

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСКЕ И ЗА ЕГО ПРЕДЕЛАМИ

Красновская А., Цуканова Л.

г. Красноярск, МБОУ СШ № 36, 5 «А» класс

Руководители: ¹Тряпкина Н.В., заведующая отделом младших школьников

Красноярского краевого центра «Юннаты»;

²Красновская А.Н., г. Красноярск, МБОУ СШ № 36, педагог дополнительного образования

При изучении степени загрязнения окружающей среды промышленными объектами важна реакция биологических объектов на **поллютанты** (загрязняющие вещества). Система наблюдений за реакцией биологических объектов на воздействие поллютантов называется биологическим мониторингом.

Биологический мониторинг включает в себя наблюдение, оценку и прогноз изменений состояния экосистем и их элементов, вызываемых антропогенным воздействием. Одним из основных объектов глобального биологического мониторинга выбраны лишайники. Они представляют собой весьма своеобразную группу споровых растений, состоящих из двух компонентов – гриба и одноклеточной, реже нитчатой, водоросли, которые живут совместно как целостный организм. При этом функция основного размножения и питания за счет субстрата принадлежит грибу, а функция фотосинтеза – водоросли.

Лишайники чутко реагируют на характер и состав субстрата, на котором они растут, на микроклиматические условия и состав воздуха. В силу чрезвычайного «долголетия» лишайников их можно использовать для датировки возраста различных предметов на основе измерения их слоевищ – в диапазоне от нескольких десятилетий до нескольких тысячелетий.

Объектом глобального мониторинга лишайники избраны потому, что они распространены по всему Земному шару и поскольку их реакция на внешнее воздействие очень сильна, а собственная изменчивость незначительна и чрезвычайно замедленна по сравнению с другими организмами.

Из всех экологических групп лишайников наибольшей чувствительностью обладают эпифитные лишайники (или эпифиты), т.е. лишайники, растущие на коре деревьев.

Изучение этих видов в крупнейших городах мира выявило ряд общих закономерностей: чем больше индустриализирован город, чем более загрязнен воздух, тем меньше встречается в его границах видов лишайников, тем меньшую площадь покрыва-

ют лишайники на стволах деревьев, тем ниже «жизненность» лишайников.

Установлено, что при повышении степени загрязнения воздуха первыми исчезают кустистые, затем листоватые и последними – накипные (корковые) формы лишайников. Состав флоры лишайников в различных частях городов (в центре, в индустриальных районах, в парках, в периферийных частях) оказался настолько различным, что исследователи стали использовать лишайники в качестве индикаторов загрязнения воздуха [Ю.А. Буйволов, А.С. Боголюбов].

Актуальность

Покупатели все чаще ориентируются на экологию района как фактор при выборе жилья. Решение проблемы значимо для всех, т.к. состояние окружающей среды влияет на здоровье человека. Лишайники очень чувствительны к загрязнению атмосферного воздуха. По наличию лишайников, их многообразию и обилию можно судить о чистоте воздуха. Этот метод называется биоиндикация, или лишеноиндикация. Мы решили оценить качество воздуха в городе и за его пределами, при помощи обилия лишайников, растущих на деревьях.

Гипотеза:

заключается в том, что распространение лишайников, их обилие будет неодинаковым в разных местах, в связи с различным загрязнением атмосферного воздуха.

Цель работы: изучение видового разнообразия лишайников в городе и за его пределами.

Задачи работы:

- Изучить видовой состав лишайников в городе и за его пределами.
- Сравнить состояние воздуха в разных районах города Красноярска и за его пределами методом лишеноиндикации.
- Составить коллекцию лишайников города и окрестностей.
- Разработать дневник наблюдений чистоты воздуха методом лишеноиндикации.

Общая характеристика лишайников

Лишайники совсем не родственники мхов, вопреки распространенному мнению.

Эти поистине удивительные существа – комплексные организмы, каждый из которых представляет собой взаимовыгодное сожительство (симбиоз) гриба и водорослей.

Внешне лишайники обычно как тонкая сухая сморщенная пластинка обычно серого (иногда коричневого или даже желтого) цвета. Встречаются и так называемые накипные лишайники, представляющие собой нечто вроде сухого налета на коре или камнях. Отличаются лишайники крайне медленным ростом (всего лишь несколько миллиметров в год), способностью расти в очень суровых условиях (на голых скалах) и повышенной чувствительностью к загрязнению природы. Так что обилие лишайников – свидетельство хорошей экологической обстановки. Вот почему в городских парках и скверах их значительно меньше, чем в лесах.

