0,14	132	94С6Лп	1,02	680
4/В	0,14	132	81С10Лп9Кло	0,93	609
4/Е	0,14	132	93С7Лп	1,11	740
4/Д	0,14	132	94С4Лп2Б	0,92	623
<i>Национальный парк «Лосиный остров»</i>					
3	0,25	72	96С4Б	0,83	500
5	0,25	77	87С10Б3Лп	0,76	470
45	0,25	87	39С27Л23Б6В5Барх	0,76	382
54	0,30	71	53С35Б9Д6В	0,91	418
55	0,35	148	42С46Б12Лп	0,83	346

Примечание. С — сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), Б — береза повислая (*Betula pendula* Roth.), Лп — липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), Е — ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.), Д — дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), Кло — клен остролистный (*Acer platanoides* L.), В — вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), Барх — Бархат амурский (*Phellodendron amurense* Rupr.).

**Таблица 2. ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЖИВОГО
НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ОБЪЕКТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ**

№	Семейство	Количество родов	Количество видов	Доля от общего числа видов
1	<i>Rosaceae</i>	4	6	14,3
2	<i>Lamiaceae</i>	4	4	9,5
3	<i>Compositae</i>	4	4	9,5
4	<i>Balsaminaceae</i>	1	3	7,1
5	<i>Ranunculaceae</i>	2	3	7,1
6	<i>Apiaceae</i>	2	2	4,7
7	<i>Cyperaceae</i>	1	2	4,7
8	<i>Dryopteridaceae</i>	1	2	4,7
9	<i>Boraginaceae</i>	1	1	2,4
10	<i>Caryophyllaceae</i>	1	1	2,4
11	<i>Polygonaceae</i>	1	1	2,4
12	<i>Aristolochiaceae</i>	1	1	2,4
13	<i>Oxalidaceae</i>	1	1	2,4
14	<i>Athyriaceae</i>	1	1	2,4
15	<i>Urticaceae</i>	1	1	2,4

№	Семейство	Количество родов	Количество видов	Доля от общего числа видов
16	<i>Brassicaceae</i>	1	1	2,4
17	<i>Papaveraceae</i>	1	1	2,4
18	<i>Melanthiaceae</i>	1	1	2,4
19	<i>Scrophulariaceae</i>	1	1	2,4
20	<i>Orchidaceae</i>	1	1	2,4
21	<i>Plantaginaceae</i>	1	1	2,4
22	<i>Asparagaceae</i>	1	1	2,4
23	<i>Violaceae</i>	1	1	2,4
24	<i>Equisetaceae</i>	1	1	2,4
Итого		35	42	100,0

Проанализировано распределение живого напочвенного покрова по эколого-ценотическим группам (рис. 1).

В Лесной опытной даче на большинстве ППП отмечены растения, относящиеся к неморальной (54 %), нитрофильной (31 %) и бореальной (15 %) группам. Небольшое число групп связано с значительной рекреационной нагрузкой, проявляющейся длительное время и высокой сомкнутостью древостоев.

В Лосином острове присутствуют представители шести групп. Помимо видов неморальной (51 %), нитрофильной (24 %) и бореальной (14 %) групп также представлены луговые (7 %), боровые (2 %) и водно-болотные (2 %).

Видовое разнообразие травянистого яруса в сосновых фитоценозах в Лесной опытной даче варьирует от 6 до 10 видов. Среди доминирующих видов отмечаются *Carex pilosa* Scop., *Oxalis acetosella* L. и *Impatiens noli-tangere* L. В Лосином острове видовой состав

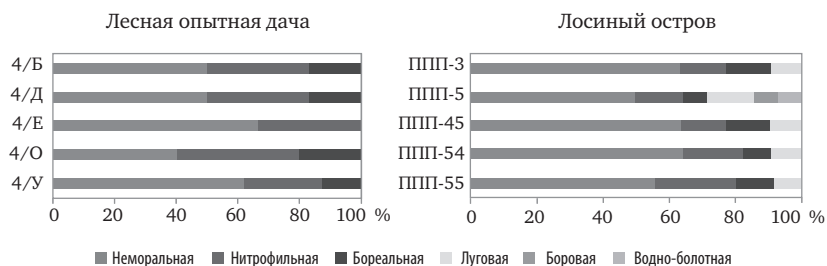


Рис. 1. Долевое распределение живого напочвенного покрова по эколого-ценотическим группам на объектах исследования

варьирует от 14 до 25 видов. На всех исследуемых участках встречаются *Stellaria holostea* L., *Convallaria majalis* L. и *Oxalis acetosella* L. Кроме того, в Лосином острове зафиксировано 2 инвазионных вида: *Impatiens grandulifera* Royle и *Impatiens parviflora* DC., которые в среднем составляют 5 % от общего проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса, такая доля инвазионной флоры указывает на высокую антропогенную нарушенность растительного покрова. Повышенная конкурентоспособность инвазивных видов растений объясняется следующим: отсутствуют естественные враги, высокая конкурентоспособность, фенотипическая пластичность и выделение аллопатических соединений [Виноградова, 2015; Прохоров и др., 2023; Williams, 1995; Callaway, Aschehoug, 2000].

