

Всероссийский конкурс школьных лесничеств имени Г.Ф.Морозова

Номинация «Жизнь леса»

Кружковое объединение школьного лесничества «Лесные робинзоны»

**Тема исследовательской работы
«Лишайники – биоиндикаторы окружающей среды»**

Работу выполнил: Виссарионов
Дмитрий Сергеевич, ученик 6 класса,
МАОУ «Урмарская СОШ им. Г. Е.
Егорова», МБОУДО «ДДТ» Урмарского
муниципального округа Чувашской
Республики

Руководитель: Николаева Клавдия
Анатольевна, учитель биологии
МАОУ «Урмарская СОШ им. Г. Е.
Егорова», педагог дополнительного
образования МБОУДО «ДДТ»
Урмарского муниципального округа
Чувашской Республики

Урмары 2024

Содержание

1. Введение.....	3
2. Теоретические основы лишеноиндикации.....	4
3. Методика оценки чистоты воздуха	5
4. Результаты исследования и их обсуждения.....	6
5. Вывод.....	8
6. Заключение.....	9
7. Теоретическая и практическая значимость работы.....	9
8. Рекомендации.....	10
9. Список литературы.....	11
10. Приложения.....	12

Введение

Лишайники насчитывают около 25 тыс. видов и распространены по земному шару – от полярных районов до пустынь. Имеются источники, где указано, что иные талломы имеют возраст до 2000 лет. Таким образом, наряду с секвойей лишайники можно считать самыми долгоживущими организмами на Земле. Из примерно 3000 видов лишайников России в Красную книгу Чувашской Республики внесено 30. 14 видов включены в перечень подлежащих особому вниманию и нуждающихся в постоянном контроле в природной среде. Но эти материалы далеко не полны. Флора лишайников, распространение отдельных их видов изучены для территории Чувашской Республики недостаточно, особенно если учесть их высокую роль в формировании различных экосистем.

Лишайники чрезвычайно важны для природы как индикаторы чистоты воздуха и некоторых редких природных биотопов. Поэтому, я решил выяснить, по наличию лишайников степень чистоты воздуха на территории пришкольного участка. И я считаю, что наша работа актуальна [2].

Цель работы: оценка экологического состояния атмосферной среды на пришкольной территории с помощью методов лишеноиндикации

Задачи:

1. Изучить по данной теме литературу и интернет ресурсы
2. Выявить видовой состав лишайников на территории пришкольного участка
3. Определить степень проективного покрытия лишайниками деревьев на указанных площадках методом лишеноиндикации
4. Дать оценку степени загрязнённости воздуха на территории пришкольного участка

Гипотеза: я предполагаю, что воздух на территории пришкольного участка не загрязнённый и на коре деревьев много лишайников.

Объект исследования: пришкольная территория

Предмет исследования: лишайники на коре деревьев

Методы исследования: Эмпирические, маршрутно-экскурсионный метод, визуально-оценочный метод, метод биоиндикации.

Материалы и оборудование: набор для оценки чистоты воздуха методом биоиндикации, цифровая техника, блокнот, ручка, карандаш, линейка, компас.

Время проведения исследования: август - декабрь 2024г.

1. Теоретические основы лишеноиндикации.

1.1. Морфологические и экологические особенности лишайников.

Одним из перспективных объектов биоиндикации являются лишайники. Они распространены по всему земному шару и могут служить объектом мониторинга на всех уровнях: локальном (в конкретной местности), региональном (в обширном регионе) и глобальном (на всем земном шаре).

Тело лишайника (слоевище) состоит из гриба и одноклеточных водорослей, находящихся в симбиозе. По строению слоевища лишайники делятся на 3 группы: накипные (коркоподобные), похожи на плоские корки, плотно срастающиеся с корой, камнями, почвой, они трудно отделяются, на ощупь бархатистые,

влажноватые; листоватые (листовидные) имеют форму мелких пластинок, чешуек: прикрепляются к поверхности тонкими нитями гриба и довольно легко отделяются от нее (Рис №7); кустистые, которые либо растут вверх как маленькие кустики, либо свисают с дерева вниз, подобно бороде.