Взаимоотношения лишайников с деревьями, на которых они нередко селятся, еще до конца не выяснены. Известно, что лишайники существенно не влияют на жизнь дерева, хотя их чрезмерное количество может затруднять газообмен через кору. С другой стороны, замечено, что деревья, покрытые ими, меньше поражаются различными заболеваниями, так как лишайники выделяют антибиотические вещества. Обнаружено также, что многие виды лишайников предпочитают селиться лишь на коре определенных видов древесных пород – это свидетельствует о более тесных и сложных взаимоотношениях дерева и лишайника [Алексей Сорокин].

Размножаются лишайники половым путём и вегетативно. При половом размножении на слоевищах в результате полового процесса формируются плодовые тела дисковидной (апотеции), кувшиновидной (перитеции) или удлинённой (гастеротеции) формы. Споры развиваются внутри сумок – особых выростов внутри плодовых тел. У небольшой группы лишайников споры образуются экзогенно, на вершине удлинённо-булавовидных гиф – **базидий** (базидиальные лишайники). Помимо спор, образующихся половым путём, у лишайников существует бесполое спороношение при помощи конидий, пикноконидий и стилоспор. Плодовые тела, как правило, образуют накипные лишайники, а более высокоорганизованные листоватые и кустистые лишайники чаще размножаются вегетативно – оторвавшимися кусочками слоевищ или особыми вегетативными образованиями – соредиями и изидиями. Соредии – микроскопические клубочки, состоящие из одной или нескольких клеток водоросли, окружённых гифами гриба, об-

разуются под верхней корой слоевища. Изидии – маленькие, разнообразной формы выросты верхней поверхности слоевища, также содержащие клетки водорослей, окружённые гифами гриба. Оторванные от слоевища, они разрастаются в новые слоевища.

Лишайники – важнейшие кормовые растения для северных оленей и диких копытных (марала, лося и др.). Издавна используются в медицине (благодаря содержанию т.н. лишайниковых кислот обладают антимикробными свойствами). Из лишайников получают *антибиотики*.

Некоторые виды (исландский мох, умбиликария съедобная и др.) используют в пищу. Многие лишайники находят применение как ароматические вещества и фиксаторы запахов, а также как красители шерсти. Лишайники по-разному реагируют на загрязнённость атмосферы (погибают при высоком содержании в воздухе двуокиси серы и других загрязнителей), поэтому служат индикаторами загрязнённости окружающей среды. Наука о лишайниках – *лихенология*. [Н.А. Лемеза, Л.В. Камлюк, Н.Д. Лисов]

Существует 4 жизненные формы лишайников: кустистые, листоватые, накипные (корковые) и чешуйчатые. Первыми, при загрязнении воздуха исчезают кустистые, затем листоватые и последними – накипные.

Листоватые лишайники

Таллом листоватых лишайников представляет из себя различной формы листочки, прикрепленные к субстрату, на которых они растут.

Верхняя и нижняя поверхности таких лишайников различаются как по цвету, так и по структуре. Таллом листоватых лишайников, как правило, образует розетки различного диаметра: от нескольких миллиметров до десятков сантиметров. Лопasti листочков листоватых лишайников бывают как узкими, так и широкими – соответственно различают мелко- и крупнолистоватые виды. Края лопастей варьируют от цельных до бахромчатых и курчавых. Верхняя поверхность листоватых лишайников бывает гладкой, морщинистой, сетчатой.

Иногда на верхней поверхности можно заметить маленькие поры **псевдоцифеллы**, служащие для лучшего газообмена. Часто верхняя поверхность бывает покрыта беловатым или голубоватым налетом. У некоторых видов на верхней поверхности можно видеть **цефалодии** – зерновидные образования таллома, содержащие сине-зеленые водоросли. Порой такие **цефалодии** встречаются и в сердцевинном слое.

Цвет нижней поверхности чаще всего бывает темных тонов – различных оттенков коричневого, черного, хотя встречаются виды и с белой нижней поверхностью. У некоторых видов нижняя поверхность войлочно-пушистая.

Способы прикрепления лишайников к субстрату также имеют систематическое значение. В основном талломы листоватых лишайников прикрепляются к субстрату особыми выростами нижней поверхности: ризинами, ризоидами, гомфом, хотя иногда такие выросты отсутствуют и тогда лишайники прикрепляются к субстрату всей нижней поверхностью, как например, виды рода Гипогимния (*Hypogymnia*) (рис. 1).