Для каждой постоянной пробной площади определено общее проективное покрытие травянистой растительности по шкале Друде. В Лесной опытной даче этот показатель варьирует от 30 до 60 %, и в среднем составляет 46 %. В Лосином острове проективное покрытие ЖНП существенно выше. Показатель варьирует от 70 % до 90 %, и в среднем составляет 81 %. Помимо рекреационной нагрузки на проективное покрытие влияет и высокая сомкнутость древостоя.

Кроме того, дополнительно проведен анализ распределения травянистого покрова по эколого-ценотическим стратегиям (рис. 2).

Как для Лесной опытной дачи (33,3 %), так и для Лосиног острова (26,3 %) наиболее представлены растения стратегии CR

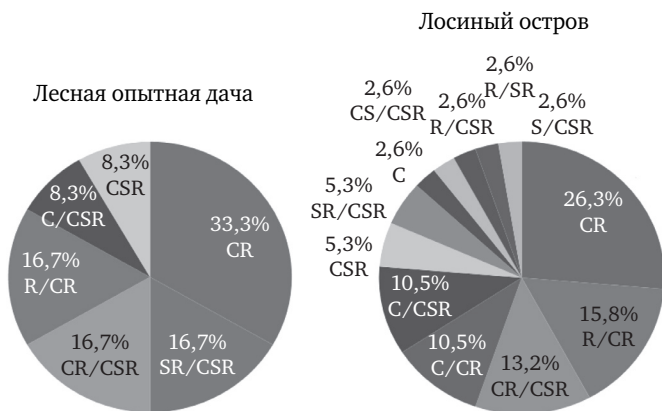


Рис. 2. Распределение живого напочвенного покрова по эколого-ценотическим стратегиям

(*Ajuga reptans* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Asarum europaeum* L.). Также преобладают виды стратегий R/CR (*Oxalis acetosella* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Glechoma hederacea* L.) и CR/CSR (*Urtica dioica* L., *Chelidonium majus* L., *Convallaria majalis* L.).

Заключение. В урбанизированных сосновых лесах г. Москвы отмечается устойчивая неморализация. Наличие нескольких видов доминантов с высоким обилием характеризуют данные растительные сообщества как олигодоминантные. Аналогичные результаты отражены в работах ряда авторов [Киселева и др., 2014; Лежнев и др., 2022]. Это обусловлено развитием широколиственных пород во всех ярусах фитоценоза, что значительно меняет световой режим, условия минерального питания травянистой растительности и приводит к определенным изменениям в составе и структуре живого напочвенного покрова. Необходимо также учитывать, что помимо рекреационной нагрузки на проективное покрытие живого напочвенного покрова влияет и высокая сомкнутость древостоя.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксенов П. А., Махрова Т. Г. Анализ состояния аборигенных деревьев и кустарников в насаждениях г. Москвы // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующей среде: Сб. материалов XVII Международ. науч. экологич. конф. / Под ред. Ю. А. Присного. Белгород: Белгородский гос. национальный исследовательский ун-т, 2022. С. 6–10.
- Барсуков Л. Е., Махрова Т. Г. Роль древесных интродуцентов в формировании пространственной структуры насаждений дендропарка «Бирюлево» // Динамика и взаимодействие геосфер земли: Материалы Всерос. конф. с международ. участием, посвящ. 100-летию подготовки в Томском гос. университете специалистов в области наук о Земле. В 3-х т. Т. III. Томск: Изд-тво Томского ЦНТИ, 2021. С. 203–205.
- Бурова Н. В., Феклистов П. А. Антропогенная трансформация пригородных лесов. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. ун-та, 2007. 264 с.
- Васильев О. Д. Картографирование средообразующих функций лесов и их сравнительный анализ в ландшафтах Московской области // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2020. № 6. С. 21–31.
- Виноградова Ю. К. Проблемы экспериментальной ботаники = Problems of experimental botany: сб. ст. / Ю. К. Виноградова, В. Н. Решетников // Отв. ред. А. В. Пугачевский. Минск, 2015. С. 5–79.
- Киселева В. В. Неморализация лесных биоценозов национального парка «Лосиный остров» / В. В. Киселева, А. О. Седова, Н. В. Карпухина // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сборник научных трудов, Москва, 10–12 апреля 2014 г. Выпуск 16. М.: Российский университет дружбы народов, 2014. С. 60–64.

