

УДК 582: 001.4

ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ Г. КОСТОМУКШИ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Гайдыш И.С., Тарасова В.Н., Марковская Е.Ф.

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: vika18@sampo.ru

Дана оценка уровня воздушного загрязнения г. Костомукши методом лишеноиндикации. Вся территория города была разбита на 56 квадратов размером 200×200 м, в каждом из которых вели учет видового разнообразия и покрытия эпифитных лишайников на стволах сосны во фрагментах сосновых насаждений. Видовой состав эпифитных лишайников на стволах сосны в условиях города насчитывает 25 видов, что составляет 60% потенциально возможного биоразнообразия лишайников. Общее покрытие, общее число видов в квадрате и среднее число видов в описании, а также покрытие и встречаемость отдельных видов лишайников существенно варьируются в разных районах города. По состоянию лишайникового покрова на территории города при помощи метода картографирования и кластерного анализа выделены 3 зоны, различающиеся по степени загрязнения: умеренно-, слабозагрязненная и «условно» не загрязненная. Сделан вывод об отсутствии воздействия выбросов комбината и преобладающем влиянии автотранспорта.

Ключевые слова: лишайники, сосна обыкновенная, загрязнение воздуха, картографирование, Костомукша

LICHENOINDICATION OF THE AIR ENVIRONMENT IN KOSTOMUKSHA (KARELIA)

Gaidysh I.S., Tarasova V.N., Markovskaja E.F.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: vika18@sampo.ru

The level of the air pollution in Kostomuksha city was estimated by method of lichenoidication. The whole area of the city was divided into 56 squares of 200×200 m, in all of which species diversity and cover of epiphytic lichens on the trunks of pine trees were registered in the fragments of pine forests. The species composition of epiphytic lichens on the pine trunks of city consists of 25 species, that representing 60% of the potential biodiversity of lichens. The total coverage, the total number of species in a squares, and the average number of species in the descriptions varied greatly in different parts of the city, as well as coverage and frequents of lichens. Based on state of lichen cover, three areas that differ in the degree of pollution were determined in the city with using the method of mapping and cluster analysis: moderate polluted, lightly polluted and “contingently” non polluted. It was concluded that there is no impact on the environment of the Kostomuksha industrial works emissions and prevailing influence of autotransport.

Keywords: lichens, Scotch pine, atmospheric pollution, map-making, Kostomuksha

Лишайники как объекты мониторинга широко используются для оценки состояния атмосферного загрязнения на различных территориях, в том числе и городов [1 и др.]. Костомукша – молодой город (основан в 1983 г.), площадью 3,4 км², с населением около 28,7 тыс. человек (2013 г.), расположен на северо-западе Карелии. Его возникновение связано со строительством Костомукшского горно-обогатительного комбината (КГОКа). Город относительно комбината расположен в противоположной стороне действия преобладающих ветров; жилищное строительство и проведение коммуникаций проектировалось с учетом максимального сохранения участков леса. Комбинат, расположенный в 10 км к северо-востоку от города, является одним из основных источников загрязняющих веществ в Карелии. За 2009 г. Костомукшским городским округом было выброшено в атмосферу 45,6 тыс. т загрязняющих веществ, что составляет 41% всех выбросов в Карелии. В состав основных выбросов комбината входят твердые вещества – 11%, диоксид серы – 82%, оксид углерода – 3,1%

и оксиды азота – 3,3%. При этом вклад автотранспорта в суммарные выбросы города составляет 9,6%, из них оксида углерода – 69,2%, оксидов азота – 41,5% [5]. Растительность района относится к подзоне северной тайги, преобладают сосновые леса (80% от лесопокрытой площади) [6]. На территории города повсеместно встречаются фрагменты естественных насаждений – сосняков зеленомошных.

