

Управление образования администрации города Черемхово
Муниципальное учреждение дополнительного образования
«Детский эколого-биологический центр г. Черемхово»

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

Исследовательский проект
«Определение чистоты воздуха
г. Черемхово методом лишеноиндикации»
(направление «Экологический мониторинг»)

Авторы: Котов Александр Викторович,
Котов Денис Викторович, 6 класс,
объединение «Окно в природу»

Руководитель: Котова Алена Николаевна,
педагог дополнительного образования,
высшей квалификационной категории,
МУДО ДЭБЦ г. Черемхово

Содержание

Введение.....	3
Актуальность проекта.....	3
Этапы реализации проекта.....	4
Глава 1 Теоретическая часть.....	7
1.2 Лишайники.....	7
Глава 2 Лихеноиндикация методика.....	8
Глава 3 Практическая часть.....	10
Выводы:.....	14
Заключение.....	15
Список использованных источников.....	16
Приложение 1 Классы полеотолерантности лишайников.....	17
Приложение 2 Видовой состав лишайников.....	19

Введение

Актуальность проекта

Черемхово — это город с замечательной историей, это город угольщиков, город шахтеров, именно здесь начиналась история промышленного освоения Иркутской области, и это не может не наложить отпечаток на экологию города. У нас есть полезное для города, но все же загрязняющее окружающую среду предприятие ТЭЦ-12, а также весьма обширный частный сектор, отапливаемый углем, что не может не сказаться на чистоте окружающего воздуха, особенно в зимний период.

Мы, как жители города, желаем знать, насколько чист или загрязнен воздух в нашем городе. В научных работах приводятся разные методы, например, для того, чтобы определить чистоту воздуха, можно провести мониторинг, т.е. его исследование. Но это сложная и дорогостоящая процедура. Наиболее простым в применении и в то же время эффективным, по нашему мнению, является: метод лишеноиндикации. Это определение чистоты воздуха с помощью лишайников. Они распространены по всей Земле, их реакция на изменение чистоты воздуха очень сильна.

Проблема, решаемая проектом

Исследовательский проект направлена на изучение существующих в нашем городе экологических проблем, связанных с чистотой воздуха.

Работа заключается в исследовании деревьев на разных участках города на предмет произрастания на их стволах лишайников, которые являются природными индикаторами состояния воздуха.

Цель проекта:

Оценить уровень загрязнения воздуха на различных участках г. Черемхово с помощью метода лишеноиндикации.

Задачи проекта:

- 1) Изучить и освоить метод проективного покрытия стволов деревьев лишайниками для оценки уровня загрязнения воздуха;
- 2) Изучить видовой состав лишайников;
- 3) Провести исследование проективного покрытия стволов деревьев лишайниками для оценки уровня загрязнения воздуха на различных участках в г. Черемхово.
- 4) Оценить степень загрязнения воздуха.

Объект исследования: лишайники

Предмет исследования: лишайники как метод биоиндикации

Гипотеза: чем грязнее воздух, тем меньше на деревьях лишайников, беднее их видовое разнообразие и меньше проективное покрытие стволов деревьев.

Предметная область проекта экология

Форма проекта: исследовательский

По количеству участников: групповой

Продолжительность работы над проектом: среднесрочный

Место исследования: Иркутская область, г. Черемхово.

Сроки проведения исследования: май - июнь 2024 г.

Описание продукта проектной деятельности

Продуктом проекта являются результаты исследования, которые отражены в статье на сайте МУДО ДЭБЦ г. Черемхово «Исследование чистоты воздуха г. Черемхово методом лишеноиндикации» и буклете «Исследование чистоты воздуха г. Черемхово методом лишеноиндикации».

Практическая значимость проекта заключается в том, что полученные данные могут использоваться для анализа экологической обстановки города Черемхово.

Если есть экологические проблемы, их лучше знать, чтобы нацеливаться на решение этих проблем. Например, можно больше озеленять районы с наибольшим загрязнением воздуха. Деревья очищают воздух, поглощая и перерабатывая загрязняющие вещества.

