

DOI: 10.15393/j2.art.2026.8923

УДК 574.21

Статья

Оценка состояния окружающей среды населённых пунктов юга России методом лишеноиндикации

Григорьева Ольга Ивановна

*кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова (Российская Федерация),
grigoreva_o@list.ru*

Цыганова Анна Николаевна

студент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова (Российская Федерация), anasetenova707@gmail.com

Федоров Валерий Иннокентьевич

доктор биологических наук, профессор, Арктический государственный агротехнологический университет (Российская Федерация), vfedorov_09@mail.ru

Николаева Февронья Васильевна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Арктический государственный агротехнологический университет (Российская Федерация), yad250673@mail.ru

Матвиенко Елена Юрьевна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. Кортунова (Российская Федерация), zhikalena11@mail.ru

Получена: 20 августа 2025 / Принята: 14 января 2026 / Опубликовано: 25 февраля 2026

Аннотация: В настоящей статье приведены результаты оценки состояния окружающей среды методом лишеноиндикации в станице Багаевская (Ростовская область) и г. Донецке (Донецкая Народная Республика). Загрязнение природной среды оказывает негативное воздействие на растения, животных и людей, при этом угнетает лишайниковые группировки в районах исследования. При проведении исследований была дана характеристика районов исследования, оценка погодных условий и экологического состояния. Два объекта схожи по климатическим показателям, т. к. относятся к одному лесоклиматическому району. Объектами исследования являлись четыре участка в Ростовской области (станция Багаевская), прилегающие к автодороге, и участки в г. Донецке (ЦПКиО имени

Щербакова). Участки были выбраны для проведения оценки состояния окружающей среды при помощи метода проективного покрытия в лишеноиндикации. Сравнительная оценка состояния окружающей среды в станице Багаевская и г. Донецке актуальна, т. к. районы исследования находятся в 290 км друг от друга. Это позволяет оценить антропогенную нагрузку в похожих экологических условиях населённых пунктов юга Российской Федерации. Целью проведённой работы являлись оценка и сравнение при помощи метода лишеноиндикации (биоиндикации окружающей среды на примере лишайников) антропогенной нагрузки и загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: лишеноиндикация; антропогенное воздействие; лишайники; проективное покрытие; загрязнение окружающей среды

DOI: 10.15393/j2.art.2026.8923

Article

Assessment of the environmental condition of settlements in the south of Russia by the lichenoidication method

Olga Grigoreva

Ph. D. in agriculture, associate professor, Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov (Russian Federation), grigoreva_o@list.ru

Anna Tsyganova

Student, Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov (Russian Federation), anasemenova707@gmail.com

Valery Fedorov

D. Sc. in biology, professor, Arctic State Agrotechnological University (Russian Federation), vfedorov_09@mail.ru

Fevronya Nikolaeva

Ph. D. in agriculture, associate professor, Arctic State Agrotechnological University (Russian Federation), yad250673@mail.ru

Elena Matvienko

Ph. D. in agriculture, associate professor, Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. Kortunov (Russian Federation), zhikalena11@mail.ru

Received: 20 August 2025 / Accepted: 14 January 2026 / Published: 25 February 2026

Abstract: This article presents the results of the environment condition assessment by the lichenoidication method in the Village of Bagaevskaya, Rostov region, and Donetsk, Donetsk People's Republic. Environmental pollution has a negative impact on plants, animals and humans and suppresses lichen groups in the study areas. During the research the authors defined the study areas and assessed their weather and ecological conditions. The two sites were similar as to their climatic indices because they were located at a short distance from each other. The objects of the study were four survey plots in the Rostov region, the village of Bagaevskaya, adjacent to the highway and plots in Donetsk, Donetsk People's Republic in the Central Park named after Shcherbakov. The survey plots were selected to assess the state of the environment using the method of projective cover in lichenoidication. A comparative assessment of the state of the environment in the village of Bagaevskaya in the Rostov region and the city of Donetsk in the Donetsk People's Republic was relevant, since the study areas

were located 290 km from each other. This allowed assessing the anthropogenic load in similar environmental conditions of settlements in the south of the Russian Federation. The purpose of the work was to evaluate and compare anthropogenic load and environmental pollution using the lichenoidification method (bioindication of the environment using the example of lichens).

Keywords: lichenoidification; anthropogenic impact; lichens; projective cover; environmental pollution

1. Введение

Атмосферный воздух является одним из главных компонентов окружающей среды. Он обеспечивает антропогенные процессы азотом, кислородом, водородом и иными газами. Атмосферные процессы определяют важную роль в формировании климатических условий на планете, устойчивости биосферы и круговороте веществ [1].

Мониторинг окружающей среды — это целостная система оценки, прогноза и наблюдений за изменчивостью флоры, фауны и природных ресурсов, которая позволяет отслеживать изменения в результате антропогенной активности [2—4].

Биологическая индикация (биоиндикация) — это метод оценки окружающей природной среды, основанный на анализе реакции живых организмов на действие различных факторов, в первую очередь антропогенного происхождения [5].

Лихеноиндикация — это метод наблюдения за загрязнением окружающей среды при помощи живых организмов [6—12]. Методы лихеноиндикации:

- Распространение видов и оценка их состава в районах исследования для определения изменений в окружающей среде.
- Изучение изменения цвета и структуры лишайников под воздействием антропогенных действий для определения уровня загрязнения окружающей среды.
- Распределение видов лишайников и определение их количества для оценки воздействия на экосистему.
- Отслеживание перемещения их реакций на изменения в природе при помощи маркировки.
- Использование индексов для оценки степени загрязнения окружающей среды.

Цель работы — оценить и сравнить при помощи метода лихеноиндикации антропогенную нагрузку и загрязнение окружающей среды в станице Багаевская (Ростовская область) и г. Донецке (Донецкая Народная Республика).

Задачи исследования:

- Провести характеристику районов исследования.
- Оценить площадь проективного покрытия лишайниками.
- Отследить влияние антропогенных факторов на загрязнение воздуха исследуемых объектов.

Лишайник — симбиотический организм, состоящий из гриба и фотосинтезирующей водоросли или синезелёной водоросли, которые живут в тесной ассоциации. В настоящее время насчитывается более 26 тыс. видов лишайников [13].

Лишайники не являются однородными организмами, т. к. состоят из двух совершенно разных организмов, одной водоросли и одного гриба, живущих в тесном контакте. Их двойственная природа внешне не очевидна. Часто лишайник не похож ни на одного из симбиотических партнёров.

Исторически лишайники использовались в качестве источника пищи как для людей, так и животных. Эта практика продолжается и сегодня, поскольку лишайники являются обычной частью рациона питания в некоторых странах. Их также поедают животные, включая белок-летяг, ракообразных и карибу, которые, как известно, едят олений мох — лишайник, а не мох. Важно отметить, что некоторые виды лишайников могут быть токсичны.