С начала постройки комбината и основания города проводятся мониторинговые исследования на прилегающих к нему территориях. В 1990–1993 гг. была выполнена работа по инвентаризации лишенофлоры промышленной зоны Костомукши и территории заповедника «Костомукшский», дана оценка воздействия КГОКа на лишайники [14, 18]. Был сделан вывод об отсутствии на тот момент трансформирующего влияния КГОКа на лишайники ввиду небольшого срока его действия. Тем не менее, данные дистанционного космического зондирования состояния лесов показывают, что в 1992 г. загрязнение от трубы комбината в северо-восточном направлении

распространилось на 25–30 км, а в юго-западном – достигло территории города [7]. В 1998–1999 гг. повторное исследование лишайников позволило выделить зоны слабого и умеренного пылевого загрязнения вблизи КГОКа, простирающиеся на 2 км в юго-западном и 5,5 км в северо-восточном направлениях от внутренней зоны комбината соответственно [17]. Вместе с тем состояние лишайникового покрова на территории города Костомукша вне промышленной зоны остается не изученным.

Материалы и методы исследования

В работе был использован метод картографирования [1]. Вся территория города была разбита на 56 квадратов размером 200×200 м (рис. 1). В каждом

квадрате, в пределах фрагмента соснового насаждения, случайным образом отбирались по 8 деревьев сосны (*Pinus sylvestris* L.), соответствующих следующим параметрам: прямостоячие, внешне не поврежденные, возрастом более 100 лет, высотой 19–22 м, с диаметром ствола 22–28 см, с радиусом кроны 1,3–2,1 м. Описания эпифитного лишайникового покрова производились при помощи рамки 10×20 см у основания ствола и на высоте 130 см от земли с двух сторон света (север и юг). В описаниях оценивали следующие характеристики: видовое разнообразие, общее проективное покрытие и покрытия отдельных видов лишайников. Было выполнено 1792 описания на 448 деревьях. Кроме того, для анализа общего видового разнообразия и встречаемости лишайников были учтены все виды, обитающие на стволах деревьев на высоте от 0 до 2 м. Работа выполнена в полевые сезоны 2009–2010 гг.



Рис. 1. Схема деления территории г. Костомукша на квадраты размером 200×200 м и местоположение исследованных фрагментов сосновых сообществ. Квадраты обозначены буквенно-цифровыми символами: по горизонтали буквами латинского алфавита в диапазоне G-N, по вертикали цифрами в диапазоне 9–17

Для каждого квадрата были рассчитаны следующие показатели эпифитного лишайникового покрова: общее число видов, среднее число видов в описании,

среднее общее проективное покрытие, встречаемость и покрытие отдельных видов лишайников. Названия видов приводятся в соответствии со «Списком

лихенофлоры России» [15]. Для определения категорий чувствительности видов к загрязнению использовалась классификация В.В. Горшкова [3], с некоторыми изменениями и дополнениями [16]. Обработка данных выполнена на основе кластерного анализа [8]. Для графического представления данных и обобщения результатов использованы методы ГИС технологий [10].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования установлено, что видовой состав эпифитных лишайников на стволах сосны в условиях города Костомукша насчитывает 25 видов (таблица). Согласно литературным данным, на территории Костомукшского заповедника и в промышленной зоне г. Костомукша на стволах сосны встречается 42 вида лишайников [18]. Таким образом, на территории города выявлено около 60% потенциально возможного биоразнообразия лишайников.

Общее проективное покрытие лишайников в отдельных описаниях варьируется от 0 до 85%, составляя в среднем 10%. Число описаний без лишайников – 548 (31%). Число видов в описаниях изменяется от 0 до 9. Доминантными видами на стволах сосны в сосновых насаждениях на территории города являются *Hypogymnia physodes*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, *Imshaugia aleurites*, виды рода *Cladonia*, что типично для Фенноскандии и Северо-запада России [2, 3, 4, 9, 13, 18, 19, 20, 21 и др.]. На долю этих видов у основания стволов приходится 98% общего покрытия, на высоте 130–150 см – 96%. Единично встретились такие виды, как *Alectoria sarmentosa*, *Cladonia macilenta*, *Pseudevernia furfuracea*. Вид *Bryoria fremontii*, занесенный в Красную книгу Российской Федерации [12] и Красную книгу Республики Карелия [11], был встречен в 6 квадратах на окраинах города.

