

УДК 581.524.3

ДИНАМИКА РЕКРЕАЦИОННЫХ СОСНЯКОВ В ЗАКАЗНИКЕ «ОЗЕРО ЩУЧЬЕ» (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

В. Н. Добронравина*, Е. А. Волкова, В. Н. Храмцов

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН (ул. Профессора Попова, 2В,
Санкт-Петербург, Россия, 197022), *dobronravina.v@yandex.ru

Сосновые леса в окрестностях озера Щучье (г. Санкт-Петербург) более 60 лет подвергаются активной рекреационной нагрузке. В статье приводятся данные о динамике всех ярусов рекреационных сосняков, полученные в результате 11-летних наблюдений на двух постоянных пробных площадях, заложенных одновременно с образованием заказника «Озеро Щучье». Мониторинг природных комплексов проводился сотрудниками Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и Санкт-Петербургского государственного университета в 2011, 2014 и 2022 гг. Исследования показывают, что в сосновом древостое идет процесс самоизреживания за счет тонкомера сосны (*Pinus sylvestris* L.) при одновременном увеличении запаса и сохранении мелколиственных пород. Присутствие благонадежного подроста ели (*Picea abies* (L.) Karst.) во всех градациях высоты и постоянный рост его численности позволяет предположить дальнейшее усиление роли этой породы в древостое. За время наблюдений значительно выросла численность подлеска, в основном за счет рябины (*Sorbus aucuparia* L.). Общее видовое разнообразие увеличилось главным образом в связи с заметным притоком мохообразных, растущих на почве и комлях деревьев. В обоих сообществах наблюдается увеличение проективного покрытия у видов сосудистых растений бореальнолесной группы при сохранении или уменьшении числа видов и обратная тенденция у видов опушечно-лесной группы (сокращение покрытия при сохранении или увеличении числа видов). Незадренованная почва постепенно зарастает пионерной растительностью, зелеными мхами и черникой (*Vaccinium myrtillus* L.). Однако сообщества продолжают находиться на тех же стадиях рекреационной нарушенности, что и в начале наблюдений, и статистически значимых изменений в видовом составе и среднем проективном покрытии напочвенных видов по данным NMDS-ординации за прошедший период не выявлено. Все это свидетельствует о том, что для восстановления растительного покрова в условиях сохраняющейся (хотя и снизившейся) рекреационной нагрузки требуется более длительное время.

Ключевые слова: сосняки; рекреация; динамика; видовой состав; горизонтальная структура нижних ярусов; NMDS-ординация

Для цитирования: Добронравина В. Н., Волкова Е. А., Храмцов В. Н. Динамика рекреационных сосняков в заказнике «Озеро Щучье» (г. Санкт-Петербург) // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 8. С. 42–50. doi: 10.17076/eco1980

Финансирование. Публикация подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН «Растительность Европейской России и Северной Азии: разнообразие, динамика, принципы организации» (рег. № 121032500047-1).

V. N. Dobronravina*, E. A. Volkova, V. N. Khramtsov. DYNAMICS OF RECREATIONAL PINE STANDS IN OZERO SHCHUCHYE NATURE RESERVE (ST. PETERSBURG)

*Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences (2B Professora Popova St., 197022 St. Petersburg, Russia), *dobronravina.v@yandex.ru*

Pine forests near Lake Shchuchye in St. Petersburg have been under intensive recreational pressure for more than 60 years. The article presents data on the dynamics of all layers of the recreational pine forests gathered during 11 years of observations at two permanent sample plots laid down at the same time the nature reserve Ozero Shchuchye was established. Monitoring was carried out by researchers from Komarov Botanical Institute and St. Petersburg State University in 2011, 2014 and 2022. The study shows an ongoing process of self-thinning in the stands (mostly thin pines are falling) simultaneously with an increase in standing stock and persistence of small-leaved tree species. The presence of viable *Picea abies* (L.) Karst. advance regeneration of all height classes and its constantly growing amount suggest the contribution of this species will continue to grow. Undergrowth abundance has increased significantly during the observations, mainly due to *Sorbus aucuparia*. The overall species diversity has increased mainly due to the noticeable arrival of ground- and trunk-dwelling bryophytes. Both communities exhibited an increase in the percentage cover of boreal vascular species while the number of the species remained unchanged or decreased. The situation for forest-edge species was the opposite – declining percentage cover with a simultaneous increase in the number of species. Bare soil is gradually getting overgrown with pioneer vegetation, true mosses and *Vaccinium myrtillus*. However, the communities remain in the same stages of recreational disturbance as at the beginning of observations, with no significant changes in the species composition or average percentage covers of ground-dwelling species over the past period according to NMDS ordination data. All these facts prove that vegetation recovery under persisting (although reduced) recreational pressure takes more time.

Keywords: pine forests; recreation; dynamics; species composition; ground vegetation horizontal structure; NMDS ordination

For citation: Dobronravina V. N., Volkova E. A., Khramtsov V. N. Dynamics of recreational pine stands in Ozero Shchuchye Nature Reserve (St. Petersburg). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2024. No. 8. P. 42–50. doi: 10.17076/eco1980

Funding. The paper is based on the research carried out under state assignment to the Komarov Botanical Institute RAS «Vegetation of European Russia and Northern Asia: diversity, dynamics, principles of organization» (ID 121032500047-1).