Рис. 1. Гипогимния

Некоторые виды не прикрепляются к субстрату совсем и образуют свободноживущие формы, как например, Пармелия блуждающая (*Parmelia vagans*) (рис. 2)

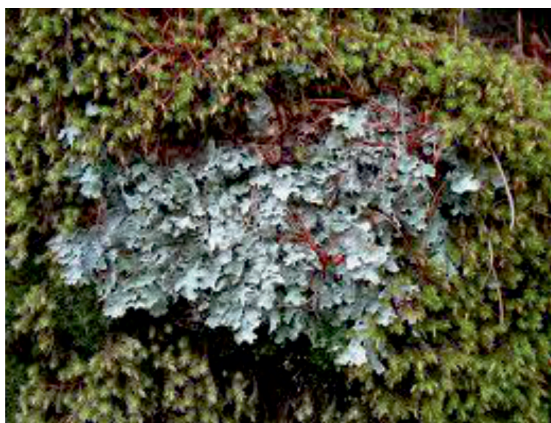


Рис. 2. Пармелия блуждающая

Если сделать вертикальный срез таллома листоватого вида лишайника, то под микроскопом можно увидеть верхнюю кору, ниже которой расположен слой водорослей, или альгальный слой, затем идет рыхлая сердцевина, под которой находится нижний коровый слой. Такое строение таллома называют гетеромерным. У некоторых видов водоросли не образуют четкого альгального

слоя, а распределены равномерно по таллому – лишайники с таким типом строения называют гомеомерными.

У некоторых видов нижний коровый слой отсутствует – это характерно для видов рода Гетеродермия (*Heterodermia*) (рис. 3)

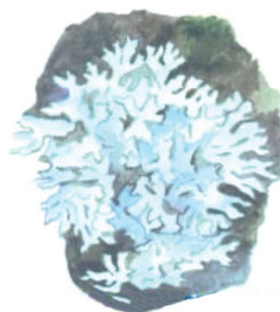


Рис. 3. Гетеродермия

Кустистые лишайники

Таллом кустистых лишайников представляет из себя кустики различной формы: прямостоячие, торчащие или повисающие. Размер кустиков варьирует от нескольких

Рис. 3 Гетеродермия миллиметров (у некоторых африканских видов рода Телосхистес (*Teloschistes*) (рис. 4) до нескольких метров у некоторых представителей рода Уснея (*Usnea*) (рис. 5).



Рис. 4. Телосхистес



Рис. 5. Уснея

На горизонтальном срезе через таллом кустистых лишайников можно увидеть коровый слой, слой водорослей, сердцевину. У представителей рода Кладина (*Cladina*) (рис. 6) коровый слой отсутствует. Кустики могут сильно ветвиться, либо быть шиловидными и ветвление отсутствует. Веточки кустистых лишайников могут быть как округлыми на поперечном срезе, так и плоскими.

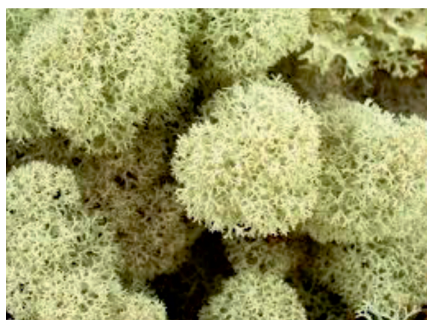


Рис. 6. Кладина

Накипные лишайники

Таллом накипных лишайников образует корочку на поверхности субстрата, имеющую вид розеток правильной формы или бесформенных пятен. Иногда таллом накипных лишайников почти незаметен.

Цвет розеток также зависит от пигментов и бывает белым, черным, зеленоватым, красным, серым, желтым.

Поверхность накипных лишайников бывает гладкой, трещиноватой, ареолированной, бугорчатой, лепрозной и т.д. Несмотря на отсутствие нижнего корового слоя и ризин, накипные лишайники очень плотно прикрепляются к субстрату, настолько, что их невозможно оторвать без повреждения таллома. В то же время некоторые виды образуют свободноживущие формы, например, Аспицилия съедобная (*Aspicilia esculenta*) (рис. 7).