Проект может быть интересен учителям биологии, педагогам дополнительного образования, и жителям города, которым важно знать про уровень чистоты воздуха в районе их проживания.

Личностная и социальная значимость проекта

Оказалось, что лишайники, это совершенно необыкновенные низшие растения с уникальным строением. Заниматься их изучением и исследованием оказалось очень интересно. Также пришлось разобраться в методиках исследования чистоты воздуха. Это хороший опыт проведения экологического исследования и познания окружающего мира.

Кроме того, изучая окружающую среду и выявляя экологические проблемы мы задумались о причинах их возникновения, о способах устранения этих проблем. О том, как должно развиваться общество, чтобы поддерживать чистоту и здоровье окружающего мира. Мы поняли, насколько важна в обществе экологическая грамотность и культура. И чтобы в будущем

люди не убили планету изучать окружающий мир и воспитывать экологическую грамотность нужно с самого детства.

Глава 1. Теоретическая часть

1.1 Лишайники, обзор литературы по теме исследования

Лишайники (Lichenes) – своеобразная группа низших споровых растений, тело которых образовано разными организмами: грибом и водорослью с преобладанием в большинстве случаев первого. Водоросль снабжает гриб созданными ею в процессе фотосинтеза органическими веществами, а получает от него воду с растворенными минеральными солями. Кроме того, гриб защищает водоросль от высыхания. Такая природа лишайников позволяет им получать питание не только из почвы, но и из воздуха, атмосферных осадков, влаги, росы и туманов, частиц пыли, осаждающихся на слоевищах. По этой причине лишайники обладают уникальной способностью существовать в крайне неблагоприятных условиях, часто совершенно непригодных для других организмов: на голых скалах и камнях, крышах домов, коре деревьев и даже на стекле (2009, Зенова Г.М.).

Лишайники – многолетние растения серого, серо-зеленого, желтого, бурого и темно-бурого цветов. Возраст их 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. По внешнему виду талломы лишайников делятся на три группы:

1) накипные или корковые; 2) листоватые; 3) кустистые. (Приложение 1)

По реакции к загрязнению воздуха виды лишайников делят на три категории:

- 1) самые чувствительные, исчезающие при первых симптомах загрязнения;
- 2) среднечувствительные, приходящие на смену погибшим чувствительным видам, с которыми они не могли конкурировать, пока воздух был чистым;
- 3) самые выносливые, к загрязнению (накипные лишайники из рода леканора и листоватые из родов ксантория и фисция).

Почему лишайники чувствительны к загрязнению воздуха:

У них нет непроницаемой кутикулы, благодаря чему газообмен происходит свободно через всю поверхность

Лишайники впитывают насыщенную токсикантами дождевую воду всей поверхностью

Лишайники растут целый год (на 1-2 мм)

Лишайники не способны избавляться от пораженных токсикантами частей своего тела (2007, Лиштва А. В.).

1.2 Лихеноиндикация методика

При оценке уровня загрязнения той или иной территории методами лишеноиндикации используется два подхода: качественный и количественный. В первом случае степень загрязненности территории определяется на основе тщательного изучения видового состава лишайников. Используя данные о наличии или отсутствии тех или иных видов на изучаемой территории и специальные таблицы классов полеотолерантности, составленные лишенологами можно определить, к какой условной категории относится та или иная изученная территория.

Во втором случае для оценки степени загрязненности территории используются специальные лишеноиндикационные индексы, учитывающие как отношение встреченных видов лишайников к тому или иному классу полеотолерантности, так и данные количественных измерений их численности (2001, Боголюбов А.С.).

Использование классов полеотолерантности лишайников. В результате многолетних полевых и экспериментальных исследований была проведена работа по объединению видов лишайников в классы полеотолерантности, т.е. в группы, члены которых более или менее одинаково реагируют на определенные загрязняющие вещества и их концентрации в атмосферном воздухе. Наиболее пригодной для большей территории России является классификация Х.Х.Трасса (Приложение 2).