Лишайники использовались для создания красителей для тканей, а иногда даже непосредственно добавлялись в ткани, потому что у некоторых из них очень прочные волокна. Они также важны в медицине. Было обнаружено, что один из видов подавляет рост ВИЧ, и на протяжении веков они использовались для лечения ран и в качестве слабительного [14].

По данным научных исследований, несмотря на их значимость в экосистеме, многим лишайникам угрожают загрязнение окружающей среды и изменения в землепользовании. По мере расчистки и освоения земель среда обитания лишайников разрушается, и дальнейшее развитие может угрожать выживанию близлежащих лишайников. В некоторых местах они также сталкиваются с конкуренцией со стороны инвазивных и неместных видов.

Тело лишайника — таллом (слоевище) — формирует гриб. Он составляет, за редким исключением, практически сто процентов массы таллома и создаёт анатомический тип и жизненную форму таллома. Анатомически слоевища лишайников могут быть только двух основных типов: гомеомерные и гетеромерные.

Практически все лишайники растут медленно, с ростом от 0,5 до 5 мм в год измеряемым расширением их окружностей; плодовые лишайники растут вертикально и быстро, до 2 см в год. Довольно часто продолжительность жизни лишайника составляет несколько столетий. В высокогорных или альпийских экосистемах лишайники составляют значительную долю общего видового богатства и биомассы растительности. Лишайники играют важную роль в функционировании экосистем, например, в биогеохимическом круговороте и накоплении углерода [15].

Лишайники используют все питательные вещества через атмосферу, за счёт поглощения своей поверхностью. У лишайников отсутствуют питательные вещества и средства контроля для усвоения питательных веществ, в отличие от сосудистых растений, газообмен также происходит по поверхности клеток. Кроме того, отношение площади к поверхности сильно высоко, а совокупность процессов синтеза низка. Можно сделать вывод, что лишайники сильно чувствительны к изменениям в атмосфере и поэтому являются природными биоиндикаторами.

Лишайники широко распространены в мире. Отмечается их большое видовое богатство, они имеют разнообразную форму и различный цвет. Их можно найти на камнях, стенах, скалах, почве и т. д. Некоторые виды могут обитать в суровых условиях. Виды лишайников, обитающие на коре деревьев, встречаются практически на всех породах деревьев. Причина этому — кора обладает различными свойствами.

Лишайники служат средой обитания для животных и многих растений. В случае повышенной влажности они поглощают воду из атмосферы и используют её для мета-

большой активности, в случае засухи они впадают в состояние покоя, преодолевая осложнения. Многие лишайники не ограничены в водном балансе за счёт прямого увлажнения дождём или росой. Благодаря этой способности поглощения влаги из атмосферы, они активны даже при высокой влажности [16].

Различные виды лишайников выполняют разную роль в экосистемах, где они встречаются. Лишайники являются ключевыми видами во многих местах. Ключевой вид — это организм, жизненно важный для здоровья и благополучия всей экосистемы. Здоровье и выживание многих экосистем может быть связано с определёнными видами лишайников.

Преимущества, которые лишайники приносят окружающей среде: являются ключевым видом во многих экосистемах, служат источником пищи и средой обитания для многих животных, таких как олени, птицы и грызуны, служат птицам материалом для гнездования, защищают деревья и камни от экстремальных воздействий, таких как дождь, ветер и снег.

Определённый вид может заселять конкретную территорию или характерную местность. Протяжённость и форма этих местообитаний или зон, помимо прочего, тесно связаны с экологией региона. В результате почвенные лишайники, ориентированные на богатый основанием субстрат, ограничены известковыми районами, а влаголюбивые лишайники, ориентированные на влагу, ограничены сильно влажными районами, часто увлажнёнными дождями. В течение длительного периода времени они изменяются, например, в ответ на изменение климата. В случае с лишайниками и мхами, растущими на деревьях, их распределение может меняться в результате изменения площади деревьев. Наблюдаются естественное изменение или колебания частоты встречаемости и распределения видов лишайников.

Лишайники разделяют на три типа, в зависимости от их внешнего вида: листоватые, кустистые и корковые (накипные).

Листоватые лишайники имеют листовидную структуру, они могут быть слегка выпуклыми или плоскими. У листоватых лишайников не бывает отдельных стеблей, они содержат внутренние клетки гифы и имеют простую структуру. Могут быть различной формы и цвета, их талломы могут быть коричневатыми, кожистыми или мягкими. Также листоватые лишайники могут поглощать вредные вещества из окружающей среды. Яркий пример листоватых лишайников — пармелия (*Parmelia*), растущая на коре деревьев.

Кустистые лишайники имеют вид свисающих, ветвящихся или прямостоящих кустиков. По уровню организации — это более организованные слоевища.

Субстрат срастается только со своим основанием. Рост гиф в вертикальном положении позволяет кустикам сгибаться и занять наиболее выгодное положение у солнца, чтобы осуществить процесс фотосинтеза. Кустистые лишайники бывают разных размеров. Некоторые виды достигают 8—9 м в длину, к примеру, представители рода Уснея (*Usnea*). Род Кладония (*Cladonia*) — смежный вид листоватых и кустистых лишайников. При образовании слоевища изначально проявляется чешуйчатое слоевище, являющееся первичным. У одних лишайников оно может исчезнуть, у других — сохраниться навсегда.

Накипные лишайники — наиболее распространённый вид, т. к. имеют большое разнообразие и встречаются часто. У них достаточно простое строение, встречаются в виде налёта или корки. Этот вид достаточно плотно срастается с субстратом. Эти лишайники могут быть очень разнообразными по форме, цвету и текстуре. Накипные лишайники могут расти в различных условиях и использоваться в качестве индикаторов качества воздуха и окружающей среды, т. к. очень чувствительны к загрязнениям и изменениям. К представителям относится такой род, как Графис (*Graphis*).

У некоторых видов лишайников оболочки гиф могут сильно разбухать и ослизняться, впитывая при этом воду и удерживая её. Также гифы лишайников имеют отдельные образования: жировые клетки, или жировые гифы, в которых жир содержится в виде небольших капель. Они развиваются в нижней части таллома в местах прикрепления к субстрату и часто обнаруживаются у лишайников, обитающих на известняках. Гифы у микобионта, переплетаясь, образуют ложную ткань, которая составляет основу талломов лишайников.

По отношению к окружающей среде лишайники делят на следующие группы: растущие на камнях, деревьях, почве, мхах и иных субстратах. Определённые виды лишайников могут расти на самых разных субстратах. Переход на другой субстрат вызван значительным или незначительным нарушением условий существующего вида: загрязнение воздуха при антропогенном воздействии. По отношению к субстрату выделяют следующие виды: эпигейные, эпилитные, эпифитные, эпиксильные.

