

XXII республиканский конкурс работ исследовательского характера  
(конференция) учащихся по астрономии, биологии, информатике,  
математике, физике, химии

## **Секция «Биология»**

### **«МОНИТОРИНГ ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА аг.ВЯЗЬЕ МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ»**

Автор(ы) работы:

Парамонова Екатерина Сергеевна, 11 класс  
ГУО «Вязьевская средняя школа»,

Ефременко Анна Викторовна, 11 класс  
ГУО «Вязьевская средняя школа»

Руководитель работы:

Сащeko Лилия Ивановна,  
учитель биологии,  
высшей квалификационной категории  
ГУО «Вязьевская средняя школа»

аг.Вязье, 2018 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
|       | Введение   |    |
| 1     | Лишайники как индикаторы загрязнения окружающей среды                              | 5  |
| 2     | Материалы и методика работы  | 6  |
| 2.1   | Методика сбора полевого материала и последующая его обработка                      | 7  |
| 2.2   | Методика способа «палетки»   | 7  |
| 2.3   | Метод «линейных пересечений»   | 8  |
| 3     | Результаты исследований  | 9  |
| 3.1   | Определение видового разнообразия лишайников                                       | 9  |
| 3.2   | Оценка относительной численности эпифитных лишайников методом линейных пересечений | 12 |
| 3.3   | Оценка относительной численности эпифитных лишайников методом «палетки»            | 13 |
| 3.3.1 | Проективное покрытие эпифитными лишайниками в зависимости от сторон горизонта      | 14 |
| 3.4   | Сравнительный анализ методов лишеноиндикации                                       | 17 |
|       | Заключение   | 19 |
|       | Список использованных источников   | 21 |
|       | Приложения А   | 22 |
|       | Приложения Б   | 24 |
|       | Приложения В   | 26 |
|       | Приложения Г   | 28 |
|       | Приложения Д   | 30 |
|       | Приложения Е   | 31 |

## 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 ни присутствовали, в той или иной концентрации, загрязняющие вещества (поллютанты).

Атмосферные загрязнения влияют на состояние питьевых источников и состояние растительного и животного мира. Но самое главное, загрязненный воздух оказывает огромное влияние на здоровье и самочувствие человека. При сильно загрязненном воздухе у людей воспаляются глаза, слизистые оболочки носа, появляются симптомы удушья, обострение легочных и различных хронических заболеваний, например, хронический бронхит, и даже заболевание раком легких.

Таким образом, проблема загрязнения воздуха является актуальной, и мы решили выяснить, насколько сильно загрязнен воздух в нашей деревне, провести мониторинг состояния природной среды.

*Цель* исследования – определить динамику состояния атмосферного воздуха аг.Вязье методом лишеноиндикации за двенадцатилетний период с 2005 по 2017 гг.

### *Задачи:*

1. Изучить видовой состав лишайников различных экологических групп округи аг.Вязье в зависимости от вида поллютантов.
2. Определить закономерности покрытия лишайниками деревьев в зависимости от географических направлений сторон света.
3. Рассчитать площадь покрытия эпифитными и эпилитными лишайниками двумя способами: «линейных пересечений», «палетки»; выявить наиболее чувствительный способ определения площади покрытия лишайниками.

*Объект исследования* – эпифитные и эпилитные лишайники участков аг. Вязь с различной поллютантной нагрузкой.

*Предмет исследования* – видовой состав и степень обилия лишайников

*Методы исследования* – маршрутный метод для определения видового состава; для определения площади покрытия лишенофлоры – лишеноиндикация двумя способами: линейных пересечений, палетки.

*Актуальность* работы состоит в том, что, как было сказано ранее, благодаря уникальным свойствам лишайников их стали использовать для общей оценки степени загрязненности атмосферного воздуха, а это даёт нам возможность оценить загрязненность воздуха в районе школы.

*Новизна работы* заключается в том, что всем известно, что лишайников больше с северной стороны дерева. Но нет данных насколько больше по сравнению с другими сторонами горизонта, тем более в условиях действия дополнительных антропогенных факторов. Мы решили изучить закономерности покрытия лишайниками деревьев в зависимости от географических направлений сторон света.

*Практическая значимость* заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы в школьном курсе биологии и экологии; в природоохранных мероприятиях, также, нам кажется, что всем будет интересно знать, каким воздухом мы дышим.

*Гипотеза:* воздух на территории школы чистый, загрязнение атмосферы выше в районе автотрассы и машинотракторного парка, чем в парковой зоне и на территории школы. Проективное покрытие деревьев лишайниками больше с северной стороны, чем с южной.

Исследования проводились в течение апреля - сентября 2005 г., 2014 - 2016 гг.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1 Лишайники как индикаторы загрязнения окружающей среды

Лишайники (лат. Lichenes) – своеобразная группа симбиотических организмов, они представляют собой вид сожительства грибов и водорослей. Водоросль или цианобактерия является автотрофным компонентом тела (фикобионт), гриб – гетеротрофным (микобионт). Микобионт образует слоевище (таллом), внутри которого располагаются клетки фотобионта. Вместе они образуют единый симбиотический организм. Вегетативное тело лишайников представлено слоевищем и в зависимости от образующегося в них пигмента может быть серым, сизым, зеленоватым, буро-коричневым, желтым, оранжевым или почти черным.

Различают три основных морфологических типа слоевищ лишайников: накипной (корковый), листоватый и кустистый, между которыми встречаются переходные формы. Гетеротрофные компоненты лишайников относятся в основном к аскомицетам. Лишь у некоторых тропических и субтропических грибов принадлежит к базидиомицетам. Автотрофные компоненты большинства лишайников относятся к зеленым водорослям, реже к цианобактериям [4].

Наука, изучающая лишайники называется лихенологией. Количество видов лишайников оценивается по числу видов встречающихся в них грибов. Оно составляет приблизительно 18000. Среди лишайников различают экологические группы: растущие на почве, деревьях, скалах и т. п. На обрабатываемых землях лишайники не встречаются вследствие их очень медленного роста (1–8 мм в год). Продолжительность жизни – до 80 лет, а некоторые виды даже до 600 лет [4].

Проблема загрязнения природной среды – одна из глобальных проблем современного мира. Благодаря уникальным свойствам лишайников их стали использовать для общей оценки степени загрязненности атмосферного воздуха. На этой основе стало развиваться особое направление индикационной экологии – лихеноиндикация [8].

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 загрязненного воздуха. Для этого достаточно даже неполного описания разнообразия и обилия лишайников на единице площади в данном массиве [2].

Общие изменения структуры лишайниковых сообществ под воздействием загрязнения проявляются в уменьшении числа видов и обилия чувствительных видов, смене субстратов и увеличении обилия устойчивых к загрязнению видов, изменение спектра жизненных форм (уменьшение доли кустистых и, в меньшей степени, листоватых лишайников). В основе этих изменений лежит дифференциальная чувствительность различных видов к воздействию поллютантов [1].

Установлено, что наиболее удобными для изучения являются эпифитные лишайники (обитающие на стволах и ветвях деревьев). Это связано с тем, что стволы деревьев подвергаются более сильной циркуляции воздуха в течение всего года, чем почвенная растительность. К тому же все необходимые вещества эпифиты получают только из атмосферы, а субстрат служит им только местом для прикрепления. Также установлено, что при повышении степени загрязнения воздуха первыми исчезают кустистые, затем листоватые и последними накипные (корковые) формы лишайников [5].

## 2 Материалы и методика работы

*Оборудование:* рамка для подсчета проективного покрытия лишайниками деревьев, сантиметровая лента, лупа, стремянка, определитель растений, бумага, ручка, нож, фотоаппарат.

Исследования проведены на территории аг. Вязье, которые на наш взгляд отличаются по степени загрязнения атмосферного воздуха. Были выбраны в итоге пять участков, различающихся видом и происхождением поллютантов:

- участок 1 (Уч1) – парковая зона в черте деревни (контроль);

- участок 2 (Уч2) – деревья, произрастающие по обе стороны автотрассы (загрязнение воздуха продуктами сгорания топлива автомобилей);

- участок 3 (Уч3) – деревья, растущие по периметру территории школы, где находится котельная, которая отапливает всю деревню (загрязнение воздуха оксидами углерода, азота, серы, неорганической пылью, сажей);

- участок 4 (Уч4) – территория фермы (загрязнение воздуха аммиаком, метаном);

- участок 5 (Уч5) – территория машинотракторного двора (загрязнение воздуха продуктами сгорания топлива грузовых машин, сельскохозяйственной техники).

В 2005, 2014г г. были изучены участок 1, 2, 3, в 2015– 2016 гг. исследованы ещё два участка (территория фермы и машинно-тракторного двора ОСПК «колхоз *Авангард*»).

Для измерения численности лишайников на деревьях мы использовали два приема – «палетки» и «линейных пересечений» [4, 5].

#### 2.1 Методика сбора полевого материала и последующая его обработка

Собранные лишайники упаковывали сразу на месте. Для этого их вкладывали в заранее заготовленные конверты таким образом, чтобы в один конверт помещались лишайники только из одного местообитания – с одного участка ствола. На конверте указывали название древесной породы, и на какой высоте взят образец лишайников, дата, год.

Собранные лишайники сушили на воздухе. Высушенные и определенные лишайники перекладывали в чистовые гербарные пакеты. К верхней полосе конверта подклеивали этикетку, на которой указывали: название лишайника и семейство, местонахождение, время сбора.

#### 2.2 Методика способа «палетки»

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 1x1 см. Процедура измерения проста – палетку накладывают на ствол дерева и фиксируют. При работе с палетками 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 более половины площади квадрата, условно приписывая им покрытие, равное 100%. Затем подсчитывают число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата, условно приписывая им покрытие, равное 50%.

