

ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА В НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТАХ НОВОСБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Пляшкевич Дмитрий Вячеславович

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования

Новосибирского района «Станция юных натуралистов»,

р.п. Краснообск, syun@edu54.ru

Аннотация: статья посвящена выявлению влияния сети дорог на чистоту воздуха в населённых пунктах Новосибирской области с помощью лишеноиндикации.

Ключевые слова: чистота воздуха, лишеноиндикация, Новосибирск, дороги, экология.

D. Plyashkevich (Russia). LICHENOINDICATION OF AIR PURITY IN SETTLEMENTS OF THE NOVOSIBIRSK REGION.

Annotation: the article is devoted to identifying the impact of the road network on air purity in the settlements of the Novosibirsk region using lichen indication.

Keywords: air purity, lichenoidication, new districts, Novosibirsk, eco-friendly

Для устойчивого развития человечества нужно жить так, чтобы сейчас людям и природе было хорошо и в будущем не стало хуже. Нужно задумываться, как мы воздействуем на окружающую среду в процессе экономического развития. И находить пути, чтобы исправить это воздействие.

Особенно важно следить за состоянием природы для устойчивости городов, ведь в них живёт три четверти жителей нашей страны. Газообразные и твёрдые загрязнения попадают людям в лёгкие, вызывают болезни, раздражения слизистой, у людей чаще проявляется аллергия.



Лишайники – это показатели чистоты воздуха. При загрязнении воздуха лишайники деградируют, меняется их видовой состав.

Крупное изучение лишайников в Краснообске проведено в 2006 году [1]. Чистота воздуха определена как средняя. Как изменилась чистота воздуха за 16 лет? В доступных источниках нет информации о состоянии лишайников села Пихтовка. Каково проективное покрытие лишайниками в удалённом от антропогенного воздействия месте? Как влияет близкое расположение дороги на чистоту воздуха и площадь проективного покрытия лишайниками?

Гипотезы: чем ближе дорога, тем меньше лишайников, даже маленькая дорога может привести к исчезновению лишайников.

ЦЕЛЬ – выявить влияние сети дорог на распространение лишайников.

ЗАДАЧИ:

- определить и сравнить проективное покрытие лишайниками стволов берёз в Краснообске, Новосибирске и Пихтовке;
- сравнить проективное покрытие лишайниками на расстоянии 10 м и 100 м от дорог с разной интенсивностью движения.

Актуальность – изучая проективное покрытие лишайниками, мы можем контролировать качество воздуха в населённых пунктах.

1. Обзор литературы

Лишайники – это трёхкомпонентные организмы. В них входят зелёная и сине-зелёная водоросль, а также гриб [1]. Тело лишайников представлено слоевищем. Они не имеют корней, но прочно крепятся своим телом к субстрату особыми выростами. Снаружи лишайника находится коровый слой. Под ним размещается зона водорослей. Ниже лежит сердцевина [2].

Лишайники – это очень выносливые, но и чувствительные организмы, которые реагируют на загрязнения окружающей среды быстрее, чем сосудистые растения. Поэтому по ним определяют чистоту воздуха.

Лихеноиндикация – это метод оценки качества среды и тенденций её изменения. Проективное покрытие поверхности лишайниками зависит от загрязнения воздуха, вида дерева, расстояния от дороги и других факторов [1].

Лишайники активно накапливают загрязняющие вещества, а механизмов их выведения нет. Если содержание загрязняющих веществ велико, лишайники погибают. Лишайники делятся на кустистые, листоватые и накипные. Накипные - самые выносливые, а кустистые погибают в первую очередь [2].

Лишайники живут 50-100 лет, растут медленно и всю жизнь. За полгода могут вырасти до 5 миллиметров. Если нет питательных веществ, они очень долго сохнут, а потом отваливаются от дерева и гибнут. Когда лишайник только появляется, он вырастает за год на 0,5 мм [2].

В населённых пунктах воздух загрязняют: автотранспорт, заводы, котельные, происходит разрушение мест обитания лишайников [3].

В Новосибирске в 2006 году было выявлено 230 видов лишайников [1]. Больше всего видов встречено в Советском районе (187%), а меньше всего в Центральном (24%) и в Железнодорожном (19%). В Новосибирске больше накипных 60%, чем листоватых 23% и кустистых 17%. На берёзах встречается больше всего видов лишайников [1].