Рис. 7. Аспицилия съедобная

Некоторые виды образуют диморфный таллом, когда в центре розетки лишайник

типично накипной, а по краю с небольшими лопастями. Наиболее примитивный тип таллома – лепрозный, состоящий из скопления отдельных клубочков водорослей, окруженных грибными гифами. Очень часто у основания деревьев можно видеть голубовато-зеленоватый налет Лепрарии (*Leparia*) (рис. 8) или золотисто-желтый Хризотрикса (*Chrysothrix*) (рис. 9) – лишайников с лепрозным типом таллома. Более сложно устроен таллом в виде отдельных зернышек, где можно видеть зачатки дифференциации на коровый слой, альгальный слой и сердцевину. Еще более сложно устроен таллом в виде плотной корки, где на вертикальном срезе хорошо различимы верхний коровый слой, сердцевина и зона водорослей. [А. В. Пчелкин]



Рис. 8. Лепрария



Рис. 9. Хризотрикса

Материалы и методы исследований

Нами было изучено видовое разнообразие лишайников в Красноярске и районы пригорода: Свердловский район – заповедник «Столбы», Кировский район-аллея в районе Цирка, лесной массив поселка Водники, Советский район- сквер на проспекте Ульяновский, Железнодорожный район- парк Гагарина, Октябрьский район – Академгородок, парк «Троя», парк «Юннатов», Большемуртинский район (п. Большая Мурта), Саянский район (п/л «Зеленые горки», Партизанский район (с. Новопо-

кровка). Сбор материалов производился на разных участках, с разным климатом, почвенными условиями и разными климатическими условиями.

Универсальной методики лихенологических исследований, пригодной на все случаи жизни, как и универсального лекарства, быть не может. Поэтому нам приходилось использовать самые разные методы. Для трансектных исследований по градиенту от источника загрязнения, в зависимости от ситуации, приходилось использовать как различные индексы (чаще всего – индекс чистоты атмосферы), так и видовую насыщенность, шкалу витальности и т.д.

Количественные исследования на пробных площадках в урбанизированных районах обычно проводились с использованием 5-балльной комбинированной шкалы покрытия-встречаемости:

- 1 – вид встречается очень редко и с очень низким покрытием,
- 2 – редко или с низким покрытием,
- 3 – редко или со средним покрытием на некоторых стволах,
- 4 – часто или с высоким покрытием на некоторых стволах,
- 5 – очень часто и с очень высоким покрытием на большинстве стволов.

Кроме того, на территории пробных площадей приводилась характеристика повреждения талломов лишайников с использованием шкалы витальности:

Классы витальности эпифитных лишайников:

- 1. Нормальные
- 2. Слегка поврежденные
- 3. Средне поврежденные
- 4. Сильно поврежденные
- 5. Мертвые.

Для общей характеристики степени загрязнения некоторых участков был использован индекс чистоты атмосферы, широко используемый в Западной Европе и Америке при биоиндикационных исследованиях городов и промышленных районов.

$$IP = \sum_{i=1}^n \frac{AiCi}{Cn},$$

где Q_i – экологический индекс определенного вида (или индекс токсифобности, или индекс ассоциированности), F_i – комбинированный показатель покрытия и встречаемости, n – количество видов. Показатель Q характеризует количество видов, сопутствующих данному виду на всех площадках описания в гомогенном по степени загрязненности местообитании. Если, например, на 100 площадках вместе с видом A растет 10 – 20 видов (включая искомым вид),

а среднее число сопутствующих видов 13,5, то Q этого вида и есть 13,5. Чем больше показатель Q , тем данный вид более полеофобный, чем выше показатель ИАЧ, тем чище воздух местообитания. ИАЧ сильно зависит от видового разнообразия.

Применяемый комбинированный показатель покрытия и встречаемости 5 – балльный:

- 1 – вид встречается очень редко и с очень низким покрытием,
- 2 – редко или с низким покрытием,
- 3 – редко или со средним покрытием на некоторых стволах,
- 4 – часто или с высоким покрытием на некоторых стволах,
- 5 – очень часто и с очень высоким покрытием на большинстве стволов.

При проведении лихенологических обследований по системе фоновых экологического мониторинга иерархически самой крупной территориальной единицей, на которой они проводятся, является экополигон (Пчелкин, 2001). Это – либо какая-нибудь эталонная территория, подлежащая лихенологическому обследованию (в основном, заповедники), либо иная, подлежащая обследованию на предмет выявления аномалий в состоянии сообществ лишайников-эпифитов по отношению к их состоянию на соответствующей эталонной территории. На экополигоне такие обследования производятся, как правило, на наиболее распространенных породах деревьев. Для определенной породы деревьев в пределах обследуемого экополигона выбираются несколько пробных площадей (пространственный масштаб – 100 м), а на каждой пробной площади – несколько деревьев, подлежащих обследованию. Таким образом, элементарной пространственной единицей для проведения лихенологического обследования на деревьях определенной породы, является иерархический элемент «экополигон-пробные площади-деревья».