Общее проективное покрытие в процентах (R) вычисляли по формуле:

$$R = \frac{(100a + 50b)}{C} \text{ где:}$$

a – число квадратов, в которых лишайники занимают более половины площади;

b – число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади;

C – общее число квадратов палетки.

### 2.3 Метод «линейных пересечений»

Условия произрастания деревьев выбраны относительно одинаковые. Все деревья росли свободно вне большой тени от других деревьев и приблизительно одинаковой толщины.

В основу методики оценки относительной численности эпифитных лишайников был положен метод линейных пересечений, который заключается в наложении гибкой ленты с миллиметровыми делениями на поверхность ствола дерева с фиксированием всех пересечений её со слоевищами лишайников. В качестве ленты использовался «портняжный метр» с миллиметровыми делениями.

После выбора дерева определили на стволе точку, находящуюся на высоте 1,5 метра от основания ствола с северной стороны. Затем на ствол наложили мерную ленту с делениями таким образом, чтобы ноль шкалы ленты совпадал с выбранной точкой, а возрастание чисел на шкале соответствовало



движению по часовой стрелке (с севера на восток). После полного оборота ствола лента закрепляется на стволе булавкой в нулевой точке. Совмещая последнее деление и ноль ленты, определили длину окружности ствола.

При измерении отмечали начало и конец каждого пересечения ленты с талломами лишайников. Измерения проводили с точностью до 1 мм.

По завершении измерений провели расчёт проективного покрытия лишайников на основе линейных пересечений, который определяет отношение «заросшей» лишайниками части ствола к общей поверхности. Зная общую длину окружности ствола и принимая её за 100%, рассчитали проективное покрытие лишайников [5].

Проективное покрытие определяется для всех видов лишайников в сумме.

### 3 Результаты исследования

#### 3.1 Определение видового разнообразия лишайников

Исследования проводили в 2005г, затем продолжили в 2014- 2016 годах. Для этого были обследованы разные виды деревьев и кустарников, мёртвая древесина, камни. Лишайники были сфотографированы, а так же был собран гербарный материал.

Видовую принадлежность собранных лишайников определили в лабораторных условиях с помощью компьютерного определителя, также использовали для определения таблицы, иллюстрации.

В результате исследований собран и определён 21 вид лишайников, которые входят в состав 6 семейств: семейство Телошистовые (Teloschislaceae) – 14,28%, семейство Уснеевые (Usneaceae) – 9,52%, семейство Фисциевые (Physciaceae) – 14,28%, семейство Леканоровые (Lecanoraceae) – 14,28, семейство Пельтигеровые (Peltigeraceae) – 4,78%, семейство Пармелиевые (Parmeliacea) – 42,86%.

Таблица 3.1 – Сравнительная характеристика видового состава разных площадок

| № п.п | Виды   |         | 2005    |   |   | 2014    |   |   | 2015    |   |   |   |   | 2016    |   |   |   |   |
|-------|--|---------|---------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
|       |  |         | участок |   |   | участок |   |   | участок |   |   |   |   | участок |   |   |   |   |
|       |  |         | 1       | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1     | Гипогимния вздутая<br><i>Hypogymnia physodes</i>         | л, эп   | +       |   |   | +       |   |   | +       |   | + |   |   | +       |   | + |   |   |
| 2     | Гипогимния трубчатая<br><i>Hypogymnia atubulosa</i>      | л, эп   | +       |   |   | +       |   |   | +       |   |   |   |   | 0       |   |   |   |   |
| 3     | Леканора разнообразная<br><i>Lecanora allophana</i>      | н, эпил |         |   | + |         |   | + |         |   | + |   |   |         |   | + |   |   |
| 4     | Калоπλαка стенная –<br><i>Caloplaca murorum</i>          | н, эпил |         |   | + |         |   | + | +       |   | + |   |   | +       |   | + |   |   |
| 5     | Канделярия одноцветная<br><i>Candelaria concolor</i>     | л, эпил | +       |   |   | +       |   | + |         |   |   |   |   | +       |   |   |   |   |
| 6     | Ксантория стенная –<br><i>Xanthoria parietina</i>        | л, эп   |         | + | + |         | + | + |         | + | + | + | + |         | + | + | + | + |
| 7     | Ксантория многоплодная<br><i>Xanthoria polycarpa</i>     | л, эп   |         |   | + |         |   | + |         |   | + |   |   |         |   | + |   |   |
| 8     | Пармелия бороздчатая<br><i>Parmelia sulcata</i>          | л, эп   | +       |   | + | +       |   | + | +       |   | + |   |   | +       |   | + |   |   |
| 9     | Пармелия блюдчатая<br><i>Parmelia acetabulum</i>         | л, эп   | +       |   |   | +       |   | + |         |   |   |   |   | 0       |   |   |   |   |
| 10    | Пармелия козлиная<br><i>Parmelia caperata</i>            | л, эп   | +       |   |   | +       |   | + |         |   |   |   |   | +       |   |   |   |   |
| 11    | Пармелия оливковая<br><i>Parmelia olivacea</i>           | л, эп   |         |   | + |         |   | + |         |   | + |   |   |         |   | + |   |   |
| 12    | Пармелиопсис сомнительный<br><i>Parmeliopsis ambigua</i> | л, эп   |         | + |   |         | + |   |         | + |   |   |   |         | + |   |   |   |
| 13    | Пельтигера собачья<br><i>Peltigera canina</i>            | л, эп   | +       |   | + | +       |   | + | +       |   | + |   |   | +       |   | + |   |   |
| 14    | Ризокарпон<br><i>Rhizocarpon</i>                         | н, эп   |         |   | + |         |   | + |         |   | + |   |   |         |   | + |   |   |
| 15    | Фисция звездчатая<br><i>Physcia stellaris</i>            | л, эп   |         | + | + |         | + | + |         |   | + | + |   |         | + | + |   |   |
| 16    | Фисция серая –<br><i>Physcia grisea</i>                  | л, эп   | +       | + | + | +       | + | + | +       | + | + | + | + | +       | + | + | + | + |
| 17    | Фисция сизая –<br><i>Physcia caesia</i>                  | л, эп   |         |   | + | +       |   | + | 0       |   | + | + | + |         |   | + | + | + |
| 18    | Цетрария сосновая<br><i>Cetraria pinastri</i>            | л, эп   |         | + |   |         | + |   |         | + |   |   |   |         | + |   |   |   |
| 19    | Цетрария сизая<br><i>Cetraria glauca</i>                 | л, эп   |         |   |   | +       |   | + |         |   |   |   |   | +       |   |   |   |   |
| 20    | Эверния сливовая<br><i>Evernia prunastri</i>             | к, эп   |         |   | + |         |   | + |         |   | + |   |   |         |   | + |   |   |

|    |   |       |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|---|-------|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 21 | Эверния<br>среднеморфная<br><i>Evernia mesomorpha</i> | к, эп | + |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|---|-------|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Примечание: н – накипные, л – листоватые, к – кустистые, эпил – эпилитные, эп – эпифитные, 0 – исчез вид, + - появился вид лишайников.

Как видно из данных таблицы 3.1 наиболее распространены Фисция серая, Ксантория настенная. В парковой зоне деревни (Уч1) в 2014г. не обнаружена Эверния среднеморфная, которая по сравнению с Эвернией сливовой оказалась более чувствительной к компонентам воздуха, в 2016 г. исчезли Гипогимния трубчатая, Пармелия блюдчатая, что свидетельствует о том, что в воздухе данного биогеоценоза появились поллютанты, которых раньше не было. Первым исчез кустистый лишайник, что соответствует литературным данным о наибольшей чувствительности к составным компонентам воздуха, затем два рода листоватых лишайников семейства Пармелиевые. На этом же исследуемом участке (Уч1) появляются в 2014 г. - Цетрария сизая, Фисция сизая (которая уже в 2015-2016 гг. не обнаружена), в 2015 г. - Калоплака стенная. Таким образом, в участке с наиболее чистым атмосферным воздухом мы видим смену экологических ниш, что свидетельствует об изменении поллютантных компонентов данной экосистемы.

Анализ данных таблицы 3.1 по жизненным формам лишайников наглядно представлен на рис. 3.1.

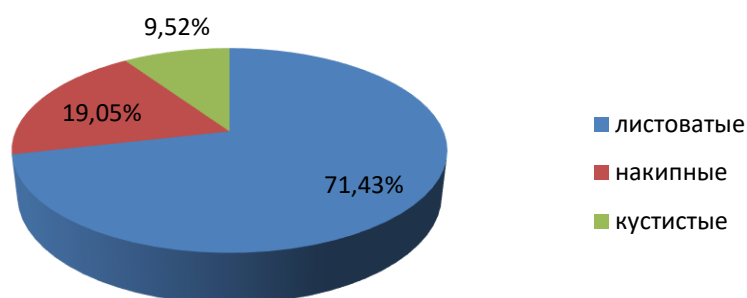


Рисунок 3.1 – Жизненные формы эпифитных и эпилитных лишайников аг.Вязье

Как видно из рисунка 3.1 больше всего в аг.Вязье представлено листоватых лишайников (71%). Наиболее чувствительных к составу воздуха кустистых около 10%, наиболее резистентных – накипных – 19%.

