

## **ОЦЕНКА ОБЩЕГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ (на примере малых городов Брянской области)**

**Методом лихеноиндикации проведено исследование общего состояния атмосферы малых городов Брянской области. Для лихеноиндикационного картирования использован синтетический индекс полеотолерантности (по Х.Х. Трассу), определенный с учетом эпифитных и эпиксильных видов лишайной флоры. На основе индекса полеотолерантности показано выделение двух групп зон на территории четырех городов: смешанной и зоны борьбы. В основном атмосфера малых городов согласно рассчитанным индексам отличается однородностью и достаточно изменена.**

**Ключевые слова:** лихеноиндикация, индекс полеотолерантности, зонирование территории, малые города.

Оценка состояния сред обитания в текущем мониторинге урбанизированных территорий – важнейший блок исследований, имеющий прогностическое значение. В процессе диагностики общего качества атмосферы широко используется метод лихеноиндикации, позволяющий выделить территории, подверженные воздействию загрязненного воздуха [3]. Лихеноиндикация базируется на учете индивидуальной чувствительности эпифитных (эпилитных, эпиксильных) лишайников, на диагностике онтогенетической структуры популяций фоновых видов, показателей лишайнофитных сообществ. Для возможности проведения сравнительной характеристики мониторинговых данных необходимо применять единые качественные и количественные методики, способы лихеноиндикации с учетом региональных особенностей используемых параметров, а также биоиндикаторов.

Для осуществления эколого-прогностических работ, планирования и оптимизации хозяйственной деятельности в малых городах экспресс-диагностика общего состояния атмосферы методом лихеноиндикации имеет важное значение и актуальна в свете принятия экологически обоснованных решений.

Цель исследования – провести оценку общего состояния атмосферы урбоэкосистем методом лихеноиндикации на примере малых городов Брянской области. Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: провести инвентаризацию эпифитной, эпилитной лишайнофлоры на различных по происхождению субстратах; определить геоботанические характеристики лишайниковых группировок; рассчитать синтетические лихеноиндикацион-

ные индексы; представить лихеноиндикационные карты, позволяющие проводить ранжирование территории городов.

Лихенофлористические работы осуществлялись маршрутным методом, описывалась эпифитная, эпилитная лишайнофлора для последующего использования видов при расчете синтетических индексов. Видовую принадлежность лишайников устанавливали с помощью общепринятого определителя Н.С. Голубковой (1979) [4]. Номенклатура видов лишайнофлоры указана согласно «Списку лишайнофлоры России» [8], сосудистых растений – по С.К. Черепанову (1995) [11].

План-схему городов разбивали на сеть квадратов, в каждом из которых проводили геоботаническое описание лишайниковых группировок, в основном эпифитных, как наиболее чувствительных к воздействию атмосферных загрязнителей [7]. На основании геоботанических описаний лишайносинузий по Л.Г. Раменскому (1938) в модификации Х.Х. Трасса (1968) рассчитывался синтетический индекс полеотолерантности (ИП) [9]. Размер пробной площадки ограничивался прозрачной пленкой (10x10 см), которая накладывалась на изучаемые участки с лишайниковой растительностью. На деревьях закладывались как минимум три пробные площадки с различных сторон ввиду неравномерности покрытия ствола лишайниками, на камнях, бетонных плитах, опорах линии электропередач – для максимального охвата площади. В пределах пробной площадки (ПП) особое внимание уделялось гомогенности экологических условий местообитания – экспозиции, освещению, увлажнению.

ИП для ПП рассчитывали по формуле Х.Х. Трасса (1968, 1985):

$$\text{ИП} = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \times c_i}{C_n}$$

где  $a_i$  – коэффициент полеотолерантности вида;  $c_i$  – покрытие вида в баллах (по шкале Ж. Бранун-Бланке);  $C_n$  – суммарное покрытие видов. Покрытие видов (Голубкова, Мальшева, 1978): 1–2% – 1 балл, 3–5% – 2 балла, 6–10% – 3 балла, 11–20% – 4 балла, 21–30% – 5 баллов, 31–40% – 6 баллов, 41–50% – 7 баллов, 51–65% – 8 баллов, 66–80% – 9 баллов, 81–100% – 10 баллов [5], [10].

Использовались установленные ранее методом непрямо́й линейной ординации коэффициенты полеотолерантности для условий Брянской области [1].

Краткая характеристика исследуемых городов представлена ниже.