Обследование сообщества лишайников на стволе дерева методом линейных пересечений производилось следующим образом. На ствол дерева горизонтально на определенной высоте (обычно – 1.5 м) накладывается гибкая мерная лента с миллиметровыми делениями. Ее нулевая отметка ориентируется на Север. Лента располагается в направлении по движению часовой стрелки, если смотреть сверху. В учетной полевой ведомости фиксируются пересечения талломов лишайников и верхней границы наложенной мерной ленты (см. рис. 1, 2), а также видовая принадлежность каждого из них. В случае невозможности определения до вида в полевых условиях образец собирается для последующего определения в камеральных условиях.

При обследовании пробной площади и модельных деревьев на ней в полевом дневнике документируются также следующие показатели:

Характеристики пробной площади.
Характеристики модельного дерева.

1. Дата проведения измерения.
1. Номер дерева на пробной площади.
2. Сомкнутость крон, %.
2. Порода дерева.
3. Высота над уровнем моря, м.
3. Высота, м.
4. Экспозиция склона (С, СВ и т. д.).
4. Длина окружности поперечного сечения ствола на высоте измерений

5. Угол склона (с горизонтом, в градусах).

Лишайники с каждого дерева собираются для последующего определения в камеральных условиях. В этом случае для определения собирается один образец данного вида с каждого дерева. В остальных случаях собираются все образцы неизвестных видов, имеющие пересечения с мерной лентой. Каждый образец упаковывается в отдельный пакетик на котором указываются:

– дата обследования данной пробной площади;

- номер пробной площади;
- номер дерева на пробной площади;
- номер лишайника;
- номер пересечения с мерной лентой.

Все пакетики, содержащие образцы с данного дерева, объединяются в один большой конверт, в который дополнительно собираются лишайники с этого дерева, не имеющие пересечений с мерной лентой, но которые могут быть полезны при определении видовой принадлежности образцов в камеральных условиях. Этот большой конверт маркируется так:

– дата обследования данной пробной площади;

- номер пробной площади;
- номер дерева на пробной площади.

На каждом пакетике, в которые упаковываются образцы лишайников, дублируется маркировка большого конверта. Такое дублирование необходимо, так как практика показывает, что при транспортировке большие конверты часто раскрываются.

Математические расчеты результатов лихенометрических исследований выполнены с помощью компьютерной программы, написанной С.М. Семеновым на языке Фортран. В них указаны количество обследованных пробных площадей, количество обследованных деревьев, количество обнаруженных видов стволовых лишайников-эпифитов. Приведены оценки индекса С-разнообразия (Семенов, Захарченко, 1996). Даны выборочные оценки (В) и оцен-

ки границ односторонних доверительных интервалов (B_{min}) и (B_{max}) для общей встречаемости лишайников и отдельно по видам. Даны оценки линейного проективного покрытия (Π) и их ошибки ($\sigma\Pi$) для общего линейного проективного покрытия и отдельно по видам. Количество степеней свободы для последующих сравнительных оценок – число пробных площадей минус 1. Доверительная вероятность, использованная при оценке границ односторонних доверительных интервалов для встречаемости видов -0.95. В колонке N дается номер вида по локальному флористическому списку в базе данных.

Результаты исследований

Методы лихеноиндикации подразделяются на две большие группы – **активную** лихеноиндикацию и **пассивную** лихеноиндикацию. Под активной лихеноиндикацией понимают так называемые трансплантационные методы. На них мы остановимся очень кратко, так как речь в дальнейшем пойдет о пассивной лихеноиндикации.

Трансплантационные методы заключаются в том, что лишайники из незагрязненных районов трансплантируются (пересаживаются) в изучаемый район или же участки коры деревьев, покрытые лишайниками, срезаются и перемещаются на столбы или другие сооружения, расположенные в загрязненных районах. Другой (чисто экспериментальный) подход включает перенос и исследование лишайников в лаборатории, где на них воздействуют различными концентрациями загрязняющих веществ. По скорости отмирания лишайников можно судить о мощности загрязнения.

Для трансплантации часто используют лишайники, растущие на засохших ветвях деревьев. При этом ветка из чистого района переносится в исследуемый район и помещается, сохраняя пространственную ориентацию, в условия, максимально близкие по увлажнению и освещенности.