Эпифитные лишайники поселяются на деревьях и кустарниках. Среди них можно выделить несколько подгрупп: эпифильные лишайники, растущие на листьях деревьев и кустарников; настоящие эпифитные лишайники, растущие на коре; эпиксильные лишайники, растущие на обнажённой и обработанной древесине.

Эпифитные лишайники на коре деревьев очень многочисленны. Здесь обитают и накипные, и листоватые, и кустистые формы. Нередко они сплошь покрывают ствол дерева на большом протяжении. На участке коры величиной не более ладони иногда насчитывали до 38 видов лишайников, которые росли вплотную друг около друга и даже один на другом. Наблюдения показывают, что на отдельных породах деревьев часто наблюдаются определённые группировки лишайников.

Эпилитные лишайники развиваются на каменистом субстрате. Среди них есть виды с лепрозными, накипными, листоватыми и кустистыми слоевищами. Накипные лишайники могут быть эндолитными со слоевищем, целиком погружённым в субстрат (например, некоторые виды рода *Verrucaria*), и полуэндолитными, у которых внутри субстрата находятся только сердцевина и прикрепляющие слоевище гифы, а верхняя кора и зона фитобионта расположены снаружи. Из лишайников с накипными слоевищами на камнях произрастают виды родов *Lecanora*, *Lecidea*, *Aspicilia*, *Acarospora*, *Rhizocarpon* и др., с листоватыми — *Parmelia*, *Phiscia*, *Umbilicaria* и др., с кустистыми — *Sphaerophorus*, *Stereocaulon* и др.

Эпигейные (напочвенные) лишайники обычно поселяются на бедных питательными веществами почвах (песчаных, торфянистых, щебнистых и т. п.), малопригодных для развития растений. В значительной степени видовой состав эпигейных лишайников обусловлен рН субстрата. Лишайниковые группировки торфянистых почв, имеющих кислую реакцию, отличаются от группировок лишайников, произрастающих на почвах, богатых известью. Среди эпигейных лишайников встречаются кочующие формы, у которых связь с почвой практически отсутствует (они переносятся ветром), и постоянно прикрепленные формы. Огромные пространства тундр и лесотундр покрыты лишайниками, среди которых встречаются роды *Cladonia*, *Alectoria*, *Cetraria*, *Stereocaulon*, *Peltigera*, *Nephroma* и др.

Азотный газ — основной компонент воздуха, который составляет приблизительно 78 %. Но есть диоксид азота, он образуется в результате окисления оксида азота кислородом воздуха. Диоксид азота в воздухе может быть мощнейшим загрязнителем и быть вредным для здоровья человека в высоких концентрациях. В городах обычно около половины загрязнения воздуха диоксидом азота происходит от транспорта. Фермерские хозяйства также выделяют загрязняющие вещества азота из удобрений, сельскохозяйственной техники и отходов скота. Газ диоксид азота может воспламенить слизистую оболочку лёгких и вызвать респираторные симптомы, такие как одышка и кашель. Диоксид азота также может снизить иммунный ответ организма на лёгочные инфекции. Для людей с астмой загрязнение воздуха диоксидом азота может вызывать более частые приступы. Некоторые виды лишайников умирают в присутствии азота, в то время как другие процветают. Изучив несколько распространённых видов лишайников, мы можем оценить уровень загрязнения азотом в районах исследования.

Некоторые лишайники чувствительны к загрязнению воздуха — накипные лишайники, как правило, более выносливы, чем кустистые лишайники. Ксантория настенная (*Xanthoria parietina*) может жить в районах с высоким уровнем азота или аммиака, распространена на деревьях и стенах зданий вблизи сельскохозяйственных угодий. Загрязнение лишайников диоксидом серы происходит от сжигания угля или промышленности. Этот загрязнитель убивает большинство лишайников. В высоких концентрациях диоксид серы может раздражать слизистую оболочку глаз, носа, горла и лёгких. Воздействие диоксида серы может вызвать кашель и стеснение в груди. Лишайники рода Уснея (*Usnea*) не растут в районах, где есть загрязнение диоксидом серы [17].

2. Материалы и методы

Лихеноиндикация — это метод, в котором используют лишайники в качестве биологических индикаторов для оценки состояния окружающей среды. Лишайники одни из лучших индикаторов для определения состояния природы, поскольку они чувствительны к различным изменениям окружающей среды: качество воздуха, загрязнение тяжёлыми металлами или изменение климата.

Выделяют два основных метода лишеноиндикации:

1. Пассивный биомониторинг. Этот метод предполагает анализ существующих сообществ лишайников на деревьях, скалах или других субстратах в определённой местности. Определяя присутствующие виды и их численность, мы можем получить представление об условиях окружающей среды. Например, наличие определённых видов лишайников, устойчивых к загрязнению, может указывать на низкое качество воздуха [18]. В данном методе, в основном, используются эпифитные лишайники, которые произрастают на коре деревьев. Они широко распространены, их можно обнаружить в большинстве мест обитания, легко наблюдать, изучать их состояние и оценить визуально.

Видовой состав и численность: учёные идентифицируют различные виды лишайников, присутствующих в исследуемых областях, и регистрируют их численность.

Устойчивость к загрязнению: разные виды лишайников по-разному переносят загрязнение окружающей среды. Зная устойчивость определённых видов к загрязнению, учёные могут сделать вывод о качестве воздуха в данной местности.

Для проведения пассивной лишеноиндикации необходимо следовать определённому алгоритму:

- Подбор участка:
 - учитывать такие факторы, как тип среды обитания, источники загрязнения и схемы землепользования;
 - установка контрольных участков;
 - выбор участка, доступного для регулярного мониторинга и сбора данных.
- Отбор лишайников:
 - изначально можно обратить внимание на эпифитные лишайники, которые растут на коре деревьев, т. к. они хорошо распространены;
 - использовать методы случайного отбора, чтобы получить разную информацию о лишайниках;
 - брать образцы лишайников с разных высот на деревьях и разных направлений, чтобы учесть возможные изменения окружающей среды.
- Идентификация лишайников:
 - идентификация на видовом уровне, т. к. это даёт более подробную информацию для оценки состояния окружающей среды.
- Регистрация данных:
 - наличие и численность каждого идентифицированного вида лишайников;
 - оценка покрытия лишайников на отобранных участках;
 - запись данных.
- Анализ данных:
 - сравнение лишайников с разных участков для выявления закономерности и различия;
 - учёт таких факторов, как породы деревьев, возраст и характеристики коры.

2. Трансплантационный метод (метод активной лишеноиндикации) — включает пересадку видов лишайников, чувствительных к загрязнению, в исследуемую зону и наблюдение за их состоянием с течением времени. Если лишайники проявляют признаки стресса или ослабевают, они могут быть повреждены.