Введение

Одной из неотъемлемых функций городских охраняемых природных территорий является рекреационная. Пребывание на природе оказывает на человека благоприятное физическое и эмоционально-психологическое воздействие, помогает поддерживать его здоровье и работоспособность [Реймерс, 1990; Рысин, 2012; Вахрушева, 2019]. Воздействие рекреации на леса Санкт-Петербурга активно исследовалось с конца 1970-х годов [Савицкая, 1978; Дыренков, 1983], однако основное внимание уделялось изучению разных аспектов (в т. ч. скорости) деградации лесов, а не их восстановления после полного или частичного снятия нагрузки.

Заказник «Озеро Щучье» находится на северном побережье Финского залива неподалеку

от поселка Комарово. Он организован в 2011 г. с целью сохранения и восстановления таежных лесов. Активное рекреационное использование этих территорий началось во второй половине XX века с образованием Курортной зоны Ленинграда; основные нагрузки в летний период приходятся на побережья озер Щучье и Дружинное, в зимний – на камовые холмы. В этих местоположениях растут кустарничково-зеленомошные сосняки высокой рекреационной привлекательности [Природа..., 2017; Государственный...]. В 2008 г. вокруг озера был создан тестовый полигон, на котором проводятся исследования рекреационной нагрузки и рекреационной нарушенности территории. Установлено, что в наибольшей степени дигрессия затронула природные комплексы камовых холмов с пологими склонами и волнистых равнин, сложенных песками, с сосновыми и елово-

сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами. За 11 лет исследований рекреационная нагрузка значительно сократилась благодаря полному запрету въезда автомобилей на территорию заказника (в 2008 г. в дни пиковых нагрузок на 100 м береговой линии приходилось в среднем 9 автомобилей, в 2018 г. – 0); площадь сильно нарушенных участков уменьшилась в два раза [Исаченко и др., 2020].

Целью работы было изучение процесса деградации в сосновых лесах Санкт-Петербурга при снижении антропогенной (рекреационной) нагрузки на фоне естественной возрастной динамики древостоя. Проведен анализ изменений во всех ярусах растительности, а также в видовом составе и структуре нижних ярусов рекреационных сосняков заказника «Озеро Щучье» за 11 лет (с 2011 по 2022 г.).

Материалы и методы

Динамика растительности, долгое время подвергавшейся избыточной рекреационной нагрузке, исследовалась на двух постоянных пробных площадях (ППП), заложенных одновременно с образованием заказника. Пробная площадь «Озеро Щучье-2» (ОЩ-2) размером 50×50 м расположена в сосняке кустарничково-зеленомошном (на 2022 г. средний возраст древостоя 118 лет, III класс бонитета) в пределах склона камового холма (уклон до 7°), сложенного малощебнистыми разнозернистыми песками. До 2011 г. проходящая через ППП лесная дорога активно использовалась автомобилистами; как следствие, растительный покров в западной части был практически уничтожен. Сосняк на ОЩ-2 перед началом наблюдений находился на III стадии рекреационной нарушенности (сильно нарушенное состояние; вытоптано более 10, но менее 50 % площади) [Исаченко и др., 2020].

Пробная площадь «Озеро Щучье-3» (ОЩ-3) размером 50×50 м находится юго-восточнее, в сосняке кустарничково-зеленомошном (на 2022 г. средний возраст древостоя 51 год, I класс бонитета) на пологом склоне камового холма (уклон до 5°) из мелкозернистых песков. Ее положение вблизи берега оз. Щучье обуславливает интенсивную рекреационную нагрузку: через площадку проходит несколько троп, до 2011 г. на ней массово останавливались автомобили, находились кострища. В результате напочвенная растительность занимала всего 24 % площадки, что соответствует IV стадии рекреационной нарушенности (деградация растительного покрова) [Природа..., 2017; Исаченко и др., 2020].

Для анализа были использованы данные мониторинга, проведенного авторами и сотрудниками Санкт-Петербургского государственного университета в 2011, 2014 и 2022 гг. На каждой ППП проводили таксацию древостоя (полный пересчет деревьев по породам, измерение их диаметра и высоты, оценка состояния по шкале от 1 (без признаков ослабления) до 7 (высокий пеня), подроста и подлеска (полный пересчет по породам и четырем градациям высоты); выявляли полный флористический состав (сосудистые растения дополнительно распределяли по эколого-ценотическим группам согласно [Смирнов и др., 2006] с учетом местных особенностей и подсчитывали число видов в каждой группе); определяли проективное покрытие видов травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов на учетных площадках 1×1 м в 20-кратной повторности. Для выявления изменений в горизонтальной структуре нижних ярусов сообществ наносили все микрогруппировки на план в масштабе 1:100 по размеченным на местности квадратам со стороной 5 м [Храмцов и др., 2011]. Названия сосудистых растений приводятся по: [Черепанов, 1995], мохообразных – по: [Hodgetts et al., 2020], лишайников – по: [Westberg et al., 2021].

Постоянство флористического состава за все время наблюдений определяли по значению индекса биотической дисперсии Коха [Koch, 1957] для всех зафиксированных на ППП видов, а также отдельно для сосудистых растений, мохообразных и лишайников (для второй и третьей группы учитывались виды на всех субстратах). Значение, дополняющее общее постоянство флористического состава до 100 %, рассматривалось как общее обновление флоры. Для выявления наличия/отсутствия динамики на основе данных о видовом составе и проективном покрытии напочвенных видов были построены NMDS-ординации с единственным фактором «год» и дистанцией Брея – Кертиса в качестве меры несходства. Использовались функции пакета «vegan» языка R [Oksanen et al., 2013]. Планы горизонтальной структуры были оформлены в ГИС MapInfo.