Лишайники высокочувствительны к загрязнению среды обитания. На них избирательно действуют прежде всего вещества, увеличивающие кислотность среды (SO₂, NH₃, HCl, O₃). Для лишайников сравнительно безвредны тяжелые металлы, накапливающиеся в слоевище, а также радиоактивные изотопы.

Причина такой необычной чувствительности лишайников к воздушному загрязнению заключается в особенностях строения и жизни лишайников. Дело в том, что лишайники не имеют плотной поверхностной кутикулы - крепких «стен» из воскоподобного вещества, защищающих снаружи листья и стебли высших растений от вредных внешних воздействий. Нет у них на поверхности таллома и устьиц, через которые растения дышат и испаряют лишнюю влагу. Важно помнить и о том, что лишайник - это не единый организм, а целое сообщество, где процессы регуляции взаимоотношений между компонентами куда более уязвимы. Лишены лишайники также корней и проводящей системы, по которым движутся вода и питательные вещества. Поэтому во влажную погоду они дышат и впитывают воду всей своей поверхностью, а вместе с водой и воздухом в них без всяких ограничений проникают растворенные в воде и содержащиеся в воздухе токсичные соединения, которые распространяются по всему слоевищу. В сухую погоду вода быстро испаряется из слоевища, а токсины остаются, накапливаясь внутри лишайников, мешая фотосинтезу, дыханию и запасанию энергии, убивая клетки водорослей. Часть токсинов вымывается следующими дождями, но большее количество остается [1].

Считается, что наиболее чувствительны к загрязнению воздуха кустистые лишайники, а наиболее устойчивы накипные виды.

По отношению к субстрату и другим условиям местообитания среди лишайников различают несколько крупных основных экологических групп:

- Эпилитные лишайники – живущие на поверхности горных пород.
- Эпифитные лишайники – растущие на коре деревьев и кустарников.
- Эпигейные лишайники – растущие на поверхности почвы.
- Эпифильные лишайники – развивающиеся на хвое и листьях вечнозеленых растений.
- Эпибриофитные лишайники – обитающие на дерновинках мхов, и другие.

На распределение лишайников влияют как физические, так и химические свойства субстрата. (Приложение 1) (Рис №8)

1. Ход исследования

1.1. Подготовка к исследованию

Исследование проводилось с августа по декабрь 2024 года в поселке Урмары, МАОУ «Урмарская СОШ им.Г.Е.Егорова». До начала исследования изучил литературу и Интернет-ресурсы, подготовил материалы и оборудование, определился с объектом, целями, задачами и методами исследования. Объектом исследования выбрали участок пришкольной территории.

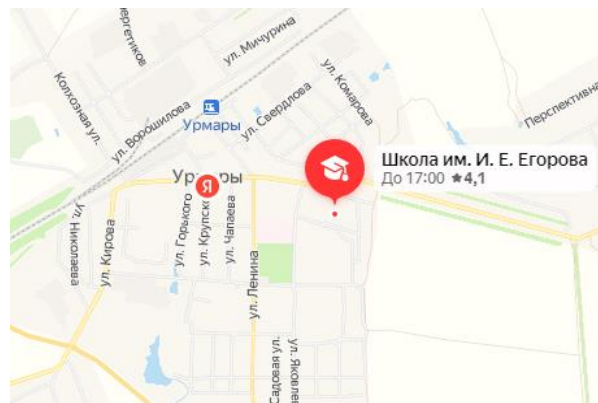
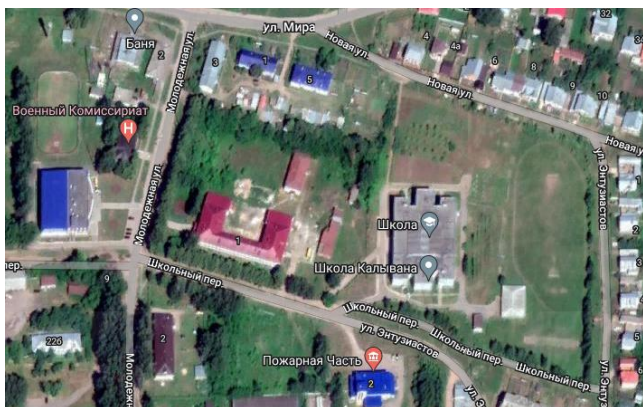


Рис №1 Схема расположения зеленых насаждений

1.2. Методика оценки чистоты воздуха на участке пришкольной территории.

