

Ленинградская область, г. Кингисепп
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр творческого развития»

Тема:

**Изучение состояния воздушной среды г. Кингисеппа
методом биоиндикации**

Автор:

Ермолаева Екатерина Алексеевна,
учащаяся ДТО «Экотур» МБУДО «ЦТР»,
ученица 9 класса МБОУ «Кингисеппская СОШ №1»

Руководитель:

Кузнецова Елена Николаевна,
педагог дополнительного образования
МБУДО «ЦТР»

2018

Оглавление

I. Введение.....	3
1.1. Цель.....	3
1.2. Задачи.....	3
1.3. Место и время проведения исследования.....	3
1.4. Оборудование.....	3
II. Основная часть.....	5
2.1. Литературный обзор.....	5
2.2. Материалы и методики.....	7
III. Результаты и их обсуждение.....	14
IV. Выводы.....	17
V. Источники информации.....	18
Приложения.....	19

I. Введение

Проблема загрязнения природной среды - одна из глобальных проблем современного мира. В связи с интенсивным развитием промышленности и транспорта, в атмосферу, гидросферу, литосферу поступает все большее количество вредных выбросов. На земном шаре практически невозможно найти место, где бы не присутствовали в той или иной концентрации загрязняющие вещества. Наиболее острую экологическую проблему в крупных городах представляет загрязнение воздуха, поскольку регулярно происходит выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Основные источники загрязнения атмосферы в городах – это автотранспорт и промышленные предприятия. Причем предприятия постоянно снижают вредные выбросы, а количество вредных выбросов автомобилей возрастает. Это актуально и для нашего города.

Существуют различные методики исследования уровня загрязнения воздуха. Есть инструментальные методы определения содержания в воздухе вредных примесей, которые используются государственными природоохранными организациями в целях мониторинга воздушной среды города, особенно вдоль оживленных автомагистралей. Однако такие методы в основном недоступны для школьников. Наиболее доступными являются методы фитоиндикации – оценки состояния окружающей среды по реакции растений, ведь качественный и количественный состав атмосферы влияет на жизнь и развитие этих организмов. В нашей работе мы использовали наиболее значимые с точки зрения индикации организмы – эпифитные лишайники и хвою молодых сосен.

Объект исследования – эпифитные лишайники и хвоя сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L) в черте города Кингисеппа Ленинградской области.

Предмет исследования - влияние загрязнения атмосферного воздуха на лишайниковые сообщества и хвою сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L) в черте города Кингисеппа Ленинградской области.

Мы поставили перед собой:

1.1. Цель – изучить состояние воздушной среды г. Кингисеппа методом биоиндикации.

1.2. Задачи:

1. Изучить источники информации по теме.
2. Освоить методики биоиндикации атмосферного воздуха.
3. Провести отбор материала в черте города Кингисеппа.
4. Оценить загрязнение воздуха с помощью лишайников и по состоянию хвои сосны.
5. Проанализировать полученные в ходе исследований данные.

1.3. Место и время проведения исследования

Данное исследование состоялось в августе 2018 года на участках (площадках), заложенных в различных микрорайонах в черте г. Кингисеппа (приложение 2, рис. 2). Работа проводилась по плану.

План проведения исследования:

1 этап – подготовительный: обоснование выбора исследования; поиск информации по теме работы (литература, Интернет-истоники, периодические издания).

2 этап – аналитический: корректировка целей и задач работы; выработка стратегии решения каждой задачи.

3 этап – практический: проведение исследования; сбор материала.

4 этап - обработка собранных материалов: подготовка материалов для представления результатов; создание презентации; изготовление коллекции лишайников.

1.4. Оборудование

Для работы нам понадобились: карта района исследований, анкеты, линейка, пакеты для сбора лишайников, определители, палетка, блокнот, простой карандаш, нож, лупа, рулетка, фотоаппарат.

II. Основная часть

2.1. Литературный обзор

2.1.1. Биоиндикация

Биоиндикация – это оценка состояния окружающей среды по реакции живых организмов – биоиндикаторов. Одним из перспективных методов биоиндикации является флористический, который основан на анализе изменений флористического состава растительных сообществ [4]. Наиболее эффективно этот метод используется в зоне действия крупных промышленных предприятий. В лесных сообществах наиболее показательными и ранними индикаторами загрязнения выступают лишайники. При этом на эти организмы избирательно воздействуют вещества, увеличивающие кислотность окружающей среды прежде всего, SO_2 , HCl , HF [1]. При этом сравнительно безвредными являются радиоактивные вещества и тяжелые металлы. Причина кроется в особенностях строения лишайников [1, 3]. Отсутствие кутикулы на поверхности слоевища, а также устьиц для испарения и дыхания способствуют своеобразной незащищенности. Нет у лишайников проводящей системы и корней, поэтому при высокой влажности окружающей среды вредные вещества легко проникают и рассредотачиваются в слоевище. Когда наступает сухая погода, вода испаряется, а токсины остаются [1]. Считается, что наиболее чувствительны к загрязнению воздуха кустистые виды, а наиболее устойчивы – накипные. «...На первых этапах и при низких уровнях загрязнения воздуха вначале погибают и исчезают наиболее чувствительные эпифитные кустистые лишайники (*Usnea*, *Alectjria*, *Briopogon*), которые выдерживают многолетние предельно допустимые концентрации SO_2 , до 3 мкг/ м³, HF -1 мкг/ м³ и пыли – 0, 01 мг/ м³. Затем исчезают более устойчивые эпифитные листоватые лишайники родов *Hypogymnia*, *Parmelia*, *Parmeliopsis*... [7]. Отсюда следует, что методы

оценки загрязнения атмосферы по встречаемости лишайников основаны на закономерностях:

- чем сильнее загрязнен воздух, тем меньше видов встречается на исследуемой территории;

- чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь на стволах деревьев занимают лишайники.