Основным методом **пассивной лихеноиндикации** является наблюдение за изменениями относительной **численности** лишайников. Для этого проводят измерения проективного покрытия лишайников

Нами обследованы следующие районы города и за его пределами:

- Свердловский район – заповедник «Столбы»; (фото 1)
- Кировский район – аллея в районе Цирка, лесной массив посёлка Водники;
- Советский район – сквер на проспекте Ульяновский; (фото 2)
- Железнодорожный район – парк Гагарина; (фото 3)

- Октябрьский район – Академгородок, парк «Троя», парк «Юннатов»; (фото 4)
- Большемуртинский район (п. Большая Мурта); (фото 5)
- Партизанский район (д. Новопокровка); (фото 6)
- Саянский район; (фото 7)

Количественные исследования на пробных площадках в урбанизированных районах проводились с использованием 5-балльной комбинированной шкалы покрытия-встречаемости (табл. 1):

- 1 – вид встречается очень редко и с очень низким покрытием,
- 2 – редко или с низким покрытием,
- 3 – редко или со средним покрытием на некоторых стволах,
- 4 – часто или с высоким покрытием на некоторых стволах,
- 5 – очень часто и с очень высоким покрытием на большинстве стволов.

Кроме того, на территории пробных площадей приводилась характеристика повреждения талломов лишайников с использованием шкалы витальности (таблица 1):

При обследовании аллеи за Цирком, между проспектом Красноярский Рабочий и улицей Вавилова нами не было найдено ни одного лишайника.

Это связано с расположением района относительно розы ветров. Связь с экологией здесь прямая: преобладающими в Красноярске являются ветра юго-западного и западного направлений, и почти все микрорайоны, находящиеся в западной, юго-западной части города, благополучны с точки зрения экологии. Кроме того, в Свердловском районе благоприятные условия создают нис-

ходящие воздушные потоки с заповедника Столбы. А вот район цирка, который по розе ветров находится прямо под факелом алюминиевого завода, хорошей экологией не отличаются [6].

Степень загрязнения воздуха соотносится с разнообразием форм и видов лишайников (табл. 2).

В результате исследований выявлено, что самый чистый воздух города – заповедник «Столбы», самый загрязнённый – район Цирка. Это объясняется загрязнённым воздухом в городе, так же самый чистый воздух оказался за пределами города. Изучено разнообразие лишайников в разных районах. Составлена коллекция лишайников города и его окрестностей, разработан дневник наблюдений чистоты воздуха методом лишеноиндикации (Приложение).

Заключение

Лишеноиндикация – изучение загрязнения воздуха при помощи лишайников.

Как и большинство биологических методов оценки состояния окружающей среды, метод лишеноиндикации не позволяет различить конкретные вредные вещества, загрязняющие атмосферный воздух, но зато позволяет выделить территории, подверженные воздействию загрязнённого воздуха. Для этого иногда бывает достаточно даже неполного описания разнообразия и обилия лишайников на единице площади в данном массиве.

Лишайники приобрели в последнее время особую известность в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды.

Таблица 1

Сводная таблица

№ п/п	Район исследования	Накипные лишайники	Листоватые лишайники	Кустистые лишайники	Степень загрязнения
1.	Заповедник «Столбы»	есть	есть	есть	очень слабая
2.	Поселок Водники	есть	есть	нет	слабая
3.	Аллея за цирком	нет	нет	нет	сильная
4.	Зеленая Роща, пр. Ульяновский	есть	есть	нет	слабая
5.	Академгородок	есть	есть	нет	слабая
6.	Парк им. Гагарина	есть	есть	нет	слабая
7.	Парк «Троя»	есть	есть	нет	средняя
8.	Парк «Юннатов»	есть	есть	нет	слабая
9.	Манский район	есть	есть	есть	чистый воздух
10.	Большемуртинский район	есть	есть	есть	чистый воздух
11.	Партизанский район	есть	есть	есть	чистый воздух

Таблица 2

Степень загрязнения воздуха

Степень загрязнения воздуха	Наличие формы и разнообразие лишайников
Очень чистый воздух	Преимущественно кустистые лишайники (уснея)
Чистый воздух	Общее число видов больше шести, в том числе накипные, листоватые и кустистые формы серого и жёлтого цвета
Очень слабая	Общее число видов до шести, в том числе накипные, листоватые и кустистые формы серого и жёлтого цвета
Слабая	Общее число видов до трёх, накипные и листоватые формы серого цвета, накипные и листоватые лишайники желтого цвета (ксантория)
Средняя	Только два вида лишайников серого цвета, накипные и листоватые формы (леканора, пармелия)
Умеренная	Только один вид лишайников серо-зелёного цвета, леканора в основании деревьев
Сильная	Полное отсутствие лишайников

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

Оценка загрязненности атмосферы

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

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

По состоянию лишайникового покрова можно судить о степени загрязнения воздуха. Лишайники могут служить индикаторами его чистоты. Серьезные антропогенные нагрузки связаны с выбросом различных загрязняющих компонентов крупными промышленными предприятиями, находящимися в промышленной зоне – автозаправочные станции, автостоянки, заводы.