В ходе исследований установлено, что наибольшим видовым разнообразием отличаются участки 1 и 3, наименьшим участки 5, 4 и 2. Таким образом, процесс сжигания топливных материалов котельной (Уч3) не выбрасывает поллютантов в значительном количестве, т.к. видовое разнообразие лишайников сопоставимо с контролем, либо продукты сгорания топлива стали в больших количествах по сравнению с 2005 г. и стали распространяться и на парковую зону (Уч1), чем можно объяснить смену видового состава данного биогеоценоза. Все остальные участки выбрасывают в атмосферу поллютанты физического и биологического происхождения (продуктов сгорания топлива автомашин – Уч2 и сельхозтехники – Уч4, метана и аммиака как продукты бактериального разложения отходов животноводства - Уч5) в тех объемах, к которым чувствительны изучаемые талломные организмы.

### 3.2 Оценка относительной численности эпифитных лишайников методом линейных пересечений

Проведя измерения методом линейных пересечений, мы получили результаты площадей проективных покрытий лишайниками деревьев, которые представлены на рисунке 3.2 и в Приложении А.

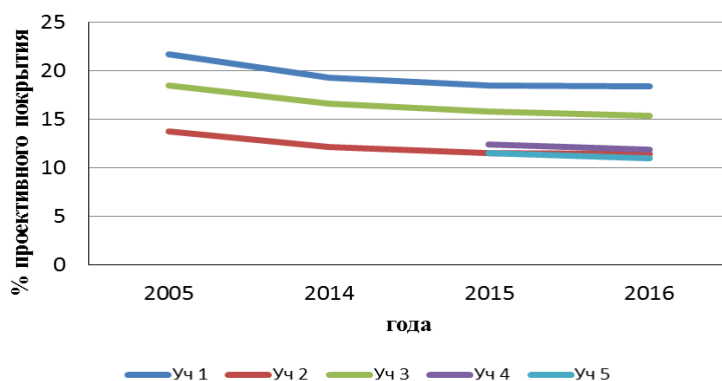


Рисунок 3.2 – Проективное покрытие (%) эпифитными лишайниками, определенное методом линейных пересечений

По результатам проведённого исследования можно сделать *вывод*, что процент покрытия лишайниками деревьев выше на участке 1, т.е. в парковой зоне, чуть ниже на участке 3, затем на участке 4,5 и самый низкий на участке в районе автотрассы. Мы считаем, что численность лишайников на втором участке снижена вследствие того, что воздух в этом районе загрязнён выхлопными газами большого количества автомобилей, проезжающих здесь каждый день. На численность лишайников на участках 4 и 5, оказывают влияние выхлопные газы машинотракторного двора и соединения азота скотного двора, также это оказывает влияние и на видовое многообразие лишайников. На участке 3 количество лишайников ниже, чем на участке 1 из-за того, что он также находится недалеко от автотрассы, однако количество проходящих здесь машин меньше, а также оказывают влияние загрязняющие вещества, образуемые в процессе сгорания топливных материалов котельной.

В 2015 и 2016 году процент проективного покрытия деревьев участков Уч1, Уч2, Уч3 уменьшился, мы считаем, что большое влияние оказала сухая и жаркая погода, которая наблюдалась два года подряд. На поверхности некоторых слоевищ лишайников отмечены коричневатые и желтоватые пятна. Появление на поверхности таллома пятен – одна из реакций лишайников на загрязнение. Особенно много таких пятен на молодых, растущих участках лопастей лишайников, растущих вблизи автотрассы, вызваны отрицательным воздействием элементов, содержащихся в выхлопных газах автомашин и пыли, поднимаемой в воздух при движении автомобильного транспорта.

### 3.3 Оценка относительной численности эпифитных лишайников методом «палетки»

Проведя измерения, используя методику способа «палетки», мы получили следующие площади проективных покрытий деревьев лишайниками, которые представлены на рис. 3.3 и в Приложении Б.

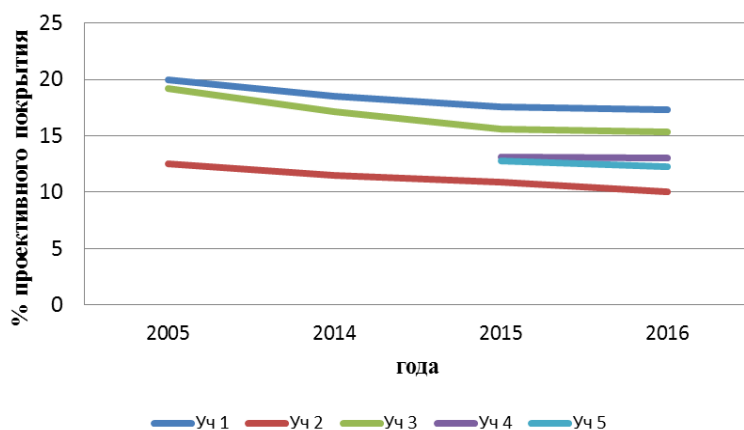


Рисунок 3.3 – Проективное покрытие (%) эпифитными лишайниками, определенное методом «палетки»

По результатам проведённого исследования можно сделать *вывод*, что процент покрытия лишайниками деревьев выше на участке 1, т.е. в парковой зоне, чуть ниже на участке 3, затем на участке 4,5 и самый низкий на участке в районе автотрассы. Мы считаем, что численность лишайников на втором участке снижена вследствие того, что воздух в этом районе загрязнён выхлопными газами большого количества автомобилей, проезжающих здесь каждый день. На численность лишайников на участках 4 и 5, оказывают влияние выхлопные газы машинотракторного двора и соединения азота скотного двора. На участке 3 количество лишайников ниже, чем на участке 1 из-за того, что он также находится недалеко от автотрассы, однако количество проходящих здесь машин меньше, а также оказывают влияние загрязняющие вещества, образуемые в процессе сгорания топливных материалов котельной.

### 3.3.1 Проективное покрытие эпифитными лишайниками в зависимости от сторон горизонта

Всем известно, что лишайников больше с северной стороны дерева. Но нет данных насколько больше по сравнению с другими сторонами горизонта, тем более в условиях действия дополнительных антропогенных факторов. Результаты исследования представлены на рис. 3.4 и в Приложении В.

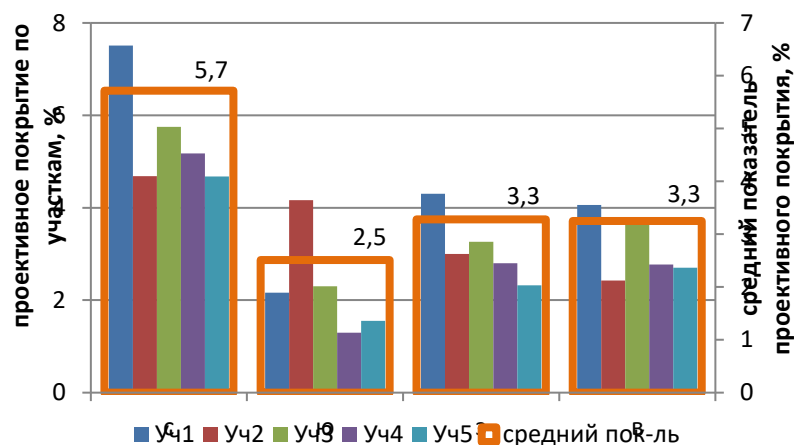


Рисунок 3.4 – Проективное покрытие (%) эпифитными лишайниками в зависимости от сторон горизонта

Как видно из рисунка 3.4 с северной стороны деревьев больше лишайников. Самый низкий процент покрытия с южной стороны, возможно, это связано с тем, что северная сторона меньше освещается и влажность там больше, т.е. создаются необходимые условия роста для низших растений. С южной стороны деревьев лишайников меньше в 2,3 раза; с западной и восточной сторон – в 1,7 раз по сравнению с северной.

Самый низкий показатель покрытия лишайников с северной стороны деревьев в тех биогеоценозах, где присутствуют продукты сгорания топлива автомашин (Уч2) и сельскохозяйственной техники (Уч5), составив одинаковое покрытие по 4,7%. Однако, анализ лишайников Уч2 показал, что с южной стороны больше всего лишайников по сравнению с другими сторонами горизонта данного участка, составив 4,2%. Самая большая разница в покрытии с северной стороны по сравнению с южной на территории фермы (Уч4) и парковой зоне (Уч1), составив, соответственно разницу в 4 и 3,5 раз. Таким образом, газообразные продукты бактериального разложения отходов животноводства, а также примеси в воздухе парковой зоны ведут к смене экологических ниш лишайников с заселением всех географических сторон за исключением южной. Наименьшая разница между северной и южной сторонами деревьев, и максимальное покрытие с южной стороны обнаружена в Уч2 с поллютантами сгорания топлива автомашин. Таким образом, при малейшем изменении факторов среды наблюдается реакция со стороны талломных

организмов, что и использует человек для оценки состояния окружающей среды в лишеноиндикации.

Превышение (во сколько раз) проективного покрытия эпифитными лишайниками с северной стороны деревьев по отношению к другим сторонам горизонта за двенадцатилетний период анализа представлено на рис. 3.5.