Считается, что для лесных сообществ наиболее чувствительными к загрязнению воздуха являются сосновые леса. «...Затем повреждаются и усыхают хвойные породы (сосна, ель), и лишь при высоких среднемноголетних концентрациях загрязнителей повреждаются и гибнут вначале чувствительные, а затем менее чувствительные лиственные породы...» [7]. Морфологические и анатомические изменения, продолжительность жизни хвои сосны обыкновенной дают информацию о характере загрязнений: «... При хроническом загрязнении лесов диоксидом серы наблюдаются повреждения и преждевременное опадение хвои сосны» [7]. Это происходит из-за способности хвоинок поглощать и задерживать загрязняющие вещества из воздуха. Ввиду того, что поверхность хвои имеет небольшие размеры и покрыта толстым слоем кутикулы, вынос вредных соединений при дыхании и испарении очень мал. Кроме того, соединения некоторых тяжелых металлов поглощаются корнями из почвы.

Следовательно, лишайники и хвоя сосны обыкновенной – хорошие биоиндикаторы для изучения состояния воздушной среды.

2.1.2. Характеристика района исследований

Город Кингисепп находится на крайнем западе Ленинградской области в пределах южнотаежной подпровинции в Балтийско-Ладожском ландшафтном округе, который является частью Северо-Западной таежной провинции [2]. Наш город расположен на территории озерно-ледникового происхождения, с легкими грунтами, низменным рельефом, с самым ярким

в области климатом, на сильно заболоченных лесистых территориях с преобладанием сосны (приложение 1, рис. 1).

13 декабря 2001 года к городу были присоединены поселки Лесобиржа и Касколовка, а также деревня Новый Луцк. В настоящий момент площадь города составляет 44, 1 км².

В центральной части города среди построек можно встретить большое количество деревьев сосны обыкновенной естественного происхождения. Часть микрорайонов г. Кингисеппа находится в окружении лесных массивов (рис. 3, 4).



Рис. 3 Перекресток ул. Ковалевского и ул. Восточной, г. Кингисепп



Рис. 4. Микрорайон Касколовка, г. Кингисепп

2.1.3. Материалы и методики

Для выявления зон с различным уровнем загрязнения воздуха исследуемую территорию разбили на квадраты 0,5 км х 0,5 км (приложение 2). Материал для исследований отбирался на 5-ти участках (рис. 2, 5):

- участок № 1 – лесной массив в 50 метрах от спортивной площадки МБУДО «Кингисеппская гимназия» (ул. Ковалевского, д. 11);

- участок № 2 – в 50 метрах от дома в направлении к дороге по ул. Восточная, д. 8;

- участок № 3 – лесной массив в 100 метрах от жилых строений и в 20 метрах от проселочной дороги в микрорайоне Касколовка;

- участок № 4 – лесной массив в 50 метрах от дороги и в 200 метрах от границы микрорайона Лесобиржа;

- участок № 5 – лесной массив микрорайона Лесобиржа в 200 метрах по дороге на охотхозяйство».



Участок № 1



Участок № 2



Участок № 3



Участок № 4



Участок № 5

Рис. 5 Участки исследования, фото

Результаты работы заносили в анкеты непосредственно на участках, в камеральных условиях обрабатывали полученные данные, которые занесли в таблицы (приложение 4).

Методики биоиндикации

Для работы были выбраны методики биоиндикации воздуха:

- по состоянию хвои сосны обыкновенной [7];
- определение класса загрязнения воздуха по лишайникам [7];

1. Методика индикации чистоты атмосферы по хвое сосны (*Pinus sylvestris L*) стоит в следующем. С нескольких боковых побегов в средней

части кроны 10 деревьев сосны в 15–20–летнем возрасте отбирают хвою и оценивают классы повреждения и усыхания. Для оценки используют шкалу (рис. 6).

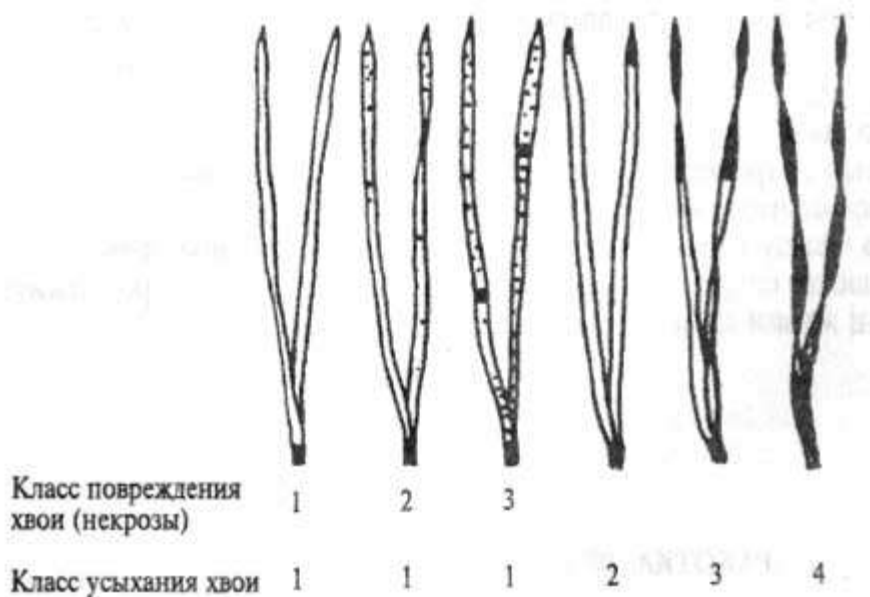


Рис.6. Шкала классов повреждений хвой (*Pinus sylvestris L*) (Jager,1980, Алексеев,1996).

Некрозы: 1– хвойки без пятен; 2,–хвойки с небольшим числом пятнышек; 3–с большим числом черных и желтых пятен, некоторые крупные во всю ширину хвойки;
Усыхания: 1 – нет сухих участков; 2 – кончик 2-2,5 мм усох; 3 – усохла треть хвойки;
4 – вся хвойка желтая или более половины ее длины сухая.