Я выбрал пробную площадку и модельное дерево – липа сердцевидная, так как по краям забора в ряд растут липы и от 100 метров проходит автодорога. Используя метод визуальной оценки, рассмотрел покрытие каждого вида на стволе дерева. Это сделано с помощью небольших пробных площадок, расположенных на стволе дерева на определенной высоте (1,5 м). Площадка 10x10 м обследованы на территории пришкольного участка, модельные деревья обследовали приблизительно одновозрастные, без видимых повреждений, одной из основных пород липы сердцевидной (Приложение 1) (Рис №3).

Для определения проективного покрытия использовал балльную шкалу Браун-Бланке. Оценил загрязненность воздуха по исследованиям формы, цвета и длины таллома лишайников.

3. Результаты исследования и их обсуждения

В результате исследования оценил загрязненность воздуха:

1. Качественная оценка загрязненности воздуха с помощью лишайников (лихеноиндикации).

По карточкам познакомился с видовым разнообразием лишайников. На заложенном площадке отобрал образцы лишайников каждого вида в чашку Петри. С помощью карточки видов, лупы и определителя лишайников СССР провел исследования видового разнообразия лишайников [8]. Все обнаруженные виды разделили на 2 группы: листоватые и накипные.

Практическая работа № 1 «Изучение видового разнообразия эпифитных лишайников, их жизнеспособности и состояния слоевищ»

Цель: определить наличие основных групп эпифитных лишайников на территории пришкольного участка.

Оборудование и материалы: лупа, палетка для определения степени покрытия лишайниками стволов деревьев, определитель.

Модельные деревья липы сердцевидные наиболее распространен на данных территориях. Обследованы приблизительно одновозрастные, без видимых повреждений на уровне 1,5 м. Я выбрал 10 отдельно стоящих деревьев. На каждом дереве подсчитали количество видов лишайников. Все обнаруженные виды разделили на 2 группы: листоватые и накипные (Приложение 2, рис№6,7). По Атласу определителю автора А. Г. Цурикова и О.М.Храмченкова определили таксономические категории.

Таблица №1. Спектр жизненных форм эпифитных лишайников на территории пришкольного участка

Тип	Класс	Группа	Подгруппа	Количество видов
Плагิโอотропные	накипные	однообразно-накипные	лепрозные	1
			-бородавчатые	1
	листоватые	вздуто лопастные неризоидальные	рассеченнолопастные ризоидальные	0
				7
Всего				9

Таблица №2 Классификация лишайников

№	Класс	Представители
1	Накипные	Леканора разнообразная — <i>Lecanora allophana</i> (Ach.) Rohl.
2		Охролехия виннокаменная — <i>Ochrolechia tartarea</i> (L.) Massal.
	Листоватые	Гипогимния вздутая — <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.
		Ксантория настенная, или настенная, или стенная золотнянка — <i>Xanthoria parietina</i> (L.) Belt.
		Ксантория многоплодная — <i>Xanthoria polycarpa</i> (Hoffm.) Vain.
		Пармелия бороздчатая — <i>Parmelia sulcata</i> Tayl.
		Пармелия блюдчатая — <i>Parmelia acetabulum</i> (Neck.) Duby
		Фисция сизая — <i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Hampe
		Канделярия одноцветная — <i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein.

При работе с палеткой на каждом стволе измерял и четыре раза - с четырех сторон света. Сначала считал число квадратов, в которых лишайники занимают на глаз больше половины площади квадрата (а), условно приписывая им покрытие, равное 100 %. Затем подсчитывал число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата (b), условно приписывая им покрытие, равное 50 %. Данные записывал в рабочую таблицу.

Общее проективное покрытие в процентах (R) вычисляют по формуле: $R = (100 a + 50 b) / C$, где C - общее число квадратов палетки (например, при использовании палетки 10 x 10 см с ячейками 1 x 1 см, C = 100) [7,9].