Покровие, встречаемость и доля участия эпифитных лишайников на стволах сосны у основания деревьев и на высоте 130 см от земли в сосняках зеленомошных г. Костомукша

Виды лишайников	Класс*	Среднее покрытие, %		Встречаемость, %		Доля участия, %	
		Высота над землей, см					
		0–20	130–150	0–20	130–150	0–20	130–150
<i>Alectoria sarmentosa</i> (Ach.) Ach.	4	0	< 0,01	0	0,2	0	< 0,10
<i>Bryoria capillaris</i> (Ach.) Brodo et D. Hawksw.	3	0	0,03	0	16,7	0	0,2
<i>B. fremontii</i> (Tuck.) Brodo et D. Hawksw.	3	0	< 0,01	0	1,8	0	< 0,1
<i>B. furcellata</i> (Fr.) Brodo et D. Hawksw.	3	0	0,01	0	15,0	0	0,1
<i>B. fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.	3	0	0,04	0	27,2	0	0,3
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	3	0,72	0	17,0	0	11,3	0
<i>C. digitata</i> (L.) Hoffm.	2	0,22	0	2,9	0	1,7	0
<i>C. fimbriata</i> (L.) Fr.	3	0,62	0	13,0	0	10,0	0
<i>C. macilenta</i> Hoffm.	3	0,02	0	0,2	0	0,5	0
<i>C. subulata</i> (L.) Weber ex Wigg.	3	0,25	0	4,8	0	2,3	0
<i>C. uncialis</i> (L.) F. H. Wigg.	4	0,01	0	0,2	0	0,2	0
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	2	0,48	10,2	23,7	88,1	16,1	36,9
<i>H. tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	3	< 0,01	0,24	4,7	15,6	0,1	2,4
<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S.L.F.Meyer	2	0,20	1,55	12,3	85,5	9,2	20,2
<i>Lecanora</i> spp.	2	0	< 0,01	0	0,9	0	< 0,1
<i>Mycoblastus sanguinarius</i> (L.) Norm.	3	0,02	0,15	1,8	1,1	0,4	0,2
<i>Parmelia sulcata</i> Tayl.	2	< 0,01	0	0,2	0	0,5	0
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulf.) Nyl.	1	1,12	2,50	12,3	85,7	24,2	39,1
<i>P. hyperopta</i> (Ach.) Arnold	1	1,05	0	7,1	0	23,1	0
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.Culb.et C. Culb.	4	< 0,01	0,01	1,6	9,4	< 0,1	0,2
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	4	0	< 0,01	0	0,2	0	< 0,1
<i>Usnea dasyypoga</i> (Ach.) Nyl.	4	0	< 0,01	0	2,0	0	< 0,1
<i>U. hirta</i> Web. in Wigg.	2	0	< 0,01	0	4,0	0	< 0,1
<i>U. subfloridana</i> Stirt.	4	0	< 0,01	0	2,5	0	< 0,1
<i>Vulpicida pinastri</i> (Scop.) J.- E. Mattson et Lai	1	0,01	0,05	4,5	36,2	0,2	0,3
Все таксоны		4,72	14,81	44	95	100	100

Примечание. * – классы чувствительности видов к загрязнению (Горшков, 1990; Тарасова, Карелина, 2004).

