 © Авторы статьи / Authors of the article

ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.24 EDN: ZSPXTL

АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ООПТ «СОСНОВАЯ РОЩА» Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Научная статья

Рыжова Л.В.[1], Жукова О.В.[2], Турмухаметова Н.В.[3,] *

[1] ORCID : 0000-0003-2512-7078;

[2] ORCID : 0000-0003-0439-9269;

[3] ORCID : 0000-0001-6078-6998;

[1, 2, 3] Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (bonid[at]mail.ru)

Предложена: 21.09.2026; Принята: 10.11.2026; Опубликована: 17.11.2026

Аннотация

В работе проанализирована динамика растительных сообществ ООПТ «Сосновая роща» г. Йошкар-Олы после строительства автодороги. За 2021–2026 г.г. в лесопарке «Сосновая роща» выявлены разнонаправленные, но взаимосвязанные сукцессионные процессы, отражающие как естественные изменения, так и антропогенное воздействие. Наиболее значимые изменения зафиксированы в пойменных и прибрежных сообществах, где гидрологический режим изменился из-за локального рельефа, поверхностного стока и деятельности бобров. Антропогенная трансформация проявляется через синантропизацию флоры, внедрение инвазионных чужеродных видов и гидрологическую перестройку, что ведет к упрощению структуры сообществ и смене типов растительности. Усилилась гомогенизация растительного покрова и снижается ландшафтное разнообразие, основными движущими силами деградации являются рекреационная нагрузка, биологические инвазии и изменение водного режима. Выявлена статистически значимая отрицательная динамика относительного жизненного состояния хвойных видов древесных растений.

Ключевые слова: охраняемая территория, растительность, фитоценоз, жизненность, антропогенное загрязнение.

ANALYSIS OF THE VEGETATION IN THE "SOSNOVAYA ROSHCHA" SPNR, YOSHKAR-OLA

Research article

Ryzhova L.V.[1], Zhukova O.V.[2], Turmukhametova N.V.[3,] *

[1] ORCID : 0000-0003-2512-7078;

[2] ORCID : 0000-0003-0439-9269;

[3] ORCID : 0000-0001-6078-6998;

[1, 2, 3] Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

* Corresponding author (bonid[at]mail.ru)

Suggested: 21.09.2026; Accepted: 10.11.2026; Published: 17.11.2026

Abstract

The work analyses the dynamics of plant communities in the "Sosnovaya Roscha" SPNR in Yoshkar-Ola following the construction of a road. Between 2021 and 2026, diverse yet interrelated succession processes were identified in the "Sosnovaya Roscha" forest park, reflecting both natural changes and human impact. The most significant changes were recorded in floodplain and coastal communities, where the hydrological regime has altered due to local topography, surface runoff and beaver activity. Anthropogenic transformation is manifested through the synanthropisation of flora, the introduction of invasive alien species and hydrological restructuring, leading to a simplification of community structure and a shift in vegetation types. The homogenisation of the vegetation cover has intensified and landscape diversity is declining; the main drivers of degradation are recreational pressure, biological invasions and changes in the water regime. A statistically significant negative dynamic in the relative health status of coniferous tree species has been identified.

Keywords: protected area, vegetation, phytocenosis, vitality, anthropogenic pollution.

Введение

Изучение биоценозов невозможно без анализа их структурных единиц — ценопопуляций (ЦП) и фрагментов популяций живых организмов. Присутствие ЦП вида является прямым доказательством его адаптации к конкретному сочетанию факторов среды — от солнечной радиации до антропогенного пресса. Благодаря тесной взаимосвязи с условиями существования, растительные сообщества выступают надежным индикатором экологических условий. Фитоценоз, рассматриваемый как совокупность ЦП входящих в него видов, наиболее четко отражает характеристики экотопа [1]. Фитоиндикационные подходы, в частности шкалы Д.Н. Цыганова, остаются востребованным инструментом оценки экологических условий местообитаний [2]. Это позволяет использовать фитоценоз в качестве надежного индикатора экологических условий [3], что особенно актуально при изучении особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