Таблица №3 Оценка частоты встречаемости и степени покрытия по пятибалльной шкале

Частота встречаемости (%)	Степень покрытия	Балл оценки
---------------------------	------------------	-------------

Очень редко	менее 5%	Очень низкая	менее 5%	1
Редко	5-20%	Низкая	5-20%	2
Редко	20-40%	Средняя	20-40%	3
Часто	40-60%	Высокая	40-60%	4
Очень часто	60-100%	Очень высокая	60-100%	5

Провел оценку степени покрытия древесных стволов способом наложения палетки на высоте 1,5 м по балльной шкале Браун-Бланке. В нашем случае, где степень покрытия составило на территории школы 2 шкала - 15%, на пришкольной территории воздух относительно загрязненный. Вблизи автомобильных выхлопов у лишайников часто наблюдаются морфологические изменения. Например, уменьшение таллома, некрозы слоевища, изменяющие привычную окраску видов.

Практическая работа № 2 «Изучение факторов, определяющих изменение эпифитной лишайнофлоры на территории школы».

При этом выявлено, что существенное влияние на формирование лишайнофлоры урбанизированной территории оказывает атмосферное загрязнение. Эпифитные лишайники обладают металл аккумулялирующей способностью, а содержание тяжелых металлов в их слоевищах находится в непосредственной зависимости от концентрации этих элементов в воздухе. Лишайники, растущие вблизи источников атмосферного загрязнения, в нашем случае у дороги, если не исчезали совсем, то чаще всего утратили свой нарядный, привлекательный вид. На краях лопастей появился беловатый налет, уменьшился размер слоевищ. На грибных гифах в изобилии появляются бактерии, клетки водорослей уменьшаются в размере, а иногда совсем погибают; бывает, что разрушается весь водорослевый слой таллома. Одним словом, лишайники выглядят больными (Рис №8).

Качественный и количественный контроль лишайников на выбранном территории, проводившихся август-ноябре 2024г. Показал следующее:

Таблица №4 Количественный контроль

Название лишайника	Группа	Цвет	Длина таллома	Субстрат	Встречаемость
Леканора разнообразная — <i>Lecanora allophana</i> (Ach.) Rohl.	Накипный	грязно-белого	4 см	Кора дерева	менее 5%
Охролехия виннокаменная — <i>Ochrolechia tartarea</i> (L.) Massal.	Накипный	серовато-белый	3 см	Кора дерева	менее 5%
Ксантория постенная, или настенная, или стенная золотнянка — <i>Xanthoria parietina</i> (L.) Belt.	Листоватый	Оранжевый	4 см	Кора дерева	менее 5%

Ксантория многоплодная — <i>Xanthoria polycarpa</i> (Hoffm.) Vain.	Листов атый	желтовато- оранжевых	2 см	Кора деревье в	менее 5%
Пармелия бороздчатая — <i>Parmelia sulcata</i> Tayl.	Листов атый	Сероватый	3 см	Кора деревье в	менее 5%
Пармелия блюдчатая — <i>Parmelia acetabulum</i> (Neck.) Duby	Листов атый	Сероватый	3 см	Кора деревье в	менее 3%
Гипогимния вздутая — <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	Листов атый	Серовато- зеленоват ый	3 см	Кора деревье в	менее 5%
Фисция сизая — <i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Hampe	Листов атый	коричнева то- сероватый	2 см	Кора деревье в	менее 3%
Канделярия одноцветная — <i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein.	Листов атый	лимонно- до серо- желтого	1,5 см	Кора деревье в	менее 2%

Я вижу резкое сокращение численности лишайников (Ксантория, Фисция, Канделярия и Пармелия встречаются как единичные экземпляры) с плохо развитыми талломами и блёклой окраской. Я пришел таким результатам: у дороги лишайники встречаются редко, выглядят больными, что подтверждает сильную загазованность.

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, тем меньше встречается в его границах видов лишайников, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев, тем ниже «жизненность» лишайников [5].