Сравнение видового состава найденных в той или иной местности лишайников с данными этой таблицы поможет определить уровень общей, интегральной, «нарушенности» местности, в том числе в результате загрязнения воздуха.

Индекс полеотолерантности (IP) учитывает видовой состав лишайников и вычисляется по формуле:

n

$$IP = \sum_{i=1}^n A_i C_i$$

$$i=1 \quad C_n$$

где n - количество видов на описанной пробной площадке,
 A_i - класс полеотолерантности i -того вида (от 1 до 10, см. правый столбец таблицы Приложение 2),
 C_i - проективное покрытие i - того вида в баллах,
 C_n - сумма значений покрытия всех видов (в баллах).
 Индекс полеотолерантности вычисляется для всех обследованных модельных деревьев на площадке в среднем.

Таблица №1

Оценка проективного покрытия по 10-балльной шкале

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

Значения IP колеблются между 1 и 10. Чем больше значение IP, тем более загрязнен воздух в соответствующем местообитании. Нулевое значение IP может быть только в случае полного отсутствия лишайников.

Таблица №2

IP Концентрация SO₂ (мг/м³) Условная зона

1 – 2	Менее 0, 01	Нормальная
2 – 5	0, 01 - 0, 03	Малого загрязнения
5 – 7	0, 03 - 0, 08	Среднего загрязнения
7 – 10	0, 08 - 0, 10	Сильного загрязнения
Более 10	0, 10 - 0, 30	Критического загрязнения
0	более 0, 3	Лишайниковая пустыня

Глава 2. Практическая часть

План реализации проекта

	Вид работы	Дата
1	«Определение темы, объекта, предмета исследования, целей и задач исследования, формулировка гипотезы, знакомство с литературой исследования»	Май
2	Изучение литературных и интернет-источников «Лишайники и их биотолерантность к различным степеням загрязнения воздуха»	Май
3	Практическое занятие №1 «Проведение биоиндикационных исследований на площадке №1» Площадка №1 это Парк КиО г. Черемхово. Мы выбрали 10 старых берез и палеткой – прозрачной пленкой, размером 10 на 10 см, расчерченной на 100 квадратов 1 см на 1 см на расстоянии 150 см от земли делали 4 замера. С северной, южной и западной стороны. Вели счет попавшим под сеточку лишайникам. Одна клетка – это 1% покрытия. Результаты исследования заносили в дневник наблюдения.	Май
4	Практическое занятие №2 «Проведение биоиндикационных исследований на площадке №2» Площадка № 2 это роща г. Черемхово. Мы выбрали 10 старых берез и палеткой – прозрачной пленкой, размером 10 на 10 см, расчерченной на 100 квадратов 1 см на 1 см на расстоянии 150 см от земли делали 4 замера. С северной, южной и западной стороны. Вели счет попавшим под сеточку лишайникам. Одна клетка – это 1% покрытия. Результаты исследования заносили в дневник наблюдения.	Май
5	Практическое занятие №3 «Проведение биоиндикационных исследований на площадке №3» Площадка №3 это район школы № 15, недалеко от ТЭЦ-12. Здесь очень мало берез, очень много тополя. Мы осмотрели более 30 деревьев в разных локациях, но не на одном дереве лишайников не нашли.	Май
6	Практическое занятие №4 «Проведение биоиндикационных исследований на площадке №4» Площадка №4 это 1 км от города Черемхово сразу за станцией Жаргон. Мы выбрали 10 старых берез и палеткой – прозрачной пленкой, размером 10 на 10 см, расчерченной на 100 квадратов 1 см на 1 см на расстоянии 150 см от земли делали 4 замера. С северной, южной и западной стороны. Ввели счет попавшим под сеточку лишайникам. Одна клетка – это 1% покрытия. Результаты исследования заносили в дневник наблюдения.	Май
7	«Обработка результатов исследования. Вычисления индекса полевотолерантности, выводы»	Июнь
8	Написание основной части работы	Июнь
9	Составление списка литературы	Июнь
10	Оформление всей работы	Июнь
11	Подготовка тезисов доклада и презентации. Изучение правил публичного выступления.	Июнь
12	Доклад на научно практической конференции	Июнь
13	Рефлексия	Июнь