В Краснообске в 2006 году на берёзе повислой обнаружено 6 видов лишайников [1]. Накипные *Candelariella xanthostigma* и *Lecanora simmicta*. Листоватые: *Physcia dubia*, *Physcia stellaris*, *Physcia tenella*, *Physconia grisea*.

В 2021 году накипные лишайники в Краснообске не обнаружены, но обнаружено 2 вида кустистых (в лесной зоне: *Evernia mesomorpha*, *Cladonia fimbriata*). В жилой зоне Краснообска обнаружено только 4 вида листоватых лишайников (*Flavopunctelia soledia*, *Xantoria parientina*, *Parmelia sulcata*, *Physcia aipolia*)

В 2006 году исследование лишайников в Краснообске проводилось во дворах и в берёзовых колках вокруг населенного пункта, а также в лесополосе на въезде [1]. В 2021

году исследовали лишайники во дворах и в берёзовой роще [4].



Рисунок 1. Виды лишайников, найденные в Краснообске в 2023

За последние 15 лет видовой состав лишайников в Краснообске поменялся. Из 6 видов ни один не пересекается. С 2006 года по 2021 год количество видов лишайников в жилой зоне уменьшилось. Но, возможно, группа Тарадаева [4] нашла не все виды лишайников.

В этом году удалось найти 7 видов лишайников. Но определить - только 3. Для определения видов мы использовали портал айНатуралист, карточки из набора для оценки чистоты воздуха при помощи лишеноиндикации, определитель сайта Экосистема. Нам не смогли помочь эксперты.

Найденные лишайники представлены на рисунке 1. Мы смогли определить три вида: фисция звёздчатая, пармелия бороздчатая и гипогимния вздутая. Есть лишайник рода канделярия.

Из анализа литературных данных можно заключить, что кустистые лишайники встречаются в Краснообске только в лесу.

Автомобильные выхлопы – один из сильных негативных факторов окружающей среды в городах. Они содержат около 200 загрязняющих веществ, в том числе и оксид серы. Он может накапливаться в слоевищах лишайников и вызывать их гибель при концентрации $0,5 \text{ мг/м}^3$ [5].

Эпифитные лишайники – это наиболее удобные объекты для лишеноиндикации качества воздуха, так как они постоянно обдуваются ветрами [7]. Наиболее устойчивы к загрязнению некоторые виды родов *Xantoria*. – Ксантория, *Physcia Schreber* – Фисция, *Anaptychia Korb.* – Анаптихия, *Hypogymnia Rassad.* – Гипогимния, *Lecanora Ach.* – Леканора [6].

Данные о зависимости проективного покрытия от расстояния до в доступной литературе обнаружить не удалось.

По данным исследований [8] влияние автомобильных дорог на экосистемы придорожного пространства на расстоянии в 100 м уже практически отсутствует. Движение автотранспорта в большей степени загрязняет почвы. Поэтому можно предположить, что на расстоянии 10 м от дороги проективно покрытие у земли будет ниже, а на расстоянии 100 м от дороги проективное покрытие будет в среднем выше.

2. Методика исследования

Чистоту воздуха изучали в точках с разной антропогенной нагрузкой.

1. Село **Пихтовка** на севере Новосибирской области в 144 км от Краснообска. Вокруг села лес, болота. К селу ведёт дорога, по которой редко ездят автомобили. Преобладающие деревья: берёзы, ивы, тополя.

2. СНТ **Дружба** – экологически чистое место, с юго-востока от Краснообска. Дорога проходит через старовозрастную берёзовую рощу.

3. Лесополосы у **Советского шоссе** с наветренной и подветренной стороны.

4. Новосибирск, парк «**Берёзовая роща**». Вокруг интенсивное автомобильное движение.

Для определения чистоты воздуха используют высокоточные лабораторные методы, датчики загрязнённости, снежный покров и биоиндикацию. Лабораторные методы сложны и нам недоступны. Снег есть не в любое время года. А живые организмы-индикаторы можно найти всегда.

Есть биоиндикация по хвоинкам сосны, но исследуемых местах мало сосен. Метод функциональной асимметрии листьев доступен летом. Лихеноиндикация доступна в любое время года. Этот метод не очень точный. Его ограничение в том, что видовой состав и проективное покрытие лишайниками на разных видах деревьев отличается [1]. Поэтому для работы мы выбрали берёзу – она чаще встречается в лесостепной зоне Приобья. Кроме того, у молодых берёз кора более гладкая, на них будет расти меньше лишайников. Поэтому для работы мы старались выбирать старые берёзы.