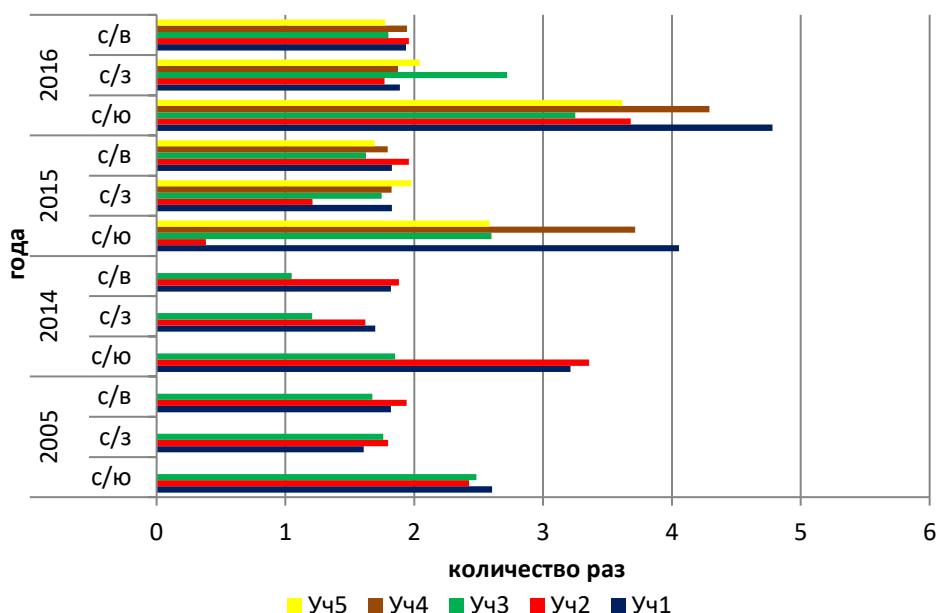


Рисунок 3.5 – Превышение (во сколько раз) проективного покрытия эпифитными лишайниками с северной стороны деревьев по отношению к другим сторонам горизонта.

Как видно из рисунка 3.5 наибольшая разница между северной и другими географическими сторонами поверхности деревьев со временем наблюдается в самой чистой зоне – парковая черта (Уч1), где с 2005 г. по 2016 г. с северной стороны деревьев лишайников больше стало в 1,8 раз по сравнению с южной стороной. В 1,5 раза больше на северной стороне деревьев по сравнению с южной в Уч2 и по сравнению с западной в Уч3. Два последних анализируемых года отличались низкой влажностью и высокой температурой в основные периоды жизни – летние. Именно в 2015 и 2016 гг. максимальная разница между покрытием с северной и южной сторон деревьев (в 2015 г. от 2,6 раз в Уч3, Уч5, до 4,1 раз больше в Уч1; в 2016 г. – от 3,3 в Уч3, до 4,8 раз больше с северной стороны деревьев Уч1). Таким образом, в сбалансированных по экологическим факторам средах обитания лишайники предпочитают северную



сторону поверхности деревьев одних и тех же пород с приблизительно равными окружностями ствола на обследуемых нами пяти участках. При дополнительной стрессовой нагрузке (антропогенное загрязнение окружающей среды; изменение жизнеобеспечивающих абиотических факторов) эпифитные лишайники адаптируются, сменяя свои экологические ниши и поселяясь на поверхности деревьев с других географических сторон света, не выбирая северную.

Данный анализ предпочтения занятия экологических ниш в зависимости от географических сторон света мы производили одним методом «Палетки», т.к. методом линейных пересечений сделать данные исследования не возможно. Однако все остальные исследования мы проводили выбранными двумя методами для того, чтобы определить наиболее чувствительный метод лишеноиндикации.

### 3.4 Сравнительный анализ методов лишеноиндикации

После обработки полученных данных было проведено сравнение результатов исследований по оценке проективного покрытия деревьев разными видами лишайников, проводимых параллельно двумя методами. Результаты данной работы представлены на рис.3.6 и в Приложении Г.

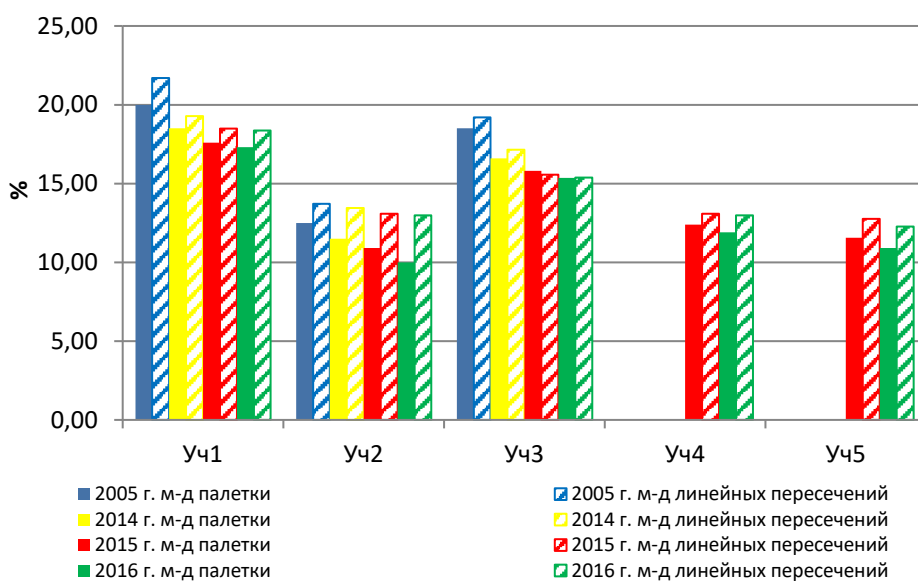


Рисунок 3.6 – Проективное покрытие (%) эпифитными лишайниками, определенное двумя методами лишеноиндикации: метод «палетки», метод линейных пересечений

Как видно из данных рисунка 3.6 метод линейных пересечений более чувствителен, т.к. почти по всем анализируемым территориям за период анализа с 2005г. по 2016г. показатели в среднем превышали на 1,2% – 1,4% данные, определенные методом «Палетки». Мы считаем, что метод линейных пересечений более чувствителен по сравнению с «Палетками» в условиях изменяющихся экологических факторов, т.к. за двенадцатилетний период анализа возросла чувствительность метода на 0,2%. Наибольшая разница в чувствительности метода обнаружена на территории с продуктами сгорания топлива автомашин (Уч2), где в 1,2-1,3 раза больше результаты покрытия лишайниками. За период времени больше 10 лет количество автотранспорта резко увеличилось. В 2005 г. превышение чувствительности метода линейных пересечений по определению лишайников по сравнению с палетками также составлял 1,2%. С увеличением выхлопных продуктов автомашин чувствительность методов стала больше отличаться. Так, в 2014 г данным методом определено на 1,9% больше проектных покрытий лишайников, в 2015 г – на 2,2%, в 2016 г. – на 3%. На территории с относительно чистыми параметрами воздуха (Уч1) в 2005 г. чувствительность метода выше на 1,7%, а затем с 2014 по 2016 гг. стала выше на 1–1,1%. На территории с продуктами сгорания топлива сельхозтехники (Уч5) метод также более чувствителен, составив превышение определенных лишайников в 2015 г. на 1,2%, в 2016 г. – на 1,4%. Самая низкая разница в чувствительности двух выбранных методов определена в районе выбросами котельной (Уч3), где поверхность определенных лишайников методом линейных пересечений выше менее чем на 1% по сравнению с определением палетками.

Таким образом, метод линейных пересечений дает большие значения проективного покрытия лишайниками по сравнению с методом «Палеток». Наибольшая разница в чувствительности методов определена в районах с выбросами веществ, образующихся при сгорании топлива автомашин и сельскохозяйственной техники (Уч2 и Уч5), именно по отношению к данным

поллютантам лишайники и используются в качестве объектов биоиндикации состояния окружающей среды.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа состояния воздушной среды методом лишеноиндикации в округе Вязьевской средней школы мы сделали следующие выводы:

1. Определен 21 вид лишайников из 6 семейств. Наиболее часто встречаемыми оказались представители семейства Пармелиевые (*Parmeliaceae*) – 42,86% (наиболее распространены Фисция серая, Ксантория настенная), редко встречаются виды семейства Пельтигеровые (*Peltigeraceae*) – 4,78%. Обнаружены и определены 2 экологические группы лишайников: эпилитные – 19% (4 вида), эпифитные – 81% (17 видов). Жизненные формы лишайников представлены: накипными – 19,0% (4 вида), листоватыми – 66,8% (14 видов), кустистыми – 14,2% (3 вида). Эверния сливовая (кустистая форма) обладает высокой устойчивостью к продуктам сгорания котельни и обнаружена за период 2005-2016 в Уч3, Эверния среднеморфная – низкой устойчивостью, т.к. не обнаружена в парковой зоне (Уч1) в 2014 г.

2. Наименьшее видовое разнообразие лишайников на территориях с выхлопными газами автотранспорта и сельхозтехники; с газообразными продуктами бактериального разложения отходов животноводства.

3. С южной стороны деревьев лишайников меньше в 2,3 раза; с западной и восточной сторон – в 1,7 раз по сравнению с северной. При этом минимальное проективное покрытие лишайников с северной стороны деревьев и максимальное с южного горизонта в районах с продуктами сгорания автотоплива. Самая большая разница в покрытии с северной стороны по сравнению с южной на территории фермы и парковой зоне, составив, соответственно разницу в 4 и 3,5 раз. Наибольшая разница между северной и другими географическими сторонами поверхности деревьев со временем наблюдается в самой чистой зоне – парковая черта, где с 2005 г. по 2016 г. с

северной стороны деревьев лишайников больше стало в 1,8 раз по сравнению с южным горизонтом.

4. При дополнительной стрессовой нагрузке (антропогенное загрязнение окружающей среды; изменение жизнеобеспечивающих абиотических факторов) эпифитные лишайники адаптируются, сменяя свои экологические ниши и поселяясь на поверхности деревьев с других географических сторон света, не выбирая северную сторону.

