

Номинация: Экология лесных растений.

Тема: «Лихеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха и рекреационной нагрузки на почву».



Автор: Калачева Антонина Сергеевна
Ученица 9 «а» класса

Научный руководитель:
Калачева Татьяна Александровна
учитель химии

Место выполнения работы:
Муниципальное Бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя школа № 5 город Иваново

Оглавление:

	Стр:
1. Аннотация	3
2. Введение	4
3. Литературный обзор:	
✓ Изученная литература	6
✓ Лишайники как индикаторы состояния окружающей среды	6
✓ Классификация лишайников	10
✓ Влияние сернистого газа на лишайники	10
✓ Метод лишеноиндикации рекреационной нагрузки	11
4. Основная часть:	
✓ Заложение пробных площадей	13
✓ Измерение проективного покрытия	13
✓ Первое исследование	14
✓ Второе исследование	15
✓ Третье исследование	17
Выводы.	22
5. Заключение.	23
6. Список используемой литературы	24

Аннотация

- Вопросы состояния окружающей атмосферы становятся популярнее с каждым днем. При изучении степени загрязненности окружающей среды промышленными объектами важна реакция биологических объектов на загрязняющие вещества. Одним из основных организмов глобального биологического изучения являются лишайники, так как они быстро реагируют на изменение состава окружающей среды. Лишайники долголетние, поэтому их можно использовать в течение нескольких лет, наблюдая за ростом слоевищ. Метод наблюдения за изменчивостью, обилием и разнообразием лишайников получил название – лихеноиндикации.
- Мы ставили перед собой следующие задачи: изучить видовой состав лишайниковых сообществ; рассмотреть распространение лишайникового покрова; по составу и качеству лихенофлоры сделать выводы о степени загрязнения воздуха и почвы; установить динамику изменения состояния атмосферы и почвы во времени.
- В результате проведенных исследований было установлено, что воздух над территорией, удаленной от дороги, более чистый, т.к. здесь встречаются обильные покрытия листоватых и кустистых лишайников. Магистральная трасса Ковров - Кинешма является источником сильного загрязнения атмосферы, а так же было установлено, что воздух над территорией. Территория вокруг школы № 5 является источником сильного загрязнения атмосферы. Суммарная рекреационная нагрузка исследуемой территории равна 1,6, что соответствует промежуточной степени рекреационной нагрузки на почву между слабой и средней.

Введение

Человек всегда стремится жить в гармонии и согласии с окружающей его природой, в дружбе и мире с другими людьми. Эти стремления нашли свое высшее выражение практически во всех регионах мира, в произведениях великих писателей, композиторов, художников. Право на жизнь в экономически чистой, здоровой и безопасной среде – одно из важнейших прав человека. Поэтому во всем мире и в первую очередь в экономически развитых странах в последние два десятилетия так обострились проблемы, связанные с состоянием окружающей среды.

Под экологическим качеством среды обитания человека понимают интегральную характеристику природной среды, обеспечивающую сохранение здоровья и комфортное проживание человека. Поскольку человек адаптирован и может комфортно существовать только в биологическом окружении, в природных экосистемах, понятие «экологическое качество среды» подразумевает сохранение экологического равновесия в природе, которое обеспечивает здоровье человека. В настоящее время одним из непереносимых условий социально-экономического развития является сохранение природной среды обитания человека и ее восстановление после разрушительных воздействий. Живым системам свойственна способность к саморегуляции, самоочищению, адаптации. Устойчивость экосистем зависит от многообразия видов, входящих в них, от соотношений численности видов, представляющих различные трофические уровни, от репродуктивных свойств организмов и регуляции численности каждой популяции межвидовыми отношениями в сообществе и абиотическими факторами. Антропогенные загрязнения действуют на живые организмы в самых различных сочетаниях, комплексно.

Их влияние можно оценить только по реакции живых организмов или целых сообществ. Состояние биологической системы (организм, популяция, биоценоз) в той или иной степени характеризует воздействие на нее природных или антропогенных факторов и условий среды и может применяться для их оценки. В глобальном масштабе неожиданно-негаданно на первое место вышла проблема озоновых дыр. Слой озона служит человеку надежной защитой от солнечных лучей, которые, как известно, могут без необходимой защиты убить все живое на Земле. Озон тысячелетия защищал людей от этого воздействия Солнца, но человек начал разрушать этот хрупкий щит, выбрасывая в атмосферу фтористые и хлористые газы, фреоны и оксиды азота (NO_x). Сейчас озоновые дыры охватывают Антарктиду и, в меньшей степени, Арктику; озоновый слой утончается над крупными городами. Вторая проблема – это кислотные дожди, обусловленные выбросами в атмосферу диоксидов серы, азота и углерода. Третья проблема – это так называемый "парниковый эффект", который возникает в результате того, что слой дымовых газов, содержащих CO_2 , плотно окутывает Землю,

и лучи Солнца не могут возвратиться в космос, что приводит к повышению температуры на Земле и, как следствие, к изменению климата.

Это значит, что снега и льды в Арктике и Антарктиде будут таять, и уровень Мирового океана начнет подниматься, что приведет к затоплению низких берегов Европы, Африки и Австралии. Атмосфера страдает от антропогенного воздействия. Результатом этого воздействия является вырождение растительного и животного мира. Антропогенные загрязнения действуют на живые организмы, и в том числе на человека, в самых различных сочетаниях, комплексно. Их интегральное влияние можно оценить только по реакции живых организмов или целых сообществ. Наибольшее отрицательное влияние на качество воздуха оказывают следующие вещества:

- CO и CO₂ - 50%; - SO₂ и SO₃ - 16%; - NO_x (NO, NO₂, N₂O) - 14%; летучие органические соединения (метан, бензол, хлорфторуглероды) - 15%; - взвешенные частицы (пыль, сажа, асбест, соли свинца, мышьяк, серная кислота, нефть, диоксины) - 5%. Кроме того, в атмосфере содержатся фотохимические окислители (озон, перекись водорода, формальдегид), радиоактивные вещества (радон-222, стронций-90, плутоний-239), а также чрезвычайно опасные вещества - суперэкоотоксиканты, которые выделяются в процессе сжигания мусора при недостаточно высокой температуре. Загрязнителями воздуха также являются тепло, шум, вибрация и электромагнитные волны. Оценка качества среды является ключевой задачей любых мероприятий в области экологии и рационального природопользования.