На антропогенно трансформированных территориях растения испытывают негативное воздействие химических соединений, содержащихся в атмосферном воздухе и почве, что приводит к ухудшению состояния растительности.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Поэтому оценка качества среды обитания по фитоиндикационным показателям помогает проводить фоновый мониторинг и анализ последствий различных видов антропогенных воздействий [4]. В результате хозяйственной деятельности происходит фрагментация мест обитаний ценопопуляций растений, что приводит к изменениям видового богатства, обилия и структуры сообществ [5], внедрению инвазионных видов растений [6]. При оценке жизненного состояния древесных растений используют определенные условные шкалы, позволяющие визуально воспринимать состояние растения. Жизненность особи характеризует степень стойкости живых организмов к нарушениям окружающей среды либо понимается как мера соответствия условий данного фитоценоза потребностям популяции растений [7]. Оценка жизненного состояния древесных растений в условиях антропогенного стресса также опирается на морфологических и экофизиологических критериях [8].

Целью настоящей работы является анализ растительности ООПТ «Сосновая роща» г. Йошкар-Олы с использованием фитоиндикационного подхода, что позволит оценить экологическое состояние территории и выявить специфику воздействия антропогенных факторов на растения.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) сравнить флористическое богатство и проективное покрытие растительных сообществ в 2021 и 2026 г.г.;
2) оценить изменения экологических режимов по шкалам Д.Н. Цыганова;
3) выявить степень внедрения инвазионных видов;
4) оценить жизненное состояние основных лесообразующих видов.

Методы и принципы исследования

Исследование проводили на территории охраняемой зеленой зоны г. Йошкар-Олы — в лесопарке «Сосновая роща». Рекогносцировку состояния растительности данного лесопарка до ввода в эксплуатацию автомобильной дороги провели в 2021 г. Спустя 5 лет в июне–июле 2026 г. в рамках выполнения экологического проекта Президентского фонда природы мы оценили динамические процессы состояния фитоценозов лесопарка вблизи магистрали.

В ходе работы было изучено 8 растительных сообществ (рис. 1). Пробные площади ПП 1–8 были заложены в 2021 году; в 2026 году для них был проведен анализ изменений растительности за пятилетний период. Размеры пробных площадей составили от 78 до 100 м^2.



Рисунок 1 - Расположение изученных растительных сообществ в ООПТ «Сосновая роща» г. Йошкар-Ола на Яндекс-карте

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.24.1

Примечание: цифрами указаны номера пробных площадей; координаты автодороги 56°37'16.4"N 47°55'21.1"E

В пределах пробных площадей проведены геоботанические описания. Для определения видов растений использовали определители и флористические списки для Республики Марий Эл [9], [10], [11], [12]. Названия растений приведены в соответствии с Международным указателем названий растений (International Plant Names Index/IPNI) [13].

Геоботанические описания были обработаны по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [14] в компьютерной программе «EcoScaleWin» [15]. Для оценки степени сходства пробных площадей по флористическому составу использовали коэффициент общности Жаккара [16].

Также проводили оценку жизненного состояния 10 основных лесообразующих видов деревьев. Учетные площадки площадью 100 м² в количестве 15 штук располагались равномерно вдоль опушки леса, примыкающей к автодороге, с

 © Авторы статьи / Authors of the article

шагом 10–15 м. На каждой пробной площади в пределах опушки шириной 10 м проводился сплошной перечет всех экземпляров этих видов; всего было оценено 250 особей. Критерием включения в учет служил генеративный возраст дерева, наличие у растения сформированного ствола и кроны; состояние подроста не учитывались. Использовали шестибалльную шкалу жизненности и индекс относительного жизненного состояния древостоя (ИС) [7].

Для статистической обработки материала применяли программу Statistica 13. Расчет главных компонент выполнен в программной среде Python 3.10 с использованием библиотек numpy, pandas, scikit-learn и matplotlib.