4. Вывод

1. Изучил литературу, и интернет ресурсы я узнал, что возраст лишайников может достигать десятков, сотен и даже тысяч лет. В силу очень малой скорости накопления органических веществ ежегодный прирост слоевища невелик и составляет в среднем 0,5-0,7 мм в год. Объектом глобального мониторинга избраны лишайники, они распространены по всему Земному шару. Поскольку их реакция на внешние воздействие очень сильна, а собственная изменчивость незначительна и чрезвычайно замедлена по сравнению с другими организмами.

2. В результате проведенных исследований на территории школы обнаружено 9 видов лишайников. Все обнаруженные виды разделили на 2 группы: листоватые и накипные. По атласу определителю автора А. Г. Цурикова и О.М.Храмченкова, определили таксономические категории. Видно резкое сокращение численности лишайников (Ксантория, Фисция, Канделярия и Пармелия встречаются как

единичные экземпляры) с плохо развитыми талломами и блёклой окраской. Чем ближе расположены деревья к проезжей части, тем меньше на них встречается лишайников, если они и есть, то слоевище их большое.

3. Провел оценку степени покрытия древесных стволов способом наложения палетки и по балльной шкале Браун - Бланке. Исследуемый участок близко расположен к дороге и поэтому наиболее часто подвергается воздействию вредных выхлопных газов, автотранспорта, вследствие чего проектное покрытие деревьев лишайниками значительно меньше и зона разрушения лишайникового покрова больше. Лишайники чувствительны к химическим загрязнениям и погибают при высоком содержании в воздухе угарного газа, соединений серы, азота и фтора.

4. На пришкольной территории воздух относительно загрязненный: чем сильнее загрязнен воздух, тем меньше встречается видов лишайников; чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев. При повышении загрязненности воздуха первыми исчезают кустистые лишайники, за ними - листоватые, последними - накипные. Я предполагал, что воздух на территории пришкольного участка не загрязнен и на коре деревьев много лишайников. Моя гипотеза не подтвердилась.

5. Заключение

На пришкольной территории на данный момент выявили 9 видов эпифитных лишайников. Проведен таксономический, экологический анализ лишенофлоры. Впервые выявлены основные индикаторные виды эпифитных лишайников пришкольной территории, изучена их чувствительность к различному уровню антропогенного воздействия. Установлена взаимосвязь атмосферного загрязнения с отдельными показателями, характеризующими эпифитный лишайниковый покров. Осуществлена лишеноиндикационная оценка атмосферного загрязнения территории.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты, полученные в ходе исследования, вносят определенный вклад в изучение флоры, биологии и экологии эпифитных лишайников урбанизированной пришкольной территории. Проведен анализ эпифитной лишенофлоры урбоэкосистемы. Полученные результаты позволяют обосновать выбор и использование конкретных видов лишайников в качестве индикаторов для оценки загрязнения атмосферной среды населенных пунктов. Применение биоиндикационных методов совместно с инструментальными при изучении антропогенной трансформации лишенофлоры урбоэкосистем может способствовать правильному принятию экологически значимых решений.

Рассмотренные и апробированные в работе методы могут быть использованы при проведении индикационных работ в поселке и в селах нашего региона.

Данные по систематике, географии и экологии лишайников, материалы полевых описаний лишайникового покрова используются на уроках биологии и географии в 6 классах, а также экологии в 10 классах.

Рекомендации

1. Регулярно (один раз в два года) проводить оценку чистоты воздуха методом лишеноиндикации, изучать разнообразие лишайников и состояние их покрова.
2. В целях регуляции газового состава воздуха и степени его загрязнения необходимо высаживать деревья, разбивать скверы, газоны, парки в микрорайонах с высокой антропогенной нагрузкой
3. Использовать для озеленения наиболее устойчивые к воздействию пыли, дыма и газа виды древесных пород: тополь, липу, клен, вяз, клен ясенелистный, акацию белую, боярышник обыкновенный, шиповник, бересклет, барбарис обыкновенный, бузину красную.
4. Составить в ходе дальнейших исследований лишеноиндикационные карты территории района, которые позволят выявить как районы с наибольшим антропогенным загрязнением атмосферной среды и являющиеся в связи с этим неблагоприятными в экологическом плане, так и районы, характеризующиеся относительно невысоким уровнем атмосферного загрязнения.