5. Метод линейных пересечений более чувствителен, т.к. почти по всем анализируемым территориям за период анализа с 2005 г. по 2016 г. показатели в среднем превышали на 1,2% - 1,4% данные, определенные методом «Палетки». Наибольшая разница в чувствительности метода обнаружена на территории с продуктами сгорания топлива автомашин (Уч2), где в 1,2-1,3 раза больше результаты покрытия лишайниками. Самая низкая разница в чувствительности двух выбранных методов определена в районе выбросами котельной (Уч3), где поверхность определенных лишайников методом линейных пересечений выше менее чем на 1% по сравнению с определением палетками.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бирюкова, А. В. Определение чистоты воздуха по лишайникам / А. В. Бирюкова, Определение чистоты воздуха по лишайникам //– Режим доступа: <http://fadr.msu.ru/ecosoop/monitor>. – Дата доступа: 23.05.2016
2. Верясова, Ю. Биоиндикация загрязненности воздуха. / Ю. Верясова [и др.] – Режим доступа: <http://www.eco.nw.ru>. – Дата доступа: 11.09.2015
3. Горбач, Н.В. Лишайники Белоруссии / Н. В. Горбач. Минск: Наука и техника, 1973.
4. Жизнь растений в 6. т. Т. 3. Водоросли. Лишайники. М.: Просвещение, 1977. С. 379–381, 382–385, 490–419, 420–423, 426–431.
5. Инсарова, И.Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха /проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем / И.Д. Инсарова, Г.Э. Инсаров. –Л.: Гидрометеиздат, 1989. Т. 12. С. 113–175. – Режим доступа: <http://www.eco.nw.ru>. – Дата доступа: 18.08.2016
6. Лишайники как индикаторы чистоты воздуха – Режим доступа: <http://miksike.net/docs>. – Дата доступа: 01.08.2015
7. Боголюбов, А.С. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации /А.С. Боголюбов, [и др.] / Экосистема, 2001. – Режим доступа: <http://www.ecosystema.ru>. – Дата доступа: 23.08.2016
8. Определение загрязненности воздуха по лишайникам. – Режим доступа: <http://ecoclub.nsu.ru>. – Дата доступа: 13.05.2016

ПРОЦЕНТ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ЛИШАЙНИКАМИ ДЕРЕВЬЕВ (МЕТОД ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ)

| № уч.          | № дер        | Обхват дерева (см) | Площадь покрытия (см) | % проективного покрытия | Обхват дерева (см) | Площадь покрытия (см) | % проективного покрытия | Площадь покрытия (см) | % проективного покрытия | Площадь покрытия (см) | % проективного покрытия |
|----------------|--------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                |              |                    | 2005г                 |                         |                    | 2014г                 |                         | 2015г                 |                         | 2016г                 |                         |
| <b>1</b>       | 1            | 41,5               | 9,78                  | 23,57                   | 52                 | 8,76                  | 16,85                   | 8,66                  | 16,65                   | 8,56                  | 16,46                   |
|                | 2            | 40                 | 9,24                  | 23,10                   | 51                 | 10,01                 | 19,63                   | 9,78                  | 19,18                   | 9,64                  | 18,90                   |
|                | 3            | 38                 | 9,43                  | 24,82                   | 49                 | 9,53                  | 19,45                   | 9,45                  | 19,29                   | 9,36                  | 19,10                   |
|                | 4            | 41                 | 8,52                  | 20,78                   | 53                 | 10,24                 | 19,32                   | 10,05                 | 18,96                   | 10,05                 | 18,96                   |
|                | 5            | 40                 | 8,65                  | 21,62                   | 52                 | 10,0                  | 19,23                   | 9,36                  | 18,00                   | 9,12                  | 17,54                   |
|                | 6            | 42,5               | 7,16                  | 16,85                   | 54                 | 9,56                  | 17,70                   | 9,0                   | 16,67                   | 9,0                   | 16,67                   |
|                | 7            | 37                 | 9,38                  | 25,35                   | 48                 | 8,9                   | 18,54                   | 8,24                  | 17,17                   | 8,24                  | 17,17                   |
|                | 8            | 48                 | 9,15                  | 19,06                   | 59                 | 14,78                 | 25,05                   | 14,38                 | 24,37                   | 14,16                 | 24,00                   |
|                | 9            | 40                 | 8,17                  | 20,42                   | 52                 | 7,8                   | 15,00                   | 7,15                  | 13,75                   | 7,15                  | 13,75                   |
|                | 10           | 43                 | 9,16                  | 21,30                   | 56                 | 12,4                  | 22,14                   | 11,84                 | 21,14                   | 11,84                 | 21,14                   |
| <b>сред.зн</b> | <b>41,1</b>  | <b>8,86</b>        | <b>21,69</b>          | <b>52,6</b>             | <b>10,20</b>       | <b>19,29</b>          | <b>97,91</b>            | <b>18,52</b>          | <b>9,71</b>             | <b>18,37</b>          |                         |
| <b>2</b>       | 1            | 49                 | 6,65                  | 13,57                   | 60                 | 6,8                   | 11,33                   | 6,25                  | 10,41                   | 6,25                  | 10,41                   |
|                | 2            | 47                 | 6,26                  | 13,32                   | 58                 | 8,24                  | 14,20                   | 8,24                  | 14,20                   | 7,64                  | 13,17                   |
|                | 3            | 53                 | 7,86                  | 14,83                   | 61                 | 5,89                  | 9,66                    | 5,36                  | 8,78                    | 5,36                  | 8,78                    |
|                | 4            | 48                 | 5,38                  | 11,21                   | 60                 | 8,5                   | 14,16                   | 8,5                   | 14,16                   | 8,5                   | 14,16                   |
|                | 5            | 50,5               | 8,15                  | 16,14                   | 59                 | 6,65                  | 11,27                   | 6,15                  | 10,42                   | 6,15                  | 10,42                   |
|                | 6            | 47,5               | 6,74                  | 14,19                   | 56                 | 7,12                  | 12,71                   | 6,68                  | 11,92                   | 6,68                  | 11,92                   |
|                | 7            | 52                 | 7,22                  | 13,88                   | 58                 | 6,25                  | 10,77                   | 6,0                   | 10,34                   | 6,0                   | 10,34                   |
|                | 8            | 48                 | 6,15                  | 12,81                   | 58                 | 8,65                  | 14,91                   | 7,65                  | 13,18                   | 7,65                  | 13,13                   |
|                | 9            | 50                 | 6,58                  | 13,16                   | 62                 | 7,17                  | 11,56                   | 6,78                  | 10,93                   | 6,78                  | 10,93                   |
|                | 10           | 49,5               | 7,08                  | 14,30                   | 61                 | 6,76                  | 11,08                   | 6,76                  | 11,08                   | 6,76                  | 11,08                   |
| <b>сред.зн</b> | <b>49,45</b> | <b>6,81</b>        | <b>13,74</b>          | <b>59,3</b>             | <b>7,2</b>         | <b>12,17</b>          | <b>6,84</b>             | <b>11,54</b>          | <b>6,78</b>             | <b>11,43</b>          |                         |
| <b>3</b>       | 1            | 46,0               | 10,60                 | 23,0                    | 58                 | 11,24                 | 19,32                   | 8,86                  | 15,27                   | 8,64                  | 14,89                   |
|                | 2            | 45,5               | 9,88                  | 21,70                   | 56                 | 10,42                 | 18,60                   | 9,60                  | 17,14                   | 9,60                  | 17,14                   |
|                | 3            | 49,0               | 10,60                 | 21,60                   | 62                 | 10,98                 | 17,70                   | 8,68                  | 14,00                   | 8,68                  | 14,00                   |
|                | 4            | 43,5               | 8,2                   | 18,80                   | 66                 | 8,64                  | 13,09                   | 8,24                  | 12,48                   | 7,85                  | 11,89                   |