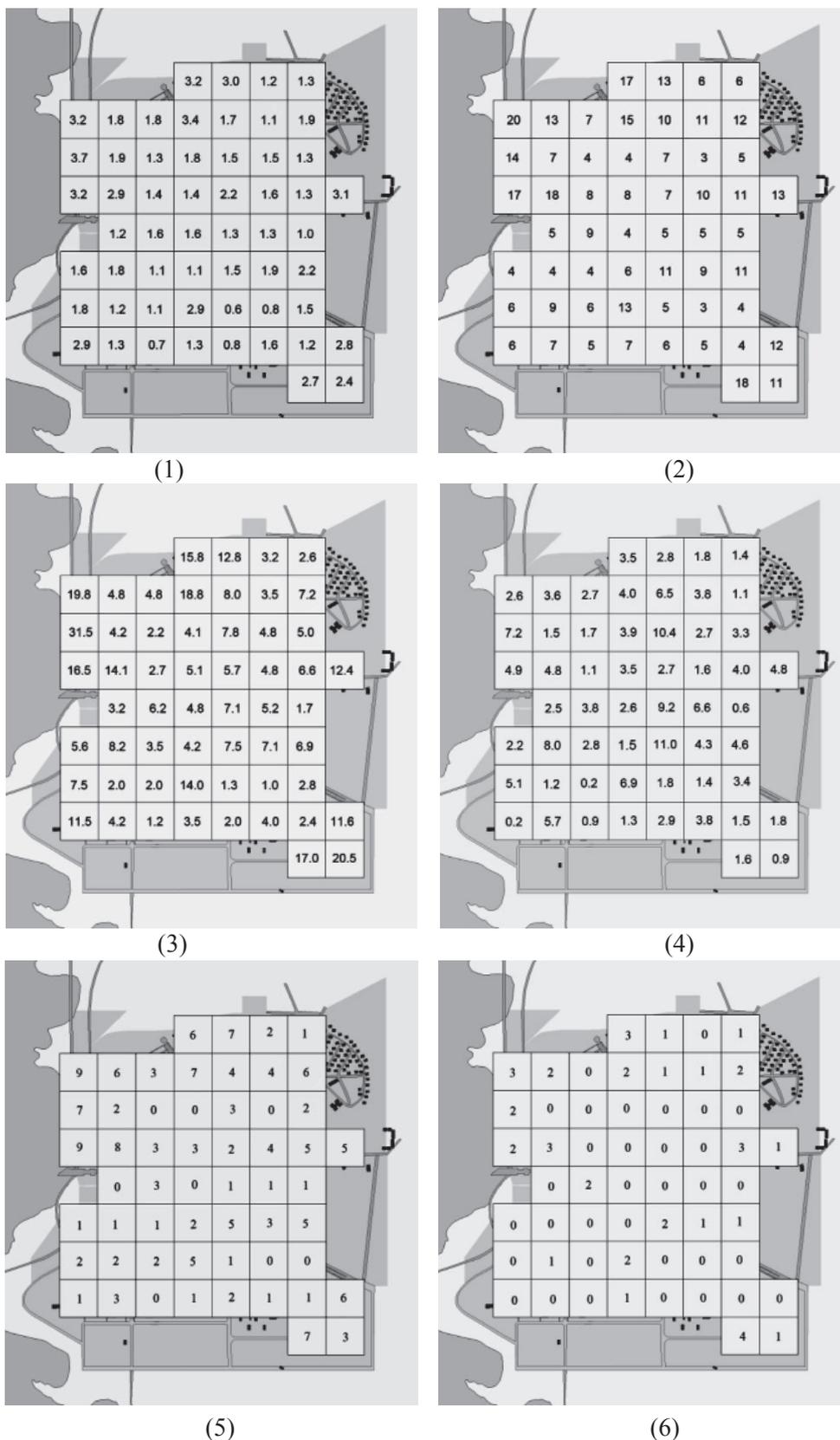


Рис. 2. Значения характеристик эпифитного лишайникового покрова во фрагментах сосняков зеленомошных на территории г. Костомукши: среднее число видов в описании (1), общее число видов (2), среднее общее покрытие лишайников (3), покрытие *Parmeliopsis ambigua* (4), число очень чувствительных видов (5), число видов, не переносящих загрязнение (6)