Цель работы: оценка состояния атмосферного воздуха на территории: магистральной трассы Ковров – Кинешма; около школы № 5 город Иваново, и рекреационной нагрузки на почву на территории школы № 5 методом лишеноиндикации.

Мы ставили перед собой следующие задачи:

- изучить видовой состав лишайниковых сообществ;
- рассмотреть распространение лишайникового покрова;
- по составу и качеству лишайнофлоры сделать выводы о степени загрязнения воздуха и почвы;
- установить динамику изменения состояния атмосферы и почвы во времени.

I. Литературный обзор

1. При подготовке к работе была изучена научно-публицистическая литература по проблемам загрязнения воздушной среды.

1) Экология России. Хрестоматия. (В.Н.Кузнецов). Книга содержит материалы наиболее фундаментальных публикаций как у нас в стране, так и за рубежом, табличные и справочные данные.

2) Наблюдения за развитием природы Москвы (под редакцией А.А.Минина). В книге рассматриваются методические вопросы организации и проведения наблюдений за развитием природы столицы,

не требующие привлечения сложных и дорогостоящих технических средств. Приводятся изображения наиболее распространенных на территории Москвы видов растений, животных и следов их жизнедеятельности, а также сравнительные таблицы различных исследований.

- 3) Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды. Методические пособия. (А.В. Пчелкин, А.С.Боголюбов). В этом методическом пособии приводятся основные правила организации лишеноиндикационных исследований и некоторые простейшие методики использования лишайников для оценки интегрального воздействия неблагоприятных факторов среды на биологические объекты.
- 4) Школьный экологический мониторинг (под.ред.Т.Я.Ашихминой). В книге изложены основные принципы организации ученических исследований по изучению природных сред и объектов, предлагается программа исследовательской деятельности в форме эко-паспорта территории микрорайона школы, приведены апробированные методики.
- 5) Малый практикум по ботанике. Лишайники (Ю.П.Солдатикова). Книга представляет собой учебное пособие по изучению лишайников, которые относятся к большой и сравнительно мало исследованной группе растительных организмов, в ней излагаются общие сведения по анатомии, морфологии, методике сбора и определения лишайников.
- 6) Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. (под.ред. О.П.Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой). В книге изложены теоретические основы и методология биологической диагностики окружающей среды, лабораторные работы, содержащие современные методы биоиндикации и биотестирования.

2. Лишайники как индикаторы состояния окружающей среды.

Термин " мониторинг" (от английского *monitoring* - контроль) подразумевает проведение мероприятий по непрерывному наблюдению, изменению и оценке состояния окружающей среды. Комплексный подход в проведении биологического мониторинга (сочетание методов биоиндикации и биотестирования, использование объектов разных уровней организации) при систематическом наблюдении позволяет судить о перспективах изменения структуры сообществ, продуктивности популяций и устойчивости экосистем по отношению к антропогенным факторам. Объектами мониторинга являются биологические системы и факторы, воздействующие на них. Биоиндикаторы (от био и латинского *indico*- указываю, определяю)- организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Их индикаторная значимость определяется экологической толерантностью биологической системы. В пределах зоны толерантности организм способен поддерживать свой гомеостаз. Любой

фактор, если он выходит за пределы "зоны комфорта" для данного организма, является стрессовым. В этом случае организм реагирует ответной реакцией различной интенсивности и длительности, проявление которой зависит от вида и является показателем его индикаторной ценности. Именно ответную реакцию определяют методы биоиндикации. В качестве объектов биоиндикации применяются разнообразные организмы- бактерии, водоросли, лишайники, высшие растения, беспозвоночные животные, млекопитающие. Для биоиндикации выбирают наиболее чувствительные сообщества, характеризующиеся максимальной скоростью отклика и выраженностью параметров. К методам биоиндикации, которые можно применять при исследовании экосистемы, относится выявление в изучаемой зоне редких и исчезающих видов. Как известно, воздух представляет собой смесь определенных газов, повсюду на Земле представленных приблизительно в равных объемных долях. От загрязнения воздуха страдают все живые организмы, но особенно растения. По этой причине растения, в том числе низшие, наиболее пригодны для обнаружения начального изменения состава воздуха. Соответствующие индексы дают количественное представление о токсичном эффекте загрязняющих воздух веществ.