Один из основных методов пассивной лишеноиндикации — измерение проективного покрытия лишайников на пробных площадках. При заложении пробных участков выбираем участки с деревьями одной породы и приблизительно одного возраста (не менее 10). Для измерения численности лишайников на деревьях пользуются, в основном, двумя способами, например, «палетки» или способ «линейных пересечений».

Для выполнения данной работы выбран метод проективного покрытия, а именно способ «палетки». Этот метод основан на соотношении проективного покрытия ствола дерева лишайниками и суммарного количества видов лишайников доминантного вида.

При проведении исследований в полевых условиях использовались определитель лишайников, карандаш, блокнот, палетка 10 × 10 см и увеличительное стекло. Палетка — специальное приспособление, изготовленное из плотного полиэтилена в виде квадрата размером 10 × 10 см. В итоге получается прозрачная сетка, благодаря которой покрывают ствол дерева и оценивают степень покрытия его поверхности лишайниками.

Для нахождения площади проективного покрытия лишайников на стволах деревьев необходимо:

- Выбрать место исследования: парк, участок леса, двор в городе.
- Выбрать участок для исследования размером 10 × 10 м, включающий от 6 до 10 отдельно стоящих здоровых деревьев.
- Приложить прозрачную сетку плотно к стволу дерева на высоте 1,5 м и посчитать количество квадратов с лишайниками.
- Подсчитать количество лишайников под прозрачной сеткой.
- Подсчитать количество лишайников доминирующего вида.
- Заполнить таблицы.
- Оценить качество воздуха, используя средние значения числа видов лишайников, степени покрытия и общего количества лишайников на каждом исследуемом дереве.

Общее проективное покрытие в процентах (R) вычисляли по формуле:

$$R = (100a + 50b)/C,$$

где а — число квадратов, в которых лишайники занимают более половины площади; б — число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади; С — общее число квадратов палетки.

3. Результаты

Антропогенное воздействие на экологию станицы Багаевская оказывают промышленные предприятия ближайших городов — Шахты, Гуково, Ростов-на-Дону, Аникин, Красный Сулин.

На территории станицы находятся Багаевский консервный завод, завод имени М. И. Платова (промышленное оборудование, горнодобывающее оборудование, металлургическое предприятие).

В Ростовской области располагаются такие промышленные предприятия, как ОАО «Донуголь» (добыча угля), «Роскамень» (добыча нерудного сырья), шахта «Ростовская» (угольная промышленность).

Деятельность угольной промышленности имеет большое воздействие на климат, экологию и окружающую среду. В процессе сжигания угля выделяются углекислый газ, диоксид серы, угарный газ, оксиды азота, что может вызвать выбросы химических веществ в воды, загрязняя при этом водные ресурсы, и это в конечном итоге ведёт к потере биоразнообразия. Отходы с угольных шахт влияют на почвенный покров выбросом химических веществ, что сказывается на плодородии и жизнедеятельности живых организмов. Угольная промышленность приводит к разрушениям ландшафта, нарушению экосистем, вырубке лесов.

Создание промышленности требует строительства новых дорог, железнодорожных путей, и это может негативно сказываться на окружающей среде, флоре и фауне. В последнее время в Ростовской области стараются улучшить ситуацию, в регионе проводят работы по улучшению обстановки окружающей среды. Область также осуществляет рекультивацию земель, внедряет технологии по снижению воздействия на окружающую среду.

Негативное воздействие в г. Донецке оказывают различные факторы. Одним из таких является угольная промышленность; Донецкая Народная Республика (ДНР) богата угольными месторождениями. Данный вид промышленности обеспечивает энергетическую независимость региона. В городе в эксплуатации находится 22 угольные шахты. Данный вид промышленности составляет около 30 % от общего числа загрязняющих отраслей в регионе. Также присутствует металлургическая (28 %) и энергетическая (26 %) промышленность.

В результате эксплуатации угольной промышленности в атмосферу выбрасывается большое количество метана. Метан влияет на изменение климата, удерживает тепло в атмосфере, что приводит к значительному увеличению температуры Земли. Металлургические предприятия опасны для экологии из-за выброса в атмосферу таких веществ, как оксид серы, оксид азота, тяжёлые металлы.

Военный конфликт также наносит вред окружающей среде. В ходе военных действий уничтожаются леса и водоёмы, что способствует сокращению биологического разнообразия. Разрушается инфраструктура и промышленность, что приводит к выбросам опасных веществ

в атмосферу региона. Использование военной техники и оружия разрушает экосистемы и вредит здоровью человека. В данный момент в регионе частично отсутствует экологическое наблюдение, также наблюдается проблема с очистными сооружениями.

Оба района исследования имеют схожие климатические условия. Ростовская область богата реками и озёрами, здесь развита добыча полезных ископаемых, но при этом наносится вред экологии. Донецкая область имеет развитый рельеф, она богата полезными ископаемыми, но наблюдаются проблемы с антропогенным воздействием.

Для описания пробных площадей станицы Багаевская были заложены четыре пробные площади в четырёх точках (100, 200, 500, 1000 м) от проезжей части. Они проходят от асфальтированной дороги с углублением в лес, где преобладают лиственные породы. Рядом с точками проходит автотрасса 60к-38. На каждой точке было выбрано по семь ближайших деревьев примерно одного возраста. Изучена степень проективного покрытия лишайниками на стволах деревьев. На высоте груди (140—150 см) накладывается прозрачная палетка 10 × 10 см, для исследования выбраны деревья: ясень, гледичия, дуб и вяз.

Участок 1 располагается на расстоянии 100 м от асфальтированной дороги. Встретилось три вида лишайников. Общая степень проективного покрытия 33,6 %. В таблице 1 отображены данные по участку 1.

Таблица 1. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 1

Table 1. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 1

Участок 1	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Ясень ланцетный						
	Гледичия трёхколючковая						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	32,4	25,9	22,4	25,7	29,6	26,5	35,4
	34,9	30,2	43,9	49,1	32,1	54,9	37,7
Количество лишайников	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1

Участок 2 располагается в 200 м от проезжей части, углубляясь в лес. Встретилось четыре вида лишайников. Общая степень проективного покрытия 47,2 %. В таблице 2 отображены данные по участку 2.

Участок 3 располагается в 500 м от дорожного покрытия. Встретилось три вида лишайников. Общая степень проективного покрытия 43 %. В таблице 3 отображены данные по участку 3.