Результаты и обсуждение

На обеих ППП наблюдается увеличение запаса древостоя со средними приростами 2,9 и 7,1 м³/га в год соответственно. Прирост запаса на ОЩ-2 превышает средние показатели, характерные для III класса бонитета (1,9 м³/га в год), и находится ближе к показателям, указанным для нормальных (полных) древостоев (3,6 м³/га в год); прирост запаса на ОЩ-3 со-

ответствует справочным данным для нормальных (полных) древостоев I класса бонитета [Швиденко и др., 2008]. Соотношение пород по запасу (98С2Б+Е для ОЩ-2 и 79С20Б1Ос для ОЩ-3) на обеих ППП не изменяется за все время наблюдений.

Число деревьев на ОЩ-3 стабильно уменьшается: с 2011 г. выпало 15 % изначального древостоя. Число деревьев на ОЩ-2 уменьшилось незначительно, т. к. из древостоя выпало 15 экземпляров сосны, а перешло из подроста в древостой 10 экземпляров различных видов (5 елей, 4 сосны и 1 береза). Выпадают в основном тонкомерные сосны, иногда березы. На обеих ППП сохраняется присутствие мелколиственных пород (березы на обеих ППП и осины на ОЩ-3).

По состоянию на обеих ППП во все периоды наблюдений доминируют деревья 1 категории (без признаков ослабления). Тем не менее их доля в общем числе деревьев снизилась с 73 до 62 % на ОЩ-2 и с 86 до 56 % на ОЩ-3. Доля сухостоя от числа живых деревьев выросла с 4 до 11 % на ОЩ-2 и фактически с нуля до 14 % на ОЩ-3. Все это свидетельствует об изреживании древостоя.

Подрост на обеих ППП представлен как хвойными, так и мелколиственными породами; на ОЩ-2 доминируют сосна и береза, на ОЩ-3 – осина, в 2022 г. в сочетании с ивой козьей и елью. Численность подроста на ОЩ-2 за 11 лет уменьшилась почти в 3 раза (с 3500 до 1300 шт./га); сокращение наблюдается у всех пород, кроме ели. Основной подрост сосредоточен в градации высоты 0,5–1,5 м. С учетом наличия благонадежного подроста ели во всех градациях высоты ожидается усиление ее роли в древостое. На ОЩ-3 численность подроста за 11 лет увеличилась примерно в 2 раза (с 900 до 1700 шт./га), по большей части за счет ели и ивы козьей. Основной подрост сосредоточен в градации высоты до 0,5 м. С 2011 г. сохраняется единичный экземпляр пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) высотой до 0,5 м.

Ярус подлеска на обеих ППП не сформирован, численность его мала, но с 2011 г. постоянно увеличивается: на ОЩ-2 она выросла более чем в 2 раза, на ОЩ-3 – на треть. На ОЩ-2 в подлеске представлена только рябина. Основная ее численность до 2022 г. приходилась на градацию до 0,5 м, в 2022 г. она примерно поровну распределилась между градациями до 0,5 м и 0,5–1,5 м. На ОЩ-3 подлесок сформирован рябиной (78 % численности), крушиной (*Fragula alnus* Mill.), можжевельником (*Juniperus communis* L.) и ивой ушастой (*Salix aurita* L.). Основная численность подлеска за все время наблюдения приходится на градацию 0,5 м;

за 11 лет значительно выросла доля подлеска в градации 1,6–3,0 м, с 3 до 21 %.

За все время наблюдения на ОЩ-2 отмечено 129 видов растений, из них 28 – сосудистых (в частности, 6 видов деревьев, 5 – кустарничков и 17 – трав), 32 – мохообразных и 69 – лишайников (виды второй и третьей группы учитывались на всех субстратах). На ОЩ-3 отмечен 181 вид, из них 59 – сосудистых (в частности, 11 видов деревьев, 3 – кустарничков, 4 – кустарничков и 41 – трав), 33 – мохообразных и 89 – лишайников (виды второй и третьей группы также учитывались на всех субстратах). Общее обновление флоры за 11 лет на ОЩ-2 составило 38 %, на ОЩ-3 – 35 %. На обеих ППП оно происходит по большей части за счет мохообразных.

Состав сосудистых растений ОЩ-2 характеризуется относительной стабильностью (индекс биотической дисперсии Коха (ИБД) – 77 %). В основном они принадлежат к опушечно-лесной и бореальнолесной эколого-ценотическим группам. Их проективное покрытие и число видов изменяются разнонаправленно: при относительно постоянном (8–9) числе видов опушечно-лесной группы ее покрытие с 2011 г. сократилось на треть (с 6,5 до 4,6 %), в то время как в бореальнолесной группе наблюдается обратная тенденция: покрытие выросло почти в 2 раза, с 17,9 до 29,2 %, при уменьшении числа видов. За время наблюдения на ППП появились виды, типичные для сухих сосняков (*Carex ericetorum* Poll., *Festuca ovina* L.) [Заугольнова, Мартыненко, 2014], на незадернованной поверхности – виды нарушенных местообитаний (*Agrostis tenuis* Sibth., *Juncus tenuis* Willd.) [Природа..., 2017].