Лишайники являются симбиотическими организмами. Они обладают весьма специфическими свойствами (реагируют на изменение состава атмосферы, обладают отличной от других организмов биохимией, широко распространены по разным типам субстратов). Все необходимое для жизни лишайники получают из воздуха и атмосферных осадков и при этом не имеют специальных приспособлений, предотвращающих поступление в их тела различных загрязнителей. Особенно губительны для лишайников различные окислы, образующие при соединении с водой кислоты той или иной концентрации. Поступая в таллом, такие соединения разрушают хлоропласты водорослей, равновесие между компонентами лишайника нарушается, и организм гибнет. Поэтому многие виды лишайников быстро исчезают с территорий, подверженных значительному загрязнению, в частности из городов, где автотранспорт и ТЭЦ являются поставщиками кислотных загрязнителей. Еще в середине прошлого века классик лихенологии В.Нюландер (W.Nyiander) , швед по происхождению, долгое время работавший во Франции, обратил внимание на постепенное исчезновение лишайников из Люксембургского сада из-за использования новых видов топлива и газа для освещения парижских улиц. Это дало ему основание назвать, лишайники «гигиенометрами», видовой состав и состояние, которых на данной территории отражают качество воздуха и комфортность условий проживания для самого человека. Но самое главное, загрязненный воздух оказывает огромное влияние на здоровье и самочувствие человека. При сильно загрязненном воздухе у людей воспаляются глаза, слизистые оболочки носа и горла, появляются симптомы удушья, обострение легочных и различных хронических заболеваний, например хронический бронхит, и даже заболевания раком легких. Русское

название лишайники получили за визуальное сходство с проявлениями некоторых кожных заболеваний, получивших общее название «лишаи». Латинское название происходит от др.- греч. λειχήν (лат. *lichen*) и переводится как «лишай», что связано с характерной формой плодовых тел некоторых представителей.

Первые описания известны из «Истории растений» Теофраста, который указал два лишайника — *Usnea* и *Rocella*, которые уже тогда использовали для получения красящих веществ. Теофраст предполагал, что они представляют собой наросты деревьев или водоросли. В XVII веке было известно только 28 видов. Французский врач и ботаник Жозеф Питтон де Турнефор в своей системе выделил лишайники в отдельную группу в составе мхов. Хотя к 1753 году было известно свыше 170 видов, Карл Линней описал только 80, охарактеризовав их как «скудное крестьянство растительности», и включил вместе с печёночниками в состав «наземных водорослей».

Началом **лихенологии** (науки о лишайниках) принято считать 1803 год, когда ученик Карла Линнея Эрик Ахариус опубликовал свой труд «*Methodus, qua omnes detectos lichenes ad genera redigere tentavit*» («Методы, с помощью которых каждый сможет определять лишайники»). Он выделил их в самостоятельную группу и создал систему, основанную на строении плодовых тел, в которую вошли 906 описанных на то время видов. Первым на симбиотическую природу в 1866 году на примере одного из видов указал врач и миколог Антон де Бари.

В 1867 году ботаник Симон Швенденер распространил эти представления на все виды. В том же году русские ботаники Андрей Сергеевич Фаминцын и Осип Васильевич Баранецкий обнаружили, что зелёные клетки в лишайнике — одноклеточные водоросли. Эти открытия были восприняты современниками как «удивительнейшие». Сегодня лихенология является самостоятельной дисциплиной, смежной с микологией и ботаникой. Выделяют четыре основные экологические группы лишайников: *эпифитные* — растущие на коре деревьев и кустарников, *эпиксильные* — растущие на оголенных стволах деревьев, *эпигейные* — на почве, *эпилитные* — на камнях. С помощью лишайников можно получать вполне достоверные данные об уровне загрязнения воздуха. При этом можно выделить группу химических соединений и элементов, к действию которых лишайники обладают сверхповышенной чувствительностью: оксиды серы и азота, фторо- и хлороводород, а также тяжелые металлы. Многие лишайники погибают при невысоких уровнях загрязнения атмосферы этими веществами. Процедура определения качества воздуха с помощью лишайников носит название *лихеноиндикации*. Помимо индикаторной реакции на загрязнение атмосферного воздуха поллютантами химической природы лишайники известны как организмы, высокочувствительные к реакционной нагрузке на почву. Это их свойство используется при оценке качества почвы в местах активного отдыха, сбора ягод, грибов, выпаса скота. В основе принципа

биологической диагностики почв лежит представление о том, что почва как среда обитания составляет единую систему с населяющими ее популяциями разных организмов. Лучше других разработаны ботанические методы фитоиндикации и диагностики почв. Путем анализа состава и структуры растительных сообществ, распространения растений-индикаторов или определенных индикационных признаков у отдельных видов растений можно установить тип почвы, степень ее гидроморфизма, развитие процессов заболачивания, соленакопления и т. д. Среди растений обнаружены индикаторы на тот или иной механический и химический состав почв, степень обогащенности питательными элементами, их кислотность или щелочность, глубину протаивания мерзлотных почв или уровень грунтовых вод.

Одним из основных объектов глобального биологического мониторинга выбраны лишайники. Лишайники – широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительны к загрязнителям окружающей среды. Лишайники способны долгое время пребывать в сухом, почти обезвоженном состоянии. В связи с тем, что лишайники поглощают воду всей поверхностью тела в основном из атмосферных осадков и отчасти из водяных паров, влажность слоевищ непостоянна и зависит от влажности окружающей среды. Слоевище лишайников часто сравнивают с фильтровальной бумагой. Большое количество химических элементов лишайники получают из атмосферы с осадками и пылью. Поглощение элементов сопровождается их концентрированием. В лесу, лишайники гораздо богаче минеральными и органическими веществами, чем на открытых местах. Особенно много минеральных и органических веществ попадают в тело эпифитных лишайников, растущих на стволах деревьев. Лишайники - симбиотические организмы, слоевище которых образовано грибом (микобионтом) и водорослью (фитобионтом) с преобладанием в большинстве случаев первого.