Продолжительность жизни хвой (*Pinus sylvestris L*) оценивается при обследовании верхушечной части ствола за последние годы: каждая мутовка, считая сверху, - это год жизни. Необходимо определить, сколько лет сохраняется хвоя (максимальный возраст хвой). Таким образом, полный возраст хвой определяется числом участков ствола с полностью сохраненной хвоей плюс доля сохраненной хвой на следующем за ним участке. Например, если верхушечная часть и два участка между мутовками полностью сохранили хвою, а на следующем участке сохранилась ее половина, то показатель продолжительности жизни хвой $3+0,5=3,5$ (Рис. 7). Те же наблюдения можно сделать, используя один из боковых побегов в 4-ой сверху мутовке.

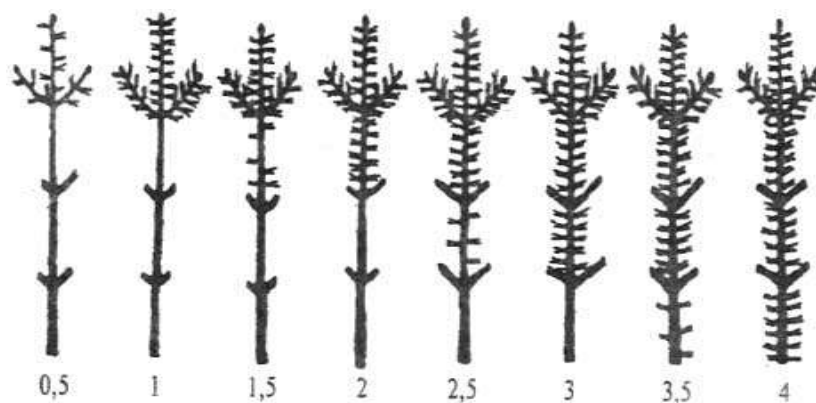


Рис. 7. Схема определения продолжительности жизни хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L).

Экспресс-оценку загрязнения воздуха можно сделать, используя таблицу 1.

Таблица 1. Таблица экспресс-оценки загрязнения воздуха

Максимальный возраст хвои	Класс повреждения хвои на побегах 2-го года жизни		
	1	2	3
4	I	I - II	III
3	I	II	III - IV
2	II	III	IV
1	-	IV	V - VI

Где воздух: I – идеально чистый

II – чистый

III – относительно чистый («норма»)

IV – загрязнённый («тревога»)

V – грязный («опасно»)

VI – очень грязный («вредно»)

В местах, где заметно влияние промзоны или автомагистрали, воздух обычно загрязнённый (IV класса). Зоны с непосредственным влиянием промышленного загрязнения – V или VI. Идеально чистый воздух (I) – в лесных районах, удаленных от промышленных зон и автодорог.

2. Методики определения класса загрязнения воздуха по лишайникам.

1. Для количественного описания эпифитной лишайнофлоры в качестве методики исследования используется общепринятая в лишайнологии [7]. Она удобна в использовании, так как не предполагает точного определения видов. Она включает:

- 1) Выбор 10 отдельно стоящих старых, но здоровых, растущих вертикально деревьев.
- 2) Деление всех обнаруженных видов на 3 группы: кустистые, листоватые, накипные.
- 3) Оценка степени покрытия древесного ствола лишайниками. Для этого на высоте 30-150 см на наиболее покрытую лишайниками часть коры накладывается рамка (сеточка) обычно размером 10см x 10 см и фиксируется. Рамка прозрачная и разбита на квадраты 1смx1см. Подсчитывается, какой % общей площади рамки занимают лишайники.
- 4) Фиксирование результатов в рабочей таблице 2.

Таблица 2. Таблица результатов исследования лишайнофлоры

Признаки	Деревья									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общее количество видов лишайников, в том числе:										
- кустистых										
- листоватых										
- накипных										
Степень покрытия древесного ствола лишайниками, %										

- 5) Определение степени загрязнения по таблице 3.

Таблица 3. Оценка степени загрязнения воздуха

Зона	Степень загрязнения	Наличие (+) или отсутствие (-) лишайников		
		кустистые	листоватые	накипные
1	Загрязнения нет	+	+	+
2	Слабое загрязнение	-	+	+
3	Среднее загрязнение	-	-	+
4	Сильное загрязнение	-	-	-

2. Также использовали общепринятую методику оценки загрязнения воздуха [7].

Она заключается а следующем:

- 1) Оценка лишайникового покрова на взрослых растениях сосны обыкновенной, молодые растения не подходят, так как кора ежегодно с них слущивается.
- 2) Деление всех обнаруженных видов на 3 группы: кустистые, листоватые, накипные.
- 3) Визуальное определение цвета лишайников.

4) Фиксирование результатов в рабочей таблице 4.

Таблица 4. Оценка степени загрязнения воздуха по лишайникам

Число видов	Цвет и характер роста					Класс загрязнения воздуха
	серый			желтый		
	накипной	листоватый	кустистый	накипной	листоватый	
6	+	+	+	+	+	I
3	+	+	+			II
	+	+		+		II
2	+	+		+		III
1	+	+				IV
	+					V - IV

3. Коэффициент встречаемости

3.1. В настоящее время в основном используется метод сеточек-квадратов с отношением сторон 1:1 для определения проективного покрытия лишайников. Метод часто используется в исследованиях по системе биомониторинга – системы долгосрочных наблюдений за изменением степени загрязнения по состоянию биологических объектов. Определяют число (а) единичных квадратов, в которых лишайники занимают визуально больше половины площади квадрата, и им приписывают покрытие, равное 100%. Затем определяют число (b) квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата, и им приписывают покрытие, равное 50%. Общее покрытие в процентах вычисляют по формуле (с- число исследованных площадок):

$$R = 100 a + 50 b / c$$

Данные заносят в таблицу 9.

Участок	Общее покрытие лишайниками, %

4. Частоту (коэффициент) встречаемости лишайников можно определить, осматривая каждое дерево от основания до нижних ветвей. Значение частоты встречаемости высчитывают по формуле [4]:

$$R = A / B \times 100\%$$

где: R - коэффициент встречаемости, %;

A – число деревьев, на которых отмечен лишайник;

V – общее число обследованных деревьев.