Состав сосудистых растений ОЩ-3 более изменчив (ИБД – 64 %) за счет как активного притока видов, так и частично их неустойчивого присутствия (около 20 % видов то появляются, то исчезают). На ППП представлено 8 эколого-ценотических групп; по числу видов доминирует опушечно-лесная группа, по проективному покрытию – бореальнолесная. Здесь так же, как и на ОЩ-2, наблюдаются две противоположные тенденции: при постоянном увеличении числа видов опушечно-лесной группы ее покрытие колеблется незначительно, а у бореальнолесной при относительно постоянном числе видов (5–7) покрытие за время наблюдения выросло более чем на 60 % (с 14 до 22 %). Увеличилось количество видов в луговой и опушечно-луговой группах (с 3 до 7 в каждой), но их покрытие остается незначительным (в среднем 2 % на группу). За время наблюдения на ППП появились как типично лесные (*Anemonoides nemorosa* (L.) Holub, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.), так и луговые и пионерные виды (*Amorpha repens* (L.) C. Presl,

Dactylis glomerata L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Tussilago farfara* L.). Незадернованная поверхность зарастает *Agrostis tenuis*, *Juncus tenuis*, *Festuca rubra* L. [Природа..., 2017].

Состав мохообразных ОЩ-2 за время наблюдения значительно изменился (ИБД – 40 %), увеличившись с 2011 г. в 2 раза в основном за счет напочвенных видов, что свидетельствует о снижении рекреационной нагрузки. Незадернованная почва зарастает типичными видами нарушенных местообитаний (*Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P. Beauv., *Pohlia* spp. Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.). Состав мохообразных ОЩ-3 изменился несколько меньше (ИБД – 53 %), за время наблюдения он увеличился на 30 % за счет видов, растущих на почве и на комлях деревьев. На ППП появился занесенный в Красную книгу Санкт-Петербурга *Ulota intermedia* Schimp. [Красная..., 2018].

Состав лишайников на обеих ППП изменяется мало (средний ИБД – 73 %), в основном за

счет эпифитных видов, появление или исчезновение которых имеет случайный характер.

Горизонтальная структура обеих ППП за время наблюдения заметно изменилась. На ОЩ-2 сохраняется доминирование чернично-зеленомошной (*Vaccinium myrtillus*–*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.+*Dicranum* spp. Hedw.) группировки, площадь которой выросла почти в 2 раза (с 857 до 1560 м²), в основном за счет практически полного поглощения бруснично-чернично-зеленомошной (*Vaccinium vitis-idaea* L.+*V. myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.) и частично зеленомошной (*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.) и плауново-зеленомошной (*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub – *Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.) группировок. Незадернованная почва зарастает черникой и зелеными мхами. На автомобильной дороге появились группировки пионерной растительности, она постепенно превращается в тропу, но все еще хорошо видна (рис. 1).

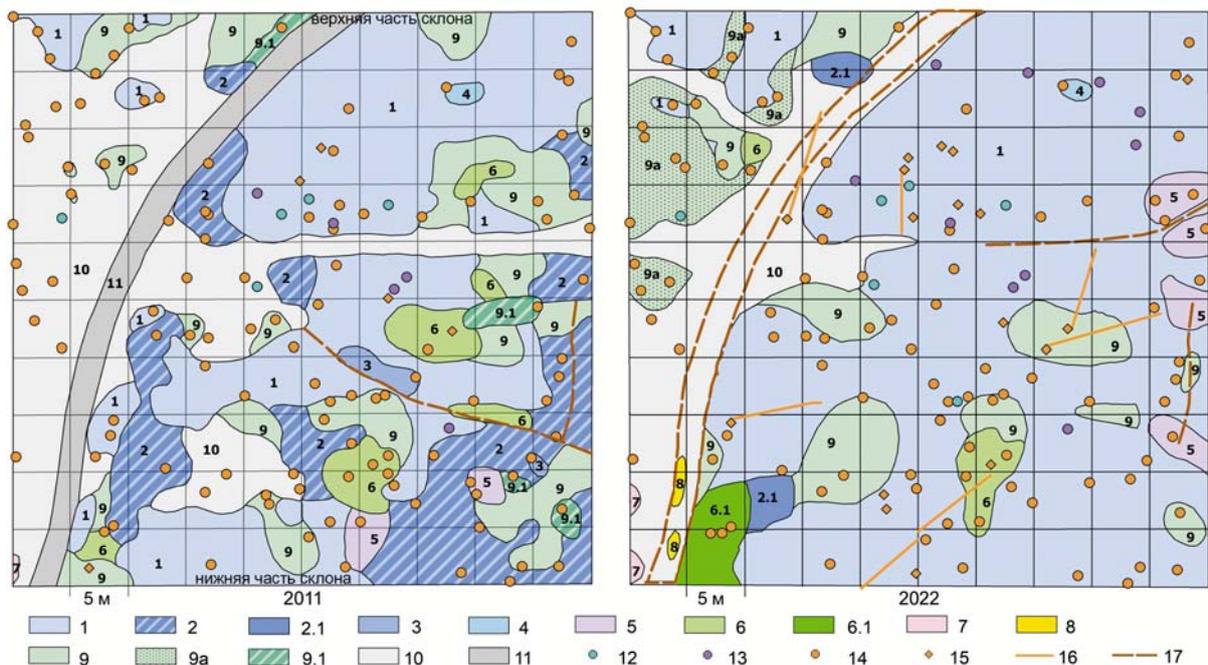


Рис. 1. Горизонтальная структура растительного покрова сосняка кустарничково-зеленомошного (ОЩ-2)

