

Латышева О.С., Таллер Е.Б.  
Оценка качества атмосферного воздуха различных функциональных зон Западного  
административного округа Москвы методом лишеноиндикации

.....  
**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**  
=====

УДК 504.3.054:574.21:582.29

**Оценка качества атмосферного воздуха различных функциональных зон  
Западного административного округа Москвы методом  
лишеноиндикации**

*Латышева О.С., Таллер Е.Б.*

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация**

*В условиях мегаполиса антропогенная нагрузка неизбежно приводит к увеличению уровней и масштабов неблагоприятного воздействия на окружающую природную среду. Разработка эффективных методов, направленных на регулирование антропогенной нагрузки, невозможна без верифицированной информации о состоянии экологических систем и тенденций изменений, происходящих в них. Подобную информацию можно получить в рамках системы комплексного мониторинга. Немаловажную роль в этом процессе играет биологическая индикация, в частности, лишеноиндикация, которая была использована в данной работе как основной метод оценки качества атмосферного воздуха.*

*В ходе проводимых исследований были определены виды лишайников, оценена площадь проективных покрытий лишайников, рассчитан индекс полеотолерантности и дана сравнительная характеристика биологического разнообразия лишайников рекреационной, селитебной и промышленной зон территории Западного административного округа (ЗАО) Московского мегаполиса.*

**Ключевые слова:** ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, БИОИНДИКАЦИЯ, ЛИШАЙНИКИ, ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ДИОКСИД СЕРЫ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

---

**Введение**

От загрязнения атмосферного воздуха страдает подавляющее большинство биологических систем. Наиболее чувствительными к изменениям в воздухе являются

растения; по этой причине растения чаще всего и используют в роле биологических индикаторов атмосферного загрязнения. Наиболее значимое отрицательное воздействие на растительные сообщества в условиях мегаполиса оказывают следующие загрязняющие вещества: диоксид серы, оксиды азота, углеводороды и др.; наиболее распространенное загрязняющее вещество – диоксид серы, он образуется при сгорании серосодержащего топлива. Резистентность растений к диоксиду серы сильно отличается в зависимости от вида (например, даже незначительное наличие диоксида серы в атмосферном воздухе довольно быстро диагностируют лишайники и некоторые хвойные) [1, 2].

Лишеноиндикация – это доступный, эффективный и экономически выгодный метод мониторинга качества атмосферного воздуха; относится к методам биоиндикации. Благодаря чувствительности, незначительной изменчивости и широкому распространению лишайники были выбраны объектом глобального мониторинга. В лишеноиндикации используют следующие основные характеристики лишайников: видовой состав и разнообразие лишенофлоры; показатели биомассы и проективного покрытия конкретных видов и лишенофлоры в целом; индексы соотношения показателей обилия кустистых, листоватых и накипных лишайников; доля эпифитных лишайников в обилии лишенофлоры; толщина и плотность слоевища, степень покрытия слоевища соредиями, пигментация, общее изменение окраски. Наиболее распространенным направлением лишеноиндикации можно назвать наблюдение за изменениями относительной численности лишайников [3-5].

### **Материалы и методы**

Объектами исследований были выбраны три различные по своему назначению (рекреационная, селитебная, промышленная) функциональные зоны в пределах ЗАО Москвы.

1. Первая пробная площадь была заложена в береговой части «Филевского парка». «Филевский парк» является крупной рекреационной зоной, расположен на территории ЗАО Москвы и растянут вдоль реки Москвы на 5 км. Площадь парка 280 га. «Филевский парк» входит в состав природно-исторического парка «Москворецкий», самый большой природный парк Москвы (площадь 3660 га). Имеет статус особо охраняемой зеленой территории (ООЗТ) регионального значения. Зелёные насаждения занимают 90% парка, на его территории растут липы, сосны, дубы, берёзы, вязы, ели, каштаны, клёны [6].

2. Вторая пробная площадь была заложена на территории селитебной зоны, в густонаселённом Можайском районе ЗАО Москвы. Самый зелёный массив этого района – небольшая часть природного заказника «Долина реки Сетунь». ООЗТ в этой части окружена жилыми застройками и некрупными автодорогами, вся территория ООЗТ примыкает к жилой и промышленной инфраструктуре. Площадь заказника 696,2 га. Река Сетунь (17 км находятся в пределах ООЗТ), вдоль которой протяжён весь парк является крупнейшим правым притоком реки Москвы. Зелёные насаждения состоят из лип, осин, берёз, клёнов, сосен, серой ольхи, ив [7].