В работе использована методика лихеноиндикации при помощи палетки [9]. Проективное покрытие деревьев лишайниками считали по сетке 10*10 см по четырём сторонам горизонта (рис. 2) на высоте 0,5 м и 1,5 м).

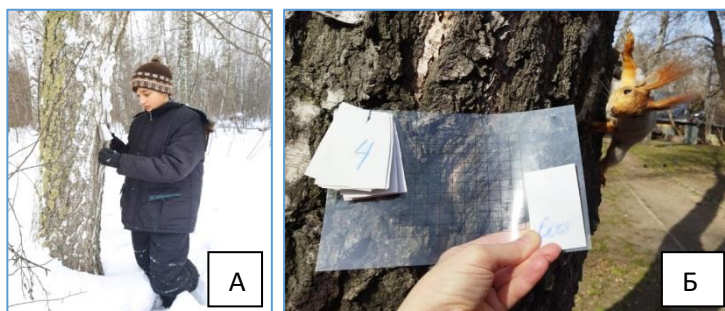


Рис 2. А – работа с палеткой в СНТ «Дружба», Б – в парке «Берёзовая роща».

На выбранных площадках обследовано по 10 деревьев на расстоянии 10 и 100 м от проезжей части. Прикладывали палетку и считали количество клеток, полностью и частично заполненных лишайниками.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Результаты изучения проективного покрытия лишайниками стволов деревьев в точке 1 (Пихтовка - край леса у дороги). Проективное покрытие на высоте 0,5 м -10,9%, на высоте 1,5 м – 9,6% (рис. 3).

Видно, что в Пихтовке покрытие лишайниками около 10%. Это больше, чем в самом Краснообске, но меньше, чем в Краснообской роще.

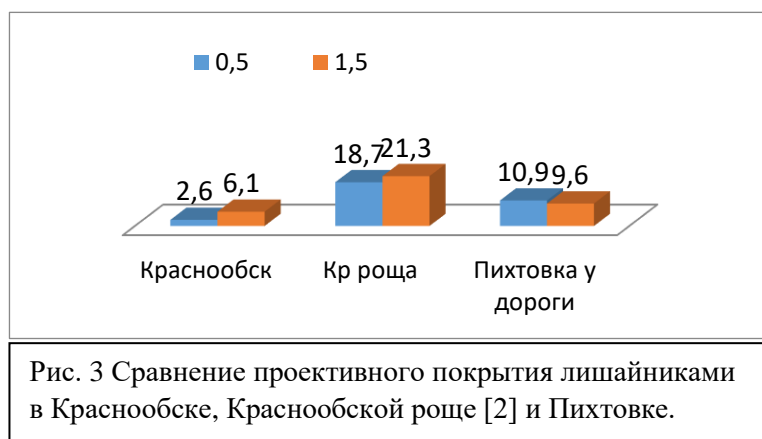


Рис. 3 Сравнение проективного покрытия лишайниками в Краснообске, Краснообской роще [2] и Пихтовке.

Проективное покрытие в с. Пихтовка в 2,3 раза выше, чем в жилой зоне Краснообска, но в 3,9 раза ниже, чем в Краснообской роще. Это наводит на предположение, что близкое расположение даже маленькой дороги может привести к деградации лишайников. Не стоит исключать и возможное действие других факторов.

Для проверки гипотезы, мы решили исследовать покрытие на расстоянии 100 м и 10 м от дороги в трёх местах с разной антропогенной нагрузкой.

В ДНТ «Дружба» среднее проективное покрытие на расстоянии 10 м от дороги 7,1%, а 100 м - 3,1% (рис. 4). Это в 2,3 раза больше и не соответствует гипотезе о том, что чем ближе к дороге, тем меньше лишайников.

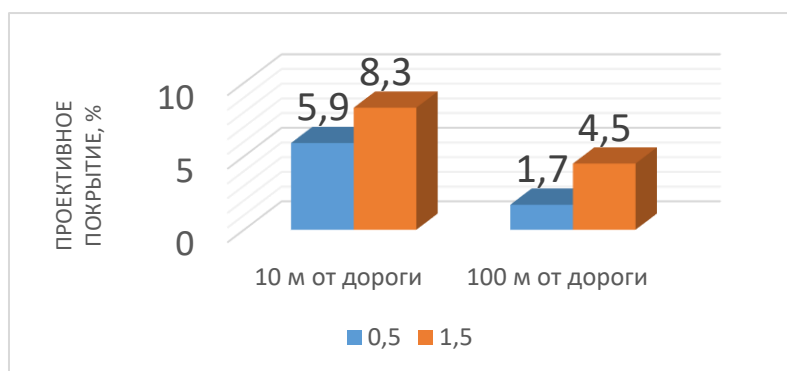


Рис. 4 Проективное покрытие в СНТ Дружба».