В отдельных квадратах величина показателей эпифитного лишайникового покрова значительно варьируется. Так, среднее общее проективное покрытие лишайников изменяется от 1 до 32% (рис. 2.3), среднее число видов в описании – от 0,7 до 4,9 (рис. 2.1), общее число видов изменяется от 3 до 20 (рис. 2.2). Наибольшее число видов эпифитных лишайников встретилось на окраинах города. Присутствует резкая градиция числа видов лишайников в квадратах, приходящихся на центральную часть города, содержащих небольшие изолированные фрагменты сосновых насаждений, и соседних с ними квадратах, в которых встречаются фрагменты, являющиеся продолжением массивов пригородных лесов (рис. 2.2). На территории города были встречены эпифитные лишайники следующих категорий чувствительности: 1 – устойчивые, 2 – чувствительные, 3 – очень чувствительные, 4 – не переносящие загрязнения (таблица). Лишайники, относящиеся к группе устойчивых (*Pameliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, *Vulpicida pinastri*), имеют более-менее выровненные значения встречаемости и покрытия по всей территории города (рис. 2.4). К группе чувствительных видов относится 5 видов: *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Imshaugia aleurites*, *Usnea hirta* и *Cladonia digitata*. Они встречаются во всех квадратах, но наибольшие значения их покрытия и встречаемости отмечаются для окраин города. Группу очень чувствительных образуют 10 видов лишайников (*Bryoria capillaris*, *B. fremontii*, *B. furcellata*, *B. fuscescens*, *Cladonia coniocraea*, *C. fimbriata*, *C. macilentata*, *C.*

subulata, *Hypogymnia tubulosa*, *Mycoblastus sanguinari*) (рис. 2.5).

В центральной части города они встречаются редко либо отсутствуют; от центра к окраинам города их число увеличивается от 0–3 до 5–9. Виды из данной группы были встречены в 48 квадратах (86%). Группа видов, не переносящих загрязнения, представлена *Alectoria sarmentosa*, *Cladonia uncialis*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea dasypoga*, *U. subfloridana*. Они были встречены в 41% квадратов (23), расположенных в основном в окраинной части города, где их число варьирует от 1 до 4 (рис. 2.6). Их наличие свидетельствует об отсутствии сильных антропогенных нарушений на исследуемой территории.

С использованием кластерного анализа были проанализированы общие и средние характеристики состояния лишайников (общее число видов, среднее число видов в описании, общее покрытие и число описаний без лишайников) для каждого исследуемого квадрата (рис. 3). В результате обработки были выделены 3 группы квадратов (рис. 4). В первую группу входят 13 квадратов, на которых общее покрытие лишайников составило 12–32%, общее число видов – 11–20. Эти участки расположены на окраинах города и имеют выход к крупным пригородным лесным массивам. В этой зоне встречаются очень чувствительные виды, а также виды, не переносящие загрязнения. Показатели лишайникового покрова имеют значения, характерные для незагрязненных территорий [3, 4, 14]. Это дает основание отнести данную зону города к «условно» не загрязненной.