Таблица 2. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 2

Table 2. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 2

Участок 2	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Дуб черешчатый						
	Вяз гладкий						
	Ясень ланцетный						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	55,1	48,2	35,1	45,4	36,4	40,7	48,9
	22	44	68,5	47	42,4	48,9	26,6
	68,4	38,5	32	74,7	55,9	57,1	55
Количество лишайников	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	1	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 3. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 3

Table 3. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 3

Участок 3	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Вяз гладкий						
	Ясень ланцетный						
	Гледичия трёхколючковая						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	41	49,9	51,4	49	75,5	33	41,5
	92,7	88,1	51,6	52,5	8	93,6	29,7
	24,9	24,2	5	7,5	20,1	14,7	51,1
Количество лишайников	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1

Участок 4 находится в 1000 м от дорожного покрытия. Встретилось три вида лишайников. Общая степень проективного покрытия 50,6 %. В таблице 4 отображены данные по участку 4.

Таблица 4. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 4

Table 4. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 4

Участок 4	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Вяз гладкий						
	Ясень ланцетный						
	Гледичия трёхколючковая						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	51,1	51,1	62,6	27,7	23,6	60,7	48,2
	68,2	48,7	66,9	63	75,4	60,1	67,75
	73,4	63,9	75,7	62,5	62,7	58,7	59,5
Количество лишайников	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1

Для описания пробных площадей г. Донецка также было выбрано четыре точки в ЦПКиО имени Щербакова (100, 200, 500, 1000 м от проезжей части). Они проходят от начала дороги, углубляясь в парк. Рядом с участками располагается проезжая заасфальтированная дорога. На каждом участке было выбрано по семь ближайших деревьев примерно одного возраста. Также была проведена степень проективного покрытия лишайниками на стволах деревьев. На высоте груди (140—150 см) накладывалась прозрачная палетка 10 × 10 см, для исследования выбраны деревья: катальпа, клён, каштан, липа, дуб и ива.

Участок 1 располагается на расстоянии 100 м от проезжей части. Встретилось два вида лишайников. Общая степень проективного покрытия 16 %. В таблице 5 отображены данные по участку 1.

Участок 2 располагается в 200 м от проезжей части, углубляясь в лес. Встретилось три вида лишайников. Общая степень проективного покрытия на участке составила 24,6 %. В таблице 6 отображены данные по участку 2.

Участок 3 располагается в 500 м от дорожного покрытия, углубляясь в центральную часть парка. Встретилось два вида лишайников. Общая степень проективного покрытия 20,5 %. В таблице 7 отображены данные по участку 3.

Таблица 5. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 1

Table 5. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 1

Участок 1	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Катальпа прекрасная Клён ясенелистный						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	6,4	1,6	2,6	43,9	8,2	29,7	28
	14,5	15,1	15,4	16,7	12,9	13	16
Количество лишайников	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 6. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 2

Table 6. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 2

Участок 2	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Каштан конский Липа сердцевидная Дуб черешчатый						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	7,6	45,9	6,7	12,3	11,5	16,7	17,6
	10,1	12,1	13,9	19	11	9,6	12,6
	25,4	42,2	53	53,9	54,9	36,1	45,5
Количество лишайников	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 7. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 3

Table 7. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 3

Участок 3	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Ива вавилонская Клён ясенелистный						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	12	21,8	8,8	11,1	13	15,1	11,2
	30	36	28,5	21,2	37,5	18,4	22,1
Количество лишайников	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1

Участок 4 находится в 1000 м от дороги в центре парка. Встретилось три вида лишайников. Общая степень проективного покрытия 30,9 %. В таблице 8 отображены данные по участку 4.

Таблица 8. Степень покрытия лишайников на стволах деревьев на участке 4

Table 8. Degree of lichen coverage on tree trunks in plot 4

Участок 4	Номер дерева						
	1	2	3	4	5	6	7
Вид дерева	Клён ясенелистный Ива вавилонская Дуб черешчатый						
Степень проективного покрытия лишайниками, %	51,8	43,9	21,9	15,3	40,6	28,9	34,8
	15,6	18,8	24,6	31,4	32,5	15,6	39,8
	24,1	30,4	49	39,8	42,5	30	17,1
Количество лишайников	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1

На отобранных участках в станице Багаевская встречались, в основном, листовидные лишайники.

Листовидные лишайники — похожие на листья. Они могут быть достаточно плоскими, покрытыми листьями, как листья салата, или извилистыми, с множеством гребней и бугорков. Их верхняя и нижняя стороны легко различимы.

Накипные лишайники — покрытые коркой плоские лишайники, тонкие. Обычно их можно найти растущими на стволах деревьев, скалах, камнях. Также они достаточно плотно срастаются с субстратом, поэтому их становится невозможно отделить без повреждений.

На фото 1—3 изображены виды лишайников, встречаемых на отобранных участках.



Фото 1. Семейство Parmeliaceae (Пармелиевые). Род предположительно *Hypogymnia* (Гипогимния) [фото авторов]

Photo 1. The family Parmeliaceae (Parmeliaceae). Genus *Hypogymnia* (*Hypogymnia*)



Фото 2. Семейство Teloschistaceae (Телосхистовые). Род Xanthoria (Ксантория)
[фото авторов]

Photo 2. The family Teloschistaceae (Teloschistaceae). Genus Xanthoria (Xanthoria)

В таблице 9 отражены характеристика флоры лишайников на пробных площадках и оценка загрязнения атмосферного воздуха.

На карте (фото 4) указано расположение пробных площадей на различном расстоянии от объекта исследования.



Фото 3. Семейство Candelariaceae (Канделяриевые), род Candelaria (Канделярия)
[фото авторов]

Photo 3. Family Candelariaceae (Candelaria), genus Candelaria (Candelaria)

Таблица 9. Характеристика флоры лишайников на пробных площадках и оценка загрязнения атмосферного воздуха

Table 9. Characteristics of lichen flora at trial sites and assessment of atmospheric air pollution

№ пробных участков	Общая степень покрытия лишайниками, %	Максимальное количество встречаемых видов лишайников	Оценка загрязнения атмосферного воздуха
Станица Багаевская (Ростовская область)			
1. Пробный участок (100 м)	33,6	3	Чистый воздух
2. Пробный участок (200 м)	47,2	4	Чистый воздух
3. Пробный участок (500 м)	43	3	Чистый воздух
4. Пробный участок (1000 м)	50,6	3	Чистый воздух

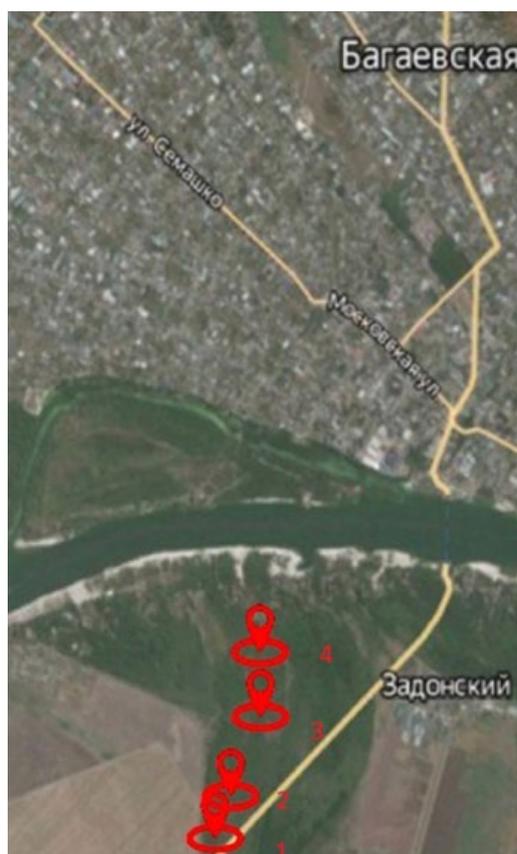


Фото 4. Расположение объектов [фото авторов]

Photo 4. Location of objects

Исходя из карты, качество окружающей среды и воздуха является хорошим, обусловлено дальним нахождением от промышленности и действием властей по улучшению экологии в регионе.