Возможно, споры симбионтов лишайников распространяются ветром и вдоль дороги оседают на стволах деревьев сильнее, чем в глубине.

Сравнивая среднее проективное покрытие, выявленное в 2021 году в глубине Краснообской рощи [1] 20%, и выявленное нами в 2022 году в ДНТ «Дружба» на расстоянии 100 м от дороги - 3,1% можно предположить и влияние дороги, и случайное распределение.

Оказалось, что на расстоянии 100 м от дороги возле ДНТ «Дружба» лишайников почти в 7 раз меньше, чем в глубине леса.

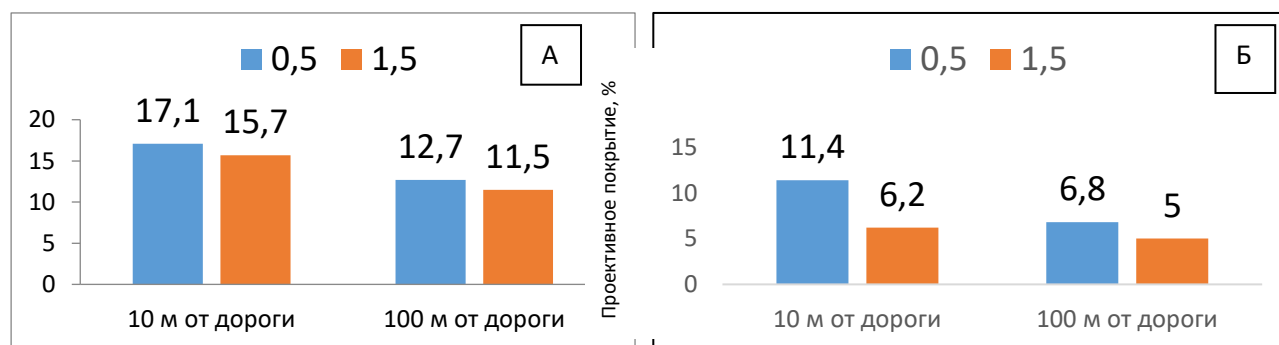


Рисунок 5. Проективное покрытие лишайниками стволов берёз на Советском шоссе. А – с юго-запада, Б – с северо-востока.

На Советском шоссе проективное покрытие с юго-запада выше, чем с северо-востока, так как там ветер дует с дороги (рис 5). С обеих сторон проективное покрытие на расстоянии 100 м от дороги ниже, чем на 10 м. Это согласуется с гипотезой негативного влияния дороги на рост лишайников.

Проективное покрытие лишайниками вдоль Советского шоссе выше, чем в СНТ «Дружба», где значительно меньше машин и чище. Среднее проективное покрытие вдоль Советского шоссе 10,8%, а в СНТ «Дружба» - 7,1%. Исходя из имеющейся у нас информации, это сложно объяснить.

В парке «Берёзовая роща» лишайников практически нет (рис. 6). Это связано с сильным загрязнением воздуха в центре города. Проективное покрытие на расстоянии 10 м от дороги ниже, чем на расстоянии 100 м. Среднее проективное покрытие - 0,15%.

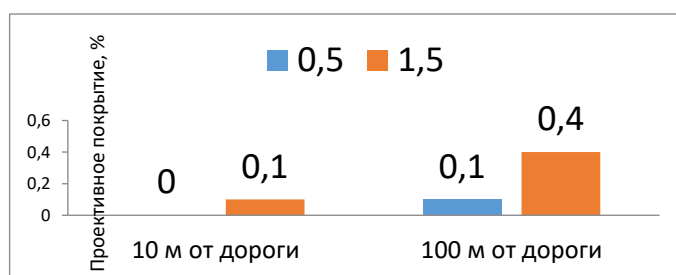


Рисунок 6. Проективное покрытие в парке «Берёзовая роща».

На рисунке 7 приведены обобщенные данные по проективному покрытию лишайниками стволов берёз во всех изученных точках. Усреднены данные на расстоянии 10 м от дороги.