Полученные данные фиксируют в таблице 10.

Таблица 10. Коэффициент встречаемости видов лишайников на деревьях

№ дерева	Порода	Вид 1	Вид 2	Вид 3
Коэффициент встречаемости (R)				

3.2. Коэффициент встречаемости. Статистическая обработка материалов исследования. Для каждого вида можно рассчитать коэффициент встречаемости по формуле:

$$R = a * 100/N,$$

где R - коэффициент встречаемости,

a - число площадок, где данный вид встречается,

N - число исследованных площадок.

Таблица 11. Коэффициент встречаемости видов лишайников на деревьях

№ дерева	Порода	Вид 1	Вид 2	Вид 3
1.				
Коэффициент встречаемости (R)				

Все изученные виды подразделяют на 5 классов:

I - виды с коэффициентом встречаемости до 10% включительно,

II - 11-20%, III - 21-30%, IV - 31-40%, V - 41-50%.

III. Результаты исследования и их обсуждение

3.1. Результаты биоиндикации по хвое сосны

Используя методику индикации чистоты атмосферы по хвое сосны, визуально определили класс повреждения, класс усыхания хвои на участках №№ 1, 4, 5 (рис. 8, 9).



Рис. 8. Состояние хвоинок сосны на участках 1, 4

Определили продолжительность жизни хвои на исследуемых участках (рис. 9).



а)



б)

Рис. 9. Возраст хвои сосны на участках: а) № 4, б) № 5

Результаты наблюдений и расчетов занесли в табл. 9 (приложение 3).
Результаты: На участке № 1 класс загрязнения воздуха – III, на остальных участках – IV.

3.2. Результаты биоиндикации по эпифитным лишайникам

1. Оценка степени загрязнения воздуха по наличию и отсутствию лишайников проводилась на всех участках исследования. Виды лишайников определяли с помощью определителей [1, 3, 5]. Данные по

участкам фиксировались в анкетах, анализировались и размещались в сводных таблицах.

Всего на пяти участках было обнаружено 17 видов эпифитных лишайников. Их ни определены до рода 10, относящихся к кустистым и листоватым формам. На диаграмме (рис 10) видно, что в видовом отношении преобладают представители двух родов – Evernia и Cetraria. Подробная информация размещена в приложении 3.

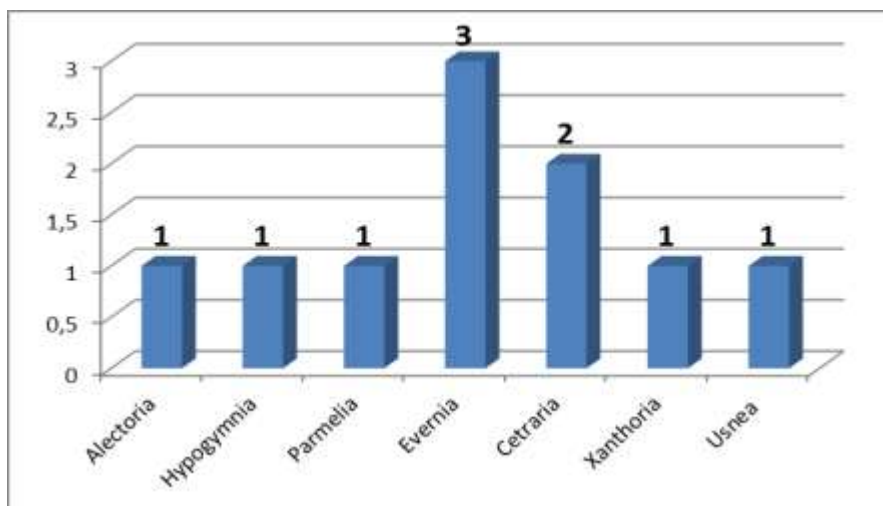


Рис. 10. Распределение кустистых и листоватых лишайников по родам

Из обнаруженных на участках видов лишайников 5 - кустистых, 5 - листоватых и 7 – накипных (рис. 10).

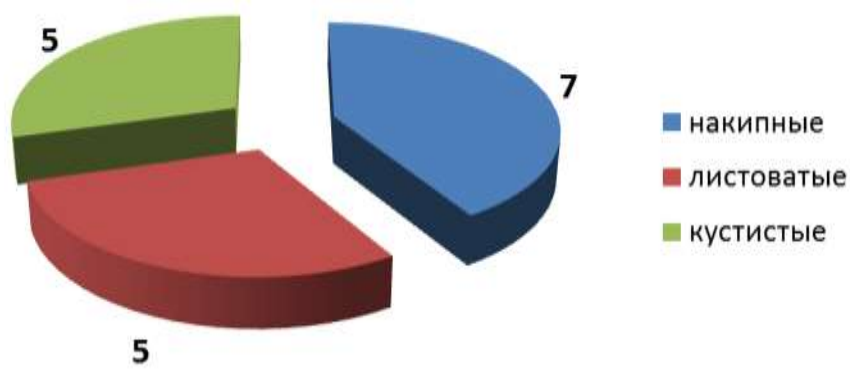


Рис. 11. Количественная характеристика лишайников по строению таллома

На рис. 12 отображен количественный и качественный состав эпифитных лишайников на каждом участке.