Широкое распространение лишайников на коре деревьев, встречаемых на объекте, показывает, что содержание SO_2 не превышает $0,3 \text{ мг/м}^3$.

Также в результате исследования проведена оценка атмосферы и состояния окружающей среды в г. Донецке. На участках исследовали лишенофлору. Благодаря выявленному лишенообразию выполнялась оценка степени загрязнения. На данном участке встретились, в основном, листовидные лишайники (фото 5—7).



Фото 5. Семейство Parmeliaceae (Пармелиевые). Род предположительно Parmelia (Пармелия) [фото авторов]

Photo 5. The family Parmeliaceae (Parmeliaceae). The genus is presumably Parmelia



Фото 6. Семейство Parmeliaceae (Пармелиевые). Род предположительно Нурогимния (Гипогимния) [фото авторов]

Photo 6. The family Parmeliaceae (Parmeliaceae). Genus Нурогимния (Нурогимния)



Фото 7. Семейство Teloschistaceae (Телосхистовые). Род Xanthoria (Ксантория)
[фото авторов]

Photo 7. The family Teloschistaceae (Teloschistaceae). Genus Xanthoria (Xanthoria)

В таблице 10 отражена характеристика флоры лишайников на пробных площадках и проведена оценка загрязнения. На фото 8 цветом показан уровень загрязнения, условные обозначения цветовой гаммы приведены в таблице 10.

Исходя из полученных данных таблицы 10, видно, что оценка загрязнения идёт неравномерно. Это зависит от движения автотранспорта, антропогенных факторов и продуваемости участка. Для полученных данных на карте (фото 8) была дана пространственная оценка окружающей среды на основе метода проективного покрытия — лишеноиндикации.

Таблица 10. Характеристика флоры лишайников на пробных площадках и оценка загрязнения

Table 10. Characteristics of lichen flora at trial sites and pollution assessment

№ пробных участков	Общая степень покрытия лишайниками, %	Максимальное количество встречаемых видов лишайников	Оценка загрязнения атмосферного воздуха
ЦПКиО имени Щербакова, г. Донецк (Донецкая Народная Республика)			
1. Пробный участок (100 м)	16	2	Очень сильное загрязнение
2. Пробный участок (200 м)	24,6	3	Сильное загрязнение
3. Пробный участок (500 м)	20,5	2	Сильное загрязнение
4. Пробный участок (1000 м)	30,9	3	Относительно чистый воздух

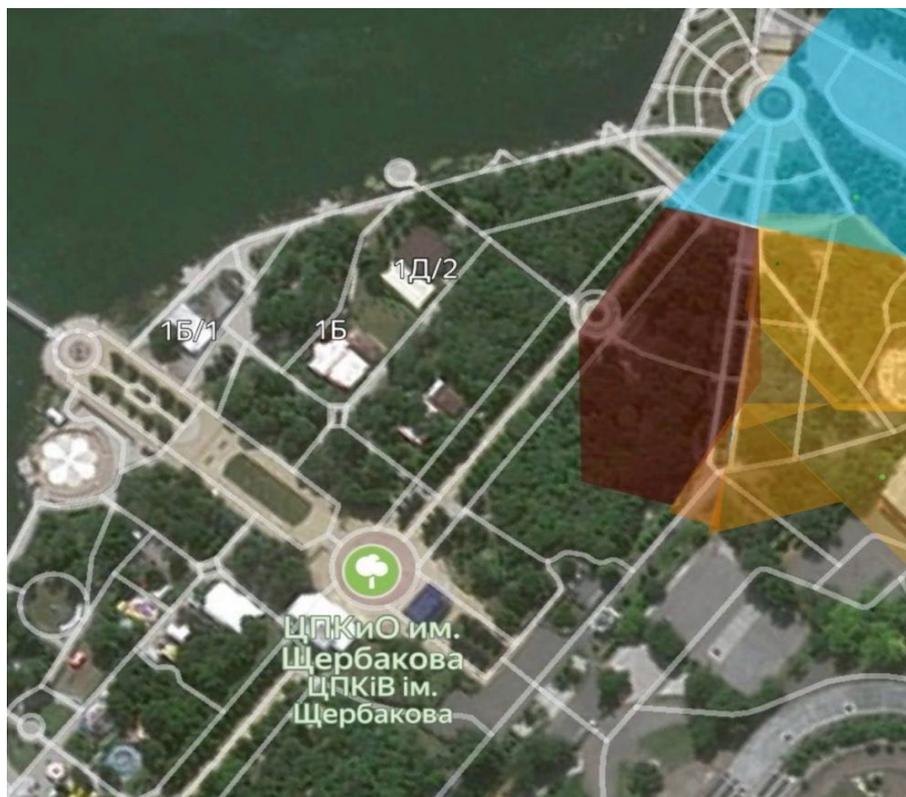


Фото 8. Проведённая оценка загрязнения атмосферы в ЦПКиО имени Щербакова в г. Донецке [фото авторов]

Photo 8. Assessment of atmospheric pollution at the Shcherbakov Central Park in Donetsk

Как показано на фото 8, зоны идут с нарастанием от очень загрязнённого до чистого воздуха, это может быть связано с влиянием антропогенного воздействия, направлением ветров.

На рисунке представлена диаграмма зависимости степени покрытия лишайниками от расстояния до автотрассы 60к-38 (станция Багаевская).