Основные результаты и их обсуждение

К 2026 г. по сравнению с 2021 г. [17] в растительном покрове изучаемых растительных сообществ лесопарка произошли изменения. Они коснулись как видового состава, так и проективного покрытие отдельных видов. Флористическое богатство исследованных сообществ достаточно высоко и неоднородно (табл. 1). На фоновых площадях за пятилетний период (2021–2026 гг.) в большинстве сообществ произошло увеличение количества видов, родов и семейств, исключение — ПП 2 и ПП 7, где отмечено незначительное сокращение. В 2026 г. наибольшим видовым богатством отличаются разнотравно-злаковый пойменный луг (ПП 1) и хвойно-широколиственный крапивно-снытевый лес (ПП 4), в которых обнаружено 40 и 38 видов, соответственно. Наименьшее видовое богатство отмечено в сосняке лещиново-будровом (ПП 2 — 25 видов) и водно-прибрежной ассоциации (ПП 7 — 20 видов).

Таблица 1 - Количество таксонов изученных растительных сообществ

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.24.2

Пробная площадь	Число видов		Число родов		Число семейств	
	2021 г.	2026 г.	2021 г.	2026 г.	2021 г.	2026 г.
ПП 1	22	40	20	32	11	17
ПП 2	28	25	27	24	21	19
ПП 3	32	36	32	34	24	23
ПП 4	31	38	31	38	21	25
ПП 5	30	34	30	34	22	27
ПП 6	25	32	25	31	17	22
ПП 7	24	20	22	18	17	14
ПП 8	26	28	25	26	18	19

За два года наблюдений (2021 и 2026 гг.) на 8 пробных площадях суммарно отмечено 127 видов, принадлежащих к 93 родам и 45 семействам. В 2021 г. выявлено 97 видов из 78 родов и 38 семейств, в 2026 г. — 112 видов из 86 родов и 42 семейств. Ведущие семейства — Rosaceae (12 видов; 12,4% в 2021 г. и 10,7% в 2026 г.), Poaceae (8 видов в 2021 г. и 10 видов в 2026 г.; 8,2% и 8,9% соответственно), Lamiaceae (6 и 7 видов; 6,2% и 6,3%), Asteraceae (4 и 7 видов; 4,1% и 6,3%), Ranunculaceae (по 6 видов; 6,2% и 5,4%), Apiaceae (4 и 5 видов; 4,1% и 4,5%), Fabaceae (5 и 3 вида; 5,2% и 2,7%).

По сравнению с 2021 г. в настоящее время в большинстве сообществ отмечено увеличение общего числа видов на 2–18. Однако статистически значимая разница по изменению количества видов сообществ за 5 лет не обнаружена ($\chi2=5,317$, $\upsilon=7$, $p > 0,05$). Расчет коэффициента Жаккара показал, что за пятилетний период видовой состав всех восьми пробных площадей претерпел изменения. Наибольшие изменения видового состава произошли на ПП 1 и ПП 8, что связано с изменением гидрологического режима: на ПП 1 — усиление увлажнения; ПП 8 — снижение увлажнения. Коэффициент сходства Жаккара составил на ПП 1 — 40,9%, на ПП 8 — 42,1%. Наименьшие изменения отмечены на ПП 5 (77,8%) и ПП 2 (71,0%), что может быть объяснено стабильным водным режимом и сохранением теневыносливых лесных видов. Остальные ПП занимают промежуточное положение: ПП 3 — 61,9%, ПП 4 — 56,8%, ПП 6 — 58,3%, ПП 7 — 51,7%. Здесь наблюдается умеренное изменение видового состава без существенного изменения внешнего облика растительного сообщества.

Изученные растительные сообщества характеризуются довольно различными экологическими условиями, которые изменились с 2021 г. Так, например, на разнотравно-злаковом лугу (ПП 1) и в водно-прибрежной ассоциации (ПП 7) отмечено устойчивое повышение степени увлажнения, подтвержденное увеличением доли гигрофитов на 15–20%, массовым внедрением влаголюбивых видов — *Lythrum salicaria* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Carex acuta* L., *Salix gmelinii* Pall., *Galium palustre* L. На ПП 7 появились также гидрофиты *Lemna trisulca* L, *Cicuta virosa* L. В пойменном лиственно-таволговом лесу (ПП 8), напротив, зафиксировано снижение увлажнения: доля гигрофитов сократилась на 14%, гидрофиты исчезли полностью, мезофиты возросли на 15%, что указывает на изменение водного режима в данном сообществе.