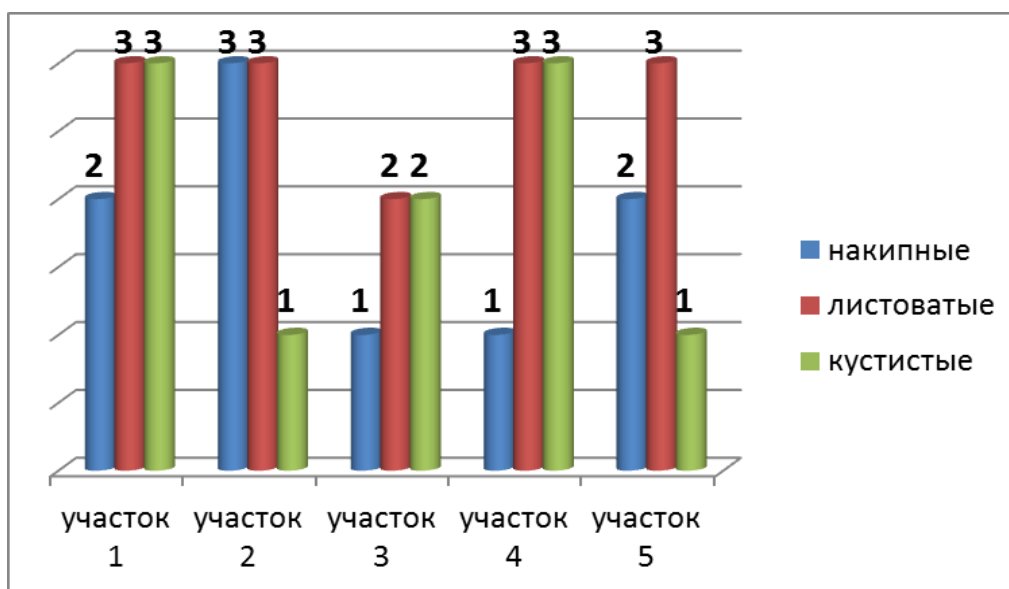


Рис. 12. Количественный и качественный состав лишайников на участках

Наименьшее количество лишайников встретилось на 3 участке (5 видов), наибольшее – на участке № 1 (8 видов).

Определили степень загрязнения по общепринятой методике. Данные занесли в рабочую таблицу.

Таблица 4. Оценка степени загрязнения воздуха по общепринятой методике

Участок	Наличие (+) или отсутствие (-) лишайников			Зона	Степень загрязнения
	кустистые	листоватые	накипные		
1	+	+	+	1	Загрязнения нет
2	+	+	+	1	Загрязнения нет
3	+	+	+	1	Загрязнения нет
4	+	+	+	1	Загрязнения нет
5	+	+	+	1	Загрязнения нет

На всех участках обнаружены накипные, листоватые и кустистые лишайники, следовательно, участки относятся к 1 зоне – загрязнения нет. Но, вероятно, эти результаты нельзя считать верными, так как важные индикаторы – кустистые лишайники на участках № 3 и 5 присутствуют только на одном из деревьев.

Поэтому провели расчеты, отображающие количественный состав, цвет и характер роста найденных лишайников – таблица 5.

Таблица 5. Оценка степени загрязнения воздуха по лишайникам

№ уч.	Число видов	Цвет и характер роста					Класс загрязнения воздуха
		серый			желтый		
		накипной	листоватый	кустистый	накипной	листоватый	
1	8	++	++	+++		+	I
2	7	+++	++	+		+	I
3	5	+	++	++			I - II
4	7	+	+++	+++		+	I
5	6	++	+++	+			I

При оценке степени загрязнения воздуха по этой методике пришли к выводу, что на всех участках, кроме № 3 (5 видов), присутствует более 6 видов. Из них преобладают лишайники серого цвета, следовательно, сильных загрязнений не обнаружено – I класс загрязнения. Участок № 3 – II класс.

На участках исследования определили коэффициент встречаемости для каждого вида лишайников по формуле:

$$R = a * 100/N,$$

где R - коэффициент встречаемости,

a - число площадок, где данный вид встречается,

N - число исследованных площадок.

Результаты, полученные в ходе расчетов, занесли в рабочую таблицу (приложение 4). Получили следующую картину:

Участок № 1	sp.1 (накипной)	sp.2 (накипной)	Hyrogymnia physodes (L.) Nyl.	Parmelia sulcata Tayl	Cetraria pinastri (Scop.) S	Evernia furfuracea (L.) Mann	Evernia prunastri (L.) Ach.
R	100	40	100	60	20	60	40
Класс	V	IV	V	V	II	V	IV

Участок № 2	sp.1 (накипной)	sp.2 (накипной)	sp.3 (накипной)	Hyrogymnia physodes (L.) Nyl.	Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Vain пармелия бороздчатая — Parmelia ulcate Tayl	Evernia furfuracea (L.) Mann
R	100	80	60	100	40	40
Класс	V	V	V	V	IV	IV

Участок № 3	sp.4 (накипной)	Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	Parmelia sulcata Tayl	Alectoria jubata (L.) Ach	Evernia furfuracea (L.) Mann
R	100	100	100	40	80
Класс	V	V	V	IV	V

Участок № 4	sp.5 (накипной)	Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	Parmelia sulcata Tayl	Cetraria glauca (L.) Ach	Alectoria jubata (L.) Ach	Evernia furfuracea (L.) Mann	Evernia mesomorpha (Flot.) Nyl
R	100	100	80	40	80	60	80
Класс	V	V	V	IV	V	V	V

Участок № 5	sp.6 (накипной)	sp.7 (накипной)	Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	Parmelia sulcata Tayl	Cetraria pinastri (Scop.) S	Usnea hirta (L.) Wigg. emend. Mot
R	100	100	100	60	40	20
Класс	V	V	V	V	IV	II

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы:

- на первом и пятом участках обнаружены виды, коэффициент встречаемости которых II-ой; эти площадки отличаются также небольшим общим числом видов;

- высокие классы по коэффициенту встречаемости найдены на всех участках, в том числе и на тех, где видовое разнообразие низкое (отметим, что на этих площадках встречается довольно небольшое количество кустистых форм).

IV. Выводы

В ходе нашего исследования установлено, что состояние воздушной среды в городе Кингисеппе можно считать удовлетворительным на основании следующего:

1. По состоянию хвои сосны обыкновенной на обследованных участках, можно сделать вывод, что в черте г. Кингисеппа из обследованных участков самым благоприятным является участок № 1: класс загрязнения III - воздух относительно чистый («норма»). На остальных участках состояние «тревожное», воздух загрязненный – IV класса.