3. В промышленной зоне пробная площадь была заложена в небольшом зеленом массиве, расположенном вблизи ТЭЦ-25 Очаково-Матвеевского района ЗАО Москвы. ТЭЦ-25 имеет электрическую мощность 1370 МВт, тепловую – 4088 Гкал/ч, является одной из самых мощных теплоэлектроцентралей не только в Москве, но и во всей Российской Федерации. Вырабатывает около 10 % всей электроэнергии Мосэнерго. Основные загрязнители от ТЭЦ-25: оксиды азота, оксиды углерода и оксиды серы [8].

В качестве основного метода исследований был выбран метод линейных пересечений. Данный метод позволят определить виды лишайников на исследуемых территориях, а также оценить площади проективных покрытий лишайников, рассчитать индекс полеотолерантности и оценить степень загрязнённости атмосферного воздуха. Для проведения сравнительного анализа разнообразия видов исследуемых участков был проведён расчёт коэффициента (индекса) сходства Жаккара.

### **Результаты и обсуждения**

В ходе исследования различных функциональных зон ЗАО Москвы было обнаружено 10 видов эпифитных лишайников. На изучаемых территориях лишайники распределены неравномерно, наибольшее биологическое разнообразие было выявлено в прибрежных зонах, т.к. там создаются наиболее благоприятные микроклиматические условия для роста и развития эпифитных лишайников.

1. В пределах первой пробной площади было найдено 9 видов лишайников. Индекс полеотолерантности для рекреационной зоны составил 6,7 (относительно чистая зона с концентрацией  $SO_2$  0,03–0,08 мг/м<sup>3</sup>).

Таблица 1. Результаты вычислений для первой пробной площади

Вид лишайника	Проективное покрытие (%)	Проективное покрытие (баллы)	Класс полеотолерантности вида
Пармелия бороздчатая ( <i>Parmelia sulcata</i> )	17	4	7
Ксантория настенная ( <i>Xanthoria parietina</i> )	9	3	9
Гипогимния вздутая ( <i>Hypogymnia physodes</i> )	23	5	6
Пармелия козлиная ( <i>Parmelia caperata</i> )	8	3	6
Фисция звёздчатая ( <i>Physcia stellaris</i> )	6	3	7
Фисция аиполия ( <i>Physcia aipolia</i> )	7	3	5
Фисция припудренная ( <i>Physcia pulverulenta</i> )	3	2	7

2. В пределах второй пробной площади было найдено 7 видов лишайников. Индекс полеотолерантности для селитебной зоны составил 6,9 (относительно чистая зона с переходом в умеренно загрязнённую и с концентрацией SO<sub>2</sub> 0,03–0,08 мг/м<sup>3</sup>).

Таблица 2. Результаты вычислений для второй пробной площади

Вид лишайника	Проективное покрытие (%)	Проективное покрытие (баллы)	Класс полеотолерантности вида
Пармелия бороздчатая ( <i>Parmelia sulcata</i> )	19	4	7
Ксантория настенная ( <i>Xanthoria parietina</i> )	20	3	9
Гипогимния вздутая ( <i>Hypogymnia physodes</i> )	15	4	6
Пармелия козлиная ( <i>Parmelia caperata</i> )	12	4	6
Фисция звёздчатая ( <i>Physcia stellaris</i> )	7	3	7
Фисция припудренная ( <i>Physcia pulverulenta</i> )	4	2	7

3. В пределах третьей пробной площади было найдено 6 видов лишайников. Индекс полеотолерантности для промышленной зоны составил 7,6 (умеренно загрязнённая зона, с

Латышева О.С., Таллер Е.Б.  
Оценка качества атмосферного воздуха различных функциональных зон Западного  
административного округа Москвы методом лишеноиндикации

Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»

концентрацией SO<sub>2</sub> 0,08–0,10 мг/м<sup>3</sup>).