На основании этих закономерностей можно количественно оценить чистоту воздуха в конкретном месте.

Выводы

1. Изучив видовой состав лишайников в городе и за его пределами мы обнаружили следующие виды:

В городе: накипные – леканора, калопланка;

– листоватые – пармелия, фисция, ксантория;

– кустистые – уснея.

В крае: накипные – леканора, калопланка, феофисция, охролехия,

– листоватые – пармелия, фисция, ксантория, лобария легочная.

– кустистые – уснея, кладония.

2. Сравнив состояние воздуха в разных районах города Красноярска и за его пределами методом лишеноиндексации мы выявили, чем сильнее загрязнен воздух на определенной территории, тем меньше на ней встречаются различные виды лишайников, тем меньшую площадь покрывают они на стволах деревьев и других субстратах и тем ниже их жизнеспособность. Самый загрязненный – район Цирка, это связано с влиянием рельефа. Мы живем на отрогах Саянских гор, и район Цирка расположен на возвышенности, на уровне трубы промышленного предприятия или ТЭЦ, и ветер дует в этом направлении, достается его жителям по максимуму. Самый чистый район города – заповедник «Столбы», благодаря девственным таежным лесам здесь действительно очень чистый воздух. За пределами нашего города воздух самый чистый, влияет отдаленность автотрасс, бескрайние просторы деревьев и кустарников.

3. В результате проведенного исследования нами была составлена коллекция лишайников города и его окрестностей.

4. Разработан дневник наблюдения чистоты воздуха методом лишеноиндексации.

Заповедник «Столбы»

