

сосны от ^{137}Cs [5]. Наличие данных по радиоактивному загрязнению отдельных элементов лесных насаждений позволило установить их потенциальный вклад в общее загрязнение ^{137}Cs и ^{90}Sr лесных горючих материалов в ЗО ЧАЭС [6].

Ведение долгосрочного радиационно-экологического мониторинга лесных экосистем позволяет выявлять закономерности поведения радионуклидов в их компонентах, прогнозировать развитие радиационной обстановки в них и иметь актуальную информацию для принятия решений по управлению территорией ЗО. Результаты радиационно-экологического мониторинга лесных экосистем ЗО ЧАЭС могут стать существенным дополнением для Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыль-ской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / В. А. Ипатьев [и др.]. – Гомель : Речицкая укрупненная типография, 1999. – 454 с.

2. Переволоцкий, А. Н. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах / А. Н. Переволоцкий. – Гомель : Институт радиологии, 2006. – 255 с.

3. Роцин, В. Е. Системно-факторный радиационно-экологический мониторинг лесных биоценозов ПГРЭЗ / В. Е. Роцин, Г. Д. Матусов // Радиация и Чернобыль: Наука и практика : материалы междунар. науч. конф. (Гомель, 13–14 окт. 2011 г.) / редкол.: А. Д. Наумов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – С. 150–152.

4. Переволоцкий, А. Н. Обоснование ведения системы радиоэкологического мониторинга в лесных биогеоценозах на различных этапах после аварийных радиоактивных выпадений / А. Н. Переволоцкий, Т. В. Переволоцкая // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2012. – Т. 52, № 3. – С. 312–316.

5. Гарбарук, Д. К. Изменение радиационной обстановки в сосняках мшистых в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС / Д. К. Гарбарук, А. В. Углынец, М. В. Кудин // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2021. – Т. 61, № 5. – С. 524–535. – [https://doi: 10.31857/S0869803121050064](https://doi.org/10.31857/S0869803121050064).

6. Гарбарук, Д. К. Потенциальный вклад компонентов черноольховых насаждений заповедной зоны ПГРЭЗ в биомассу лесных горючих матери-алов и содержание в них ^{137}Cs и ^{90}Sr / Д. К. Гарбарук, А. В. Углынец, С. В. Шумак // Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, ИЭБ им. В.Ф. Купревича. – Минск, 2021. – Вып. 50 : Ботаника (исследования). – С. 123–139.

Исаченко Т.Е., Исаченко Г.А.

МОНИТОРИНГ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация, tatiana.isachenko@gmail.com, greg.isachenko@gmail.com*

The technique for monitoring vegetation changes under the influence of recreational loads is considered. Monitoring was carried out at a key area within the protected natural area of St. Petersburg in the period 2008–2019. The results of the monitoring are reflected on the maps of recreational disturbance of vegetation in 2008 and 2019. The final result of the study was the map showing the direction of the processes of change in the vegetation cover of the key area.

Увеличение рекреационных нагрузок на особо охраняемые природные территории, расположенные в городах или в ближайших пригородах, с каждым годом становится все более острой проблемой. Изменения затрагивают прежде всего

растительный покров. Мониторинг изменения растительности в пределах ООПТ, подверженных значительным рекреационным нагрузкам, сегодня становится особенно актуальной задачей.

Для проведения мониторинга использовалась методика картографирования рекреационной нарушенности растительности на базе ландшафтных карт. Исследования проводились в 2008–2019 гг. на тестовом полигоне, примыкающем к берегам озера Щучье (Курортный район Санкт-Петербурга). Оценка состояния растительности тестового полигона проводилась в 2008 и в 2019 гг. – до создания ООПТ и через 8 лет после ее организации.

На начальном этапе была создана карта ландшафтных местоположений, положенная в основу исследования. Оценка состояния растительности проводилась по ландшафтными контурам и включала несколько этапов: 1) выбор показателей; 2) определение фактических величин выбранных показателей; 3) разработка градаций выбранных показателей применительно к исследуемой территории; 5) расчет суммарного показателя рекреационной нарушенности растительности; 6) картографирование рекреационной дигрессии растительности.

Используемые показатели: К1 – степень вытоптанности напочвенного покрова (доля площади с обнаженной почвой или грунтом, %); К2 – доля площади (%), занятой вторичными растительными группировками с преобладанием устойчивых к вытаптыванию, преимущественно рудеральных травянистых видов; К3 – количество пней спиленных и срубленных деревьев (шт./га); К4 – поврежденность древесной растительности (% поврежденных деревьев от их общего количества). Для каждого ландшафтного выдела были определены фактические величины выбранных показателей и проведена их градация (таблица).