Список литературы

1. Новиков В.С., Губаков И.А. Школьный атлас - определитель высших растений. Москва, «Просвещение», 2005
2. Нестеров, Б. Г. Санитарно – гигиеническое состояние древесных насаждений / Б. Г. Нестеров. – М.: Лесная промышленность, 1989. – с. 26 – 29.
3. Защита окружающей среды в современном мире [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://fb.ru/article/73017/zaschita-okrujayuschey-sredyi-v-sovremennom-mire>(дата обращения: 16.08.2024).
4. Сайт администрации Урмарского района.[Электронный ресурс] // Режим доступа <https://urmary.cap.ru/> (дата обращения: 20.08.2024).
5. Экология будущего [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://www.ecosever.ru/article/19843.html> (дата обращения: 29.10.2024).
6. Определитель растений [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://www.booksite.ru/fulltext/rusles/vanin/text.pdf> (дата обращения: 29.09.2024).
7. Жизненные формы лишайников [Электронный ресурс] // Режим доступа https://mycolalgol.ru/event_00002/2015ZBS_Muchnik.pdf (дата обращения: 29.09.2024).
8. Определитель лишайников СССР [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://djvu.online/file/d3o1NzbO3Yk42> (дата обращения: 29.09.2024).
9. Атлас определитель лишайников [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://studylib.ru/doc/2553880/atlas-opredelitel.-lishajnikov>(дата обращения: 29.09.2024).

Методика измерения относительной численности лишайников

Для измерения численности лишайников на деревьях, в частности – их проективного покрытия, пользуются, в основном, двумя техническими приемами - способом «линейных пересечений» и способом «палетки». Оба эти способа дают примерно одинаковые результаты, но с целью унификации результатов при выполнении данного учебного задания мы рекомендуем использовать первый способ – «линейных пересечений».

Способ «палетки» менее точен, хотя и более нагляден и, поэтому, может быть использован в учебных целях, поэтому мы приведем здесь его описание. «Способ палетки» является методом непосредственного измерения проективного покрытия лишайников на стволах деревьев, т.е. измерения процентного отношения площади, покрытой лишайниками, к площади, свободной от лишайников.

Палетка представляет собой рамку, разделенную на квадраты размером 1 x 1 см. Это может быть сетчатая проволочная рамка или прозрачная пленка. Наружный размер палетки может быть любым - 10 x 10, 10 x 20, 10 x 40 см и т.д. С одной стороны, чем больше - тем лучше, с другой - измерение лишайников с помощью больших палеток более трудоемко (но более точно).

При работе с палеткой на каждом стволе измерения производят четыре раза - с четырех сторон света. Подсчет лишайников на каждом участке ствола производят следующим образом. Сначала считают число квадратов, в которых лишайники занимают на глаз больше половины площади квадрата (а), условно приписывая им покрытие, равное 100 %. Затем подсчитывают число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата (b), условно приписывая им покрытие, равное 50 %. Данные записывают в рабочую таблицу.

Общее проективное покрытие в процентах (R) вычисляют по формуле: $R = (100 a + 50 b) / C$, где C - общее число квадратов палетки (например, при использовании палетки 10 x 10 см с ячейками 1 x 1 см, C = 100). В целом же, несмотря на свою наглядность и простоту, **недостатком** этого способа измерений является сложность оценки численности каждого из видов лишайников в отдельности. Так, например, при наличии на обследуемом участке коры дерева нескольких видов лишайников процедура оценки проективного покрытия существенно усложняется - каждый вид приходится считать в отдельности, так, что на обследование одной учетной площадки (даже размером 10 x 10 см) уходит много времени.

Приложение 2



Рис №2 Подготовка



Рис №3 выбор модельных деревьев



Рис №4 Работа с палеткой



Рис №5 Изучение лишайников



Рис №6 Листоватый



Рис № 7 Накипные и листоватые лишайники



Рис №8 воздействие вредных веществ



Рис №9 рассматривание под микроскопом



Рис №10 определение лишайников