Трубчевск – административный центр Трубчевского района Брянской области. Площадь города – 14,4 км<sup>2</sup> [6], население – 14,5 тыс. человек. Экономика города представлена предприятиями пищевой отрасли (овощесушильное, маслосырдельное предприятия, хлебозавод), АО «Нерусса» специализируется на выпуске радиоэлектроники, ОАО «Белая березка» – деревообрабатывающее предприятие. По данным Государственного доклада о состоянии окружающей среды в 2009 г., основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являлись стационарные и передвижные источники предприятий, организаций и частных лиц. Характерными ингредиентами загрязнения атмосферного воздуха являлись взвешенные вещества, оксиды углерода, диоксид азота, формальдегиды и диоксид серы. Ежегодно в атмосферу района поступает около 1,4 тыс. т загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, в т. ч. на автотранспорт приходится около 70%. Наибольшие объемы загрязнения атмосферного воздуха приходятся на ОАО «Селецкий ДОК», ОАО «Трубчевское АТП», ДСПМК, заводы «Нерусса», «Монолит» и ЗАО «Трубчевский трикотаж».

Город Жуковка – административный центр Жуковского района Брянской области. Площадь города – 13,2 км<sup>2</sup> [6], население – 18,4 тыс. человек. Ведущие предприятия экономики го-

рода: «Жуковский велосипедный завод», «Жуковский опытный завод», «Мебельная фабрика». По данным Государственного доклада о состоянии окружающей среды в 2009 году, общее количество выбросов от учтенных стационарных источников составило 2,4 тыс. т.

Поселок городского типа (пгт) Навля – административный центр Навлинского района Брянской области. Площадь города – 15,9 км<sup>2</sup> [6], население 14,3 тыс. жителей. Экономическая карта Навли представлена в основном предприятиями машиностроительной отрасли производства (автоагрегатный завод, авторемонтный завод, завод «Промсвязь»), а также Навлинским пищекомбинатом, деревообрабатывающим заводом, развито производство асфальтобетона. По данным Государственного доклада о состоянии окружающей среды в 2009 году, основными источниками загрязнения атмосферного воздуха района являлись стационарные и передвижные источники предприятий, организаций и частных лиц. Характерными ингредиентами загрязнения атмосферного воздуха являлись взвешенные вещества, оксиды углерода, оксиды азота и диоксид серы.

Город Севск – административный центр Севского района Брянской области. Площадь города – 12,7 км<sup>2</sup> [6], население – 7,4 тыс. человек. В городе работают филиал Московского станкостроительного завода им. С. Орджоникидзе; пенькообрабатывающий завод; предприятия пищевой промышленности – консервный завод, маслозавод «Умалат», мясокомбинат, хлебозавод.

Общий видовой состав эпифитной и эпилитной флоры лишайников, используемых для лишеноиндикации в г. Трубчевске представлен 13 видами, относящимися к 9 родам и 6 семействам, в г. Жуковка – 15 видами, 9 родами и 5 семействами, в пгт Навля – 17 видами, относящимися к 10 родам и 5 семействам, в г. Севске – 15 видами, относящимися к 9 родам и 5 семействам. Наиболее распространенные эпифиты – *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Parmeliopsis ambigua* (Wulf.) Nyl., *Xanthoria parietina* (L.) Belt. В городах преобладает *Parmeliopsis ambigua* и *Xanthoria parietina*. Значительного различия в видовом составе лишенофлоры городов не наблюдается.

Среди выявленных морфологических отклонений у лишайников отмечена диспигментация талломов у *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., побурение слоевищ

у *Hypogymnia tubulosa*, а также мелкие размеры слоевищ многих видов. *Xanthoria parietina*, *Parmeliopsis ambigua*, виды рода *Lecanora* часто заселяют не только стволы деревьев, но и искусственные субстраты – каменные парапеты, фундаменты, деревянные, каменные заборы, парковые сооружения. На гниющей древесине встречены только вторичные эпиксилы.

Наибольшее число видов лишайников обнаружено на *Tilia cordata* – 14 видов, наименьшее – на *Prunus avium* – 3 вида. Выявлено отсутствие корреляции между числом видов лишайников на дереве и его диаметром (0,17–0,22). Среднее число видов лишайников на стволе дерева (форофите) у разных видов различается: для *Acer negundo* оно составляет 5,23 вида, *A. platanoides* – 8,14; *Quercus robur* – 9,53; *Tilia cordata* – 10,17; *Prunus domestica* – 9,84; *Populus nigra* – 8,69; *Aesculus hippocastanum* – 6,21; *Betula pendula* – 8,94; *Fraxinus excelsior* – 6,00; *Sorbus aucuparia* – 7,18. Различие в среднем числе видов на форофитах статистически недостоверно.

По принадлежности к жизненным формам в г. Трубчевске листоватых лишайников – 9 видов, накишных – 4, в г. Жуковка – 12 и 3 вида соответственно. Кустистых форм лишайников не отмечено. В пгт Навля к группе листоватых лишайников относится 12 видов, к группе на-

кипных – 3, к группе кустистых – 1, в г. Севске – 12, 2 и 1 вид соответственно.