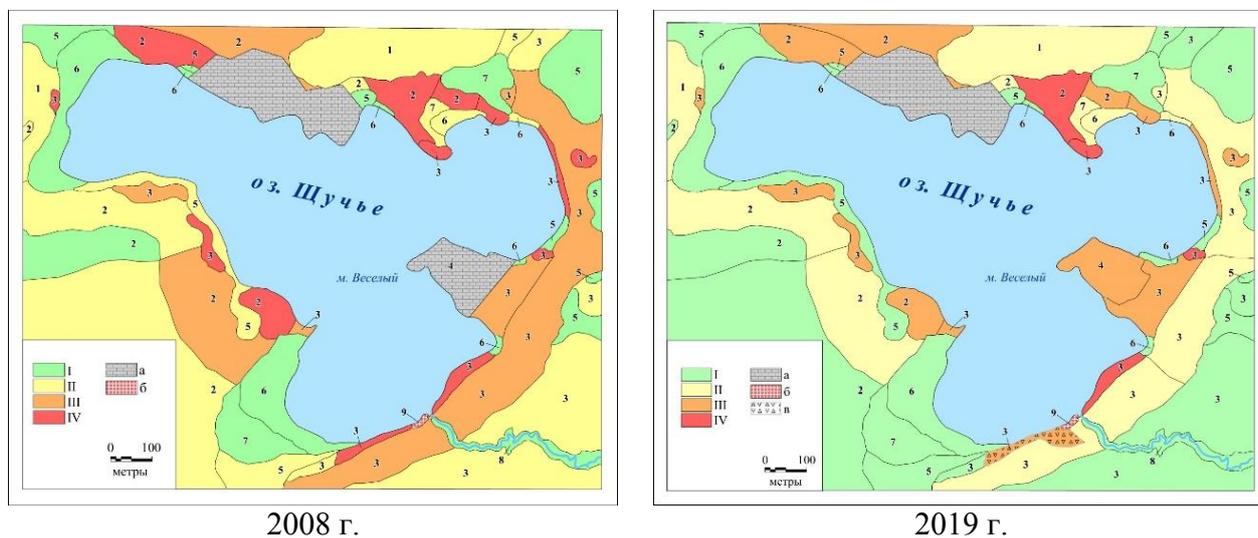
Таблица – Градации показателей рекреационной нарушенности растительности для тестового полигона «Щучье озеро»

Показатели	Градация показателей (баллы)			
	1	2	3	4
К1 – степень вытоптанности (%)	<1	1–10	11–50	51–100
К2 – площадь занятая вторичными растительными группировками (%)	<1	1–10	11–50	51–100
К3 – количество пней (шт./га)	<50	50–100	101–200	>200
К4 – поврежденность древесной растительности (%)	<10	10–50	51–90	91–100

На основе сопоставления полученных результатов с материалами исследований по изучению рекреационной дигрессии лесных сообществ был введен суммарный показатель рекреационной нарушенности растительности ($K=2K1+K2+K3+K4$). Полученные значения суммарного показателя были ранжированы по 4 градациям. 1) Малонарушенное состояние: вытоптанность не отмечается даже в виде слабовыраженной тропинойной сети; вторичная растительность практически отсутствует. 2) Нарушенное состояние: имеется отчетливо выраженная тропинойная сеть; на тропинках и старых кострищах присутствуют рудеральные виды растений; процент поврежденных деревьев может достигать 25%. 3) Сильнонарушенное состояние: древостой слабо сомкнут, группы деревьев ограничены тропинками, дорогами и полянами; вытоптанность площади контура до 50%; бóльшая доля поврежденных деревьев (до 50%); вторичные группировки растений занимают заметную площадь. 4) Деградация растительного покрова: вытоптанность исходного

