

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.108>

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ГОРОДА  
ТАГАНРОГА**

Научная статья

**Султанова С.<sup>1,\*</sup>, Назаренко О.В.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-8515-4241;

<sup>1,2</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (sultanova.sona[at]inbox.ru)

**Аннотация**

Город Таганрог расположен в зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы, что связано как с метеорологическими условиями, так и с активным развитием промышленности. В результате прекращения деятельности ряда предприятий, сокращения выбросов и внедрения новых технологий, произошло сокращение загрязнения воздуха в 6 раз. Однако основным источником загрязнения воздуха в настоящий момент является автомобильный транспорт. В данной работе проводится исследование атмосферы г. Таганрог методом лишеноиндикации. На долю зелёных насаждений в городе приходится всего 8% от всей территории. Видовое разнообразие лишайников очень низкое, встречается один-два вида лишайников, среднее проективное покрытие составляет около 50%. В рамках исследуемого района преобладает умеренное загрязнение воздуха, за исключением районов парков, где в отдалении от крупных дорог относительно чистый воздух.

**Ключевые слова:** биоиндикация, лишеноиндикация, экология, окружающая среда.

**USE OF LICHENOINDICATION FOR ASSESSMENT OF AIR POLLUTION IN TAGANROG**

Research article

**Sultanova S.<sup>1,\*</sup>, Nazarenko O.V.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-8515-4241;

<sup>1,2</sup>Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

\* Corresponding author (sultanova.sona[at]inbox.ru)

**Abstract**

The city of Taganrog is located in the zone of increased potential of atmospheric pollution, which is associated with both meteorological conditions and active development of industry. As a result of termination of activities of a number of enterprises, reduction of emissions and introduction of new technologies, there was a 6-fold reduction in air pollution. However, the main source of air pollution at the moment is motor transport. This work studies the atmosphere of Taganrog by the method of lichenoidication. The share of green areas in the city is only 8% of the total area. Lichen species diversity is very low, one or two lichen species are found, the average projective coverage is about 50%. Moderate air pollution prevails within the study area, except for park areas, where the air is relatively clean away from major roads.

**Keywords:** bioindication, lichenoidication, ecology, environment.

**Введение**

Город Таганрог расположен в зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы, что связано как с метеорологическими условиями, так и с активным развитием промышленности. В результате прекращения деятельности ряда предприятий, сокращения выбросов и внедрения новых технологий, произошло сокращение загрязнения воздуха в 6 раз. Однако, основным источником загрязнения воздуха в настоящий момент является автомобильный транспорт, который дает более 80% от общего объема выбросов в атмосферу. Загрязнение воздуха, связанное с автотранспортом и крупными промышленными предприятиями, является актуальной проблемой для многих территорий. Не стал исключением и город Таганрог, культурный, рекреационный и промышленный центр, состояние загрязнения воздуха которого зависит от режима работы предприятий и транспортной нагрузки. Цель данной работы – выполнить оценку загрязнения воздуха методом лишеноиндикации.

Роль озеленения, которое создает благоприятный микроклимат и естественный фильтр, в промышленно развитом городе особенно велика. На территории города имеется 7 парков: Центральный парк имени М. Горького, Приморский парк, исторический бульвар и Петровский сквер, сквер им. А.П.Чехова, роща «Дубки», парк 300-летия, Бакинский сквер. Парк им. А.М. Горького - наиболее интересный исторический объект, который несет ведущую нагрузку по очистке воздуха.

Роль озеленения территории города, который расположен на юге, в зоне неустойчивого увлажнения, крайне важна, т. к. именно древесные насаждения являются естественными фильтрами и создают благоприятный микроклимат [3], [4], [5]. Уровень озеленения территории города составляет 8%, что характеризуется как недостаточное для восстановления и поддержания благоприятной экологической обстановки [6], [7], [8]. Растительность города представляет собой хаотичную совокупность парковых и бульварных зон, что также препятствует поддержанию безвредного воздушного состава [3], [9].

Лишайники - известный биологический индикатор, который выбран объектом глобального биологического мониторинга, так как они широко распространены и чутко реагируют на внешнее воздействие. Наибольшей чувствительностью обладают лишайники-эпифиты, которые чутко реагируют на такие вещества как сернистый ангидрид, окислы азота, тяжелые металлы, фториды [1], [2].