Слоевище и плодовые тела лишайников, грибные по своей природе, современная систематика рассматривает эту группу в общей системе царства грибов в качестве лишенизированных грибов. Большинство лишайниковых грибов относятся к классу *Ascomycetes* - сумчатых грибов, образующих в результате полового процесса споры (аскоспоры), развивающиеся в гимениальном слое плодовых тел. Фотосинтезирующие компоненты лишайников относятся к отделам зеленых (*Chlorophyta*) или синезеленых (*Cyanophyta*) водорослей. Комплексная природа лишайников позволяет им получать питание не только из почвы, но также из воздуха, атмосферных осадков, влаги росы и туманов, частиц пыли, оседающей на слоевище. Лишайники неприхотливы к субстрату, однако большинство видов обладает избирательной способностью и поселяется на определенном субстрате. Лишайники требовательны к свету, могут переносить засуху, но нуждаются хотя бы в периодическом увлажнении, так как процесс фотосинтеза и дыхания идет во влажных слоевищах. Слоевище лишайников сравнивают с

фильтровальной бумагой. По мере приближения к источнику загрязнения слоевища утрачивают плодовые тела. Дальнейшее загрязнение атмосферы вызывает их гибель. По их видовому составу и встречаемости можно судить о степени загрязнения воздуха.

3. Классификация лишайников.

Лишайники делятся на три группы: накипные, кустистые и листоватые.

1. *Накипные* - имеют слоевище в виде (тонкой гладкой или зернистой, бугорчатой) корочки и очень плотно срастаются с субстратом (корой, камнем, почвой), отделить их без повреждений субстрата нельзя.
2. *Листоватые* - имеют вид мелких чешуек или пластинок, прикрепляются пучками грибных гиф (ризоидами) и легко отделяются от субстрата.
3. *Кустистые* - имеют вид тонких нитей или более толстых ветвящихся кустиков, прикрепляющихся к субстрату своими основаниями.



Корковые (слева), листоватые (в центре) и кустистые (справа) лишайники.

Наиболее устойчивыми к загрязнителям являются накипные лишайники, среднеустойчивы - листоватые, а слабоустойчивы - кустистые лишайники.

Лишайники по-разному реагируют на загрязнение воздуха. На этой основе стало развиваться особое направление индикационной экологии – лишеноиндикация.

Методы оценки загрязненности атмосферы по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях:

1. Чем сильнее загрязнение воздуха, тем меньше встречается в нем видов лишайников.
2. Чем сильнее загрязнен воздух, тем меньше площадь покрывают лишайники на стволах деревьев.
3. При повышении загрязненности воздуха исчезают первыми кустистые лишайники, за ними – листоватые; последними – накипные.

Методы оценки реакционной нагрузки на почву по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях:

1. Чем сильнее реакционная нагрузка на почву, тем меньше встречается в нем видов лишайников.
2. Чем сильнее реакционная нагрузка на почву, тем меньше площадь покрывают лишайники.
3. При повышении реакционной нагрузки на почву исчезают первыми кустистые лишайники, за ними - листоватые; последними - накипные.
4. Влияние сернистого газа на лишайники.

Сернистый газ – вещество необычайно ядовитое для лишайников. Концентрация диоксида серы $0,5 \text{ мг/м}^3$ губительна для всех видов лишайников.

Встречаемость лишайников в зависимости от среднего количества диоксида серы (SO_2) в воздухе.

Зона лишайников	Район	Концентрация SO_2
1. «Лишайниковая пустыня»	промышленные районы с сильно загрязненным воздухом	Свыше $0,3 \text{ мг/м}^3$
2. «Зона угнетения»	районы со средней загрязненностью	$0,05 - 0,3 \text{ мг/м}^3$
3. «Зона нормальной жизнедеятельности»	периферийные районы	Менее $0,05 \text{ мг/м}^3$

5. Метод лишеноиндикации реакционной нагрузки.

Принцип лишеноиндикации реакционной нагрузки на почву основан на том, что лишайниковый ярус является наиболее чувствительным компонентом лесного фитоценоза к реакционной нагрузке и подразделяется по индикаторной значимости лишайников на три группы, по наличию их представителей проводят оценку. При вытаптывании лишайники ломаются, крошатся, а затем совсем исчезают. Многие виды лишайников способны возобновляться вегетативно (с помощью слоевища). Однако многократное прохождение людей по одному и тому же месту приводит к разрушению лишайниковых группировок (синузий) и появлению на их месте луговых и сорных растений, несвойственных данному местообитанию. Лишеноиндикация реакционной нагрузки подходит для сосновых и еловых лесов с развитым лишайниковым покровом. По степени устойчивости к реакционной нагрузке лишайники можно разделить на три группы:

Группа	Степень устойчивости	Примеры видов лишайников
1	Слабоустойчивые	<i>Cladina stellaria</i> <i>C. arbuscula</i> <i>C. rangiferina</i> <i>C. sp.</i>
2	Среднеустойчивые	<i>Cladonia unsialis</i> <i>C. glasilis</i> <i>C. crispata</i> <i>C. sp.</i>
3	Сильноустойчивые	<i>Cetraria islandica</i> <i>C. sp.</i> <i>Peltigera canina</i> <i>P. sp.</i>

Показателями антропогенной реакционной нагрузки на лишайниковый ярус служат: общее проективное покрытие, выраженное в процентах, видовой состав доминантов в синузиях и процент проективного покрытия доминантов, биомасса, высота кустиков слоевищ лишайников родов *Cladonia*, *Cladina*, *Cetraria*.

Для определения реакционной нагрузки на почву используют эпигейные лишайники.

Напочвенные, или эпигейные, лишайники. Виды этой группы должны выдерживать сильную конкуренцию со стороны быстрорастущих высших растений, особенно травянистых. Поэтому они редко встречаются на плодородных почвах и достигают большего развития в местах, мало пригодных для высших растений из-за незначительной питательности субстрата или неблагоприятных климатических условий, например: на песчаных почвах, в тундрах, полупустынях, на торфяниках и т. д.