|                         |                |             |      |              |             |             |              |             |              |             |              |
|-------------------------|----------------|-------------|------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                         | 5              | 42,0        | 7,68 | 18,28        | 54          | 8,36        | 15,48        | 8,20        | 15,18        | 8,20        | 15,18        |
|                         | 6              | 46,0        | 6,96 | 15,13        | 56          | 8,78        | 15,67        | 7,45        | 13,30        | 7,45        | 13,30        |
|                         | 7              | 47,5        | 9,40 | 19,70        | 60          | 11,36       | 18,93        | 10,85       | 18,08        | 10,24       | 17,06        |
|                         | 8              | 45,0        | 9,58 | 21,20        | 56          | 10,64       | 19,00        | 10,26       | 18,32        | 10,26       | 18,32        |
|                         | 9              | 46,5        | 7,06 | 15,10        | 58          | 9,82        | 16,93        | 9,64        | 16,62        | 9,64        | 16,62        |
|                         | 10             | 46,0        | 8,02 | 17,40        | 58          | 9,66        | 16,65        | 8,86        | 15,27        | 8,86        | 15,27        |
|                         | <b>сред.зн</b> | <b>45,7</b> |      | <b>19,19</b> | <b>58,4</b> | <b>9,99</b> | <b>17,14</b> | <b>9,06</b> | <b>15,57</b> | <b>8,86</b> | <b>15,37</b> |
| <b>4</b>                | 1              |             |      |              | 62          |             |              | 8,48        | 13,67        | 8,48        | 13,67        |
|                         | 2              |             |      |              | 59          |             |              | 7,56        | 12,81        | 7,56        | 12,81        |
|                         | 3              |             |      |              | 64          |             |              | 8,64        | 13,50        | 8,64        | 13,50        |
|                         | 4              |             |      |              | 61          |             |              | 6,32        | 10,36        | 6,32        | 10,36        |
|                         | 5              |             |      |              | 63          |             |              | 7,44        | 11,80        | 7,44        | 11,80        |
|                         | 6              |             |      |              | 60          |             |              | 7,66        | 12,76        | 7,38        | 12,30        |
|                         | 7              |             |      |              | 65          |             |              | 9,40        | 14,46        | 9,40        | 14,46        |
|                         | 8              |             |      |              | 58          |             |              | 9,28        | 16,00        | 9,28        | 16,00        |
|                         | 9              |             |      |              | 62          |             |              | 7,86        | 12,67        | 7,86        | 12,67        |
|                         | 10             |             |      |              | 62          |             |              | 7,94        | 12,80        | 7,62        | 12,29        |
| <b>среднее значение</b> |                |             |      |              | <b>61,6</b> |             |              | <b>8,06</b> | <b>13,08</b> | <b>7,99</b> | <b>12,99</b> |
|                         | <b>1</b>       |             |      |              | 58          |             |              | 6,94        | 11,97        | 6,54        | 11,28        |
|                         | <b>2</b>       |             |      |              | 50          |             |              | 6,25        | 12,50        | 5,82        | 11,64        |
|                         | <b>3</b>       |             |      |              | 46          |             |              | 5,00        | 10,87        | 4,86        | 10,57        |
| <b>5</b>                | <b>4</b>       |             |      |              | 52          |             |              | 7,36        | 14,15        | 7,10        | 13,65        |
|                         | <b>5</b>       |             |      |              | 56          |             |              | 7,94        | 14,18        | 7,35        | 13,12        |
|                         | <b>6</b>       |             |      |              | 52          |             |              | 6,10        | 11,73        | 5,92        | 11,38        |
|                         | <b>7</b>       |             |      |              | 58          |             |              | 8,28        | 14,28        | 7,88        | 13,59        |
|                         | <b>8</b>       |             |      |              | 62          |             |              | 7,86        | 12,68        | 7,86        | 12,68        |
|                         | <b>9</b>       |             |      |              | 58          |             |              | 7,15        | 12,33        | 6,95        | 11,98        |
|                         | <b>10</b>      |             |      |              | 56          |             |              | 7,24        | 12,93        | 7,24        | 12,93        |
| <b>среднее значение</b> |                |             |      |              | <b>54,8</b> |             |              | <b>7,01</b> | <b>12,76</b> | <b>6,75</b> | <b>12,28</b> |

ПРОЦЕНТ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ДЕРЕВЬЕВ ЛИШАЙНИКАМИ (МЕТОДОМ «ПАЛЕТКИ»)

| № уч             | № дер | 2005г |   |   |   |    |   |   |   |   |      | 2014г |   |   |   |      |    |   |   |   |      | 2015г |      |   |   |      |      |    |   |   |   | 2016г |    |      |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |      |
|------------------|-------|-------|---|---|---|----|---|---|---|---|------|-------|---|---|---|------|----|---|---|---|------|-------|------|---|---|------|------|----|---|---|---|-------|----|------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|------|
|                  |       | a     |   |   |   | ср | b |   |   |   | ср   | %     | a |   |   |      | ср | b |   |   |      | ср    | %    | a |   |      |      | ср | b |   |   |       | ср | %    |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |      |
|                  |       | с     | ю | з | в |    | с | ю | з | в |      |       | с | ю | з | в    |    | с | ю | з | в    |       |      | с | ю | з    | в    |    | с | ю | з | в     |    |      | с | ю | з | в | с  | ю | з | в |   |    |      |
| 1                | 1     | 4     | 2 | 3 | 3 | 12 | 4 | 1 | 2 | 2 | 9    | 15,5  | 3 | 1 | 2 | 2    | 8  | 4 | 2 | 3 | 2    | 11    | 13,5 | 3 | 1 | 2    | 2    | 8  | 4 | 1 | 3 | 2     | 10 | 13   | 3 | 0 | 2 | 2 | 7  | 4 | 1 | 3 | 3 | 11 | 12,5 |
|                  | 2     | 6     | 2 | 4 | 4 | 16 | 5 | 1 | 3 | 3 | 12   | 22,0  | 6 | 2 | 4 | 3    | 15 | 5 | 1 | 3 | 4    | 13    | 21,5 | 6 | 1 | 3    | 3    | 13 | 6 | 2 | 3 | 4     | 14 | 20,5 | 6 | 1 | 3 | 2 | 12 | 7 | 2 | 3 | 4 | 16 | 20   |
|                  | 3     | 5     | 1 | 4 | 3 | 13 | 4 | 2 | 2 | 2 | 10   | 18,0  | 5 | 1 | 2 | 2    | 10 | 4 | 2 | 3 | 4    | 13    | 16,5 | 5 | 0 | 2    | 2    | 9  | 5 | 3 | 2 | 3     | 13 | 15,5 | 4 | 0 | 2 | 2 | 8  | 5 | 2 | 4 | 3 | 14 | 15   |
|                  | 4     | 2     | 1 | 2 | 1 | 6  | 8 | 4 | 5 | 4 | 21   | 18,5  | 3 | 0 | 2 | 1    | 6  | 8 | 2 | 5 | 4    | 19    | 15,5 | 3 | 0 | 1    | 1    | 5  | 8 | 1 | 5 | 4     | 18 | 14   | 3 | 0 | 1 | 1 | 5  | 8 | 1 | 5 | 4 | 18 | 14   |
|                  | 5     | 6     | 2 | 1 | 2 | 11 | 7 | 0 | 3 | 2 | 12   | 17,0  | 5 | 1 | 1 | 1    | 8  | 8 | 1 | 2 | 2    | 13    | 14,5 | 5 | 1 | 0    | 1    | 7  | 8 | 1 | 2 | 1     | 12 | 13   | 5 | 1 | 0 | 1 | 7  | 8 | 0 | 1 | 1 | 10 | 12   |
|                  | 6     | 9     | 4 | 6 | 5 | 24 | 4 | 3 | 1 | 3 | 11   | 29,5  | 7 | 3 | 6 | 5    | 21 | 6 | 2 | 3 | 3    | 14    | 28   | 7 | 1 | 6    | 5    | 19 | 7 | 2 | 4 | 3     | 16 | 27   | 7 | 2 | 5 | 5 | 19 | 7 | 2 | 4 | 3 | 16 | 27   |
|                  | 7     | 3     | 1 | 2 | 2 | 8  | 6 | 0 | 5 | 4 | 15   | 15,5  | 3 | 1 | 1 | 2    | 7  | 6 | 0 | 6 | 4    | 16    | 15   | 3 | 1 | 0    | 2    | 6  | 6 | 0 | 7 | 4     | 17 | 14,5 | 3 | 1 | 0 | 2 | 6  | 6 | 0 | 7 | 4 | 17 | 14,5 |
|                  | 8     | 6     | 4 | 4 | 5 | 19 | 6 | 2 | 4 | 3 | 15   | 26,5  | 6 | 3 | 4 | 4    | 17 | 8 | 4 | 2 | 2    | 16    | 25   | 6 | 3 | 4    | 3    | 16 | 8 | 4 | 2 | 2     | 16 | 24   | 6 | 2 | 4 | 3 | 15 | 8 | 5 | 2 | 2 | 17 | 23,5 |
|                  | 9     | 4     | 2 | 3 | 4 | 13 | 4 | 1 | 1 | 3 | 9    | 17,5  | 5 | 2 | 3 | 3    | 13 | 3 | 1 | 3 | 3    | 10    | 18   | 5 | 1 | 2    | 3    | 11 | 3 | 2 | 4 | 4     | 13 | 17,5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 11 | 3 | 2 | 4 | 4 | 13 | 17,5 |
|                  | 10    | 4     | 2 | 3 | 3 | 12 | 5 | 2 | 4 | 5 | 16   | 20,0  | 4 | 1 | 2 | 2    | 9  | 5 | 2 | 5 | 5    | 17    | 17,5 | 4 | 1 | 1    | 2    | 8  | 5 | 1 | 6 | 5     | 17 | 16,5 | 4 | 0 | 2 | 2 | 8  | 5 | 1 | 6 | 5 | 17 | 16,5 |
| среднее значение |       |       |   |   |   | 13 |   |   |   |   | 20,0 |       |   |   |   | 11   |    |   |   |   | 14   | 18,5  |      |   |   |      | 17,5 |    |   |   |   | 17,3  |    |      |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |      |
| 2                | 1     | 4     | 1 | 1 | 0 | 7  | 3 | 1 | 3 | 2 | 9    | 11,5  | 2 | 0 | 1 | 1    | 4  | 4 | 1 | 3 | 2    | 10    | 9    | 2 | 0 | 1    | 1    | 4  | 4 | 1 | 2 | 2     | 9  | 8,5  | 2 | 0 | 0 | 1 | 3  | 4 | 1 | 3 | 3 | 11 | 8,5  |
|                  | 2     | 3     | 3 | 1 | 2 | 9  | 6 | 1 | 1 | 3 | 11   | 14,5  | 3 | 1 | 1 | 2    | 7  | 8 | 1 | 2 | 2    | 13    | 13,5 | 3 | 1 | 1    | 2    | 7  | 7 | 1 | 1 | 2     | 11 | 12,5 | 3 | 1 | 1 | 2 | 7  | 7 | 1 | 1 | 2 | 11 | 12,5 |
|                  | 3     | 4     | 2 | 2 | 3 | 11 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5    | 13,5  | 4 | 2 | 3 | 2    | 11 | 2 | 0 | 1 | 1    | 4     | 13   | 4 | 1 | 3    | 2    | 10 | 2 | 1 | 1 | 1     | 5  | 12,5 | 4 | 1 | 3 | 2 | 10 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5  | 12,5 |
|                  | 4     | 3     | 1 | 2 | 2 | 8  | 3 | 0 | 1 | 2 | 6    | 11,0  | 3 | 1 | 2 | 1    | 7  | 3 | 0 | 2 | 2    | 7     | 10,5 | 3 | 1 | 1    | 1    | 6  | 3 | 0 | 3 | 2     | 8  | 10   | 3 | 1 | 1 | 1 | 6  | 3 | 0 | 3 | 2 | 8  | 10   |
|                  | 5     | 2     | 1 | 1 | 2 | 6  | 3 | 3 | 1 | 3 | 10   | 11,0  | 2 | 1 | 1 | 1    | 5  | 3 | 2 | 2 | 3    | 10    | 10   | 2 | 0 | 1    | 1    | 4  | 3 | 2 | 3 | 2     | 10 | 9    | 2 | 0 | 1 | 1 | 4  | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | 9    |
|                  | 6     | 3     | 2 | 2 | 2 | 9  | 4 | 1 | 2 | 4 | 11   | 14,5  | 3 | 2 | 2 | 1    | 8  | 4 | 1 | 5 | 2    | 12    | 14   | 3 | 2 | 2    | 1    | 8  | 4 | 1 | 4 | 2     | 11 | 13,5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 8  | 4 | 0 | 4 | 2 | 10 | 13   |
|                  | 7     | 3     | 2 | 3 | 2 | 10 | 5 | 1 | 0 | 1 | 7    | 13,5  | 3 | 1 | 3 | 2    | 9  | 4 | 0 | 1 | 1    | 6     | 12   | 3 | 1 | 3    | 2    | 9  | 4 | 0 | 1 | 1     | 6  | 12   | 3 | 1 | 3 | 2 | 9  | 4 | 0 | 1 | 1 | 6  | 12   |
|                  | 8     | 3     | 1 | 2 | 2 | 8  | 6 | 0 | 3 | 2 | 11   | 13,5  | 3 | 1 | 2 | 2    | 8  | 6 | 0 | 2 | 2    | 10    | 13   | 3 | 1 | 2    | 1    | 7  | 6 | 0 | 2 | 2     | 10 | 12   | 3 | 1 | 2 | 1 | 7  | 6 | 0 | 2 | 2 | 10 | 12   |
|                  | 9     | 2     | 0 | 1 | 2 | 5  | 3 | 2 | 2 | 1 | 8    | 9,0   | 2 | 0 | 1 | 1    | 4  | 3 | 1 | 1 | 2    | 7     | 7,5  | 2 | 0 | 0    | 1    | 3  | 3 | 1 | 2 | 2     | 8  | 7    | 2 | 0 | 0 | 1 | 3  | 3 | 1 | 2 | 2 | 8  | 7    |
|                  | 10    | 3     | 1 | 3 | 1 | 8  | 3 | 2 | 3 | 2 | 10   | 13,0  | 1 | 1 | 2 | 2    | 6  | 5 | 2 | 3 | 3    | 13    | 12,5 | 1 | 1 | 2    | 2    | 6  | 4 | 2 | 3 | 3     | 12 | 12   | 1 | 1 | 1 | 1 | 4  | 4 | 3 | 4 | 4 | 15 | 11,5 |
| среднее значение |       |       |   |   |   | 9  |   |   |   |   | 12,5 |       |   |   |   | 11,5 |    |   |   |   | 10,9 |       |      |   |   | 10,8 |      |    |   |   |   |       |    |      |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |      |