### Материалы и методы

В ходе проведения исследования были выбраны участки исследований, изучены лишайники доминирующего вида. Подробно методика исследований приведена в [1], [2]. Оценка качества воздуха проводилась по шкале качества воздуха (табл.1), приведенной в работах [1], [2].

Таблица 1 - Шкала качества воздуха по проективному покрытию лишайниками стволов деревьев

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.108.1>

Проективное покрытие, %	Число видов	Число доминантных видов	Степень загрязнения
> 50	> 5	> 5	Очень чистый воздух
> 50	3-5	> 5	Чистый воздух
> 50	2-5	<5	Относительно чистый воздух
20-50	>5	> 5	Относительно чистый воздух
20-50	>2	<5	Умеренное загрязнение
<20	3-5	<5	Сильное загрязнение
<20	0-2	<5	Очень сильное загрязнение

Примечание: по ист. [1]

Исследования проводились в течение 2021 г. и 2023 г. на следующих ключевых площадках: роща «Дубки», парк им. Максима Горького, парк Приморский, набережные Чеховская и Пушкинская [10] (рис. 1).

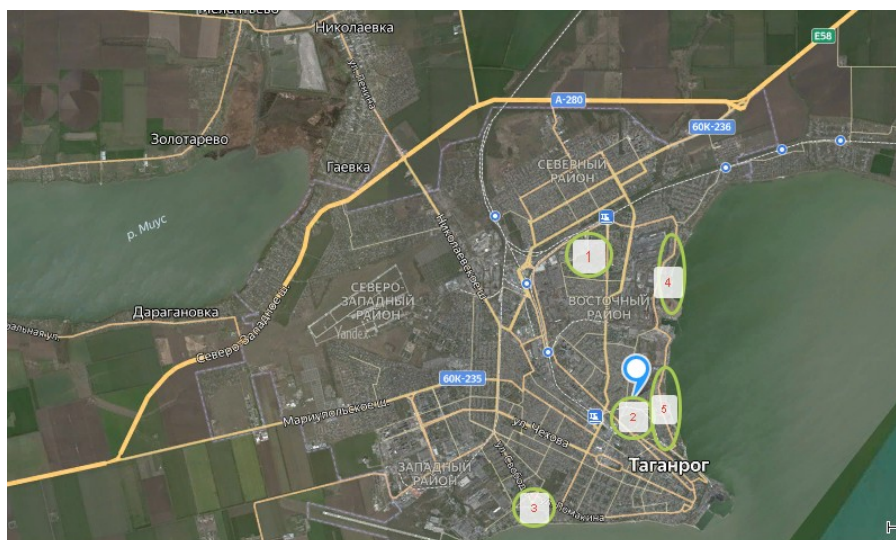


Рисунок 1 - Пробные площадки:

1 - роща «Дубки»; 2 - парк им. Максима Горького; 3 - парк Приморский; 4 - Набережная Чехова; 5 - Набережная Пушкинская

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.108.2>

### Результаты и их обсуждение

При создании парковых ландшафтов города Таганрога преимущество отдавалось быстрорастущим видам растений: робинии псевдоакация (40%) и ясеню обыкновенному (20%). Аллейные посадки в основном выполнены из

клёна остролистного и липы. Преобладают в городе деревья в возрасте от 40–50 лет. Не было зафиксировано аварийных деревьев, единично (3%) встречались старые сухостойные деревья. Своевременные работы по уходу позволяют поддерживать насаждения в здоровом, биологически устойчивом состоянии. Преобладают ослабленные (59%) или сильно ослабленные насаждения (56%). Общие признаки для всех парков: облиственность крон составляет от 10 до 30%; пораженность болезнями и стволовыми вредителями достигает 72 %; присутствует суховершинность более чем у 70% деревьев [3], [6].