Напочвенные лишайники могут расти как на открытых местах, так и в лесах. Лишайники **открытых пространств** произрастают вдоль дорог, на старых пожарищах, на бедных сухих и болотистых лугах, на опушках. Это пельтигера собачья (*Peltigera canina*), пельтигера бородавчатая (*Peltigera aphthosa*), пельтигера прорывающаяся (*Peltigera erumpens*), «исландский мох» (*Cetraria islandica*), стереокаулон войлочный (*Stereocaulon tomentosum*), различные виды рода кладония (*Cladonia*). Особенно пышно разрастаются напочвенные лишайники открытых пространств в тундре и лесотундре, где часто занимают громадные площади и определяют характер ландшафта. Это широко распространенные виды «оленьего мха»: кладония оленья (*Cladonia rangiferina*), кладония приальпийская (*Cladonia alpestris*), кладония лесная (*Cladonia sylvatica*). Кроме них здесь растут различные кустистые виды рода цетрария (*Cetraria*), виды родов алектория (*Alectoria*), стереокаулон и др. Очень характерна для тундры охролехия двуполовая (*Ochrolechia androgyna*), иногда на больших площадях образующая беловатую корочку на мхах, некоторых цветковых растениях и даже на других лишайниках. Достигая большого развития, охролехия препятствует фотосинтезу и как бы удушает растения, на которых поселилась. Широко распространены в тундре также охролехия виннокаменная (*Ochrolechia tartarea*) и охролехия холодная (*Ochrolechia frigida*).

Напочвенные лишайники открытых пространств встречаются также в сухих степях и полупустынях, на скалах и каменных россыпях в высокогорных районах. Они образуют **две четкие подгруппы видов**.

Первая подгруппа — «**кочующие**» лишайники, не срастающиеся с почвой и переносимые ветром с места на место, как перекасти-поле. Это в основном мелколистоватые лишайники: аспилиция съедобная, или «лишайниковая манна» (*Aspicilia esculenta*), пармелия блуждающая (*Parmelia vagans*), пармелия грубоморщинистая (*Parmelia gyssolea*), корникулярия степная (*Cornicularia steppae*).

Вторая подгруппа — **прикрепленные к почве лишайники**; в основном это **накипные** виды, образующие в сухую погоду на почве малозаметные налеты или корочки. Среди них есть виды, приуроченные к песчаным (рамалина многообразная — *Ramalina polymorpha*, рамалина скрученная — *Ramalina strepsilis*, пармелия темно-бурая — *Parmelia pulla* и др.), известковым (виды родов веррукария — *Verrucaria* и коллема — *Collema*) и глинистым (беомицес розовый — *Baeomyces roseus* и беомицес рыжий — *Baeomyces rufus*) почвам.

Напочвенные лишайники в лесу, особенно негустом, представлены различными видами кладоний, пельтигер. Особенно большого развития лишайниковый покров достигает в сухих сосняках. Это так называемые боры-беломошники. Покров из кладоний бывает сильно развит и в лиственничных лесах Восточной Сибири.

К представителям напочвенных лишайников лесов близко примыкают по своей экологии лишайники, развивающиеся **на гниющих пнях и на основаниях стволов деревьев**. В большинстве своем они теневыносливы и влаголюбивы. Это цетрария сосновая (*Cetraria pinastri*), кладония пальчатая (*Cladonia digitata*), упомянутые уже виды кладоний, составляющие «олений мох», и т. д. Эти виды являются переходными к следующей экологической группе.

II. Основная часть.

1. Заложение пробных площадей.

Исследования мы проводили в течении одного года на разных территориях Ивановской области и города Иванова. Исследовали чистоту атмосферного воздуха и влияние рекреационной нагрузки на почву. Все исследования основаны на методе лишеноиндикации. В качестве индикаторов загрязнения воздуха были выбраны эпифитные лишайники, растущие на коре деревьев и на почве. Первое и второе исследование — о загрязнении атмосферного воздуха, третье — рекреационная нагрузка на почву.

2. Измерение проективного покрытия.

Для оценки относительной численности лишайников на стволах деревьев определяли показанием проективного покрытия. Проективное покрытие лишайников подсчитывали с помощью прозрачной пленки, расчерченной на квадраты 1х1 см. Пленку накладывали на ствол дерева и закрепляли кнопками. Измерения на одном стволе производились по всей окружности дерева на высоте 30-150 см. от поверхности. Подсчет производили следующим образом. Считали число квадратов сеточки, в которых лишайники занимают на глаз больше половины площади квадрата (а), условно приписывая им покрытие, равное 100%. Затем подсчитывали число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади (в), условно приписывая им покрытие, равное 50%. Данные записывали в таблицу. После этого рассчитали общее проективное в процентах по формуле: $R = (100 \cdot a + 50 \cdot b) \cdot c$ В этой формуле:

c – общее число квадратов сеточки (сеточка 10 x31 см. с ячейками 1x1см, (с=310. Все расчеты представлены в таблицах.

3.Первое исследование трасса Ковров - Кинешма:

Место для площадок вдоль трассы Ковров - Кинешма. Заложили 4 площадки: одну в непосредственной близости (на расстоянии 8-10 метров) от дороги – (площадка №1). Две, удаленные на расстоянии 200м (площадка №3.4) и площадка более 500 м. от дороги (площадка №2).