Таблица №3

Видовой состав лишайников на исследуемых участках

Лишайники	Парк	Роща	Маяковского	За Жаргоном
Гипогимния вздутая	+	+		+
Эверния сливовая	+	+		+
Фисция звёздчатая				+
Ксантория краснеющая				+
Феофисция округлая				+
Пармелия бороздчатая	+	+		+
Фисция сизая				+
Феофисция округлая				+
Ксантория восковидная				+

Таблица №4

Исследование покрытия лишайником на участке № 1 Парк

Дерево	Гипогимния вздутая %	Эверния сливовая %	Пармелия бороздчатая %	Всего%
1	3			3
2	12			12
3	1			1
4	20	3		24
5	2			2
6	11			11
7	14			14
8	6			6
9	4			4
10	17		4	21
Всего	9	3	4	11

Таблица №5

Исследование покрытия лишайником на участке № 2 Роща

Дерево	Гипогимния вздутая %	Эверния сливовая %	Пармелия бороздчатая %	Всего%
1	29			29
2	35	5		41
3	20			20
4				0
5	10			10
6	13			13
7	9			9
8	21		5	26
9	2			2
10	4			4
	14	5	5	17

Таблица №6

Исследование покрытия лишайником на участке № 3 Маяковского

Дерево	Всего%
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

Таблица №7

Исследование покрытия лишайником на участке № 4 За ст. Жаргон

Дерево	Гипогимния вздутая	Эверния сливовая	Фисция звёздчатая	Ксантория краснеющая	Феофисция округлая	Пармелия бороздчатая	Фисция сизая	Феофисция округлая	Ксантория восковидная	Всего%
1	48									48
2	42		5	4					2	53
3	60									60
4	33	3			5					40
5	35									35
6	61							4		65
7	51									51
8	54					2				56
9	46						3			49
10	44									44
	47	3	5	4	5	2	3	4	2	50

Таблица №8

Класс полеотолерантности лишайников (Приложение 1)

Гипогимния вздутая	6
Эверния сливовая	6
Фисция звёздчатая	7
Ксантория краснеющая	7
Феофисция округлая	9
Пармелия бороздчатая	7
Фисция сизая	7
Феофисция округлая	7
Ксантория восковидная	7

Расчет по формуле для участка №1 Парк

При расчете пользуемся таблицами оценки проективного покрытия по десятибалльной шкале (Таблица №1) и таблицей классов полеотолерантности лишайников (Таблица №2)

Индекс полеотолерантности (IP) учитывает видовой состав лишайников и вычисляется по формуле:

$$n$$

$$IP = \sum_{i=1}^n A_i C_i$$

$$C_n$$

где n - количество видов на описанной пробной площадке,
 A_i - класс полеотолерантности i -того вида (от 1 до 10, см. правый столбец таблицы Приложение 2),

C_i - проективное покрытие i -того вида в баллах,

C_n - сумма значений покрытия всех видов (в баллах).

$$n = 3+1+2 = 6$$

$$IP = (3*6/6) + (1*6/6) + (2*7/6) = 3+1+2,3 = 6,3$$

$$IP = 6,3$$

Что, согласно таблице, соответствует концентрации SO₂ — 0,03 - 0,08 (мг/м³) Это среднего уровень загрязнения.

Расчет для участка №2 Роша

$$N = 4+2+2= 8$$

$$IP = (4*6/8) + (2*6/8) + (2*7/8) = 3 + 1,5 + 1,7 = 6,2$$

$$IP = 6,2$$

Что, согласно таблице, соответствует концентрации SO₂ — 0,03 - 0,08 (мг/м³) Это среднего уровень загрязнения.