- Клещева Е. А. Использование экологических шкал для индикации современного состояния лесных сообществ // Экология, 2007. № 2. С. 104–110.
- Коротков С. А. Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины. М.: АНО «ДОБЛЕСТЬ ЭПОХ», 2023. 168 с.
- Коротков С. А., Ухов М. В. Оценка устойчивости лесных сообществ города Троицк (Новая Москва) в условиях возрастающей антропогенной нагрузки // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», 2021. С. 44–53.
- Кузнецов В. А., Стома Г. В. Влияние рекреации на лесные городские ландшафты (на примере национального парка «Лосиный остров» г. Москвы) // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2013. № 3. С. 27–33.
- Лежнев Д. В. Структура сосняков сложных национального парка «Лосиный остров» / Д. В. Лежнев, В. А. Меняева, Н. Ф. Кривошапов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XX Международной научно-технической конференции, Вологда, 06 декабря 2022 г. / Отв. ред. Е. А. Иванищева. Вологда: Вологодский государственный университет, 2022. С. 152–158.
- Лежнев Д. В. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосновых фитоценозах Лесной опытной дачи Тимирязевской академии // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева, г. Москва, 5–7 июня 2023 г.: сборник статей. Т. 1. М.: Издательство РГАУ МСХА, 2023. С. 59–63.
- Лежнев Д. В. Строение сосновых фитоценозов в Московском регионе под влиянием климатических трансформаций // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. 2023. № 9. С. 63–73. DOI: 10.25686/foreco.2023.10.66.007.
- Лежнев Д. В., Лебедев А. В. Трансформация структуры сосновых формаций в урбанизированных экосистемах Москвы // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 2 (46). С. 74–88. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.46.5.
- Лежнев Д. В., Меняева В. А. Живой напочвенный покров сосновых фитоценозов Яузского лесопарка «Лосиног острова» // Проблемы озеленения крупных городов: Сборник статей XXII Научно-практического форума, Москва, 29–30 августа 2023 г. М.: ООО «МК-ИНТЕРТРЕЙД», ООО «ИНТЕК», 2023. С. 113–118.
- Лядова А. В., Новоселова Е. Н. Социально-экологические риски урбанизации и развитие Московской агломерации: сравнительный анализ за-

- рубежного опыта // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 10. С. 55–61. DOI: 10.18412/1816-0395-2017-10-55-61.
- Маевский П. Ф. Флора Средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.
- Махрова А. Г. Особенности стадийного развития Московской агломерации // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2014. № 4. С. 10–16.
- Обыденников В. И. Состояние поверхности почвы и живого напочвенного покрова в рекреационных лесах НП «Лосиный остров» / В. И. Обыденников, А. П. Титов, В. В. Лебедько // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 2. С. 51–57.
- Прохоров В. Н. Недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora* DC.) — злостный инвазивный вид в лесопарковом хозяйстве крупных городов / В. Н. Прохоров, Е. Н. Карасева, А. С. Позняк [и др.] // Проблемы озеленения крупных городов: Сборник статей XXII Научно-практического форума, Москва, 29–30 августа 2023 г. М., 2023. С. 168–175.
- Рысин Л. П., Полякова Г. А. Влияние рекреационного лесопользования на растительность // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука. 1987. С. 4–26.
- Смирнова О. В. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / Под. ред. О. В. Смирновой. Кн. 1. М., 2004. С. 165–175.
- Телеснина В. М., Семенюк О. В. Индикационная роль травяного яруса в почвенно-экологических исследованиях в условиях ухода за озелененными территориями г. Москвы (на примере территории МГУ) // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2022. № 1. С. 2–51.
- Уланова Н. Г. Методы анализа флористического состава и функционального разнообразия растительных сообществ: учебное пособие / Н. Г. Уланова, П. Ю. Жмылев, Т. Г. Елумеева, В. Э. Федосов. Москва, 2023. 137 с.
- Чистов С. В. Использование принципа рациональности природопользования в решении крупных программ Московского региона // Проблемы землепользования в связи с развитием малоэтажного жилищного строительства в Московском регионе. М., 1993. С. 49–54.
- Callaway R. M., Aschehoug E. T. // Science, 2000. Vol. 290. P. 521–523.
- Grime J. P. Plant strategies and vegetative processes. J. Wiley and Sons, Chichester, UK, 1979.
- Williams D. G. et al. // Ecology. 1995. Vol. 76. P. 1569–1580.