Таблица 3. Результаты вычислений для третьей пробной площади

Вид лишайника	Проективное покрытие (%)	Проективное покрытие (баллы)	Класс полеотолерантности вида
Пармелия бороздчатая ( <i>Parmelia sulcata</i> )	22	5	7
Ксантория постенная ( <i>Xanthoria parietina</i> )	43	7	9
Пармелия козлиная ( <i>Parmelia caperata</i> )	16	4	6
Фисция звёздчатая ( <i>Physcia stellaris</i> )	16	4	7
Фисция припудренная ( <i>Physcia pulverulenta</i> )	6	3	7
Феофисция округлая ( <i>Phaeophyscia orbicularis</i> )	5	3	9

По итогам проделанных вычислений составлен график, отображающий разницу индекса полеотолерантности в изучаемых функциональных зонах ЗАО Москвы.

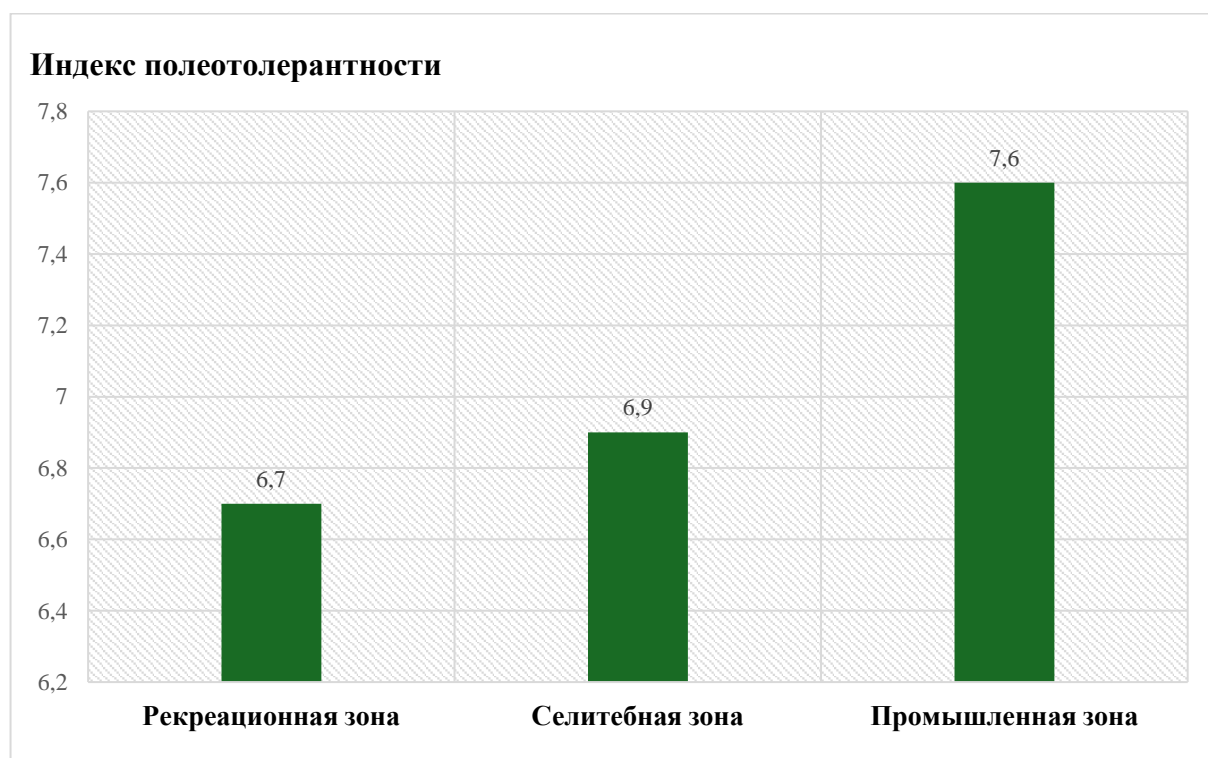


Рис. 1. Индекс полеотолерантности по функциональным зонам

О биологическом разнообразии лишайников можно судить по их встречаемости в пределах изучаемых функциональных зон, информация об этом представлена в таблице 4. Эта информация послужила основой для проведения сравнительного анализа сходства биологического разнообразия видов лишайников на территориях функциональных зон, для чего был проведён расчёт коэффициента (индекса) сходства Жаккара. Результат этих вычислений представлены в таблице 5.