ПЛОЩАДКА №1

ТАБЛИЦА №1

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
БЕРЕЗА	-	+	+
ЕЛЬ	-	-	+
СОСНА	-	-	-
ОСИНА	-	+	+
ОЛЬХА	-	+	+

ПЛОЩАДКА №2

ТАБЛИЦА №2

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
БЕРЕЗА	+	+	+
ЕЛЬ	+	+	+
СОСНА	-	-	-
ОСИНА	-	+	+

ПЛОЩАДКА №3

ТАБЛИЦА №3

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
БЕРЕЗА	-	+	+
ЕЛЬ	-	+	+
СОСНА	-	+	+
ОСИНА	-	+	+
ОЛЬХА	-	+	+

ПЛОЩАДКА №4

ТАБЛИЦА №4

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
БЕРЕЗА	-	+	+
ЕЛЬ	-	+	+
СОСНА	-	+	+
ОСИНА	-	+	+

ТАБЛИЦА №5

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ НА ИССЛЕДУЕМЫХ
ПЛОЩАДКАХ № 1,2,3,4

Площадка/ деревья	Береза			Ель			Сосна			Осина			Ольха		
	кустистые	листоватые	накипные	кустистые	листоватые	накипные	кустистые	листоватые	накипные	кустистые	листоватые	накипные	кустистые	листоватые	накипные
№1	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-
№2	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+		нет деревьев	
№3	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
№4	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+		нет деревьев	

При закладывании площадок выбирали участки, где видовой состав деревьев более разнообразен. Учитывали направление преобладающих ветров, а также грузопоток на трассе Ковров-Кинешма. Измерение проективного покрытия: все расчеты представлены в таблицах. Таблица № 6, 7,8,9,10

ТАБЛИЦА № 6.

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ №1
(У ДОРОГИ)

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Береза	8	17	-	1	198	0,2
Береза	17	16	1	4	111	0,9
Ель	21	20	4	3	140	1,8
Ель	18	21	4	2	100	1,6
Ель	25	30	-	2	230	0,3
Осина	20	24	6	-	71	1,9
Осина	22	15	2	2	280	0,9
Осина	16	18	1	2	62	0,6
Ольха	12	15	-	1	185	0,2
Ольха	13	12	-	5	104	0,8

ТАБЛИЦА №7.

**ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ № 3
(НА РАССТОЯНИИ 200 М ОТ ДОРОГИ)**

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Береза	16	15	30	35	48	15,3
Береза	28	30	15	20	31	8,0
Береза	29	25	18	24	29	9,7
Ель	30	30	8	19	21	4,3
Ель	18	15	1	7	11	1,9
Ель	20	20	5	44	53	8,7
Ольха	12	10	39	58	53	21,9
Осина	18	21	11	24	65	10,6
Осина	22	20	43	57	20	19,9
Сосна	30	18	27	33	80	10,8

ТАБЛИЦА №8.

**ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ № 2
(ВДАЛИ ОТ ДОРОГИ)**

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Ольха	8	18	2	2	133	0,9
Ель	14	29	-	6	301	0,9
Береза	13	40	8	5	29	3,3
Ель	18	10	12	8	29	5,1
Ель	18	8	11	25	21	17,3
Береза	12	40	-	4	30	0,7
Осина	30	50	-	1	30	0,2
Сосна	25	40	6	14	29	1,2
Ель	40	45	3	8	29	2,3
Ель	15	18	все	-	-	100
Ель	30	30	270	-	40	87
Береза	50	80	.4	160	46	39
Сосна	40	35	80	84	14	40

ТАБЛИЦА №9.

**ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ № 4
(ВДАЛИ ОТ ДОРОГИ 200м)**

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Сосна	25	18	4	6	27	2,3
Сосна	22	15	14	18	65	7,4
Ель	20	18	18	21	24	9,2

Береза	18	14	9	11	16	6,3
Осина	15	12	1	4	20	0,9
Береза	18	15	4	22	27	4,9
Ель	20	17	4	6	11	2,3
Береза	19	14	20	18	13	9,4
Ель	21	20	23	21	10	10,8
Береза	17	13	40	12	8	14,9

ТАБЛИЦА №10

ОБЩЕЕ ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ НА ПЛОЩАДКАХ № 1,2,3,4.

№ ПЛОЩАДКИ	ОБЩЕЕ КОЛ-ВО ДЕРЕВЬЕВ	СРЕДНЕЕ R%
1	10	0,92
2	11	27,1
3	10	11,1
4	10	6,8

На площадках 2,3,4 - проективное покрытие составляет 27,1%, 11,1% ,6,8% соответствует смешанной зоне, а на площадке №1 – 0,92% - зоне угнетения.

ТАБЛИЦА №11. СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ: У ДОРОГИ, НА РАССТОЯНИИ 200М, ВДАЛИ.

R% у дороги	R% 200м от дороги	R% вдали от дороги
0,92	8,9	27,1

Результаты практической части исследования.

1. Воздух в непосредственной близости от дороги сильно загрязнен, так как встречаются только накипные лишайники. На расстоянии 200 м от трассы степень загрязнения воздуха значительно снижается.
2. Грузопоток по трассе Ковров - Кинешма составляет в среднем 226 машин в час, преобладают легковые автомашины.
3. Низкое 0,92% проективное покрытие на площадке №1 вдоль трассы указывает на наличие зоны угнетения и неблагоприятное экологическое состояние атмосферы.

4. Второе исследование территория школы № 5 город Иваново:

Место для площадок территория школы №5. Заложили 4 площадки: одну в непосредственной близости (на расстоянии 2-4 метров) от школы– (площадка №1). Две, удаленные на расстоянии 4-10 м (площадка №3,4) и площадка в 100 м от школы(площадка №2).