Для выявления структуры экологического пространства и оценки направленности сукцессионных изменений растительных сообществ за 2021–2026 гг. был применен метод главных компонент (PCA). Метод главных компонент выделил две главные компоненты (PC), на которые приходится 71,8% объясненной дисперсии. Вклад PC1 в общую изменчивость составляет 46,1%, PC2 — 25,7%. Первая главная компонента (PC1) положительно связана с кислотностью почвы (коэффициент корреляции равен 0,54), богатством почв азотом (0,43), переменностью увлажнения (0,42); отрицательно связана с трофностью почв (–0,46). Вторая главная компонента (PC2) положительно связана с освещенностью (0,66), богатством почв азотом (0,49) и отрицательно — с увлажнением (–0,47). Наиболее

 © Авторы статьи / Authors of the article

существенные изменения за пятилетний период произошли на ПП 1 и ПП 7, в которых отмечается увеличение увлажнения (Hd, fH) и кислотности почвы (Rc), а также снижение солевого режима почв (Tr). На большинстве остальных ПП (ПП 2-5) отмечен тренд к снижению солевого режима почв (Tr), росту кислотности (Rc) и обеспеченности почв азотом (Nt). Следует отметить, что оценки по коэффициенту Жаккара и по PCA не полностью совпадают, поскольку первый отражает изменения видового состава, а второй — изменения экологических условий. Так, ПП 8 характеризуется сильной сменой видового состава (коэффициент Жаккара равен 42,1%), но умеренным смещением по экологическим шкалам. ПП 7, напротив, при умеренном изменении состава (коэффициент Жаккара равен 51,7%) демонстрирует наиболее выраженное смещение по шкалам увлажнения и кислотности.

Во всех лесных сообществах (ПП 2, ПП 4, ПП 5, ПП 6, ПП 8) зафиксировано внедрение *Acer negundo* L. — инвазионного вида, включенного в перечень опасных инвазионных растений Российской Федерации. Хоть и вид встречался редко, с незначительным проективным покрытием, однако его появление свидетельствует о нарушении почвенного покрова, увеличении освещенности и создании условий для экспансии адвентивной флоры. В ряде сообществ отмечено также появление синантропных видов — *Plantago major* L., *Taraxacum officinale* F.H.Wigg., *Chelidonium majus* L., *Glechoma hederacea* L., что указывает на рекреационную нагрузку и пастбищную дигрессию.

Оценка жизненного состояния 10 лесообразующих видов деревьев выявило (табл. 2), что здоровыми (без внешних признаков повреждения стволов и кроны, повреждение листьев составляет не более 10%) остаются *Betula pendula* Roth (ИС=0,80, количество деревьев на учетных площадках n=43), *Acer platanoides* L. (ИС=0,81, n=10), *Ulmus glabra* Huds. (ИС=1,00, n=1) и *Padus avium* Mill. (ИС=1,00, n=2). Средний ИС изученного древостоя лесопарка в 2026 г. составил 0,723, что соответствует категории «поврежденный». Однако по сравнению с 2021 г. отмечено снижение среднего ИС с 0,76 до 0,72. ИС уменьшился у *A. platanoides* (с 0,92 до 0,81), *Picea* × *fennica* (Regel) Kom. (с 0,49 до 0,43, n=42) и *Populus tremula* L. (с 0,81 до 0,75, n=16). Однако только у насаждений последнего вида изменилась категория со «здоровые» на «поврежденные». К категории «поврежденные» отнесены насаждения *Tilia cordata* Mill. (ИС=0,75, n=24) и *Quercus robur* L. (ИС=0,74, n=16), «сильно поврежденные» — *Larix sibirica* Ledeb (ИС=0,45, n=17). Состояние *Pinus sylvestris* L. (n=79) приблизилось к нижней границе категории «поврежденные» — 0,50.