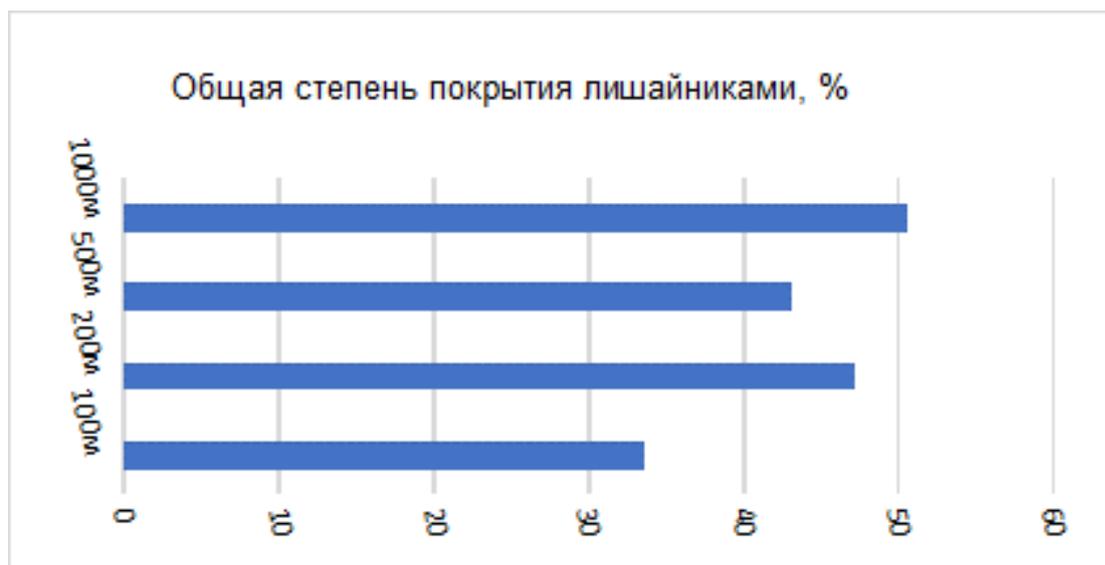


Рисунок. Зависимость степени покрытия лишайниками от расстояния до автотрассы 60к-38

Figure. Dependence of lichen coverage on the distance to the 60k-38 highway

Как видно из рисунка, существует зависимость между проективным покрытием лишайниками и расстоянием от объекта загрязнения. Чем дальше от источника загрязнения, тем больше степень проективного покрытия лишайниками. На расстоянии 500 м от объекта загрязнения проективное покрытие лишайниками оказалось больше, чем на расстоянии 200 м. Разница составила всего лишь 4 %. Это можно объяснить недостаточным объёмом выборки. Низкое обилие проективного покрытия лишайниками в регионе свидетельствует о том, что SO_2 превышает $0,3 \text{ мг/м}^3$. Антропогенные факторы, влияющие на загрязнение исследуемого объекта: промышленная добыча полезных ископаемых; плохая логистика вывоза бытовых отходов в регионе; воздействие на экологию военных действий в течение длительного времени.

4. Обсуждение и заключение

Таким образом, в результате выполненных исследований поставленные задачи решены в полном объёме. Это расширяет практические и теоретические знания о лишеноиндикации, об оценке проективного покрытия, по выявлению состава лишенофлоры в районах исследо-

вания. Проводилась оценка антропогенных факторов в Ростовской области и ДНР, влияния атмосферного загрязнения на эпифитный состав лишайников. Результаты работы дают возможность оценить и сравнить состояние окружающей среды.

Зоны загрязнения на первом объекте обнаружить не удалось, что связано с низкой загруженностью автодороги и отсутствием промышленности вблизи объекта исследования. Основа такого результата — благоприятная экологическая ситуация в регионе. В ходе исследования были найдены следующие виды лишайников: семейства Parmeliaceae (Пармелиевые), Teloschistaceae (Телосхистовые), Candelariaceae (Канделяриевые). Виды семейства Teloschistaceae (Телосхистовые) более устойчивы к загрязнению. На объекте в станице Багаевская среднее проективное покрытие лишайниками составляет 45 %, число видов говорит о небольшом их разнообразии.

На втором объекте в ЦПКиО имени Щербакова в г. Донецке зоны загрязнения воздуха идут с нарастанием от очень загрязнённого до чистого воздуха, это связано с влиянием антропогенного воздействия, промышленности, военными действиями в регионе. На данном участке только одна пробная площадка с чистым воздухом, остальные три загрязнены в разной степени. Встречаемые лишайники: семейства Teloschistaceae (Телосхистовые), Parmeliaceae (Пармелиевые). На этом объекте среднее проективное покрытие лишайниками составляет 23 %, число видов говорит о низком лишайниковом разнообразии.

Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета.

Список литературы

1. *Верех-Белюсова Е. И., Бараниченко А. А.* Метод биоиндикации загрязнения окружающей среды на примере лишайников // Современная биология и биотехнология: проблемы, тенденции, перспективы: Сб. докладов и тезисов Всерос. научно-практ. конф. Редкол.: Е. А. Иванцова (председ.) [и др.]. Волгоград, 2022. С. 131—134.
2. Оценка состояния окружающей среды методом лишайниковой индикации / Д. Д. Завьялова, М. М. Уфимцева, О. В. Сычугова [и др.] // Научное творчество молодёжи — лесному комплексу России: Материалы XVIII Всерос. (национал.) научно-техн. конф. Екатеринбург, 2022. С. 130—133.
3. Подготовка специалистов в области экологической безопасности предприятий лесного комплекса / О. А. Куницкая, В. И. Борисов, Ф. Ф. Лавров [и др.] // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2025. № 1 (19). С. 4—8.
4. *Куницкая О. А.* Предупреждение и ликвидация последствий возможных аварий на предприятиях биохимического и лесохимического профиля // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2025. № 2 (20). С. 28—31.