ПЛОЩАДКА №1

ТАБЛИЦА №1

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
КЛЕН	-	-	+
КЛЕН	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+

ПЛОЩАДКА №2

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-)

ТАБЛИЦА №2

ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
РЯБИНА	-	-	+
ЯБЛОНЯ	-	-	+
ГРУША	-	-	+
БОЯРЫШНИК	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+

ПЛОЩАДКА №3

НАЛИЧИЕ (+)

ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-)

ТАБЛИЦА №3

ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	-
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	-
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	+

ПЛОЩАДКА №4

НАЛИЧИЕ (+)

ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-)

ТАБЛИЦА №4

ЛИШАЙНИКОВ

ДЕРЕВО/ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
БЕРЕЗА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
РЯБИНА	-	-	+
БЕРЕЗА	-	-	+
ТОПОЛЬ	-	-	+

ТАБЛИЦА №5

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ НА ИССЛЕДУЕМЫХ

ПЛОЩАДКАХ № 1,2,3,4

Площадка/ деревья	Тополь	Рябина	Береза	Клен	Яблоня – Груша- Боярышник
----------------------	--------	--------	--------	------	---------------------------------

	кустистые	листовые	накипные	кустистые	листовые	накипные	кустистые	листовые	накипные	кустистые	листовые	накипные	кустистые	листовые	накипные
№1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
№2	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
№3	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
№4	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-

Измерение проективного покрытия: все расчеты представлены в таблицах.

Таблица №6, 7,8,9,10

ТАБЛИЦА № 6.

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ №1

(У ШКОЛЫ №5)

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Клен	6	27	1	-	309	0,3
Рябина	5	12	3	24	283	0,5
Рябина	4	10	-	18	292	0,4
Рябина	5	11	3	20	287	0,4
Клен	6	15	28	23	259	1,2
Рябина	4	10	9	32	269	0,8

ТАБЛИЦА №7.

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ № 3

(НА РАССТОЯНИИ 4-10 М ОТ ШКОЛЫ №5)

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Рябина	5	20	31	44	235	1,6
Яблоня	6	15	21	14	275	0,9
Груша	7	21	17	11	282	1,4
Боярышник	5	21	6	21	283	0,5
Рябина	4	10	9	39	262	0,9
Рябина	5	14	4	24	282	0,5
Рябина	6	10	7	10	293	0,4
Рябина	4	12	23	37	250	1,2
Рябина	5	10	1	13	296	0,2
Рябина	5	12	7	23	280	0,6

ТАБЛИЦА №8.
ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ № 2
(ВДАЛИ ОТ ШКОЛЫ №5)

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Тополь	18	54	100	30	180	3,5
Тополь	20	46	17	15	278	0,8
Тополь	21	57	-	-	310	-
Тополь	17	32	5	9	296	0,3
Тополь	18	51	16	12	282	0,7
Тополь	20	54	-	-	310	-
Тополь	15	47	24	8	278	0,9
Тополь	14	35	-	7	303	-
Тополь	19	27	31	20	259	1,3
Тополь	21	35	7	16	287	0,5
Тополь	20	46	200	20	90	0,7

ТАБЛИЦА №9.
ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛОЩАДКЕ № 4
(ВДАЛИ ОТ ЦЕХА № 5 4-10 М)

Дерево	Высота(м)	d(см) диаметр	>50%	<50%	Число пустых клеток	R%
Береза	18	29	2	23	285	1
Рябина	6	18	30	9	271	1,1
Рябина	7	25	29	6	275	1
Береза	16	34	8	22	280	0,6
Тополь	20	38	56	17	237	2

ТАБЛИЦА №10 ОБЩЕЕ ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ НА ПЛОЩАДКАХ № 1,2,3,4.

№ ПЛОЩАДКИ	ОБЩЕЕ КОЛ-ВО ДЕРЕВЬЕВ	СРЕДНЕЕ R%
1	6	0,58
2	10	0,75
3	11	0,79
4	5	1,14

На площадках 2,3,4 мы определили проективное покрытие составляет 0,58 %, 0,79 %, 1,14 % что соответствует смешанной зоне, а на площадке №1,2,3 – 0,58-0,79% - зоне угнетения.

ТАБЛИЦА №11.

СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ: У ШКОЛЫ №5, НА РАССТОЯНИИ 4-10М, ВДАЛИ.

R% у школы №5	R% 4-10 м от школы №5	R% вдали от школы №5
0,58	0,79	1,14

Результаты практической части исследования.

1. Воздух в непосредственной близости от школы №5 сильно загрязнен, так как встречаются только накипные лишайники.
2. На расстоянии 100 м от школы №5 степень загрязнения воздуха снижается.

3. Низкое 0,58 % проективное покрытие на площадке №1 у школы №5 указывает на наличие зоны угнетения и неблагоприятное экологическое состояние атмосферы.

5. Третье исследование:

Место для площадок территория школы. На исследуемых участках школы с одинаковым типом растительности (и биотопом) заложили 5 пробных площадок размером 1м²: одну в непосредственной близости (на расстоянии 1-2 метров) от тропы – (площадка №1). Две, удаленные на расстоянии 10 м (площадка № 2,3), площадка на расстоянии 50 м от тропы (площадка №4) и площадка более 100м от дороги (площадка №5).

Таблица №1

НАЛИЧИЕ (+) ИЛИ ОТСУТСТВИЕ (-) ЛИШАЙНИКОВ

ПЛОЩАДКА\ЛИШАЙНИКИ	КУСТИСТЫЕ	ЛИСТОВАТЫЕ	НАКИПНЫЕ
№1	-	-	-
№2	-	-	+
№3	-	+	+
№4	-	+	+
№5	-	+	+

Таблица №2. Место обитания эпигейных лишайников

№ пл.	Тип субстрата	Форма микрорельефа	Ориентация наклонной части	Площадь покрытия
1	Суглинок	Горизонтально-вертикальная, плоская	Наклона нет	0,92
2	Суглинок	Горизонтально-вертикальная, плоская	Наклона нет	6,8
3	Суглинок	Горизонтально-вертикальная, плоская	Наклона нет	11,1
4	Суглинок	Горизонтально-вертикальная, плоская	Наклона нет	27,1
5	Суглинок	Горизонтально-вертикальная, плоская	Наклона нет	31,2

При закладывании площадок выбирали участки, где видовой состав более разнообразен. Учитывали направление преобладающих ветров, а также расположение троп на территории школы № 5.