Самый чистый воздух в Краснообской роще и на Советском шоссе. В СНТ «Дружба» и в Краснообской роще берёзы одинаковые. Вероятно, активное строительство в СНТ «Дружба» и постоянная пыль от машин повлияли на лишайники. Дорога в СНТ «Дружба» грунтовая, а Советское шоссе покрыто асфальтом и не пылит летом. Дорога в Пихтовке грунтовая.

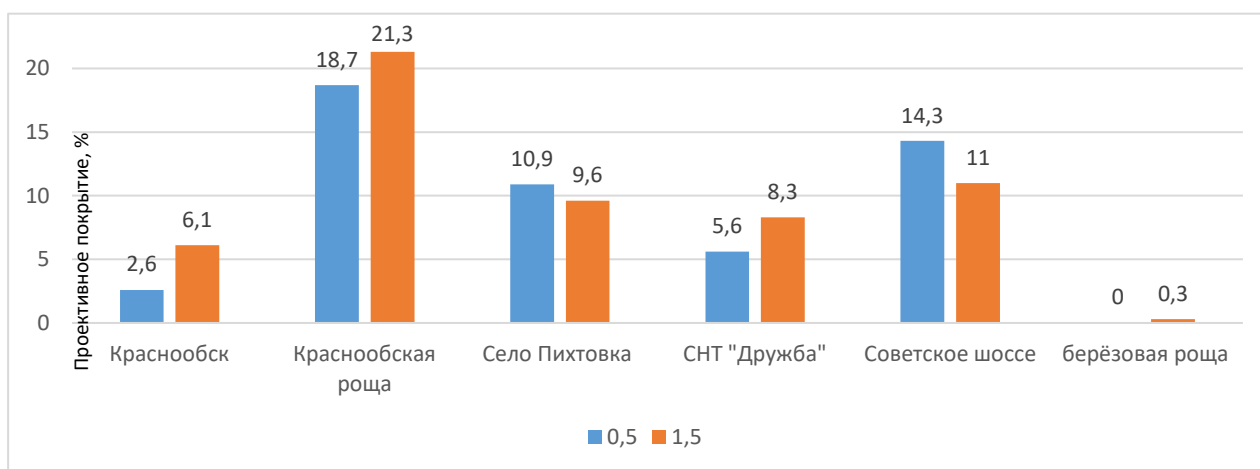


Рисунок 7. Сравнение проективного покрытия лишайниками в изученных точках на расстоянии 10 м от дорог на высоте 0,5 и 1,5 м от земли.

Таблица 1 Проективное покрытие лишайниками стволов берёз в окрестностях Новосибирска

| | СНТ «Дружба» | | Советское шоссе 1 | | Советское шоссе 2 | | Парк «Берёзовая роща» | |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------|
| 10 м от дороги | | | | | | | | |
| Высота, м | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 1,5 |
| Проективное покрытие, % | 5,9±1,4 (4,5-7,3) | 8,9±2,4 (6,5-11,3) | 17,1±8,5 (8,6-25,6) | 15,8±5,4 (10,4-21,3) | 11,4±2,3 (9,2-13,7) | 6,1±0,1 (6,0-6,2) | 0,01* ±0,04 | 0,1±0,42 |
| 100 м от дороги | | | | | | | | |
| Высота, м | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 1,5 |
| Проективное покрытие, % | 1,7±0,4 (1,3-2,1) | 4,1±1,4 (2,7-5,5) | 12,8±8 (4,8-20,8) | 11,5±5,8 (5,7-17,3) | 6,8±4,7 (2,1-11,5) | 5±2,6 (2,4-7,6) | 0,1* ±0,2 | 0,4±1,2 |

* - достоверное отличие от остальных точек.

Данные таблицы 1 показывают сильный разброс, значит, мы видим только качественные различия. Отсутствие лишайников в парке «Берёзовая роща» достоверно ниже, чем во всех точках. Проективное покрытие на высоте 0,5 м в СНТ «Дружба» достоверно ниже, чем на Советском шоссе.

Гипотеза о том, что близкое расположение дороги снижает проективное покрытие лишайниками, подтвердилась частично. Возможно, пыль от грунтовых дорог снижает проективное покрытие лишайниками.

На Советском шоссе и в СНТ «Дружба» на расстоянии 10 м от дороги лишайников больше, чем на 100 м, где загрязнения почти нет [8]. Возможно, потому, что споры распространяются ветром, и ближе к дороге в относительно чистых местах на деревьях лишайников больше, чем дальше от дороги.