5. *Никишина Д. А., Таллер Е. Б.* Оценка загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния комбината «Каменский» методом лишеноиндикации // Вестник науки. 2023. Т. 3, № 12 (69). С. 1263—1269.
6. *Колесник А. А.* Оценка загрязнения воздуха г. Пскова методом лишеноиндикации // E-Scio. 2023. № 3 (78). С. 7—21.
7. *Маргоева М. В., Чепуштанова О. В., Rogozинникова И. В.* Использование лишайников для определения уровня загрязнения воздушной среды // Молодёжь и наука. 2023. № 11.
8. *Кондакова Г. В., Петров А. М.* О лишеноиндикационных исследованиях на территории Петропавловского парка (г. Ярославль) // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XVIII Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2023. С. 306—311.
9. *Гербер Ю. С., Рассадина Е. В.* Использование метода лишеноиндикации в целях экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха на примере города Ульяновска // Медико-физиологические проблемы экологии человека: Материалы IX Всерос. конф. с междунар. участием, посвящённой 35-летию Ульянов. гос. ун-та. Ульяновск, 2023. С. 93—95.
10. *Блинова Э. А., Кристал Г. И.* Лишеноиндикация состояния атмосферного воздуха города Рязани // Понт Эвксинский — 2023: Материалы XIII Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием для молодых учёных по проблемам водных и наземных экосистем, посвящённой 60-летию со дня преобразования Севастопол. биол. станции в ИнБЮМ. Севастополь, 2023. С. 90—91.
11. *Дёгтева Е. Д.* Оценка загрязнения воздуха парка «Минный городок» методом лишеноиндикации // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: Материалы VIII Междунар. научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Владивосток, 2023. С. 86—91.
12. *Редина В. В.* Определение состояния атмосферного воздуха г. Кингисеппа методом лишеноиндикации // Экология и техносферная безопасность: Доклады II Всерос. молодёж. научно-практ. конф. / Под общ. ред. В. М. Панарина. Тула, 2023. С. 7—10.
13. *Джолдошбек К. А.* Лишайники — биоиндикаторы окружающей среды // Вестник Исык-Кульского университета. 2025. № 60. С. 56—60.
14. Биологически активные вещества лишайников и их применение в медицине / А. А. Разнатов, К. Ю. Шахов, Д. А. Давыдов [и др.] // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Биотехнические системы и технологии»: Сб. науч. ст. Всерос. научно-техн. конф. Анапа, 2025. С. 73—78.
15. *Германова В. А.* Микроорганизмы, симбиотически связанные с грибами: взаимодействие и влияние на хозяев // Инициативы молодых — науке и производству: Сб. ст. VII Всерос. научно-практ. конф. молодых учёных и студентов. Пенза, 2024. С. 540—542.
16. *Мучник Е. Э.* Лишенологические исследования в Серебряноборском опытном лесничестве // Лесоведение. 2024. № 6. С. 661—671.
17. *Теребиленко Д. А.* Особенности лишенобиоты микрозаказника аполлона чёрного (Гомельский район) // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. 2024. № 6 (147). С. 60—64.
18. *Пчелкин А. В.* Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды: Метод. пособие. М.: Экосистема, 1997. 25 с.

References

1. Verekh-Belousova E. I., Baranichenko A. A. Method of bioindication of environmental pollution on the example of lichens. *Modern biology and biotechnology: problems, trends, prospects: Collection of reports and abstracts of the All-Russian Scientific and practical conference*. Editorial board: E. A. Ivantsova (Chairman) [and others]. Volgograd, 2022, pp. 131—134. (In Russ.)
2. Zavyalova D. D., Ufimtseva M. M., Sychugova O. V., Zubova S. S. Assessment of the state of the environment by the method of lichenoidication. *Scientific creativity of youth — the forest complex of Russia: Proceedings of the XVIII All-Russian (National) Scientific and Technical Conference*. Yekaterinburg, 2022, pp. 130—133. (In Russ.)
3. Kunitskaya O. A., Borisov V. I., Lavrov F. F., Dyachkovsky D. A., Gavrilyev G. N. Training of specialists in the field of environmental safety of forestry enterprises. *Occupational safety and health in logging and woodworking industries*, 2025, no. 1 (19), pp. 4—8. (In Russ.)
4. Kunitskaya O. A. Prevention and elimination of consequences of possible accidents at biochemical and forestry enterprises. *Occupational safety and health in the logging and woodworking industries*, 2025, no. 2 (20), pp. 28—31. (In Russ.)
5. Nikishina D. A., Taller E. B. Assessment of atmospheric air pollution in the zone of influence of the Kamensky combine by the method of lichenoidication. *Bulletin of Science*, 2023, vol. 3, no. 12 (69), pp. 1263—1269. (In Russ.)
6. Kolesnik A. A. Assessment of Pskov air pollution by lichenoidication method. *E-Scio*, 2023, no. 3 (78), pp. 7—21. (In Russ.)
7. Margoeva M. V., Chepushtanova O. V., Rogozinnikova I. V. The use of lichens to determine the level of air pollution. *Youth and science*, 2023, no. 11. (In Russ.)
8. Kondakova G. V., Petrov A. M. On lichenoidication research in the Petropavlovsk Park (Yaroslavl). *Ecology of the native land: problems and ways to solve them: Materials of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation*. Kirov, 2023, pp. 306—311. (In Russ.)
9. Gerber Yu. S., Rassadina E. V. Using the lichenoidication method for environmental monitoring of atmospheric air using the example of the city of Ulyanovsk. *Medical and physiological problems of human ecology: Proceedings of the IX All-Russian Conference with international participation dedicated to the 35th anniversary of Ulyanovsk State University*. Ulyanovsk, 2023, pp. 93—95. (In Russ.)
10. Blinova E. A., Kristal G. I. Lichenoidication of the state of atmospheric air in the city of Ryazan. *Pont Euxinski — 2023: Materials of the XIII All-Russian Scientific and Practical conference with international participation for young scientists on the problems of aquatic and terrestrial ecosystems, dedicated to the 60th anniversary of the transformation of the Sevastopol Biological Station into INBYUM*. Sevastopol, 2023, pp. 90—91. (In Russ.)
11. Degteva E. D. Assessment of air pollution in the Minny Gorodok park by the method of lichenoidication. *Integrated research in the fisheries industry: Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists*. Vladivostok, 2023, pp. 86—91. (In Russ.)
12. Redina V. V. Determination of the state of atmospheric air in Kingisepp by the method of lichenoidication. *Ecology and technosphere safety: Reports II All-Russian Youth Scientific and Practical Conference*. Under the general editorship of V. M. Panarin. Tula, 2023, pp. 7—10. (In Russ.)
13. Dzholdoshbek K. A. Lichens — bioindicators of the environment. *Bulletin of Issyk-Kul University*, 2025, no. 60, pp. 56—60. (In Russ.)

14. Raznatov A. A., Shakhov K. Yu., Davydov D. A., Tsiluiko D. Yu. Biologically active substances of lichens and their application in medicine. *State and prospects of development of modern science in the field of «Biotechnical systems and technologies»: Collection of scientific articles of the All-Russian scientific and Technical conference*. Anapa, 2025, pp. 73—78. (In Russ.)
15. Germanova V. A. Microorganisms symbiotically related to fungi: interaction and influence on hosts. *Initiatives of the young — science and production: collection of articles of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and students*. Penza, 2024, pp. 540—542. (In Russ.)
16. Muchnik E. E. Lichenological research in the Serebryanobor experimental forestry. *Forestry Science*, 2024, no. 6, pp. 661—671. (In Russ.)
17. Terebilenko D. A. Features of lichenobiota of the micropolitan Apollo cherny (Gomel region). *Proceedings of Gomel State University named after F. Skoriny*, 2024, no. 6 (147), pp. 60—64. (In Russ.)
18. Pchelkin A. V. Methods of Lichenoindication of Environmental Pollution. *Methodological Guide*. Moscow, Ekosistema, 1997. 25 p. (In Russ.)

© Григорьева О. И., Цыганова А. Н., Федоров В. И., Николаева Ф. В.,
Матвиенко Е. Ю., 2026