Таблица 2 - Жизненное состояние изученных видов деревьев

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.24.3

Вид дерева	ИС 2021 г.	Жизненность	ИС 2026 г.	Жизненность
Pinus sylvestris	0,53	поврежденные	0,50	поврежденные
Picea X fennica	0,49	сильно поврежденные	0,43	сильно поврежденные
Larix sibirica	0,46	сильно поврежденные	0,45	сильно поврежденные
Betula pendula	0,83	здоровые	0,80	здоровые
Populus tremula	0,81	здоровые	0,75	поврежденные
Tilia cordata	0,78	поврежденные	0,75	поврежденные
Quercus robur	0,77	поврежденные	0,74	поврежденные
Acer platanoides	0,92	здоровые	0,81	здоровые
Ulmus glabra	1,00	здоровые	1,00	здоровые
Padus avium	1,00	здоровые	1,00	здоровые

За период 2021–2026 гг. в ООПТ «Сосновая роща» выявлена статистически значимая отрицательная динамика относительного жизненного состояния древостоя (критерий Уилкоксона $W=0$, $p<0,001$).

Заключение

Проведенный анализ динамики состава и структуры растительных сообществ за пятилетний период (2021–2026 гг.) в лесопарке «Сосновая роща» на территории, подверженной влиянию автодорожного строительства, позволил выявить разнонаправленные, но в целом взаимосвязанные сукцессионные процессы, отражающие как естественные изменения, так и возникшее антропогенное воздействие.

Наиболее значимые изменения зафиксированы в пойменных и прибрежных сообществах. Гидрологические изменения носят разнонаправленный характер, что, вероятно, связано с локальными особенностями рельефа, изменением поверхностного стока и деятельностью бобров (ПП 7).

Все исследованные участки находятся в стадии антропогенной трансформации, которая проявляется через три взаимосвязанных процесса — синантропизацию флоры, внедрение инвазивных чужеродных видов и гидрологическую перестройку. Эти процессы, действуя совместно, ведут к упрощению структуры сообществ, изменению их видового состава.

Совокупность описанных процессов приводит к закономерной смене типов растительности, утрате видов-эдификаторов и замещению их видами с широкой экологической амплитудой. Это ведет к гомогенизации растительного покрова — нивелированию различий между разными типами местообитаний, что снижает общее ландшафтное разнообразие и делает экосистемы более уязвимыми к дальнейшим нарушениям. Основными

 © Авторы статьи / Authors of the article

движущими силами деградации выступают: рекреационная нагрузка, биологические инвазии и изменение водного режима как следствие изменения стока.

В 2026 г. по сравнению с 2021 г. усилилась тенденция ухудшения жизненного состояния древостоя. Особенно уязвимыми остаются хвойные древесные растения — *Picea* × *fennica* и *Larix sibirica*, а также *Pinus sylvestris*. Вероятная причина ухудшения состояния жизненного состояния основных видов-лесообразователей — нарушение естественного дренажа при строительстве автодороги, застой паводковых вод и, как следствие, нарушение дыхания корней и усыхание деревьев.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости постоянного мониторинга состояния растительности и разработки мер по ограничению антропогенного воздействия, особенно в местах обитания редких и чувствительных видов. Для сохранения ООПТ необходимы восстановление дренажной системы, регулярный мониторинг жизненного состояния, санитарные мероприятия и контроль антропогенной нагрузки.

Финансирование

Исследование финансировано Президентским фондом природы, проект № ЭКО-26-2-000987.

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.

Funding

The research was funded by the Presidential Foundation for Nature: Project № ECO-26-2-000987.

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. Жукова Л.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова [и др.]; под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой; Мар. гос. ун-т. — Йошкар-Ола, 2010. — 368 с.

2. Зубкова Е.В. Использование методов фитоиндикации для оценки связи содержания азота в растениях с условиями их произрастания (на примере лесов южного Подмосковья) / Е.В. Зубкова, М.Н. Стаменов, И.В. Припутина [и др.] // Ботанический журнал. — 2023. — Т. 108. — № 10. — С. 896–913.