2. Проведенные расчеты по общепринятым методикам лишеноиндикации указывают на отсутствие загрязнений воздуха:

- учитывая наличие или отсутствие различных форм таллома представителей лишенофлоры, пришли к выводу – на исследованных участках загрязнений нет (1 зона загрязнения);

- учет видового состава, цвета и характера роста лишайников показал: на большинстве участков I класс качества воздуха, кроме площадки № 3 – I-II класс загрязнения;

- коэффициенты встречаемости для каждого вида лишайников имеют довольно высокие показатели, что соответствует в основном IV-V классам чистоты воздуха.

Предложения:

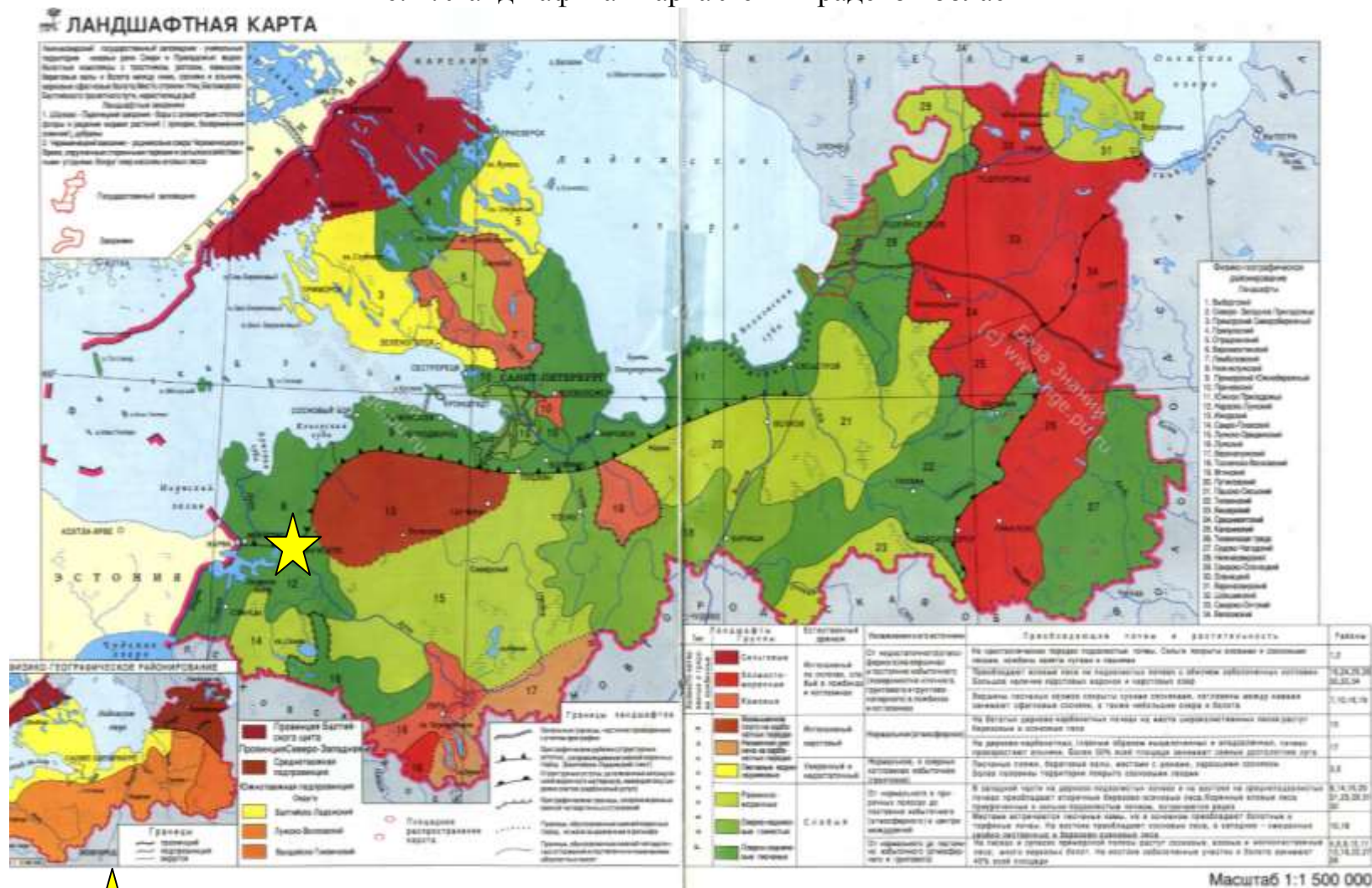
Мы планируем продолжить исследования для мониторинговых наблюдений за состоянием воздуха в черте г. Кингисеппа. Для этого необходимо:

- заложить новые участки исследований в других квадратах города;
- применить другие методики биоиндикации для более полного анализа воздушной среды нашего населенного пункта.