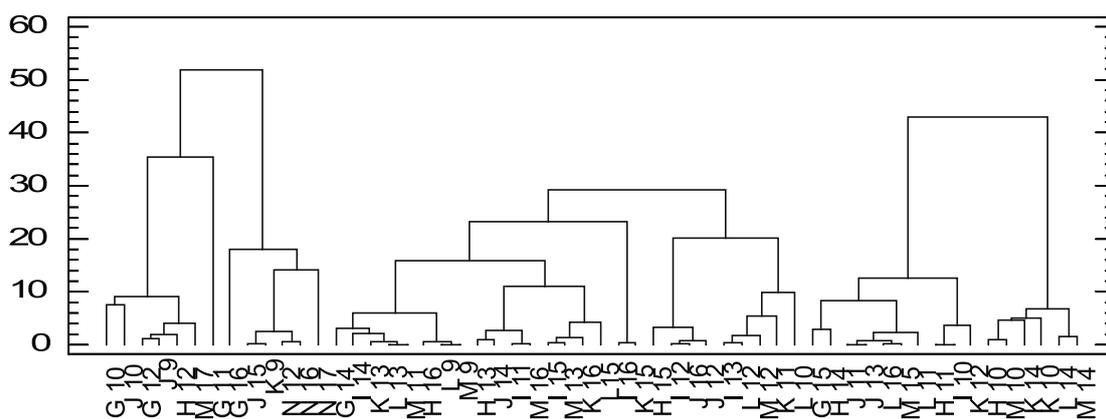


Рис. 3. Дендрограмма сходства квадратов по основным характеристикам эпифитного лишайникового покрова г. Костомукши. По оси X – номера квадратов, по оси Y – величина Эвклидова расстояния

Во вторую группу (слабозагрязненная зона) входят 16 квадратов, в которых общее покрытие варьируется от 3 до 23%, а видовое

разнообразие представлено 5–13 видами. Эти участки расположены, как правило, на окраине города, реже в центре и не связаны

с пригородными лесными территориями. Здесь встречаются очень чувствительные виды лишайников. Виды, не переносящие загрязнение, как правило, отсутствуют. В третью группу, самую многочисленную, входят 27 квадратов с более низкими значениями

общего покрытия (1–12%) и видового разнообразия (3–10 видов). Эти квадраты расположены в центральной и юго-западной части города и образуют умеренно загрязненную зону, в которой встречаются устойчивые, реже чувствительные виды лишайников.

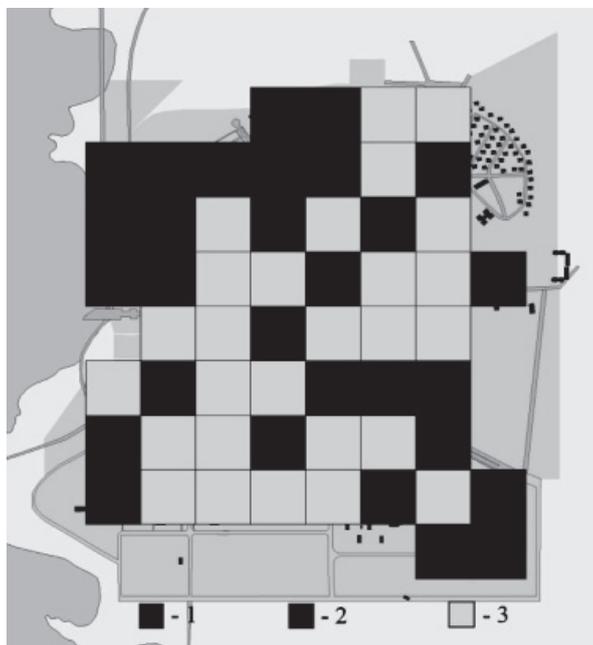


Рис. 4. Зоны загрязнения территории г. Костомукша, выделенные на основе результатов кластерного анализа: 1 – условно не загрязненная; 2 – слабозагрязненная; 3 – умеренно загрязненная

Таким образом, эпифитный лишайниковый покров г. Костомукша характеризуется относительно высоким видовым разнообразием и проективным покрытием, присутствием видов с различной чувствительностью к загрязнению, наличием охраняемых видов. Анализ показал достаточно четкое различие между показателями лишайникового покрова в центральной части города и окраинными территориями. Выявленная гетерогенность в распределении лишайников по городу в большей степени связана с антропогенным влиянием внутри города: с особенностями его инфраструктуры, наличием крупных и мелких транспортных магистралей. В центральной части, в отличие от окраинных территорий, находятся небольшие по размеру фрагменты сосновых насаждений, расположены наиболее интенсивные транспортные магистрали, что привело к снижению видового разнообразия и проективного покрытия лишайников. Высокие показатели состояния лишайниковой флоры на окраинных территориях г. Костомукша связаны со снижением транспортной нагрузки, большей площадью участков сосно-

вых насаждений и выходом их к большим массивам пригородных лесов. Проведенный анализ показал, что выбросы комбината не оказывают значительного влияния на состояние лишайников в городе, а наибольший негативный эффект отмечается от внутригородских антропогенных факторов, в первую очередь – от автотранспорта.