3. Blinkova O. Multilevel responses of urban forest lianas along environmental gradients / O. Blinkova // Research and Practice in Forest Ecology 2nd International Scientific Conference for Young Scientists Institute of Dendrology. — 2026. — P. 38–42.

4. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева [и др.] — Москва: Академия, 2010. — 288 с.

5. Белых О.А. Сохранение биоразнообразия в Прибайкальском национальном парке при строительстве дорог / О.А. Белых // XXI век. Техносферная безопасность. — 2024. — Т. 9. — №1. — С. 8–18. — DOI: 10.21285/2500-1582-2024-9-1-8-18.

6. Ovcharova N.V. Invasion dynamics of Acer negundo L. in ribbon forests of the Altai Krai: ecological impacts and predictive habitat modeling / N.V. Ovcharova, M.M. Silantyeva, A.V. Vaganov, A.A. Masanina // Acta Biologica Sibirica. — 2024. — Vol. 10. — P. 1673–1688. — DOI: 10.5281/zenodo.14437657.

7. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / А.В. Алексеев // Лесоведение. — 1989. — № 4. — С. 51–57.

8. Chakraborty T. Assessing the vitality of Norway maple trees in an urban setting near streets within pits and strips using morphological and ecophysiological methods / T. Chakraborty, D. Kramer, F. Betting [et al.] // Basic and Applied Ecology. — 2025. — Vol. 89. — P. 136–154.

9. Определитель сосудистых растений центра европейской России / И.А. Губанов [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — Москва: Аргус, 1995. –558 с.

10. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / П.Ф. Маевский. — Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2014. — 635 с.

11. Абрамов Н.В. Конспект флоры Республики Марий Эл / Н.В. Абрамов. — Йошкар-Ола: МарГУ, 1995. — 191 с.

12. Абрамов Н.В. Флора Республики Марий Эл: справочное пособие / Н.В. Абрамов. — Йошкар-Ола: МарГУ, 2008. — 196 с.

13. IPNI International Plant Names Index. — URL: http://www.ipni.org (accessed: 14.08.2026)

14. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. — Москва, 1983. — 197 с.

15. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin: учебное пособие / Е.В. Зубкова, Л.Г. Ханина, Т.И. Грохлина [и др.]; Мар. гос. ун-т, Пущинский гос. ун-т. — Йошкар-Ола, 2008. — 96 с.

16. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике / В.И. Василевич. — Ленинград: Наука, 1969. — 239 с.

17. Turmukhametova N.V. Assessment of the biota condition of the Specially Protected Natural Territory "Sosnovaya Rosha" in the vicinity of a multi-lane road under construction / N.V. Turmukhametova, P.V. Bedova, I.G. Vorobeva [et al.] //

 © Авторы статьи / Authors of the article

IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2022 — Vol. 981. — P. 042062. — DOI: 10.1088/1755-1315/981/4/042062.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zhukova L.A. Ekologicheskiye shkaly i metody analiza ekologicheskogo raznoobraziya rasteniy: monografiya [Ecological Scales and Methods for Analyzing Plant Ecological Diversity: Monograph] / L.A. Zhukova, Yu.A. Dorogova, N.V. Turmukhametova, [et al.]; edited by Prof. L.A. Zhukova; Mari State University. — Yoshkar-Ola, 2010. — 368 p. [in Russian]

2. Zubkova E.V. Ispol'zovaniye metodov fitoindikatsii dlya otsenki svyazi soderzhaniya azota v rasteniyakh s usloviyami ikh proizrastaniya (na primere lesov yuzhnogo Podmoskov'ya) [Using phytoindication methods to assess the relationship between nitrogen content in plants and their growing conditions (a case study of forests in the southern Moscow region)] / E.V. Zubkova, M.N. Stamenov, I.V. Priputina [et al.] // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. — 2023. — Vol. 108. — № 10. — P. 896–913. [in Russian]

3. Blinkova O. Multilevel responses of urban forest lianas along environmental gradients / O. Blinkova // Research and Practice in Forest Ecology 2nd International Scientific Conference for Young Scientists Institute of Dendrology. — 2026. — P. 38–42.