ПРОЦЕНТ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ДЕРЕВЬЕВ ПО СТОРОНАМ ГОРИЗОНТА

| № участка          | № дерева | Процент проективного покрытия |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|--------------------|----------|-------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                    |          | 2005                          |            |             |             | 2014        |             |             |             | 2015        |             |             |             | 2016        |             |             |             |
|                    |          | С                             | Ю          | З           | В           | С           | Ю           | З           | В           | С           | Ю           | З           | В           | С           | Ю           | З           | В           |
| 1                  | 1        | 6                             | 2,5        | 4           | 4           | 5           | 2           | 3,5         | 3           | 5           | 1,5         | 3,5         | 3           | 5           | 0,5         | 3,5         | 3,5         |
|                    | 2        | 8,5                           | 2,5        | 5,5         | 5,5         | 8,5         | 2,5         | 5,5         | 5           | 9           | 2           | 4,5         | 5           | 9,5         | 2           | 4,5         | 4           |
|                    | 3        | 7                             | 2          | 5           | 4           | 7           | 2           | 3,5         | 4           | 7,5         | 1,5         | 3           | 3,5         | 6,5         | 1           | 4           | 3,5         |
|                    | 4        | 6                             | 3          | 4,5         | 3           | 7           | 1           | 4,5         | 3           | 7           | 0,5         | 3,5         | 3           | 7           | 0,5         | 3,5         | 3           |
|                    | 5        | 9,5                           | 2          | 2,5         | 3           | 9           | 1,5         | 2           | 2           | 9           | 1,5         | 1           | 1,5         | 9           | 1           | 0,5         | 1,5         |
|                    | 6        | 11                            | 5,5        | 6,5         | 6,5         | 10          | 4           | 0,5         | 6,5         | 10,5        | 2           | 8           | 6,5         | 10,5        | 3           | 7           | 6,5         |
|                    | 7        | 6                             | 1          | 4,5         | 4           | 6           | 1           | 4           | 4           | 6           | 1           | 3,5         | 4           | 6           | 1           | 3,5         | 4           |
|                    | 8        | 9                             | 5          | 6           | 6,5         | 10          | 5           | 5           | 5           | 10          | 5           | 5           | 4           | 10          | 4,5         | 5           | 4           |
|                    | 9        | 6                             | 2,5        | 3,5         | 5,5         | 6,5         | 2,5         | 4,5         | 4,5         | 6,5         | 2           | 4           | 5           | 6,5         | 1           | 4           | 5           |
|                    | 10       | 6,5                           | 3          | 5           | 5,5         | 6,5         | 2           | 4,5         | 4,5         | 6,5         | 1,5         | 4           | 4,5         | 6,5         | 0,5         | 5           | 4,5         |
| <b>среднее</b>     |          | <b>7,55</b>                   | <b>2,9</b> | <b>4,7</b>  | <b>4,15</b> | <b>7,55</b> | <b>2,35</b> | <b>4,45</b> | <b>4,15</b> | <b>7,3</b>  | <b>1,8</b>  | <b>4</b>    | <b>4</b>    | <b>7,65</b> | <b>1,6</b>  | <b>4,05</b> | <b>3,95</b> |
| 2                  | 1        | 5,5                           | 1,5        | 2,5         | 1           | 2           | 0,5         | 2,5         | 2           | 6           | 0,5         | 2           | 2           | 4           | 0,5         | 1,5         | 2,5         |
|                    | 2        | 6                             | 3,5        | 1,5         | 3,5         | 7           | 1,5         | 2           | 3           | 0,5         | 1,5         | 1,5         | 3           | 6,5         | 1,5         | 1,5         | 3           |
|                    | 3        | 4,5                           | 3,5        | 3           | 3,5         | 5           | 2           | 3,5         | 2,5         | 5           | 1,5         | 3,5         | 2,5         | 5           | 1,5         | 3,5         | 2,5         |
|                    | 4        | 4,5                           | 1          | 2,5         | 3           | 4,5         | 1           | 3           | 2           | 4,5         | 1           | 2,5         | 2           | 4,5         | 1           | 2,5         | 2           |
|                    | 5        | 3,5                           | 2,5        | 1,5         | 3,5         | 4,5         | 2           | 2           | 2,5         | 3,5         | 1           | 2,5         | 2           | 3,5         | 1           | 2,5         | 2           |
|                    | 6        | 5                             | 2,5        | 3           | 4           | 5           | 2,5         | 4,5         | 2           | 5           | 2,5         | 4           | 2           | 5           | 2           | 4           | 2           |
|                    | 7        | 5,5                           | 2,5        | 3           | 2,5         | 5           | 1           | 3,5         | 2,5         | 5           | 1           | 3,5         | 2,5         | 5           | 1           | 3,5         | 2,5         |
|                    | 8        | 6                             | 1          | 3,5         | 3           | 6           | 1           | 3           | 3           | 6           | 1           | 3           | 2           | 6           | 1           | 3           | 2           |
|                    | 9        | 3,5                           | 1          | 2           | 2,5         | 3,5         | 0,5         | 1,5         | 2           | 3,5         | 0,5         | 1           | 2           | 3,5         | 0,5         | 1           | 2           |
|                    | 10       | 4,5                           | 2          | 4,5         | 2           | 3,5         | 2           | 3,5         | 3,5         | 3           | 2           | 3,5         | 3,5         | 3           | 2,5         | 3           | 3           |
| <b>среднее</b>     |          | <b>4,85</b>                   | <b>2</b>   | <b>2,7</b>  | <b>2,5</b>  | <b>4,7</b>  | <b>1,4</b>  | <b>2,9</b>  | <b>2,5</b>  | <b>4,6</b>  | <b>12</b>   | <b>3,8</b>  | <b>2,35</b> | <b>4,6</b>  | <b>1,25</b> | <b>2,6</b>  | <b>2,35</b> |
| 3                  | 1        | 9                             | 3          | 2,5         | 4           | 8,5         | 2,5         | 3           | 3           | 8,5         | 2           | 3           | 3           | 8,5         | 2           | 3           | 2           |
|                    | 2        | 7                             | 2          | 2,5         | 4,5         | 6           | 1,5         | 1,5         | 2,5         | 6           | 1,5         | 1,5         | 2,5         | 6,5         | 1           | 1,5         | 1,5         |
|                    | 3        | 6,5                           | 4          | 3,5         | 5           | 6,5         | 3           | 4           | 4           | 6,5         | 3           | 4           | 3           | 7           | 2           | 4           | 3,5         |
|                    | 4        | 8                             | 4,5        | 5,5         | 7,5         | 8           | 4           | 5           | 6,5         | 7           | 4           | 5           | 6           | 7           | 4           | 4,5         | 4,5         |
|                    | 5        | 7                             | 2,5        | 4,5         | 5           | 6,5         | 2,5         | 4,5         | 4,5         | 6,5         | 2           | 4           | 5           | 6,5         | 2           | 4           | 5           |
|                    | 6        | 6,5                           | 1,5        | 5,5         | 4           | 5,5         | 2,5         | 4,5         | 3           | 5,5         | 1,5         | 4,5         | 4           | 5,5         | 1,5         | 4,5         | 4           |
|                    | 7        | 6,5                           | 3,5        | 4           | 5,5         | 5,5         | 2           | 4           | 6           | 5,5         | 2           | 4           | 5           | 6,5         | 3           | 4           | 3,5         |
|                    | 8        | 6,5                           | 3          | 4           | 4           | 9,5         | 2           | 2,5         | 3           | 6,5         | 3           | 4           | 3,5         | 6,5         | 3           | 4           | 4,5         |
|                    | 9        | 5                             | 2          | 4           | 5           | 5           | 1,5         | 4           | 4,5         | 3           | 1,5         | 0,5         | 0,5         | 2,5         | 0,5         | 0,5         | 4           |
|                    | 10       | 7,5                           | 2          | 3,5         | 3           | 3           | 2           | 3           | 3,5         | 3           | 2           | 3           | 3,5         | 3           | 1           | 2           | 3           |
| <b>среднее учЗ</b> |          | <b>6,95</b>                   | <b>2,8</b> | <b>3,95</b> | <b>4,15</b> | <b>4,35</b> | <b>2,35</b> | <b>3,6</b>  | <b>4,15</b> | <b>5,85</b> | <b>2,25</b> | <b>3,35</b> | <b>3,6</b>  | <b>5,85</b> | <b>1,8</b>  | <b>2,15</b> | <b>3,25</b> |