Территория г. Трубчевска была разбита на 21 учетный квадрат, г. Жуковки – на 9, пгт Навля – на 33, г. Севска – на 21. ИП для территории г. Трубчевска изменяются по абсолютным значениям от  $5,0 \pm 0,1$  до  $7,93 \pm 0,3$ . Число квадратов со значениям ИП больше 7 составляет 86%.

В г. Жуковка ИП изменяются от  $6,5 \pm 0,3$  до  $7,43 \pm 0,2$ . Число квадратов с ИП более 7 – 90%.

В пгт Навля наименьшее значение ИП  $6,0 \pm 0,2$ , наибольшее –  $7,7 \pm 0,2$ . Преобладают квадраты территории урбоэкосистемы для которых рассчитан ИП больше 7 – 58%.

Для г. Севска ИП изменяется от  $6,0 \pm 0,2$  до  $7,76 \pm 0,2$ . Число квадратов территории, имеющих ИП более 7, составляет 62%. Лихеноиндикационные карты представлены ниже (рисунок 1–4).

Таким образом, для всех исследуемых урбоэкосистем установлены высокие значения ИП, позволяющие разделить территорию на две группы зон – смешанную (ИП < 7) и зону борьбы (ИП > 7). На периферии городов абсолютные значения общего проективного покрытия эпифитных лишайниковых сообществ всегда выше по сравнению с оживленными автотрассами, административными центрами города, территориями около работающих

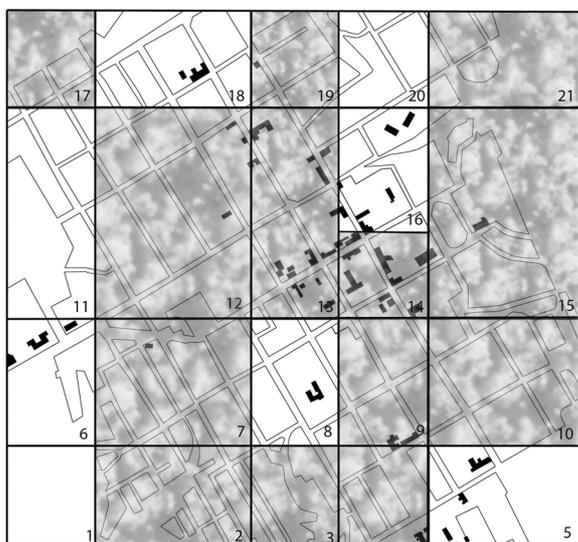


Рисунок 1. Лихеноиндикационная карта г. Трубчевска по индексам полеотолерантности (ИП) 2012 г. Масштаб 1:10000\*

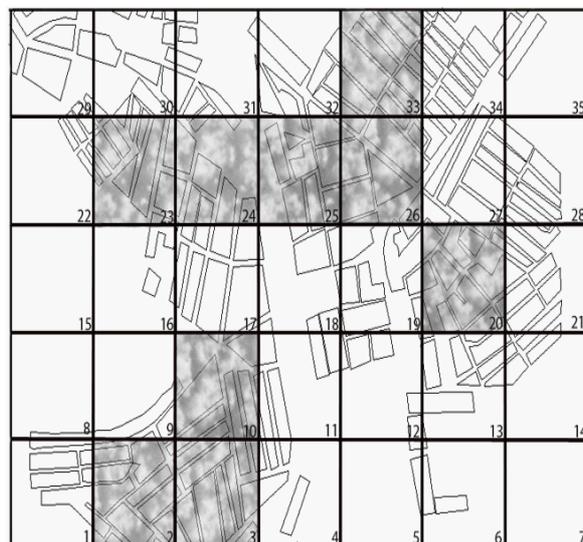


Рисунок 2. Лихеноиндикационная карта г. Жуковки по индексам полеотолерантности (ИП) 2012 г. Масштаб 1:10000

\*Условные обозначения к рисункам 1–4:

-  Смешанная зона (ИП от 4,4 до 7,1)
-  Зона борьбы (ИП от 7,1 до 9,8)