Микрогруппировки/microcenoses: 1 – *Vaccinium myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 2 – *Vaccinium vitis-idaea*+*V. myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 2.1 – *Vaccinium myrtillus*+*V. vitis-idaea*+*Arctostaphylos uva-ursi*+*Calluna vulgaris* (L.) Hull–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 3 – *Vaccinium myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.+*Cetraria islandica* (L.) Ach.+*Cladonia* spp. P. Browne; 4 – *Vaccinium myrtillus*+*V. uliginosum* L.–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 5 – *Vaccinium vitis-idaea*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 6 – *Diphasiastrum complanatum*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 6.1 – *Diphasiastrum complanatum*+*Vaccinium myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 7 – *Arctostaphylos uva-ursi*; 8 – *Agrostis tenuis*+*Poa annua* L.+*Juncus tenuis*; 9 – *Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 9a – *Dicranum scoparium* Hedw. разреженная/sparse; 9.1 – *Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.+*Cetraria islandica*+*Cladonia* spp.; 10 – без растительного покрова/no vegetation cover; 11 – дорога/road. Деревья/trees: 12 – *Betula pendula* Roth, 13 – *Picea abies*, 14 – *Pinus sylvestris*, 15 – *Pinus sylvestris* сухостой/dead wood, 16 – *Pinus sylvestris* валек/fallen logs, 17 – тропы/pathways

Fig. 1. Horizontal structure of vegetation cover in *Pinetum fruticulosum-hylocomiosum* ('Ozero Shchuchye-2' permanent sample plot)

Хотя общее проективное покрытие нижних ярусов за все время наблюдения выросло (с 70 до 83 %), сообщество по-прежнему находится на III стадии рекреационной нарушенности [по: Исаченко и др., 2020].

Аналогичная ситуация сохранения IV стадии рекреационной нарушенности при росте общего проективного покрытия (с 30 до 46 %) наблюдается на ОЩ-3. Частично сменились доминирующие группировки: в 2011 г. это были зеленомошная (*Dicranum* spp.+*Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.; 37 % всей покрытой растительностью площади), бруснично-зеленомошная (*Vaccinium vitis-idaea*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 30 %) и черничная (*Vaccinium myrtillus*; 14 %) группировки; в 2022 г. наибольшая площадь отмечена у черничной группировки (27 % всей покрытой растительностью площади), примерно

равные территории занимают бруснично-зеленомошная и чернично-зеленомошная (*Vaccinium myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; по 20 % каждая), на сформировавшуюся из зеленомошной группировки долгомошно-зеленомошную (*Polytrichum* spp. Hedw.+*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.) приходится 14 % всей покрытой растительностью площади. Незадренованная почва зарастает черникой, зелеными мхами и злаками. Полностью исчезли кострища; на ППП сохраняется несколько троп (рис. 2).

NMDS-ординации показывают, что статистически значимых изменений в видовом составе и среднем проективном покрытии напочвенных видов за время наблюдения не произошло ни на ОЩ-2 ($R^2 = 0,0487$; $p = 0,23$), ни на ОЩ-3 ($R^2 = 0,056$; $p = 0,853$) (рис. 3 и 4).

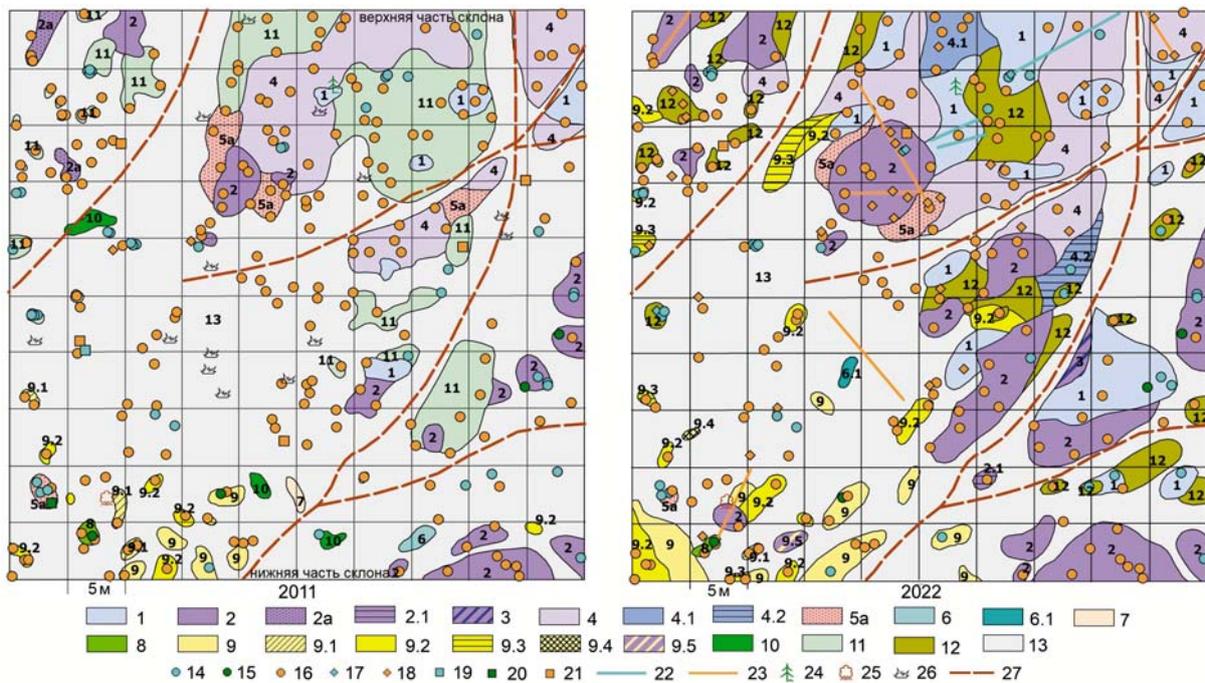


Рис. 2. Горизонтальная структура растительного покрова сосняка кустарничково-зеленомошного с сильно деградированным покровом (ОЩ-3)