V. Источники информации

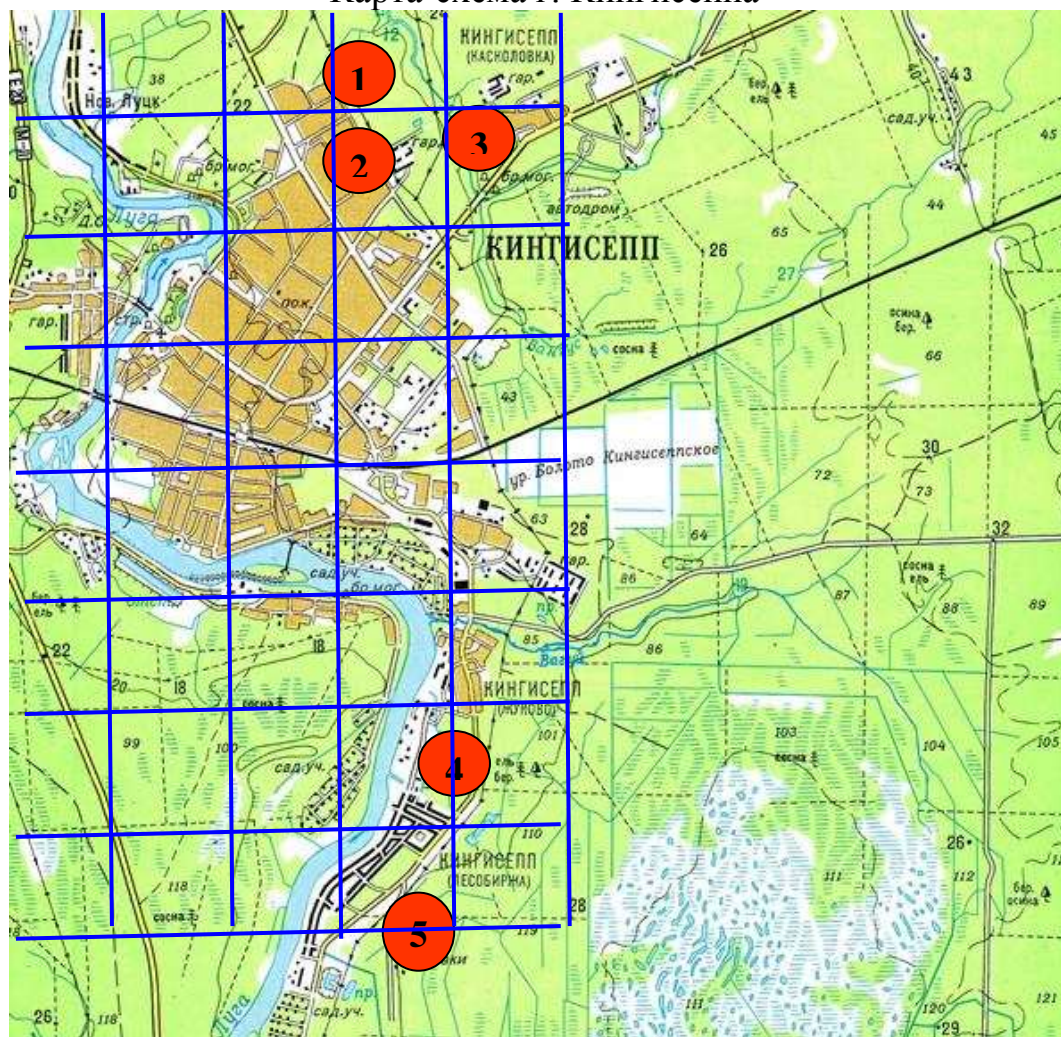
1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Гущина Э.В. – Экологический практикум школьника: Справочное пособие. – Самара: Корпорация «Федоров», Издательство «Учебная литература», 2005. – 80 с. – (Элективный курс для старшей профильной школы).
2. Ландшафтная карта Ленинградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hge.spbu.ru/mapgis/subekt/spb/landshaft.pdf>
3. Жизнь растений: в 6 т/ гл. ред. Ал.А. Федоров. – М.: Просвещение, 1977.- т.: Водоросли. Лишайники/ под ред. М.М. Голлербаха. – 487 с.
4. Комплексная экологическая практика школьников и студентов. Программы. Методики. Оснащение. Учебно-методическое пособие. Под ред. проф. Л.А. Коробейниковой. Изд. 3-е, перераб. и дополн. – СПб.: Крисмас+.2002. 268 с.
5. Лишайники России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>.
6. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/52.htm>.
7. Полевая геоэкология для школьников: учеб. пособие/ Комиссарова Т.С., Макаровский А.М., Левицкая К.И. – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2010.–296 с.

Рис. 1. Ландшафтная карта Ленинградской области



Обозначения:  - г. Кингисепп

Карта-схема г. Кингисеппа




Обозначения:  - участки (площадки) исследований

Таблица 9. Результаты экспресс-оценки загрязнения воздуха по хвое сосны

Участок исследования	Класс повреждения хвоинок 2-го года жизни	Максимальный возраст хвои	Класс усыхания хвоинок 2-го года жизни	Класс загрязнения
1	2	2, 5 года	1	III
4	3	2 года	1	IV
5	3	2 года	1	IV

**Видовой состав лишайников на участках исследований
в черте г. Кингисеппа**

Всего видов: 17

Род *Alectoria* – 1
 Род *Hypogymnia* – 1
 Род *Parmelia* – 1
 Род *Evernia* – 3
 Род *Cetraria* – 2
 Род *Xanthoria* – 1
 Род *Usnea* – 1
 не определен род – 7 видов

По форме таллома

Накипные:

- 1) sp.1 (темно-серый)
- 2) sp.2 (салатовый)
- 3) sp.3 (светло-зеленый)
- 4) sp.4 (светло-серый)
- 5) sp.5 (серо-зеленый)
- 6) sp.6 (серо-зеленый)
- 7) sp.7 (темно-серый)

Листоватые:

- 1) Гипогимния вздутая - *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.
- 2) Ксантория многоплодная — *Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Vain.
- 3) Пармелия бороздчатая — *Parmelia sulcata* Tayl. (= *Parmelia saxatilis* var. *sulcata* Linds.)
- 4) Цетрария сосновая — *Cetraria pinastri* (Scop.) S. Gray (= *Cetraria caperata*, = *Vulpicida pinastri*)
- 5) Цетрария сизая — *Cetraria glauca* (L.) Ach. (= *Platismatia glauca*)

Кустистые:

- 1) Алектория гривистая — *Alectoria jubata* (L.) Ach. (= Бриория буроватая — *Bryoria fuscescens*)
- 2) Эверния, или псевдоэверния шелушащаяся — *Evernia furfuracea* (L.) Mann.
- 3) Эверния мезоморфная, или среднеморфная — *Evernia mesomorpha* (Flot.) Nyl. (= *Evernia thamnodes*, = *Letharia mesomorpha*, = *Letharia thamnodes*)
- 4) Эверния сливовая, или «дубовый мох» — *Evernia prunastri* (L.) Ach.
- 5) Уснея жесткая — *Usnea hirta* (L.) Wigg. emend. Mot. (= Уснея жестковолосая — *Lichen hirtus*, = *Usnea glaucescens*)