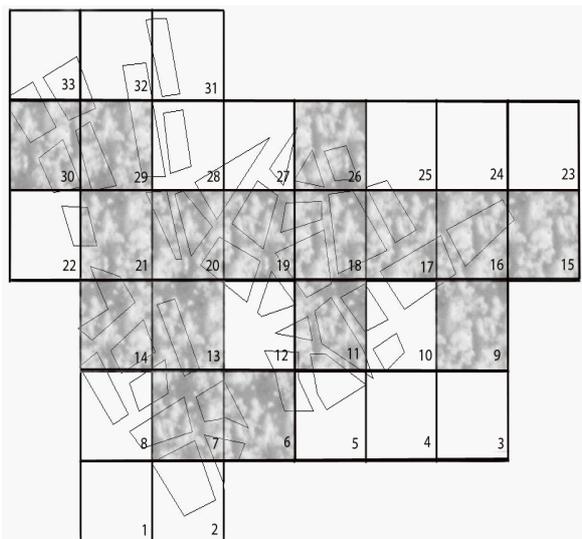


Рисунок 3. Лихеноиндикационная карта пгт Навли по индексам полеотолерантности (ИП) 2012 г. Масштаб 1:10000

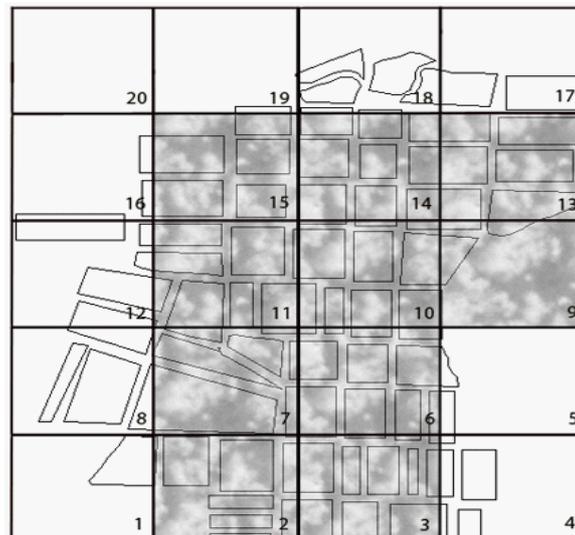


Рисунок 4. Лихеноиндикационная карта г. Севска по индексам полеотолерантности (ИП) 2012 г. Масштаб 1:10000

предприятий, железнодорожными узлами и автовокзалами.

Таким образом, оценка изменения проективного покрытия лишайниковых ценозов в зависимости от степени антропогенной нагрузки может быть использована в качестве индикаторной величины для выявления сильной нарушения общего состояния атмосферы. С использованием синтетического лишайникового индекса территория малых городов разбивается на две группы зон по общему состоянию атмосферы: со средним и значительным загряз-

нением. Участков или зон с незначительным или малым общим загрязнением атмосферы, в отличие от крупного города Брянска [2], не выделено. Эпифитная лишайнофлора, используемая в индикации среды обитания малых городов, малочисленна по видовому составу, а также имеет сходство в фоновых видах. В целом для повышения качества диагностических мероприятий в биомониторинге необходимо использовать комплексный подход, а также апробировать дополнительные качественные и количественные методики лишайноиндикации.

2.10.2012

#### Список литературы:

1. Анищенко, Л. Н. Бриофлора и синтаксономия моховой растительности Юго-Западного Нечерноземья России: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Л. Н. Анищенко. – Брянск, 2001. – 23 с.
2. Анищенко, Л. Н. Лишайнофлора урбоэкосистемы г. Брянска в биомониторинге показателей экологической безопасности / Л. Н. Анищенко, Е. А. Азарченкова // Сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф. естественно-географич. факультета. – Брянск: РИО БГУ, 2011. – С. 13–21.
3. Бязров, Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. – М.: Изд-во «Научный Мир», 2002. – 336 с.
4. Голубкова, Н. С. Определитель лишайников / Н. С. Голубкова. – М.-Л.: Наука, 1966. – 256 с.
5. Голубкова, Н. С. Влияние роста города на лишайники и лишайноиндикация атмосферных загрязнений г. Казани / Н. С. Голубкова, Н. В. Мальшева // Бот. журн. – 1978. – Т. 63, № 8. – С. 1145–1152.
6. Карты городов России. Брянская область. – М.: Роскартография, 1997. – 20 с.
7. Мартин, Ю. Л. Лишайноиндикация состояния окружающей среды / Ю. Л. Мартин // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. – Таллин, 1982. – Ч. 1. – С. 27–47.
8. Список лишайнофлоры России. – СПб, 2010. – 194 с.
9. Трасс, Х. Х. Анализ лишайнофлоры Эстонии: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук / Х. Х. Трасс. – Л.: БИН АН СССР, 1968. – 80 с.
10. Трасс, Х. Х. Классы полеотолерантности лишайников и экологический мониторинг / Х. Х. Трасс // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1985. – Т. 7. – С. 122–137.
11. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.

Сведения об авторе:

**Сафранкова Екатерина Алексеевна**, аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, 14, тел. (4832) 666733, e-mail: safrankova\_k@bk.ru