Микрогруппировки/microcenoses: 1 – *Vaccinium myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 2 – *Vaccinium myrtillus*; 2a – *Vaccinium myrtillus* разреженная/sparse; 2.1 – *Vaccinium myrtillus*+*Calluna vulgaris*; 3 – *Vaccinium myrtillus*–*Polytrichum* spp.; 4 – *Vaccinium vitis-idaea*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 4.1 – *Vaccinium vitis-idaea*+*V. myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 4.2 – *Vaccinium vitis-idaea*+*Calluna vulgaris*+*Vaccinium myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 5a – *Vaccinium vitis-idaea* разреженная/sparse; 6 – *Convallaria majalis* L.+*Melampyrum pratense* L.; 6.1 – *Melampyrum pratense*; 7 – *Plantago major* L.; 8 – *Antennaria dioica* (L.) Gaertn.+*Avenella flexuosa* (L.) Drej.+*Rumex acetosella* L.; 9 – *Agrostis tenuis*+*Festuca ovina*+*Avenella flexuosa*; 9.1 – *Avenella flexuosa*; 9.2 – *Festuca ovina*; 9.3 – *Festuca ovina*+*Calluna vulgaris*; 9.4 – *Agrostis tenuis*; 9.5 – *Vaccinium myrtillus*+*Agrostis tenuis*+*Festuca ovina*+*Avenella flexuosa*; 10 – *Poa annua*; 11 – *Dicranum* spp.+*Pohlia nutans*; 12 – *Polytrichum* spp.+*Pleurozium schreberi*+*Dicranum* spp.; 13 – без растительного покрова/no vegetation cover. Деревья/trees: 14 – *Betula pendula*; 15 – *Populus tremula* L.; 16 – *Pinus sylvestris*; 17 – *Betula pendula* сухостой/dead wood; 18 – *Pinus sylvestris* сухостой/dead wood; 19 – *Betula pendula* пень/a stump; 20 – *Populus tremula* пень/a stump; 21 – *Pinus sylvestris* пень/a stump; 22 – *Betula pendula* валеж/fallen logs; 23 – *Pinus sylvestris* валеж/fallen logs. Подрост и подлесок/undergrowth: 24 – *Abies sibirica*; 25 – *Juniperus communis*. 26 – кострища/bonfire sites; 27 – тропы/pathways

Fig. 2. Horizontal structure of vegetation cover in *Pinetum fruticulosum-hylocomiosum* with degraded vegetation cover ('Ozero Shchuchye-3' permanent sample plot)

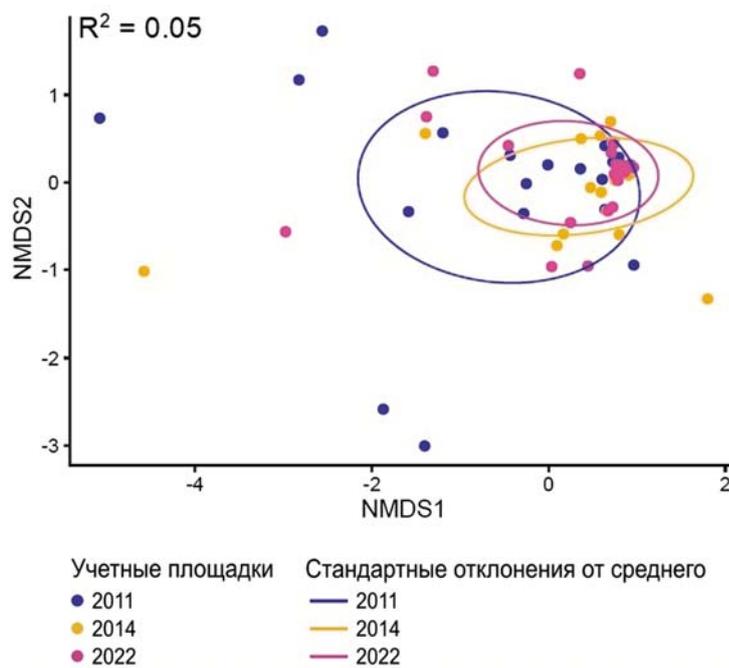


Рис. 3. Ординационная диаграмма напочвенной растительности на метровых площадках в сосняке кустарничково-зеленомошном (ОЦ-2)

Fig. 3. Ordination diagram of ground vegetation in one-square meter sample plots in *Pinetum fruticoso-hylocomiosum* ('Ozero Shchuchye-2' permanent sample plot)

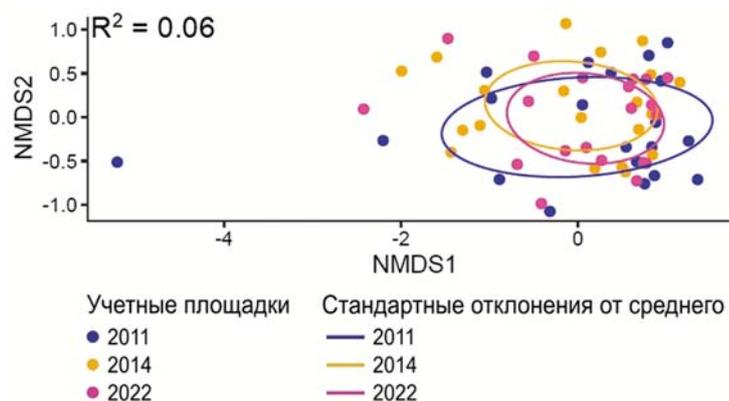


Рис. 4. Ординационная диаграмма напочвенной растительности на метровых площадках в сосняке кустарничково-зеленомошном с сильно деградированным покровом (ОЦ-3)

Fig. 4. Ordination diagram of ground vegetation in one-square meter sample plots in *Pinetum fruticoso-hylocomiosum* with degraded vegetation cover ('Ozero Shchuchye-3' permanent sample plot)

Это соответствует литературным данным, согласно которым для восстановления напочвенного покрова при полном снятии антропогенной нагрузки (чего в исследуемом случае не произошло) без проведения каких-либо мероприятий требуется минимум 10–15 лет [Будрюнас, 1971; Полякова и др., 1981; Larson, Rew, 2022].