**Видовой состав на участках исследования
Участок 1, всего – 8 видов**

Накипные	Листоватые	Кустистые
sp.1 (темно-серый)	Гипогимния вздутая <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	Алектория гривистая — <i>Alectoria jubata</i> (L.) Ach. (= Бриория буроватая — <i>Bryoria fuscescens</i>)
sp.2 (салатовый)	Пармелия бороздчатая — <i>Parmelia sulcata</i> Tayl. (= <i>Parmelia saxatilis</i> var. <i>sulcata</i> Linds.)	Эверния сливовая, или «дубовый мох» — <i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.
	Цетрария сосновая — <i>Cetraria pinastri</i> (Scop.) S. Gray (= <i>Cetraria caperata</i> , = <i>Vulpicida pinastri</i>)	Эверния, или псевдоэверния шелушащаяся — <i>Evernia furfuracea</i> (L.) Mann.
2 вида	3 вида	3 вида

Участок 2, всего – 7 видов

Накипные	Листоватые	Кустистые
sp.1 (темно-серый)	Гипогимния вздутая <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	Эверния, или псевдоэверния шелушающаяся — <i>Evernia furfuracea</i> (L.) Mann.
sp.2 (оливковый)	Ксантория многоплодная — <i>Xanthoria polycarpa</i> (Hoffm.) Vain.	
sp.3 (светло-зеленый)	Пармелия бороздчатая — <i>Parmelia ulcate</i> Tayl. (= <i>Parmelia saxatilis</i> var. <i>ulcate</i> Linds.)	
3 вида	3 вида	1 вид

Участок 3, всего 5 видов

Накипные	Листоватые	Кустистые
sp.4 (светло-серый)	Гипогимния вздутая <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	Алектория гривистая — <i>Alectoria jubata</i> (L.) Ach. (= Бриория буроватая — <i>Bryoria fuscescens</i>)
	Пармелия бороздчатая — <i>Parmelia sulcata</i> Tayl. (= <i>Parmelia saxatilis</i> var. <i>sulcata</i> Linds.)	Эверния, или псевдоэверния шелушающаяся — <i>Evernia furfuracea</i> (L.) Mann.
1 вид	2 вида	2 вида

Участок 4, всего – 7 видов

Накипные	Листоватые	Кустистые
sp.5 (серо-зеленый)	Гипогимния вздутая <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	Алектория гривистая — <i>Alectoria jubata</i> (L.) Ach. (= Бриория буроватая — <i>Bryoria fuscescens</i>)
	Пармелия бороздчатая — <i>Parmelia sulcata</i> Tayl. (= <i>Parmelia saxatilis</i> var. <i>sulcata</i> Linds.)	Эверния, или псевдоэверния шелушающаяся — <i>Evernia furfuracea</i> (L.) Mann.
	Цетрария сизая — <i>Cetraria glauca</i> (L.) Ach. (= <i>Platismatia glauca</i>)	Эверния мезоморфная, или среднеморфная — <i>Evernia mesomorpha</i> (Flot.) Nyl. (= <i>Evernia thamnodes</i> , = <i>Letharia mesomorpha</i> , = <i>Letharia thamnodes</i>)
1 вид	3 вида	3 вида

Участок 5, всего – 6 видов

Накипные	Листоватые	Кустистые
sp.6 (серо-зеленый)	Гипогимния вздутая <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	Уснея жесткая — <i>Usnea hirta</i> (L.) Wigg. emend. Mot. (= <i>Usnea жестковолосая</i> — <i>Lichen hirtus</i> , = <i>Usnea glaucescens</i>)
sp.7 (темно-серый)	Пармелия бороздчатая — <i>Parmelia sulcata</i> Tayl. (= <i>Parmelia saxatilis</i> var. <i>sulcata</i> Linds.)	
	Цетрария сосновая — <i>Cetraria pinastri</i> (Scop.) S. Gray (= <i>Cetraria caperata</i> , = <i>Vulpicida pinastri</i>)	
2 вида	3 вида	1 вид

Таблица Определение коэффициента (частоты) встречаемости лишайников

Участок № дерева	sp.1	sp.2	sp.3	sp.4	sp.5	sp.6	sp.7	Нурогумния physodes (L.) Nyl.	Хантория полусарпа (Hoffm.) Vain <small>траурелия</small>	бороздчатая — Parmelia ulcate	Parmelia sulcata Tayl	Cetraria pinastri (Scop.) S	Cetraria glauca (L.) Ach	Alectoria jubata (L.) Ach	Evernia furfuracea (L.) Mann	Evernia mesomorpha (Flot.) Nyl	Evernia prunastri (L.) Ach.	Usnea hirta (L.) Wigg. emend. Mot
Участок № 1																		
1	+	+						+			+				+			
2	+							+							+			
3	+							+			+							
4	+	+						+			+			+	+		+	
5	+							+				+					+	
R	100	40						100			60	20			60		40	
Класс	V	IV						V			V	II			V		IV	
Участок № 2																		
1	+	+						+		+					+			
2	+	+	+					+	+	+								
3	+		+					+							+			
4	+	+	+					+	+									
5	+	+						+										
R	100	80	60					100	40	40					40			
Класс	V	V	V					V	IV	IV					IV			
Участок №3																		
1				+				+			+				+			
2				+				+			+			+	+			
3				+				+			+							
4				+				+			+			+	+			
5				+				+			+				+			
R				100				100			100			40	80			
Класс				V				V			V			IV	V			

Площадка №4																		
1					+			+			+			+	+			
2					+			+					+		+	+		
3					+			+			+			+		+		
4					+						+		+	+		+		
5					+			+			+			+	+	+		
R					100			100			80		40	80	60	80		
Класс					V			V			V		IV	V	V	V		
Площадка №5																		
1						+	+	+										
2						+	+	+			+							
3						+	+	+				+						
4						+	+	+			+							+
5						+	+	+			+	+						
R						100	100	100			60	40						20
Класс						V	V	V			V	IV						II