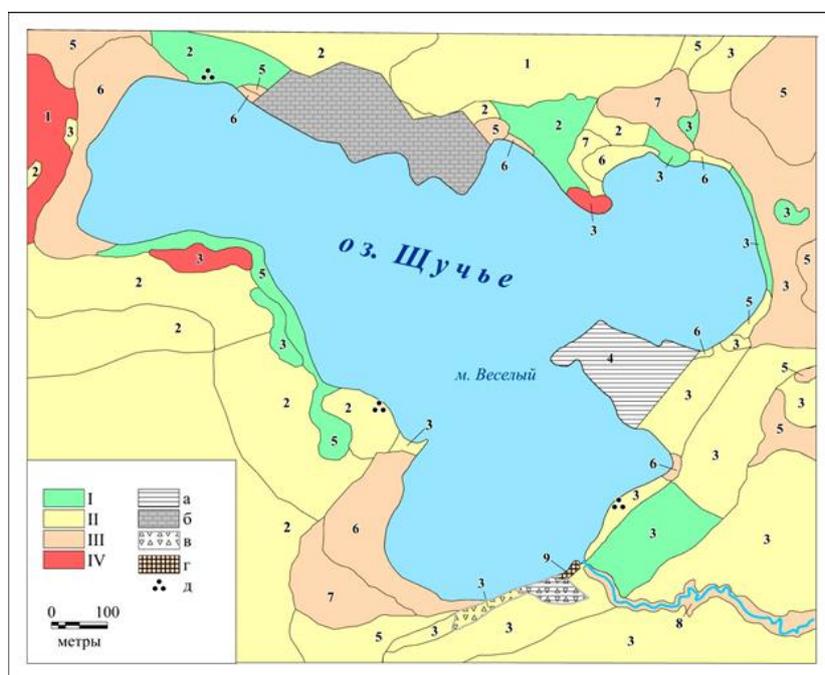
растительного напочвенного покрова до 100%; площадь вторичных растительных группировок нередко более 50%; почти полностью отсутствует подрост; подрост сохраняется в небольшом числе куртин; количество поврежденных деревьев достигает 100%, часто обнажены корни деревьев.

По данным исследования 2008 и 2019 гг. были составлены карты рекреационной нарушенности растительности тестового полигона (рисунок 1).



I – малонарушенный, II – нарушенный, III – сильнонарушенный, IV – деградация.
а – закрытые территории, б – пляж, в – обустроенная для отдыха территория.

Рисунок 1 – Рекреационная нарушенность растительности тестового полигона «Щучье озеро»



Разность показателей (К)
2008 г. и 2019 г. (баллы):
I – значительное уменьшение (4-7)
II – уменьшение (1-3)
III – стабилизация (0)
IV – увеличение (-1 – -2)

Условные обозначения:
а – нет данных;
б – закрытая база отдыха; в – обустроенная для отдыха территория;
г – пляж;
д – формирование пляжа в результате деградации напочвенного покрова.

Рисунок 2 – Изменение рекреационной нарушенности растительности тестового полигона (цифрами на карте обозначены ландшафтные местоположения)

Результаты мониторинга 2019 г. показали значительное улучшение состояния растительности тестового полигона, обусловленное установлением режима ООПТ в 2011 г. Однако в силу различных темпов развития природных процессов в разных ландшафтных контурах, качественных и количественных изменений рекреационных нагрузок смена состояний растительности идет с различной скоростью. Это отражено на карте изменения степени рекреационной нарушенности растительности за период 2008–2019 гг. (рисунок 2). Изменение рекреационной нарушенности растительности оценивалось по разности фактических величин (баллов) суммарных показателей 2008 и 2019 гг. По полученным данным, на 72% территории отмечена положительная динамика восстановительных процессов (из них на 8% – значительная положительная динамика), 19% территории находится в стабильном состоянии, и только для 3% территории зафиксировано увеличение степени антропогенной нарушенности растительности.

Мониторинг и картографирование рекреационной нарушенности растительности тестового полигона на ландшафтной основе дало возможность выявить проблемные участки территории, где восстановительные процессы замедлены либо продолжается деградация растительного покрова. На этих участках должны быть приняты первоочередные действия по обустройству территории и управленческие решения с целью снижения рекреационных нагрузок и регулирования рекреационных потоков.

Катаева М.Н., Беляева А.И.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКАХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

*ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, tkmarikat@gmail.com*

*Chemical composition of lichens (*Hypogymnia physodes*, *Bryoria fuscescens* *Pseudevernia furfuracea*, *Platismatia glauca*) was different on trunks of silver birch, pine (*Pinus sylvestris* L.), and common juniper (*Juniperus communis* L.). The most remarkable effect on the accumulation of elements in lichens was caused by the phorophyte and factors of landscape. The content of Pb, Cd, and Fe in lichens is higher than accumulation by needles.*

Фоновые концентрации в эпифитных лишайниках на северо-западе европейской части не установлены. Изучали особенности накопления тяжелых металлов в талломах лишайников, произрастающих на разных видах форофитов в сообществах сосняков кустарничково-зеленомошных средней тайги. Район исследования расположен на юге Ладожско-Онежского перешейка. Содержание Mn, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd и Pb в лишайниках и их субстратах (корке, хвое сосны и можжевельника, сухой древесине ветвей можжевельника) определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре КВАНТ-АФА. Приведены данные химического состава лишайников, поселяющихся на можжевельнике. Образцы собраны в июле 2018 г., далее работа продолжена в 2019–2022 гг. Высота сбора образцов 1,3 м.

При химическом анализе во всех образцах лишайников обнаружены низкие концентрации Ni, Cu, Cd и Pb. Концентрации потенциально токсичных элементов различаются в связи с жизненной формой лишайников. В отличие от листоватого