Обобщенные результаты исследований парковых ландшафтов города Таганрог представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Показатели проективного покрытия лишенофлоры

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.108.3>

Участок	2021			2023		
	Среднее, %	Минимум, %	Максимум, %	Среднее, %	Минимум, %	Максимум, %
Роща Дубки	40	15	90	50	20	80
Парк Горького	57	15	90	57	20	90
Парк Приморский	44	10	80	52	25	85
Набережная Чехова	36	25	50	40	25	75
Набережная Пушкинская	37	27	50	43	30	65

В результате проведенных работ были получены следующие результаты:

1. Участок «Роща Дубки». В 2021 году среднее проективное покрытие составляло 40%, с минимальным значением 15% и максимальным значением – 90% [10]. В 2023 году среднее проективное покрытие увеличилось до 50%, с минимальным значением 20% и максимальным значением 80%. В целом наблюдается рост показателей проективного покрытия лишайников. Наибольший рост показателей проективного покрытия произошел на втором участке, где среднее значение увеличилось с 56% (2021 г.) до 90% (2023 г.).

2. Участок «Парк Горького». В 2021 году среднее проективное покрытие составляло 70%, с минимальным значением 30% и максимальным значением 85%. В 2023 году среднее значение уменьшилось до 53%, с минимальным значением 20% и максимальным значением 80%. На данном участке наблюдается снижение показателей проективного покрытия в целом.

3. Участок «Парк Приморский». В 2021 году среднее проективное покрытие составляло 44%, с минимальным значением 40% и максимальным значением 80%. В 2023 году среднее значение повысилось до 52%, с минимальным значением 30% и максимальным значением 80%. На данном участке также наблюдается снижение показателей проективного покрытия.

4. Участок «Набережная Чехова». В 2021 году среднее проективное покрытие составляло 50%, с минимальным значением 25% и максимальным значением 70%. В 2023 году среднее значение увеличилось до 52%, с минимальным значением 40% и максимальным значением 80%. На данном участке также наблюдается небольшой рост показателей проективного покрытия.

5. Участок «Набережная Пушкинская». В 2021 году среднее проективное покрытие составляло 60%, с минимальным значением 30% и максимальным значением 75%. В 2023 году среднее значение уменьшилось до 50%, с минимальным значением 35% и максимальным значением 65%. На данном участке также наблюдается снижение показателей проективного покрытия.

### Заключение

Таким образом, было выявлено, что показатели проективного покрытия лишенофлоры на рассматриваемых участках и в указанные годы неоднородны. Некоторые участки показывают рост покрытия, в то время как на других наблюдается снижение. Для более точного анализа необходимо провести дополнительные исследования и учесть другие факторы, такие как изменение климатических условий, антропогенное воздействие и другие экологические параметры.