Список литературы

1. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
2. Гимельбрант Д.Е., Ростова Н.С. Вертикальная изменчивость структуры лишайникового покрова и биотические группировки эпифитных лишайников сосны (*Pinus sylvestris* L.) на Валаамском архипелаге // Тр. С.-Петербургского общества естествоиспытателей. – СПб.: СПб университет, 1998. – Т. 92, Сер. 1. – С. 29–42.
3. Горшков В.В. Изменение во внеарусной растительности при атмосферном загрязнении // Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова. – Л.: БИН АН СССР, 1990. – С. 145–167.
4. Горшков В.В., Тарасова В.Н. Влияние лесных пожаров на эпифитный лишайниковый покров сосновых лесов южной Карелии // Раст. ресурсы. – 2000. – Т. 36, № 1. – С. 18–29.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2009 г. // Мин-во сельского,

рыбного хоз-ва и экологии РК. – Петрозаводск: Карелия, 2010. – 296 с.

6. Громцев А.Н. Леса заповедника «Костомукшский»: структура, динамика, ландшафтные особенности // Труды КарНЦ РАН. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – № 2. – С. 71–78.

7. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. – М., 2001. – 148 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. – 304 с.

9. Катенина О.А. Эпифитные лишайники в составе лишенофлоры Новгородской области // Новости систематики низших растений. – СПб.: Наука, 1999. – Т. 33. – С. 130–138.

10. Коросов А.В., Коросов А.А. Техника ведения ГИС: Приложение в экологии. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. – 186 с.

11. Красная книга Республики Карелия. – Петрозаводск: Карелия, 2007. – 364 с.

12. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.

13. Лебедева М.Ю. Видовой состав эпифитных лишайников сосны севера русской равнины (на примере Карелии, Ленинградской, Московской и Новгородской областей) // Новости систематики низших растений. – 2004. – Т. 37. – С. 271–284.

14. Поташева М.А. Эпифитные лишайники в зоне воздействия Костомукшского ГОКа // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. – С. 169–177.

15. Урбанавичюс Г. П. Список лишенофлоры России. – СПб.: Наука, 2010. – 194 с.

16. Тарасова В.Н., Карелина Т.Ю. Влияние атмосферного загрязнения на эпифитный лишайниковый покров сосны в окрестностях города Сегежа (северная Карелия) // Материалы VIII Молодежной конференции ботаников в Санкт-Петербурге (Санкт-Петербург, 17–21 мая 2004 г.). – СПб.: СПГУТД, 2004. – С. 80–81.

17. Фадеева М.А. Мониторинг состояния воздушной среды в районе Костомукшского горно-обогатительного комбината (КГОКа) с использованием лишайников // Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. – С. 209–224.

18. Фадеева М.А., Дубровина Н.Н. Лишайники промышленной зоны Костомукши и Заповедника «Костомукшский» // Флористические исследования в Карелии. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. – Вып. 2. – С. 63–84.

19. Bruteig I.E. Large-scale survey of the distribution and ecology of common epiphytic lichens on *Pinus sylvestris* in Norway // *Ann. Bot. Fenn.* – 1993. – Vol. 30, № 3. – P. 161–179.

20. Halonen P., Hyvärinen M., Kauppi M. The epiphytic lichen flora on conifers in relation to climate in the Finnish middle boreal subzone // *Lichenologist*. – 1991. – Vol. 23 (1). – P. 61–72.

21. Hyvärinen M., Halonen P., Kauppi M. The response of epiphytic lichens to habitat and substrate type at the species and community levels // *The Second International Lichenological Symposium JAL 2* (Hemmeslöv, Bastad, Sweden, 30 Aug. – 4 Sept. 1992). – Lund: Department of Systematic Botany University of Lund, 1992. – P. 42.