Выводы

Создание заказника и связанные с этим ограничения положительно повлияли на исследуемые сообщества. Увеличилось общее биоразнообразие, во флористическом составе стало больше типично лесных видов, среди мохообразных появились виды, занесенные

в Красную книгу Санкт-Петербурга [2018]; выросла численность подлеска. Заметно изменилась горизонтальная структура нижних ярусов сообществ; незадернованная почва постепенно зарастает пионерной растительностью, зелеными мхами и черникой. Все это свидетельствует о происходящем процессе демуляции. Тем не менее отсутствие статистически значимых изменений в видовом составе и среднем проективном покрытии напочвенных видов и то, что исследуемые сообщества остались на тех же стадиях нарушенности, свидетельствует, что 11 лет – недостаточный срок для восстановления растительного покрова в условиях сохраняющейся (хотя и снизившейся) рекреационной нагрузки.

Авторы выражают искреннюю благодарность принимавшим участие в полевых работах и обработке данных сотрудникам кафедры физической географии и ландшафтного планирования Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета Г. А. Исаченко и А. И. Резникову, а также сотрудникам лаборатории лишенологии и бриологии БИН РАН Л. Е. Курбатовой, Э. Г. Гинзбург, Д. Е. Гимельбранту и И. С. Степанчиковой.

Литература

Будрюнас А. Р. Антропогенная дигрессия лесов в густонаселенных районах // Вопросы охраны ботанических объектов. М.: Наука, 1971. С. 48–53.

Вахрушева К. Городские ООПТ в мире: где, как и зачем // Экология и право. 2019. № 75. С. 18–26.

Государственный природный заказник «Озеро Щучье» // ГКУ «Дирекция особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. URL: https://oopt.spb.ru/protected_area/ozero-schuchje/ (дата обращения: 03.09.2024).

Дыренков С. А. Изменения лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 20–34.

Заугольнова Л. Б., Мартыненко В. Б. ОпределиТЕЛЬ типов леса европейской части России [Электронный ресурс]. 2014. URL: <https://cepl.rssi.ru/bio/forest/index.htm> (дата обращения: 22.08.2024).

Исаченко Т. Е., Исаченко Г. А., Озерова С. Д. Оценка рекреационной нарушенности и регулирование рекреационных нагрузок на особо охраняемых природных территориях Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2020. Т. 65, вып. 1. С. 16–32. doi: 10.21638/spbu07.2020.102

Красная книга Санкт-Петербурга / Отв. ред. Д. В. Гельтман. СПб.: Дитон, 2018. 568 с.

Полякова Г. А., Малышева Т. В., Флеров А. А. Антропогенное влияние на сосновые леса Подмоськвы. М.: Наука, 1981. 144 с.

Природа заказника «Озеро Щучье» / Ред. Е. А. Волкова, Г. А. Исаченко, В. Н. Храмов. СПб., 2017. 188 с.

Реймерс Н. Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. 637 с.

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

Савицкая С. Н. О рекреационной деградации пригородных лесов // Ботанический журнал. 1978. Т. 63, № 12. С. 1710–1720.

Смирнов В. Э., Ханина Л. Г., Бобровский М. В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2006. Т. 111, вып. 2. С. 36–47.

Храмов В. Н., Волкова Е. А., Исаченко Г. А., Резников А. И. Методика ведения мониторинга и состав наблюдений природных комплексов на ООПТ Санкт-Петербурга. СПб., 2011. 38 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Швиденко А. З., Щепаченко Д. Г., Нильсон С., Булуй Ю. И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / Федеральное агентство лесного хоз-ва, Междунар. ин-т прикладного системного анализа. 2-е изд., доп. М., 2008. 886 с.

Hodgetts N. G., Söderström L., Blockeel T. L., Caspari S., Ignatov M. S., Konstantinova N. A., Lockhart N., Papp B., Schröck C., Sim-Sim M., Bell D., Bell N. E., Blom H. H., Bruggeman-Nannenga M. A., Brugués M., Enroth J., Flatberg K. I., Garilleti R., Hedenäs L., Holyoak D. T., Hugonnot V., Kariyawasam I., Köckinger H., Kučera J., Lara F., Porley R. D. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus // J. Bryol. 2020. Vol. 42, no. 1. P. 1–116. doi: 10.1080/03736687.2019.1694329

Koch L. F. Index of biotal dispersity // Ecology. 1957. Vol. 38, no. 1. P. 145–148.

Larson C. D., Rew L. J. Restoration intensity shapes floristic recovery after forest road decommissioning // J. Environ. Manag. 2022. Vol. 391. Art. 115729. doi: 10.1016/j.jenvman.2022.115729

Oksanen J., Blanchet F. G., Kindt R., Legendre P., O'Hara R. G., Simpson G., Solymos P., Stevens H., Wagner H. Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. 2013. R package version 1.7.