В результате исследований было установлено, что видовое разнообразие лишайников очень низкое, встречается один-два вида лишайников, среднее проективное покрытие составляет около 50%. В рамках исследуемого района преобладает умеренное загрязнение воздуха, за исключением районов парков, где в отдалении от крупных дорог относительно чистый воздух. Таким образом, в результате проведенных исследований методом лишеноиндикации, было установлено, что воздух в зоне парков в городе Таганрог относительно чистый и умеренно загрязненный, что связано с высоким загрязнением от автотранспорта и промышленных объектов.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Яцына А.П. Практикум по лишайникам / А.П. Яцына — Витебск: ВГУ им. П. М. Машерова, 2012. — 224 с.
2. Пчелкин А.В. Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды / А.В. Пчелкин, А.С. Боголюбов — Москва: Экосистема, 1997. — 25 с.
3. Иванисова Н.В. Парковые ландшафты степной зоны / Н.В. Иванисова, Л.В. Куринская — Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2020. — 44 с.
4. Зубрилина О.А. Состояние агропромышленного комплекса как предпосылка развития сельского туризма в регионах России: опыт финансово-статистической оценки / О.А. Зубрилина, О.В. Назаренко, Д.А. Рубан // Финансы и кредит. — 2016. — 36 (708). — с. 50-64.
5. Кутилин В.С. Природные ландшафты Ростовской области / В.С. Кутилин, Т.А. Смагина, О.В. Назаренко и др. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2023. — 124 с.
6. Вахненко Д. В. Антропогенная трансформация флоры северо-восточного Приазовья в пределах Ростовской городской агломерации : дис. ...канд. : 03.00.05 : защищена 2000-03-21 : утв. 2000-03-21 / Д. В. Вахненко — Ростов-на-Дону: 2000.— 326 с.
7. Экологический вестник Дона: О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2011–2021 году / Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов администрации Ростовской области. — Ростов-на-Дону, 2020–2022.
8. Хрусталеv Ю.П. Природа, хозяйство и экология Ростовской области / Ю.П. Хрусталеv — Батайск: Батайское кн. изд-во, 2002. — 446 с.
9. Закруткин В.Е. Экологический атлас Ростовской области / В.Е. Закруткин, М.М. Рышков, Е.М. Цвылев и др. — Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. — 120 с.
10. Султанова С.. Биоиндикация культурных ландшафтов города Таганрога / С. Султанова, О.В. Назаренко, А. Эрешова // Геоэкологические проблемы современности и пути их решения; — Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2023. — с. 31-37.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Jatsyna A.P. Praktikum po lishajnikam [Lichen Workshop] / A.P. Jatsyna — Vitebsk: VSU named after P. M. Masherov, 2012. — 224 p. [in Russian]
2. Pchelkin A.V. Metody lihenoindikatsii zagrjaznenij okruzhajuschej sredy [Methods of lichenoidication of environmental pollution] / A.V. Pchelkin, A.S. Bogoljubov — Moskva: Ekosistema, 1997. — 25 p. [in Russian]
3. Ivanisova N.V. Parkovyje landshafty stepnoj zony [Park landscapes of the steppe zone] / N.V. Ivanisova, L.V. Kurinskaja — Moskva, Berlin: Direkt-Media, 2020. — 44 p. [in Russian]
4. Zubrilina O.A. Sostojanie agropromyshlennogo kompleksa kak predposylka razvitija sel'skogo turizma v regionah rossii: opyt finansovo-statisticheskoy otsenki [The state of the agro-industrial complex as a prerequisite for the development of rural tourism in the regions of Russia: experience in financial and statistical assessment] / O.A. Zubrilina, O.V. Nazarenko, D.A. Ruban // Finance and credit. — 2016. — 36 (708). — p. 50-64. [in Russian]
5. Kutilin V.S. Prirodnye landshafty Rostovskoj oblasti [Natural landscapes of the Rostov region] / V.S. Kutilin, T.A. Smagina, O.V. Nazarenko et al. — Rostov-na-Donu: Southern Federal University, 2023. — 124 p. [in Russian]
6. Vahnenko D. V. Antropogennaja transformatsija flory severo-vostochnogo Priazov'ja v predelah Rostovskoj gorodskoj agglomeratsii [Anthropogenic transformation of the flora of the North-Eastern Azov region within the Rostov urban agglomeration] : dis....of PhD in Natural sciences : 03.00.05 : defense of the thesis 2000-03-21 : approved 2000-03-21 / D. V. Vahnenko — Rostov-na-Donu: 2000.— 326 p. [in Russian]
7. Ekologicheskij vestnik Dona: O sostoyanii okruzhayushchej sredy i prirodnyh resursov Rostovskoj oblasti v 2011–2021 godu [Ecological Bulletin of the Don: On the state of the environment and natural resources of the Rostov region in 2011–2021] / Committee for the Protection of the Environment and Natural Resources of the Rostov Region Administration. — Rostov-on-Don, 2020-2022. [in Russian]
8. Hrustalev Ju.P. Priroda, hozjajstvo i ekologija Rostovskoj oblasti [Nature, economy and ecology of the Rostov region] / Ju.P. Hrustalev — Batajsk: Batai Publishing House, 2002. — 446 p. [in Russian]
9. Zakrutkin V.E. Ekologicheskij atlas Rostovskoj oblasti [Ecological Atlas of the Rostov region] / V.E. Zakrutkin, M.M. Ryzhov, E.M. Tsvylevo et al. — Rostov-on-Don: Publishing House of the Higher School of Economics, 2000. — 120 p. [in Russian]
10. Sultanova S.. Bioindikatsija kul'turnyh landshaftov goroda Taganroga [Bioindication of cultural landscapes of Taganrog] / S. Sultanova, O.V. Nazarenko, A. Ereshova // Geoecological problems of our time and ways to solve them; — Orel: OGU imeni I. S. Turgeneva, 2023. — p. 31-37. [in Russian]