Измерение проективного покрытия: на пробных площадках провели учет видов лишайников, выявили доминантные виды и их долю в проективном покрытии.

На площадках 2,3,4,5, выяснили, что проективное покрытие составляет 31,2% 27,1% , 11,1%, 6,8% , что соответствует смешанной зоне, а на площадке №1 – 0,92% - зоне угнетения.

Таблица №3

Порядковый номер площадки	1	2	3	4	5
Степень покрытия лишайниками, %	0,92	6,8	11,1	27,1	31,2

Расчет суммарной антропогенной рекреационной нагрузки на природные биоценозы:

Таблица №4

Вид-индикатор, обнаруженный на площадке	Степень устойчивости (1)	Частота встречаемости на площадке (2)	(1) x (2) = (3)
<i>Cladina stellaria</i>	1	3	3
<i>C. albuscula</i>	1	5	5
<i>Cladonia uncialis</i>	2	5	10
<i>C. crispata</i>	2	1	2
<i>Peltigera canina</i>	3	1	3
<i>P. aptera</i>	3	1	3

1-очень редко. 2- редко, 3- нередко, 5- часто, 7- очень часто, 9- масса.

Суммарная рекреационная нагрузка исследуемой территории равна 1,6, что соответствует промежуточной степени рекреационной нагрузки на почву между слабой и средней.

Результаты практической части исследования.

1. Почва в непосредственной близости от тропы сильно загрязнена, так как встречаются только накипные лишайники.
2. На расстоянии 10 м от тропы степень загрязнения почвы значительно снижается.
3. Низкое 0,92% проективное покрытие на площадке №1 вдоль тропы указывает на наличие зоны угнетения и неблагоприятное экологическое состояние почвы.

Выводы:

1. Среди пород деревьев, которые принимают «удар химического загрязнения на себя» наиболее устойчивыми являются береза и осина, затем сосна и ольха, потом ель.
2. Наиболее устойчивы к загрязнению атмосферы и почвы относятся накипные, потом листоватые и, наконец, кустистые лишайники.
3. Воздух над территорией, удаленной от дороги более чистый, т.к. здесь встречаются обильные покрытия листоватых и кустистых лишайников. Магистральная трасса Ковров-Кинешма является источником сильного загрязнения атмосферы.
4. Воздух над территорией, удаленной от школы №5, более чистый, т.к. здесь встречаются обильные покрытия накипных лишайников.
5. Почва на территории, удаленной от тропы, менее рекреационно нагружена, т.к. здесь встречаются обильные покрытия листоватых и накипных лишайников. Суммарная рекреационная нагрузка

исследуемой территории равна 1,6, что соответствует промежуточной степени рекреационной нагрузки на почву между слабой и средней.

Работа по исследованию чистоты воздуха и рекреационной нагрузки на почву показывает, что уровень загрязнения окружающей среды в нашем городе возрастает. Мы решили, что не останемся равнодушными и внесем свой вклад в сохранение чистоты и количества атмосферного воздуха. В конце апреля 2019 года мы принимали участие в Всероссийской акции посадки леса. Мы надеемся, что посаженные нами елочки будут радовать всех и дарить нам чистый воздух. Ежегодно принимаем участие во всех мероприятиях по благоустройству нашего города, в субботниках.

Заключение

Данная исследовательская работа позволяет:

- Осознать ценность природы, понять уникальность, неповторимость, незаменимость, красоту биологического вида, то есть развивает биоэкологическое мышление;
- Развивать новую экологическую этику, согласно которой человек выступает как часть природного целого и должен при любых обстоятельствах соотносить свою деятельность с законами и ограничениями целого;
- Составить представление о специфике работы натуралиста-исследователя, способствовать профессиональному самоопределению в следующих сферах: экология, биология, география, экологический туризм, охрана окружающей среды, рекламно-издательская деятельность;
- Вырабатывать внимательность, терпение, наблюдательность, выносливость, трудолюбие, умение удивляться, радоваться и фантазировать;
- Развивать чувство взаимопомощи и коллективизма, навыки корпоративной и личностной культуры, цивилизованную манеру общения, толерантность к чужому мнению;
- Решить проблемы гиподинамии, укрепить здоровье и физическую закалку; пропагандировать туризм как вид спорта.
- Оценивать экологическое состояние территории с позиций возможности размещения новых производств, организации производительных сил, схем расселения, отраслевых схем и программ развития;
- Делать предварительный прогноз возможных изменений окружающей среды и ее компонентов при реализации намечаемой деятельности, а также ее возможных негативных последствий (экологического риска) с учетом рационального природопользования, охраны природных богатств, сохранения уникальности природных экосистем региона, его демографических особенностей и историко-культурного наследия.

Список используемой литературы

- 1) Экология России. Хрестоматия. (В.Н.Кузнецов). – М., АО «МДС», 1995
- 2) Наблюдения за развитием природы Москвы (под.релакцией А.А.Минина). – М., Издательство ООО «НПЭЦ «ПАСЬВА», 2002.
- 3) Методы лишеноиндинации загрязнений окружающей среды. Методические пособия. (А.В. Пчелкин, А.С.Боголюбов). – М., Экосистема, 1997.
- 4) Школьный экологический мониторинг (под.ред.Т.Я.Ашихминой). – М., Агар, 1999.
- 5) Малый практикум по ботанике. Лишайники (Ю.П.Солдатикова). – М., Издательства Московского университета, 1977.
- 6) Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. (под.редак. О.П.Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой). – М., Издательский центр «Академия», 2008.