4. Melekhova O.P. Biologicheskiy kontrol' okruzhayushchey sredy: bioindikatsiya i biotestirovaniye [Biological Environmental Monitoring: Bioindication and Biotesting] / O.P. Melekhova, E.I. Sarapultseva, T.I. Evseeva [et al.] — Moscow: Academia, 2010. — 288 p. [in Russian]

5. Belykh O.A. Sokhraneniye bioraznoobraziya v Pribaykal'skom natsional'nom parke pri stroitel'stve dorog [Biodiversity Conservation in the Pribaikalsky National Park During Road Construction] / O.A. Belykh // 21st Century. Technosphere Safety. — 2024. — Vol. 9. — № 1. — P. 8–18. — DOI: 10.21285/2500-1582-2024-9-1-8-18. [in Russian]

6. Ovcharova N.V. Invasion dynamics of Acer negundo L. in ribbon forests of the Altai Krai: ecological impacts and predictive habitat modeling / N.V. Ovcharova, M.M. Silantyeva, A.V. Vaganov, A.A. Masanina // Acta Biologica Sibirica. — 2024. — Vol. 10. — P. 1673–1688. — DOI: 10.5281/zenodo.14437657.

7. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'yev i drevostoyev [Diagnosis of the vitality of trees and forest stands] / A.V. Alekseev // Lesovedenie [Forestry]. — 1989. — № 4. — P. 51–57. [in Russian]

8. Chakraborty T. Assessing the vitality of Norway maple trees in an urban setting near streets within pits and strips using morphological and ecophysiological methods / T. Chakraborty, D. Kramer, F. Betting [et al.] // Basic and Applied Ecology. — 2025. — Vol. 89. — P. 136–154.

9. Opredelitel' sosudistykh rasteniy tsentra yevropeyskoy Rossii [Identification Guide to Vascular Plants of Central European Russia] / I.A. Gubanov [et al.]. — 2nd ed., revised and expanded. — Moscow: Argus, 1995. — 558 p. [in Russian]

10. Maevsky P.F. Flora sredney polosy yevropeyskoy chasti Rossii [Flora of the Central Region of the European Part of Russia] / P.F. Maevsky. — Moscow: KMK Scientific Press, 2014. — 635 p. [in Russian]

11. Abramov N.V. Konspekt flory Respubliki Mariy El [Abstract of the flora of the Republic of Mari El] / N.V. Abramov. — Yoshkar-Ola: MarSU, 1995. — 191 p. [in Russian]

12. Abramov N.V. Flora Respubliki Mariy El [Flora of the Republic of Mari El] / N.V. Abramov. — Yoshkar-Ola: MarSU, 2008. — 196 p. [in Russian]

13. IPNI International Plant Names Index. — URL: http://www.ipni.org (accessed: 14.08.2026)

14. Tsyganov D.N. itoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoyno-shirokolistvennykh lesov [Phytoindication of ecological regimes in the coniferous-broadleaved forest subzone] / D.N. Tsyganov. — Moscow, 1983. — 197 p. [in Russian]

15. Komp'yuternaya obrabotka geobotanicheskikh opisaniy po ekologicheskim shkalam s pomoshch'yu programmy [EcoScaleWin Computer Processing of Geobotanical Descriptions Using Ecological Scales and the EcoScaleWin Program]: A Study Guide / E.V. Zubkova, L.G. Khanina, T.I. Grokhlina [et al.]; Mari State University, Pushchino State University. — Yoshkar-Ola, 2008. — 96 p. [in Russian]

16. Vasilevich V.I. Statisticheskiye metody v geobotanike [Statistical Methods in Geobotany] / V.I. Vasilevich. — Leningrad: Nauka, 1969. — 239 p. [in Russian]

17. Turmukhametova N.V. Assessment of the biota condition of the Specially Protected Natural Territory "Sosnovaya Rosha" in the vicinity of a multi-lane road under construction / N.V. Turmukhametova, P.V. Bedova, I.G. Vorobeva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2022 — Vol. 981. — P. 042062. — DOI: 10.1088/1755-1315/981/4/042062.