Таблица 4. Распределение видов лишайников по функциональным зонам

	Рекреационная зона	Селитебная зона	Промышленная зона
Пармелия бороздчатая ( <i>Parmelia sulcata</i> )	+	+	+
Ксантория постенная ( <i>Xanthoria parietina</i> )	+	+	+
Гипогимния вздутая ( <i>Hypogymnia physodes</i> )	+	+	-
Пармелия козлиная ( <i>Parmelia caperata</i> )	+	+	+
Фисция звёздчатая ( <i>Physcia stellaris</i> )	+	+	+
Фисция айполия ( <i>Physcia aipolia</i> )	+	-	-
Фисция припудренная ( <i>Physcia pulverulenta</i> )	+	+	+
Кладония бахромчатая ( <i>Cladonia fimbriata</i> )	+	-	-
Пертузария шариконосная ( <i>Pertusaria globulifera</i> )	+	+	-
Феофисция округлая ( <i>Phaeophyscia orbicularis</i> )	-	-	+

Таблица 5. Результаты вычислений индекса Жаккара

Исследуемые объекты	Исследуемые объекты		
	Рекреационная зона	Селитебная зона	Промышленная зона
Рекреационная зона	100%	77%	50%
Селитебная зона	77%	100%	62%
Промышленная зона	50%	62%	100%

Наибольшее сходство по видовому составу лишайников имеют селитебная и рекреационная зона, здесь индекс Жаккара составил 77%, сходство рекреационной и промышленной зон составило 50%, селитебная и промышленная зоны по видовому составу лишайников схожи на 62%.

### **Заключение**

В результате обследования трех функциональных зон ЗАО Москвы, в пределах пробных площадей, было установлено 10 видов эпифитных лишайников: пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*), ксантория постенная (*Xanthoria parietina*), гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes*), пармелия козлиная (*Parmelia caperata*), фисция звёздчатая (*Physcia stellaris*), фисция аиполия (*Physcia aipolia*), фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*), кладония бахромчатая (*Cladonia fimbriata*), пертузария шариконосная (*Pertusaria globulifera*), феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*). Самыми распространенными и многочисленными видами лишайников оказались пармелия бороздчатая и ксантория постенная. Наименьшее загрязнение диоксидом серы наблюдается в рекреационной зоне [индекс полеотолерантности 6,7 (относительно чистая зона с концентрацией SO<sub>2</sub> 0,03–0,08 мг/м<sup>3</sup>)]. Здесь же зафиксировано наибольшее разнообразие лишенофлоры (9 видов). Наибольшее сходство по видовому составу лишайников имеют селитебная и рекреационная зона, наименьшее сходство – рекреационная и промышленная зоны.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что лишеноиндикация является эффективным и оперативным методом определения уровня загрязнения атмосферного воздуха, поэтому её применение в комплексе биологического мониторинга экологических систем, подверженных антропогенной нагрузке, является целесообразным.

### **Список использованных источников:**

1. Таллер Е.Б., Тихонова М.В., Бузылёв А.В., Ермаков С.Ю., Андреева И.В. Оценка воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту: Учебное пособие: -М.: ДПКПресс, 2021. - 102 с.

2. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В.

Латышева О.С., Таллер Е.Б.  
Оценка качества атмосферного воздуха различных функциональных зон Западного  
административного округа Москвы методом лишеноиндикации

Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»

Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону, 2008. – 832 с.

3. Таллер Е.Б., Яшин М.А., Тихонова М.В., Бузылёв А.В. Лабораторный практикум по экологии. Часть I. Биоиндикация: Учебное пособие. – М.: ДПК Пресс, 2021. – 106 с.

4. Мелехова О.П., Егорова Е.И. и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 387 с.

5. Лишайники средней полосы России [Электрон. ресурс] – URL: <http://ecosystema.ru/04materials/tables/03.htm> (дата обращения: 12.02.2025).

6. Парк Фили [Электрон. ресурс] – URL: <https://parkfili.ru/> дата обращения: 14.02.2025).

7. Долина реки Сетунь [Электрон. ресурс] – URL: <http://oopt-setun.ru/> дата обращения: 14.02.2025).

8. ТЭЦ-25 ПАО «Мосэнерго» [Электрон. ресурс] – URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/about/present/branch/hpp-25/> (дата обращения: 15.02.2025).

**Цитирование:**

Латышева О.С., Таллер Е.Б. Оценка качества атмосферного воздуха различных функциональных зон Западного административного округа Москвы методом лишеноиндикации [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2025. – № 1. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2025/1/st\\_109.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2025/1/st_109.pdf) DOI: <https://doi.org/10.51419/202151109>.