Расчет для участка №3 Маяковского

Согласно таблице, отсутствие лишайников называется «Лишайниковая пустыня» и указывает на концентрации SO₂ — более 0,3 (мг/м³)

Расчет для участка №4 за ст. Жаргон

$$n = 7+1+2+2+2+2+1+1+1 = 19$$

$$IP = (7*6/19) + (1*6/19) + (2*7/19) + (2*7/19) + (2*7/19) + (2*7/19) + (1*9/19) +$$

$$(1*7/19) + (1*7/19) = 2,2 + 0,3 + 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,4 + 0,3 + 0,3 = 6,3$$

$$IP = 6,3$$

Что, согласно таблице, соответствует концентрации SO₂ — 0,03 - 0,08 (мг/м³) Это среднего уровень загрязнения.

Выводы:

В результате исследования, мы пришли к выводу, что воздух в нашем городе имеет среднее загрязнение, где концентрации SO₂ — 0, 03 - 0, 08 (мг/м³), за исключением ул. Маяковского, где находится полезное для города, но все же загрязняющее окружающую среду предприятие ТЭЦ 12.

Несмотря на то, что индекс толерантности на исследуемых участках примерно одинаков, за городом, если судить по более разнообразному видовому составу лишайников и их более здоровому, крепкому виду, экологическая обстановка все же немного лучше.

Заключение

Считаем, что исследование удалось, гипотеза подтвердилась. Действительно, чем ближе к источнику загрязнения воздуха, тем меньше лишайников на деревьях и наоборот, чем дальше, тем выше видовой состав и более здоровый вид лишайников.

Углубившись в исследование, мы познакомились с интересным растением, на которое до этого никогда не обращали внимания, изучили несколько видов, и в будущем хотим продолжить работу по изучению видового состава и плотности лишайников в различных районах г. Черемхово.

Проект может быть интересен не только учителям биологии и педагогам дополнительного образования, но и жителям города.

Продолжить изучение чистоты воздуха г. Черемхово методом лишеноиндикации

Перспективы: расширить обследуемую территорию; изучать пути решения экологических проблем; сделать наши исследования достоянием общественности.

Список литературы

1. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации: методическое пособие. М.: Экосистема, 2001. – 15 с.
2. Инсаров Г. Э., Сравнение различных методов учета лишайников-эпифитов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1983. – Т. 6. – С. 90–101.
3. Инсарова И. Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1989. Т. 12. С. 113–174
4. Зенова Г.М. Лишайники //Соросовский образовательный журнал, №8 М.: Московский государственный университет. М.В. Ломоносова, 2009. – 5 с.
5. Лиштва А. В. Лихенология: учебно-методическое пособие. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2007. - 124 с.
6. Томин М. П. Определитель кустистых и листоватых лишайников СССР. Минск, 1999. – 312 с. Томин М. П. Определитель корковых лишайников европейской части СССР / М. П. Томин. – Минск, 1996.
7. Трасс Х. Х. Классы полевотолерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1995. – Т. 7. – С. 123–137.

Классы полеотолерантности лишайников (по Х.Х. Трассу, 1985)