References

1. Bjazrov L.G. *Lishajniki v jekologicheskom monitoringe*. Moscow, 2002. 336 p.

2. Gimel'brant D.E., Rostova N.S. *Tr. S.-Peterburgskogo obshhestva estestvoispytatelej*, 1998, t. 92, ser. 1, pp. 29–42.

3. Gorshkov V.V. *Vlijanie promyshlennogo atmosfernogo zagrjaznenija na osnovnye lesa Kol'skogo poluostrova*. Leningrad, 1990, pp. 145–167.

4. Gorshkov V.V., Tarasova V.N. *Rast. Resursy*, 2000, t. 36, no. 1, pp. 18–29.

5. *Gosudarstvennyj doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy Respubliki Karelija v 2009 g.* Petrozavodsk, 2010. 296 p.

6. Gromcev A.N. *Trudy Karelskogo nauchnogo centra RAN*. Petrozavodsk, 2009, no. 2, pp. 71–78.

7. Zaharov V.M., Chubinishvili A.T. *Monitoring zdorov'ja sredy na ohranjaemyh prirodnyh territorijah*. Moscow, 2001. 148 p.

8. Ivanter Je.V., Korosov A.V. *Vvedenie v kolichestvennuju biologiju: ucheb. posobie*. Petrozavodsk, 2003. 304 p.

9. Katenina O.A. *Novosti sistematiki nizshih rastenij*. St. Petersburg, 1999, t. 33, pp. 130–138.

10. Korosov A.V., Korosov A.A. *Tehnika vedenija GIS: Prilozhenie v jekologii*. Petrozavodsk, 2006. 186 p.

11. *Krasnaja kniga Respubliki Karelija* [The Red Book of the Republic of Karelia]. Petrozavodsk, 2007. 364 p.

12. *Krasnaja kniga Rossijskoj Federacii (rastenija i griby)* [The Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Moscow, 2008. 885 p.

13. Lebedeva M.Ju. *Novosti sistematiki nizshih rastenij*, 2004, t. 37, pp. 271–284.

14. Potasheva M.A. *Rastitel'nyj mir Karelii i problemy ego ohrany*. Petrozavodsk, 1993, pp. 169–177.

15. Urbanavichus G. P. *Spisok lihenoflory Rossii*. St. Petersburg, 2010. 194 p.

16. Tarasova V.N., Karelina T.Ju. *Materialy VIII «Molodezhnoj konferencii botanikov v Sankt-Peterburge»* [Materials eighth Youth Conference of botanists in St. Petersburg (St. Petersburg, 17-21 may 2004)]. St. Petersburg, 2004, pp. 80–81.

17. Fadeeva M.A. *Biojekologicheskie aspekty monitoringa lesnyh jekosistem Severo-Zapada Rossii*. Petrozavodsk, 2001, pp. 209–224.

18. Fadeeva M.A., Dubrovina N.N. *Floristicheskie issledovanija v Karelii*. Petrozavodsk, 1995, vol. 2, pp. 63–84.

19. Bruteig I.E. *Ann. Bot. Fenn.*, 1993, vol. 30, no. 3, pp. 161–179.

20. Halonen P., Hyvärinen M., Kauppi M. *Lichenologist*, 1991, vol. 23 (1), pp. 61–72.

21. Hyvärinen M., Halonen P., Kauppi M. *The Second International Lichenological Symposium JAL 2* (Hemmeslöv, Bastad, Sweden, 30 Aug. – 4 Sept. 1992). Lund, 1992, pp. 42.

Рецензенты:

Ставрова Н.И., д.б.н., старший научный сотрудник, ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова» РАН, г. Санкт-Петербург;

Мучник Е.Э., д.б.н., доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт лесоведения» РАН, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское.

Работа поступила в редакцию 30.10.2013.