Выводы:

- проективное покрытие лишайниками в Краснообске в СНТ «Дружба» 7%, в Пихтовке 10,3%, на Советском шоссе 12,5%, в «Берёзовой роще» 0,15%;
- среди исследованных точек наиболее чистый воздух в Краснообске, наименее – в парке Берёзовая роща;
- на дорогах с разной интенсивностью движения не обнаружено постоянного снижения проективного покрытия лишайниками на меньшем расстоянии от дороги.

Заключение

На основании проведённого исследования можно рекомендовать жителям Новосибирска чаще бывать за городом. Автомобилистам – внимательно следить за состоянием двигателей и проводить технические работы, чтобы топливо полностью сгорало, и не было лишних выхлопных газов.

Так как две трети загрязнения воздуха в Новосибирске даёт автотранспорт, то руководству в целях устойчивого развития можно увеличить озеленение жилых кварталов, с помощью современных логистических систем снизить поток транспорта по центру и сделать больше удобных объездных дорог, чтобы люди и природа меньше страдали от загазованности. Вводя алгоритмы умного города, оптимизировать работу светофоров, чтобы машины меньше стояли в пробках или ожидали на выездах с прилегающих территорий, когда на главной нет машин, чтобы снизилось количество выхлопных газов.

Данные таких исследований можно использовать в превентивной медицине, рекомендуя людям с предрасположенностью к поллинозу и заболеваниям дыхательных путей выбирать жильё в местах с чистым воздухом.

Проблему загрязнения можно решать системно с применением новых материалов в составе топлива для транспорта страны, чтобы выхлопы стали

менее токсичными или с помощью новых катализаторов для сжигания топлива в двигателях и котельных. Возможно, сочетание нано и биотехнологий позволят создать защитные экраны вокруг дорог для защиты не только людей, но и деревьев, и лишайников и архитектурных ценностей.

В перспективе - исследовать видовой состав лишайников в селе Пихтовка, провести анализ чистоты воздуха в новостройках Новосибирска и более детально изучить влияние дорог на распространение лишайников

Библиография

- 1) Свирко Е.В. Лишайники – биоиндикаторы атмосферного загрязнения г. Новосибирска. Диссертация на соискание научной степени кандидата биологических наук. Новосибирск, 2006.
- 2) Шапиро И.А. Загадки растения – сфинкса. Лишайники и экологический мониторинг. Л., Гидрометеиздат, 1991, 80 стр., с ил. 96.
- 3) Новосибирская область. Природа России. Национальный портал. http://www.priroda.ru/regions/air/detail.php?SECTION_ID=&FO_ID=452&ID=5885#:~:text=%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%BC%D0%B8%20%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%8F%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B0%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85%D0%B0.%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B2%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%BC%20%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5.
- 4) Тарадаев А.А. Лихеноиндикация качества воздуха в разных частях Краснообска. V Межрегиональный экологический фестиваль «Будущее в руках живущих»: материалы Межрегионал. науч.-практ. конф. «Время думать иначе» (9-12 ноября 2021 г.)/Муниципал. бюджет. учреждение доп. образования Новосиб. р-на Новосиб. обл. «Новолуговская СШ №57»; сост. И.В. Борисова; вёрстка А.Г. Борисова. – Новосибирск, 2021. – 184 с. (с 117-118)
- 5) Куперина Ю.А. Исследование загрязнения воздуха в г. Ивангороде методом лишеноиндикации и биоиндикации по сосне. //Международный школьный научный вестник. Научный журнал для старшеклассников и учителей. № 3 за 2019 год.
- 6) Выявление влияния факторов внешней среды на рост и распространение лишайников. Кривошапов Н.С. и др. //Современные проблемы науки и образования. Выпуск журнала № 6 за 2017 год.
- 7) Применение фрактального анализа при лишеноиндикации техногенного воздействия от линейного источника загрязнения атмосферы. Насонов А.Н. и др. 2019 / Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-fraktalnogo-analiza-pri-lihenoindikatsii-tehnogennogo-vozdeystviya-ot-lineynogo-istochnika-zagryazneniya-atmosfery/viewer>
- 8) Юрченко В. А., Михайлова Л. С., Беспалова М. В. Исследование влияния автомобильной дороги на экосистемы придорожного пространства. //2008 /Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-avtomobilnoy-dorogi-na-ekosistemy-pridorozhnogo-prostranstva/viewer>
- 9) Пчелкин А.В., Боголюбов А.С. «Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды», М., Экосистема, 1997