Westberg M., Moberg R., Myrdal M., Nordin A., Ekman S. Santesson's checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi. Uppsala University: Museum of Evolution, 2021. 933 p.

References

Budryunas A. R. Anthropogenic digression in densely populated regions. *Voprosy okhrany botanicheskikh ob"ektov = Issues of botanical objects protection*. Moscow: Nauka; 1971. P. 48–53. (In Russ.)

Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). St. Petersburg: Mir i sem'ya; 1995. 992 p. (In Russ.)

Dyrenkov S. A. Changes in forest biogeocenoses under the influence of recreational loads and possibilities of their regulation. *Rekreatsionnoe lesopol'zovanie v SSSR = Recreational use of forests in the USSR*. Moscow: Nauka; 1983. P. 20–34. (In Russ.)

Gel'tman D. V. (ed.). The Red Data Book of Saint Petersburg. St. Petersburg: Diton; 2018. 568 p. (In Russ.)

Hodgetts N. G., Söderström L., Blockeel T. L., Caspari S., Ignatov M. S., Konstantinova N. A., Lockhart N., Papp B., Schröck C., Sim-Sim M., Bell D., Bell N. E., Blom H. H., Bruggeman-Nannenga M. A., Brugués M., Enroth J., Flatberg K. I., Garilleti R., Hedenäs L., Holyoak D. T., Hugonnot V., Kariyawasam I., Köckinger H., Kučera J., Lara F., Porley R. D. An annotated check list of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *J. Bryol.* 2020;42(1):1–116. doi: 10.1080/03736687.2019.1694329

Isachenko T. E., Isachenko G. A., Ozerova S. D. Evaluation of recreational disturbance and the regulation of loads on specially protected natural areas in St. Petersburg. *Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle = Vestnik of St. Petersburg University. Earth Sciences.* 2020;65(1):16–32. (In Russ.). doi: 10.21638/spbu07.2020.102

Khramtsov V. N., Volkova E. A., Isachenko G. A., Reznikov A. I. Monitoring methodology and observation of natural complexes composition on specially protected natural areas in St. Petersburg. St. Petersburg; 2011. 38 p. (In Russ.)

Koch L. F. Index of biotal dispersity. *Ecology.* 1957;38(1):145–148.

Larson C. D., Rew L. J. Restoration intensity shapes floristic recovery after forest road decommissioning. *J. Environ. Manag.* 2022;391:115729. doi: 10.1016/j.jenvman.2022.115729

Oksanen J., Blanchet F. G., Kindt R., Legendre P., O'Hara R. G., Simpson G., Solymos P., Stevens H., Wagner H. Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. 2013. R package version 1.7.

Polyakova G. A., Malysheva T. V., Flerov A. A. Anthropogenic impact on pine forests in the Moscow region. Moscow: Nauka; 1981. 144 p. (In Russ.)

Reymers N. F. Environmental management. Moscow: Mysl'; 1990. 636 p. (In Russ.)

Rysin L. P., Rysin S. L. Urban forestry. Moscow: KMK; 2012. 240 p. (In Russ.)

Savitskaya S. N. On recreational degradation of suburban forests. *Bot. Zhurn.* 1978;63(12):1710–1720. (In Russ.)

Shvidenko A. Z., Shchepashchenko D. G., Nilsson S., Bului Yu. I. Tables and models of growth and productivity of forests of major forest forming species of Northern Eurasia (standard and reference materials). 2nd ed., enl. Moscow; 2008. 886 p. (In Russ.)

Smirnov V. E., Khanina L. G., Bobrovskii M. V. Validation of the ecological-coenotical groups of vascular plant species for European Russian forests on the basis of ecological indicator values, vegetation releves and statistical analysis. *Byul. MOIP. Otd. biol. = Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series.* 2006;111(2):36–47. (In Russ.)

State Nature Reserve 'Ozero Shchuchye'. *GKU «Direktsiya osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii Sankt-Peterburga» = State institution 'Directorate of the specially protected natural areas in St. Petersburg'*. (In Russ.). URL: https://oopt.spb.ru/protected_area/ozero-schuchje/ (accessed: 03.09.2024).

Vakhrusheva K. Urban protected areas in the world: where, how and why. *Ekologiya i pravo = Ecology and Law.* 2019;75:18–26. (In Russ.)

Volkova E.A., Isachenko G. A., Khramtsov V. N. (eds.). Nature of the reserve 'Ozero Shchuchye'. St. Petersburg; 2017. 188 p. (In Russ.)

Westberg M., Moberg R., Myrdal M., Nordin A., Ekman S. Santesson's checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi. Uppsala University: Museum of Evolution; 2021. 933 p.

Zaugol'nova L. B., Martynenko V. B. A field guide of forest types of European Russia. 2014. (In Russ.). URL: <https://cepl.rssi.ru/bio/forest/index.htm> (accessed: 22.08.2024).

Поступила в редакцию / received: 30.10.2024; принята к публикации / accepted: 04.12.2024.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Добронравина Валентина Николаевна

аспирант, старший лаборант лаборатории географии и картографии растительности

e-mail: dobronravina.v@yandex.ru

Волкова Елена Анатольевна

канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории географии и картографии растительности

e-mail: EVolkova@binran.ru

Храмцов Владимир Николаевич

канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории географии и картографии растительности

e-mail: VKhramtsov@binran.ru

CONTRIBUTORS:

Dobronravina, Valentina

Doctoral Student, Senior Laboratory Technician

Volkova, Elena

Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher

Khramtsov, Vladimir

Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher