

Муниципальное казённое общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №7» Красногвардейский муниципальный округ,  
Ставропольский край

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды имени Б.В. Всесвятского**

**Номинация: Микология, лихенология, альгология**

**Тема: «Определение степени загрязнения воздуха методом лишеноиндикации»**

**Работу выполнил:**

**Ганага Артём Иванович, 8 класс**  
МКОУ СОШ №7 с. Преградного,  
обучающийся ГБУ ДО «КЦЭТК»  
г. Ставрополя

**Руководитель:**

учитель химии МКОУ СОШ №7  
Ганага Анастасия Александровна и Репко  
Анна Николаевна, методист и п.д.о. ГБУ  
ДО «КЦЭТК»

г. Ставрополь, 2023 год

## Содержание

Введение.....	3
I.    Теоретическая часть	
1.    Влияние загрязнения воздуха на состояние лишайников .....	4
II.   Методика исследования	
1.    Методика определения степени загрязнения воздуха по лишайникам.....	5
2.    Описание видового разнообразия лишайников села Преградного .....	6
III.  Результаты исследования.....	7
Заключение .....	8
Список литературы .....	9
Приложение.....	10

## Введение

Наиболее острую экологическую проблему представляет загрязнение воздуха, поскольку регулярно происходит выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Основным источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу является автотранспорт и промышленные предприятия. Выбросы промышленных предприятий, продукты сжигания топлива автомобилей, продукты горения при пожарах и т.д. поступают в самый нижний (приземный) слой атмосферы. Условия их рассеивания определяются состоянием атмосферы. Некоторые растения, такие как лишайники наиболее чутко реагируют на характер и степень загрязнения атмосферы. Это означает, что они могут служить живыми индикаторами состояния воздушного бассейна.

Лишайники - это широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительностью к загрязнителям окружающей среды.

Так же лишайники - это одна из наименее изученных групп низших растений на территории нашего края. Тем не менее, в условиях экологического кризиса эти растения могут оказать неоценимую услугу, как показатели загрязнения окружающей среды.

Лишайники являются биоиндикаторами - организмы, вид или сообщество, по наличию либо чрезмерному размножению которого (положительный индикатор) или же отсутствию или уменьшению численности (отрицательный индикатор) можно судить об определенном состоянии окружающей среды. Биоиндикация используется в практике народного хозяйства и имеет преимущества в том, что она экологически выгодна.

Уровень загрязнения окружающей среды наиболее точно определяется по состоянию и видовому разнообразию низших растений - лишайников (Lichenes). Мы выбрали наиболее доступную методику оценки степени загрязнения воздуха - лишайноиндикацию. Лишайники чутко реагируют на состояние воздуха, так как необходимые для жизнедеятельности вещества эти растительные организмы получают из воздуха. Мы предполагаем, что в районе автозаправочной станции, как основного источника загрязнения воздуха, видовое разнообразие лишайников развито крайне слабо.

Объект исследования: территории Преграденского сельского поселения.

Предмет исследования: лишайники, как биологические индикаторы.

**Цель работы:** определить экологическое состояние атмосферного воздуха окрестностей сельского поселения по лишайникам.

**Задачи исследования:**

1. Изучить и обобщить теоретический материал по теме исследования.
2. Рассмотреть видовое разнообразие лишайников в окрестностях села Преградного.

3. Определить распространение лишайников и провести анализ состояния атмосферного воздуха.

**Новизна** работы заключается в том, что в нашей школе исследованием лишайников никто не занимался, несмотря на то, что немало интересного и полезного можно узнать о загрязнении воздуха, изучая лишайники.

### **1. Влияние загрязнения воздуха на состояние лишайников.**

Минеральные вещества в виде водных растворов поступают в слоевище лишайника из почвы, горных пород, коры деревьев. Однако гораздо большее количество химических элементов лишайники получают из атмосферы с осадками и пылью. Поглощение элементов из дождевой воды идет очень быстро и сопровождается их концентрированием. При повышении концентрации соединений металлов в воздухе резко возрастает их содержание в слоевищах лишайников, причем в накоплении металлов они далеко опережают сосудистые растения. В лесу, где осадки проходят сквозь кроны деревьев и стекают со стволов, лишайники гораздо богаче минеральными и органическими веществами, чем на открытых местах. Особенно много минеральных и органических веществ попадает в тело эпифитных лишайников, растущих на стволах деревьев.

Многочисленные исследования промышленных объектов, на заводских и прилегающих к ним территориях показывают прямую зависимость между загрязнением атмосферы и сокращением численности определенных видов лишайников. Особая чувствительность лишайников объясняется тем, что они не могут выделять в среду поглощенные токсические вещества, которые вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения.

По мере приближения к источнику загрязнения слоевища лишайников становятся толстыми, компактными и почти совсем утрачивают плодовые тела. Дальнейшее загрязнение атмосферы приводит к тому, что лопасти лишайников окрашиваются в беловатый, коричневый или фиолетовый цвет, их талломы сморщиваются, и растения погибают. Изучение лишайниковой флоры в населенных пунктах и вблизи крупных промышленных объектов показывает, что состояние окружающей среды оказывает существенное влияние на развитие лишайников. По их видовому составу и встречаемости можно судить о степени загрязнения воздуха.

Наиболее резко лишайники реагируют на диоксид серы. Концентрация диоксида серы  $0,5 \text{ мг/м}^2$  губительна для всех видов лишайников. На территориях, где средняя концентрация  $\text{SO}_3$  превышает  $0,3 \text{ мг/м}^3$ , лишайники практически отсутствуют. В районах со средними концентрациями диоксида серы от  $0,3$  до  $0,05 \text{ мг/м}^3$  по мере удаления от источника загрязнения сначала появляются накипные лишайники, затем листоватые (фисция, леканора, ксантория). При концентрации менее  $0,05 \text{ мг/м}^3$  появляются кустистые лишайники (уснея, алектория, анаптихия) и некоторые листоватые (лобария, пармелия).

На частоту встречаемости лишайников влияет кислотность субстрата. На

коре, имеющей нейтральную реакцию, лишайники чувствуют себя лучше, чем на кислом субстрате. Этим объясняется различный состав лишайнофлоры на разных породах деревьев.

Лишайники по-разному реагируют на загрязненность воздуха: некоторые из них не выносят даже малейшего загрязнения и погибают; другие, наоборот, живут только в городах и прочих населенных пунктах, хорошо приспособившись к соответствующим антропогенным условиям. Изучив это свойство лишайников, можно использовать их для общей оценки степени загрязненности окружающей среды, особенно атмосферного воздуха. На этой основе стало развиваться особое направление индикационной экологии — лишайноиндикация.

В самом деле, внимательный человек, гуляя в лесу, непременно заметит лишайники, растущие на стволах деревьев, — большие светло-серые пятна листоватых пармелий, мучнистые подпалины накипных лишайников, свисающие с веток редкие «бороды» усней, алектории и др. Все они здесь живые и нередко покрывают более половины поверхности ствола. Если пройти через какой-нибудь городской парк, то едва ли удастся обнаружить лишайники, разве только маленькие пятнышки хилых фрагментов слоевищ в трещинах коры.

Конечно, на лишайники пагубно влияет не только двуокись серы, но и другие загрязнители — окислы азота, окись углерода, соединения фтора и др. Лишайники предпочитают сырые местообитания, и эти условия, конечно, оказывают на них определенное влияние. И все же первый их «враг» — загрязненный воздух.

## **2.Методика определения степени загрязнения воздуха по лишайникам**

Исследование чистоты воздуха проводилось по следующей методике:

В селе выбиралось три площадки 10x10 м в разных направлениях друг от друга. При выборе следующих площадок придерживались следующих правил:

-структура и состав фитоценоза на пробных площадках должны быть примерно схожими;

-учётные площадки (участки коры дерева, на котором производится непосредственный подсчёт площади покрытия лишайниками), выбираются на высоте от 30 до 150 см от основания ствола дерева;

-На каждой пробной площадке выбирается 10 отдельностоящих, здоровых, растущих вертикально деревьев с диаметром ствола 25-40 см.;

-На каждом дереве подсчитывается количество видов лишайников. Все обнаруженные виды разделяются на три группы: кустистые, листовые, накипные.

Оценка степени покрытия ствола лишайниками проводилась по методике измерения проективного покрытия

для этого на высоте 30 – 150 см на наиболее заросшую лишайниками часть коры накладывается прозрачная палетка размером 10x10 см (палетку расчерчивают на квадраты размером 1x1 см)

Подсчёт лишайников проводится следующим образом:

Считается число квадратов сеточки, в которых лишайники визуально занимают больше половины площади квадрата (А), условно приписывая им покрытие, равное 100%;

Считается число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата (В), условно приписывая им покрытие, равное 50%;

Вычисляется общее проективное покрытие в процентах (R) – по формуле:

$$R = (100 a + 50 b)$$

где С – общее число квадратов сеточки (в данном случае при использовании сеточки 10x10 см с ячейками 1x1 см, С=100).

Оценка проективного покрытия даётся по 10-балльной шкале:

Балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Покрытие, %	1-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-80	80-100

При использовании методики сеточек-квадратов измерения на одном стволе производят с четырёх сторон света: рамку прикладывают и производят подсчёта четыре раза - с севера, востока, юга, запада.

После проведения исследований на нескольких десятках деревьев делается расчет средних баллов встречаемости и покрытия для каждого типа роста лишайников – накипных(Н), листовых(Л) и кустистых(К). зная баллы средней встречаемости и покрытия Н,Л,К, легко рассчитать показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА) по формуле:

$$ОЧА = (Н + 2 \times Л + 3 \times К) / 30$$

Чем выше показатель ОЧА (ближе к единице), тем чище воздух местообитания. Имеется прямая связь между ОЧА и средней концентрацией диоксида серы в атмосфере.

### 3.Описание видового разнообразия лишайников села Преградного

Характеристика района исследования.

Мы исследовали разные территории села с целью оценки качества воздуха методом лишеноиндикации. Согласно методике, на сравниваемых площадях модельные деревья должны быть приблизительно одного возраста и принадлежать к одной из основных пород, образующих фитоценоз. В качестве объекта исследования, мы выбрали одновозрастные посадки

тополей в различных частях села и обследовали лишенофлору данных деревьев.

Три площадки площадью 10x10 на разной удаленности от школы:

1 участок – 2000 метров от школы (въезд в село)

2 участок - непосредственно возле школы

3 участок 1000 метров от школы (рядом с автозаправочной станцией)

Наибольшее количество лишайников находилось на участке №2, наименьшая численность лишайников на участке № 1, который находится вблизи от проезжей части, здесь степень покрытия древесного ствола лишайниками самая меньшая.

Наиболее чистый воздух был отмечен, на участке №2. Меньше показатель относительной чистоты вблизи автозаправки на участке №3.

#### **4. Результаты исследования**

При проведении исследований мы обнаружили в селе четыре вида эпифитных лишайников:

- Фисция звездчатая (*Phiscia stellaris*)
- Ксантория настенная (*Xanthoria parietina*)
- Пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*)
- Пармелиопсис сомнительный (*Parmeliopsis ambigua*).

Сделаны следующие выводы:

1. Лишайники – биоиндикаторы чистоты воздуха. Исчезновение лишайников должно быть тревожным симптомом для людей, ведь если лишайники в некоторых районах исчезают совсем, следует ожидать повышенного уровня заболеваний, обусловленных загрязнением окружающей среды.

2. При изучении лишайников в различных частях села Преградного было определено: чем сильнее загрязнен воздух, тем меньше встречается в нем видов лишайников и ниже их жизнеспособность; при повышении степени загрязненности воздуха первыми исчезают кустистые лишайники, за ними - листоватые и последними - накипные. На всех исследуемых участках обнаружены все типы лишайников, что свидетельствует о чистоте воздуха, даже в районе проезжей части, ОЧА отличается незначительно (всего лишь на 0.03).

3. Степень покрытия ствола дерева лишайниками по пятибалльной системе оценивается – участок №1 – 4 балла, участок №2 и №3 – 3 балла. Степень покрытия – высокая и очень высокая. Село Преградное находится в «Зоне нормальной жизнедеятельности лишайников» (максимальное видовое разнообразие; встречаются, в том числе и кустистые виды – уснеи, анаптихии, алектории). Въезд в село находится в зоне средней жизнедеятельности лишайников.

Метод лишеноиндикации, хорош тем, что позволяет оценить состояние воздуха в целом, а не содержание отдельных загрязняющих веществ. К тому же он дешевый и может охватить всю территорию села. В поселении мы

выделили следующие источники загрязнения атмосферы – автомобили, выбросы дыма от котлов.

### **Заключение**

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о наличии, видовом разнообразии и лишайников, что в свою очередь говорит о чистом воздухе с низкой степенью загрязнения.

Лишайники чутко реагируют на состояние воздуха, так как необходимые для жизнедеятельности вещества они получают из воздуха. В ходе нашего исследования гипотеза об отсутствии лишайников в районе автотрассы не подтвердилась. Но замечена закономерность в распространении лишайников: чем дальше от автотрассы и ближе к селу, тем больше и разнообразнее мир лишайников. Так же было замечено, что в непосредственной близости от школы на расстоянии 10 м были замечены накипные лишайники на валунах, а так же на деревьях возраст которых составляет не менее 20 лет. Площадь этих лишайников, учитывая их медленный темп развития существуют здесь несколько десятилетий.

Полученные данные при исследовании окружающей среды и окрестностей Преградненского сельского поселения свидетельствуют о том, что состояние атмосферы можно определить, как благополучное.

## Список литературы

1. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге/Л.Г. Бязров.- М.,2002 г.
2. Бардунов П.В. Древнейшие на суше, издательство «Наука», 2008 г.
3. Боголюбов А.А., Кравченко М.В. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндексации. «Экосистема» 2001 г.
4. Горленко М.В. «Водоросли, лишайники и мохообразные» М.: Издательство «Просвещение» 2009 г.
5. Инсаров Г.Э. Сравнение различных методов учёта лишайников – эпифитов /Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем – Л., 2007 г
6. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. – СПб.: 2012 г
7. Попова Т.А. Экология в школе. Мониторинг природной среды. – М.: Творческий центр «Сфера», 2005 г.
8. Солдатенков Ю.П. Малый практикум по ботанике. Лишайники. М.: Издательство «Москва» 2009 г.

Интернет ресурсы:

<http://ru.wikipedia.org/>

<http://www.ecosystema.ru/>

<http://nsportal.ru/ap/drugoe/library/lishainiki-v-gordskoi-srede>

Определение чистоты воздуха по лишайникам. Группа 4(ИГПУ СЭМ) — IrkutskWiki

<http://nsportal.ru/ap/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/lishayniki-bioindikatory-chistoty-vozduha>

[issledovaniehttp://www.bankgorodov.ru/place/inform.php?id=203313](http://www.bankgorodov.ru/place/inform.php?id=203313)

[http://uchebalegko.ru/lections/viewlection/biologiya/6\\_klass/klassifikatsiya\\_rasteniy/vodorosli/lishayniki/lec\\_lishayniki\\_obschaya\\_harakteristika\\_lishaynikov](http://uchebalegko.ru/lections/viewlection/biologiya/6_klass/klassifikatsiya_rasteniy/vodorosli/lishayniki/lec_lishayniki_obschaya_harakteristika_lishaynikov)

<http://www.ecosystema.ru/04materials/guides/03lich.htm>

[http://maminsite.ru/pages.files/school/atlas\\_opredelitel\\_pleshakov.html](http://maminsite.ru/pages.files/school/atlas_opredelitel_pleshakov.html)

### Разновидности лишайников

Различают лишайники **накিপные** (или корковые), **листоватые** и **кустистые**.



Слоевище (вегетативное тело) **накипных** лишайников наиболее примитивно. Оно бывает зернистым, пыlistым или в виде корочек.



Более развиты **листоватые** лишайники, имеющие вид более или менее рассеченных пластинок



Высоко организованы **кустистые** лишайники, имеющие вид кустиков, свисающих нитей или прямостоящих выростов.

### Лишайники и деревья

Непосредственно деревьям, на которых они поселяются, лишайники вреда не приносят, потому что редко углубляются в живые ткани растений. Их даже считают «защитниками» деревьев. Известно, что дерево, покрытое лишайниками, менее подвержено разрушительной деятельности грибов, повреждающих древесину (ряд лишайниковых кислот подавляет рост грибов-разрушителей древесины). Однако они закрывают чечевички и этим затрудняют газообмен растений. Кроме того, под покровом лишайников на стволах деревьев находят убежище вредные насекомые, легче развиваются паразитные грибы.



## Лишайники и окружающая среда

Лишайники – это широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью и чувствительностью к загрязнению окружающей среды. Особая чувствительность лишайников к токсичным веществам объясняется тем, что они, поглощая загрязняющие вещества всей поверхностью тела, не могут выделять в среду впитанные элементы. Накапливающиеся токсины разрушают хлорофилл в клетках водорослей, приводя лишайники к гибели.

Рост лишайников – очень чувствительный индикатор наличия в воздухе вредных примесей, и они все больше используются в мониторинге загрязнения атмосферы, особенно вокруг крупных городов. Наиболее резко лишайники реагируют на сернистый газ, который, возможно, быстро разрушает и без того небольшое количество их хлорофилла.

Как "здоровье" лишайника, так и их химический состав используются для индикации "качества" местообитания. На этой основе можно следить за присутствием тяжелых металлов или других загрязнителей вокруг промышленных центров. Многие лишайники способны связывать тяжелые металлы на наружной стороне своих клеток, тем самым предотвращая их поражение.

## Лишайники в селе

Методы расчёта загрязненности атмосферы по частоте встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях:

- чем сильнее загрязнен воздух, тем меньше встречается видов лишайников;
- чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь занимают лишайники на стволах деревьев;
- при повышении загрязненности воздуха первыми исчезают кустистые лишайники, за ними – листоватые и последними – накипные.

Зоны лишайников	Район села	Концентрация диоксида серы
Флора бедна, встречаются в основном накипные лишайники	Въезд в село	0,3-0,5мг/м
Флора бедна, встречаются в основном накипные, листоватые лишайники	автозаправка	0,3 – 0,5мг/м
Встречаются виды естественных ландшафтов- листоватые и кустистые	«Нормальная зона»- Центр села (школа)	Меньше 0,3мг/м

### Ход работы:

1. Перед началом исследований изучаем методику исследования. Знакомимся с образцами различных лишайников.
2. Площадки для наблюдений расположены в разных районах села. При выборе площадок учитывается степень антропогенного влияния (автомобильной дорога и др.)
3. Определяем и описываем ближайшие источники загрязнения каждой площадки.
4. На каждой площадке для наблюдений выбираем 10 отдельно стоящий старых, но здоровых деревьев.
5. На каждом дереве подсчитываем количество видов лишайников, распределив их на 3 группы: кустистые, листоватые и накипные. При этом не обязательно знать, как точно называются виды, надо лишь различать их по цвету и форме слоевища.
6. Данные заносим в таблицу.

Цвет и характер роста					Количество видов
Серый			Жёлтый		
Накипной	Листоватый	Кустистый	Накипной	Листоватый	

7. Определяем класс загрязнения воздуха на изучаемой территории.
8. Делаем выводы о степени загрязнения воздуха на изучаемой территории и о влиянии выявленных загрязнителей на состояние лишайнофлоры.

### Определение класса загрязнённости воздушной среды по лишайникам

Число видов	Цвет и характер роста слоевища					Класс загрязнённости воздуха
	Серый			Жёлтый		
	Накипные	Листоватые	Кустистые	Накипные	Листоватые	
6 и больше	+	+	++	+	+	1
3	+	+	+			2
3	+	+		+		2
2	+	+				3
2	+			+		3
1	+					4
нет						4-5

## Данные исследования

№ площадки	Число видов	Цвет и характер роста слоевища					Класс загрязнённости воздуха
		Серый			Жёлтый		
		Накипные	Листоватые	Кустистые	Накипные	Листоватые	
1 въезд	3	+	+		+		2
2 заправка	4	+	+		+	+	1-2
3 школа	5	+	+	+	+	+	1

**Площадка №1** – Въезд в село.  
Рядом находится автомобильная трасса.

На многих деревьях наблюдаем листоватые лишайники – ксантория настенная и пармелия.



**Площадка №2** – автозаправка, со всех сторон окружена автомобильными дорогами.

На данной территории на некоторых деревьях встречаются небольшие островки накипных лишайников и отдельные листоватые лишайники.



**Исследовательская площадка №3** – территория школы №7

Стволы большинства деревьев покрыты серыми и золотистыми листоватыми лишайниками – пармелия и ксантория настенная.



## Исследования частоты встречаемости лишайников

№ площадки	Район города	Частота встречаемости лишайников
1	Въезд	редко
2	Автозаправка	редко
3	МКОУ СОШ №7	часто



## Исследования частоты встречаемости лишайников

Исследовательская площадка	Зоны лишайников	Концентрация диоксида серы
Въезд	Средняя загрязнённость	0,3 – 0,5 мг/м
автозаправка	Средняя загрязнённость	0,3 – 0,5 мг/м
МКОУ СОШ №7	«Нормальная зона»	Меньше 0,3 мг/м

### **Выводы:**

- Загрязнённость воздушной среды в селе Преградном различается по районам.
- Наиболее загрязнён район вблизи въезда в село
- Причиной загрязнённости районов является автомобильный транспорт, численность которого заметно увеличилась в последние годы.
- Небольшая загрязнённость наблюдается в районе МКОУ СОШ №7. Транспорта здесь немного; много деревьев, способствующих очищению воздуха.