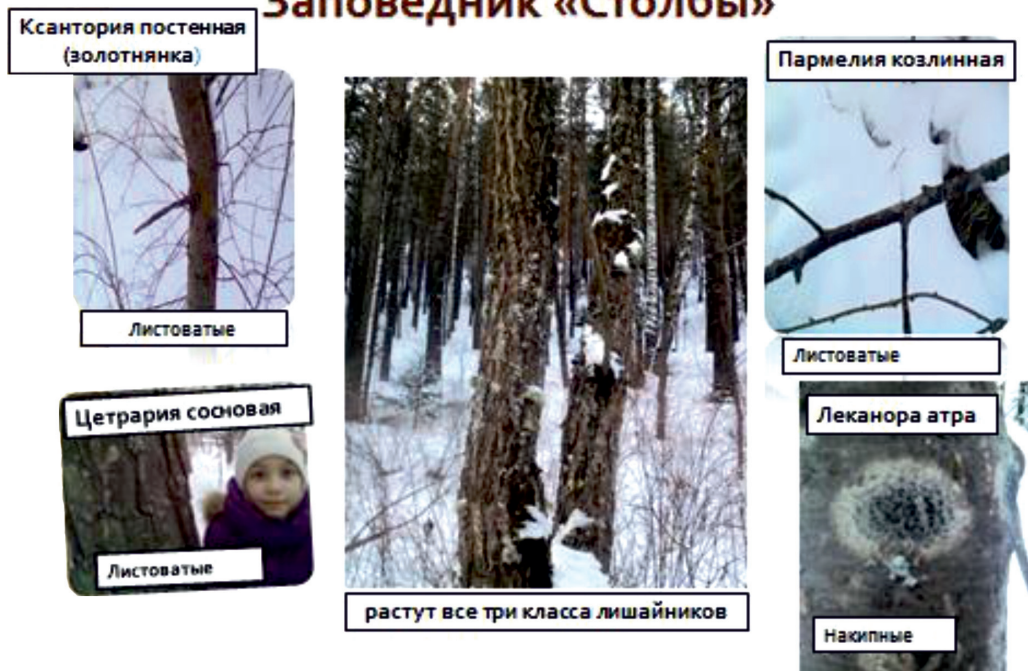


Фото 1

Зелёная роща, проспект Ульяновский



Фото 2

Академгородок



Фото 3

Парки города

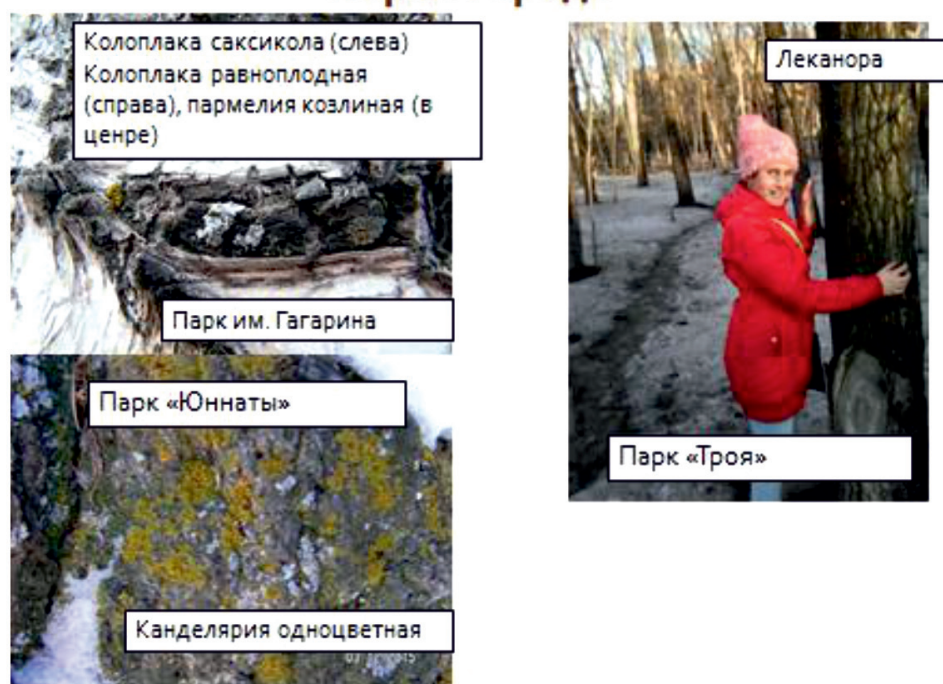


Фото 4

Большемуртинский район



Фото 5

Партизанский район

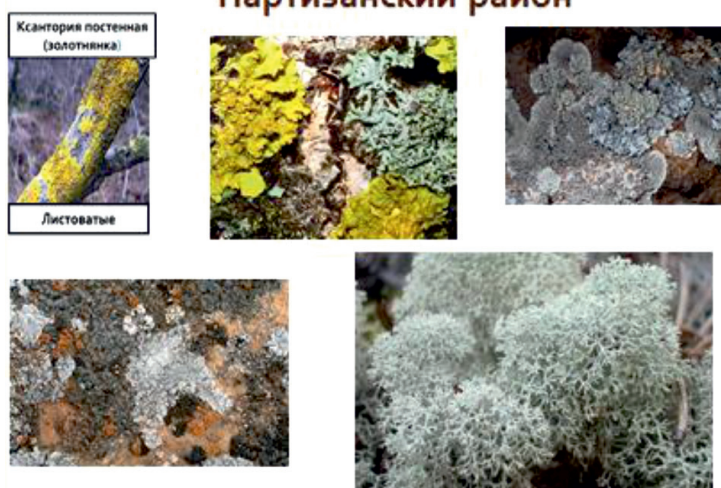


Фото 6

Саянский район



Фото 7



Фото 8

Список литературы

1. Экосистема <http://www.ecology-shop.ru/guides/03lich.htm>
2. Атлас определитель лишайников <http://mybiblioteka.su/tom2/2-120676.html>
3. Водоросли и грибы Западной Сибири. Часть 2. (Труды центрального Сибирского ботанического сада. Вып. 10) – 1965
4. Водоросли/Описания, Лишайники/Описания Жизнь растений. Том 3. Водоросли. Лишайники – 1977
5. Лишайники/Описания, Мхи/Описания Петров В.В. Мир лесных растений – 1978.
6. Экология в Красноярске: выбираем безопасный район <http://www.sibdom.ru/publication/articles/24/1604/>
7. Журнал «Живой лес», выпуск 2 (4), г. Москва, ул. Новая дорога, д. 11, стр. 1, офис № 108.
8. Сайт sbio.info
9. Сайт ecosystema.ru
10. Программа комплексного исследования загрязненных наземных экосистем / Ю.А. Буйолов, А.С. Боголюбов, Экосистема, 1997.
11. Энциклопедия лесного хозяйства: в 2-х томах. – Т.1. – М.: ВНИИЛМ, 2006. – 424 с.: с илл.
12. Справочник лесничего / Под общ. Ред. А.Н. Филиппчука. 7-е изд., перераб. И доп. М; ВНИИЛМ, 2003. 640с.
13. Биология: бактерии, грибы, лишайники, растения: пособие для учащихся / И.В. Черепанов. – М.: Просвещение, 2005. – 104 с.: ил. – (Линия жизни).
14. Рохлов В., Теремов А., Петросова Р. Занимательная ботаника: книга для учащихся, учителей и родителей. – М.: АСТ-Пресс, 1998. – 432 с.: ил. (Занимательные уроки).