Типы местообитаний по степени влияния антропогенных факторов и встречаемость в них видов	Виды лишайников	Классы полеотолерантности
Естественные местообитания (ландшафты) без ощутимого антропогенного влияния	<i>Lecanactis abietina, Lobaria scrobiculata, Menegzzia terebrata, Mycoblastus sanguinarius</i> , виды родов <i>Pannaria, Parmeliella</i> , самые чувствительные виды рода <i>Usnea</i>	I
Естественные (часто) и антропогенно слабоизмененные местообитания (редко)	<i>Bryoria chalybeiformis, Evernia divaricata, Cyalecta ulmi, Lecanora coilocarpa, Ochrolechia androgyna, Parmeliopsis aleurites, Ramalina calicaris</i>	II
Естественные (часто) и антропогенно слабоизмененные местообитания (часто)	<i>Bryoria fuscescens, Cetraria chlorophylla, Hypogymnia tubulosa, Lecidea tenebricosa, Opegrapha pulicaris, Pertusaria pertusa, Usnea subfloridana</i>	III
Естественные (часто), слабо (часто) и умеренно (редко) измененные местообитания	<i>Bryoria implexa, Cetraria pinastri, Graphis scripta, Lecanora leptyroides, Lobaria pulmonaria, Opegrapha diaphora, Parmelia subaurifera, Parmeliopsis ambigua, Pertusaria coccodes, Pseudevernia furfuraceae, Usnea filipendula</i>	IV
Естественные, антропо-генно слабо- и умеренно измененные местообитания (с равной встречаемостью)	<i>Caloplaca pyrace L.rugosa, L.subfuscata, L.subrugosa, Lecidea glomerulosa, Parmelia exasperata, P.olivacea, Physcia aipolia, Ramalina farinacea</i>	V
Естественные (сравнительно редко) и	<i>Arthonia radiata, Caloplaca aurantiaca, Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Lecanora</i>	VI

антропогенно умеренно (часто) измененные местообитания	<i>allophana, L.carpinea, L.chlarona, L.pallida, L.symmictera, Parmelia acetabulum, P.subargentifera, P.exasperatula, Pertusaria discoidea, Hypocenomyce scalaris, Ramalina fraxinea, Rinodina exigua, Usnea hirta Caloplaca vitellina, Candelariella vitellina, C.xanthostigma, Lecanora varia, Parmelia conspurcata, P.sulcata, P.verruculifera, Pertusaria amara, Phaeophyscia nigricans, Phlyctis agelaea, Physcia ascendens, Ph.stellaris, Ph.tenella, Physconia pulverulacea, Xanthoria polycarpa</i>	VII
Умеренно (часто) и сильно (редко) антропогенно измененные местообитания	<i>Caloplaca cerina, Candelaria concolor, Phlyctis argena, Physconia grisea, Ph.enteroxantha, Ramalina pollinaria, Xanthoria candelaria</i>	VIII
Умеренно и сильно ан- тропогенно измененные местообитания (с равной встречаемостью)	<i>Buellia punctata, Lecanora expallens, Phaeophyscia orbicularis, Xanthoria parietina</i>	IX
Сильно антропогенно измененные местообитания (часто)	<i>Lecanora conizaeoides, L.hageni, Lepraria incana, Scoliciosporum chlorococcum</i>	X
Очень сильно антропо-генно измененные мес- тообитания (встреча-емость и жизненность видов низкие)		



Рис 1: Виды лишайников

Видовой состав лишайников г. Черемхово



Гипогимния
вздутая

*Hypogymnia
physodes*

Фото 1: Гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes*)



Эверния
сливовая

*Evernia
prunastri*

Фото 2: Эверния сливовая (*Evernia prunastri*)



Пармелия
бороздчатая

*Parmelia
sulcata*

Фото 3: Пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*)



Physcia
Stellaris

Фисция
звёздчатая

Ксантория
краснеющая

Xanthoria
rutilans

Феофисция
округлая

Phaeophyscia
orbicularis

Пармелия
бороздчатая

Parmelia
sulcata

Фото 4: Четыре вида лишайника на березе



Фисция
сизая
*Physcia
caesia*

Фото 5: Фисция сизая (*Physcia caesia*)



Феофисция
округлая
*Phaeophysc
ia
orbicularis*

Фото 6: Феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*)



Ксантория
восковидная
*Xanthoria
candelaria*

Фото 7: Ксантория восковидная (*Xanthoria candelaria*)

Процесс исследования



Фото 8: Исследование проективного покрытия стволов деревьев в парке



Фото 9: Исследование проективного покрытия стволов деревьев в роще



Фото 10: Палетка для исследование проективного покрытия стволов деревьев



Фото 11: Деревья без лишайников на ул. Маяковского



Фото12: Завершение исследование проективного покрытия стволов деревьев, ст. Жаргон