|                |    |  |  |  |  |  |  |  |  |             |            |             |             |             |            |             |             |
|----------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 4              | 1  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6,5         | 1,5        | 2           | 3           | 6,5         | 2          | 2           | 2           |
|                | 2  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6,5         | 1,5        | 1,5         | 2,5         | 6,5         | 1          | 1,5         | 1,5         |
|                | 3  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6,5         | 3          | 2           | 2           | 6,5         | 1          | 2           | 2           |
|                | 4  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3           | 2          | 3           | 3,5         | 3           | 2          | 3           | 3,5         |
|                | 5  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6,5         | 3          | 2           | 2           | 7           | 1          | 2           | 2,5         |
|                | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5           | 0,5        | 3,5         | 3           | 5,5         | 0,5        | 4           | 4           |
|                | 7  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3,5         | 1          | 3           | 4           | 3,5         | 1          | 2           | 4           |
|                | 8  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3           | 2          | 3           | 3,5         | 3           | 1          | 3           | 3           |
|                | 9  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3           | 1,5        | 0,5         | 0,5         | 2,5         | 1,5        | 0,5         | 0,5         |
|                | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  | 3           | 2          | 3           | 3,5         | 3           | 2          | 3           | 3,5         |
| <b>среднее</b> |    |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>5,2</b>  | <b>1,4</b> | <b>2,85</b> | <b>2,9</b>  | <b>5,15</b> | <b>1,2</b> | <b>2,75</b> | <b>2,65</b> |
| 5              | 1  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6,5         | 1,5        | 1,5         | 2,5         | 6,5         | 1,5        | 1,5         | 2,5         |
|                | 2  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3           | 2          | 3           | 3,5         | 3           | 2          | 3           | 3,5         |
|                | 3  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6           | 1          | 2,5         | 3,5         | 6           | 1          | 2,5         | 3           |
|                | 4  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6,5         | 1,5        | 3           | 2,5         | 6,5         | 1,5        | 3           | 2,5         |
|                | 5  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6,5         | 1,5        | 3           | 2,5         | 6,5         | 0,5        | 2,5         | 2           |
|                | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4           | 0,5        | 2,5         | 2           | 4           | 0,5        | 2           | 2           |
|                | 7  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6           | 0,5        | 4,5         | 4           | 5,5         | 0,5        | 4           | 4           |
|                | 8  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5           | 2          | 3,5         | 2,5         | 5           | 1,5        | 3,5         | 2,5         |
|                | 9  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5           | 1          | 3,5         | 2,5         | 5           | 1          | 3,5         | 2,5         |
|                | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  | 3,5         | 2,5        | 1,5         | 3,5         | 3,5         | 2          | 2           | 2,5         |
| <b>среднее</b> |    |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>4,65</b> | <b>1,8</b> | <b>2,35</b> | <b>2,75</b> | <b>4,7</b>  | <b>1,3</b> | <b>2,3</b>  | <b>2,65</b> |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ (%) ЭПИФИТНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ, ОПРЕДЕЛЕННОЕ ДВУМЯ МЕТОДАМИ  
ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ: МЕТОД «ПАЛЕТКИ», МЕТОД ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

| № дер.       | 1 участок       |             |             |             |                            |              |              |              | 2 участок       |             |                            |              |                            |              |                            |              |
|--------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
|              | Метод «палетки» |             |             |             | Метод линейных пересечений |              |              |              | Метод «палетки» |             |                            |              | Метод линейных пересечений |              |                            |              |
|              | 2005            | 2014        | 2015        | 2016        | 2005                       | 2014         | 2015         | 2016         | 2005            | 2014        | 2015                       | 2016         | 2005                       | 2014         | 2015                       | 2016         |
| <b>1</b>     | 15,5            | 13,5        | 13          | 12,5        | 23,57                      | 16,85        | 16,65        | 16,46        | 11,5            | 9           | 8,5                        | 8,5          | 13,57                      | 11,33        | 10,41                      | 10,41        |
| <b>2</b>     | 22,0            | 21,5        | 20,5        | 20          | 23,10                      | 19,63        | 19,18        | 18,90        | 14,5            | 13,5        | 12,5                       | 12,5         | 13,32                      | 14,20        | 14,20                      | 13,17        |
| <b>3</b>     | 18,0            | 16,5        | 15,5        | 15          | 24,82                      | 19,45        | 19,29        | 19,10        | 13,5            | 13          | 12,5                       | 12,5         | 14,83                      | 9,66         | 8,78                       | 8,78         |
| <b>4</b>     | 18,5            | 15,5        | 14          | 14          | 20,78                      | 19,32        | 18,96        | 18,96        | 11,0            | 10,5        | 10                         | 10           | 11,21                      | 14,16        | 14,16                      | 14,16        |
| <b>5</b>     | 17,0            | 14,5        | 13          | 12          | 21,62                      | 19,23        | 18,00        | 17,54        | 11,0            | 10          | 9                          | 9            | 16,14                      | 11,27        | 10,42                      | 10,42        |
| <b>6</b>     | 29,5            | 28          | 27          | 27          | 16,85                      | 17,70        | 16,67        | 16,67        | 14,5            | 14          | 13,5                       | 13           | 14,19                      | 12,71        | 11,92                      | 11,92        |
| <b>7</b>     | 15,5            | 15          | 14,5        | 14,5        | 25,35                      | 18,54        | 17,17        | 17,17        | 13,5            | 12          | 12                         | 12           | 13,88                      | 10,77        | 10,34                      | 10,34        |
| <b>8</b>     | 26,5            | 25          | 24          | 23,5        | 19,06                      | 25,05        | 24,37        | 24,00        | 13,5            | 13          | 12                         | 12           | 12,81                      | 14,91        | 13,18                      | 13,13        |
| <b>9</b>     | 17,5            | 18          | 17,5        | 17,5        | 20,42                      | 15,00        | 13,75        | 13,75        | 9,0             | 7,5         | 7                          | 7            | 13,16                      | 11,56        | 10,93                      | 10,93        |
| <b>10</b>    | 20,0            | 17,5        | 16,5        | 16,5        | 21,30                      | 22,14        | 21,14        | 21,14        | 13,0            | 12,5        | 12                         | 11,5         | 14,30                      | 11,08        | 11,08                      | 11,08        |
| <b>сред.</b> | <b>20,0</b>     | <b>18,5</b> | <b>17,5</b> | <b>17,3</b> | <b>21,69</b>               | <b>19,29</b> | <b>18,52</b> | <b>18,37</b> | <b>12,5</b>     | <b>11,5</b> | <b>10,9</b>                | <b>10,8</b>  | <b>13,74</b>               | <b>12,17</b> | <b>11,54</b>               | <b>11,43</b> |
| № дер.       | 3 участок       |             |             |             |                            |              |              |              | 4 участок       |             |                            |              | 5 участок                  |              |                            |              |
|              | Метод «палетки» |             |             |             | Метод линейных пересечений |              |              |              | Метод «палетки» |             | Метод линейных пересечений |              | Метод «палетки»            |              | Метод линейных пересечений |              |
|              | 2005            | 2014        | 2015        | 2016        | 2005                       | 2014         | 2015         | 2016         | 2015            | 2016        | 2015                       | 2016         | 2015                       | 2016         | 2015                       | 2016         |
| <b>1</b>     | 18,5            | 17          | 16,5        | 15,5        | 23,0                       | 19,32        | 15,27        | 14,89        | 12              | 12          | 13,67                      | 13,67        | 13                         | 12,5         | 11,97                      | 11,28        |
| <b>2</b>     | 16,0            | 12          | 12          | 10,5        | 21,70                      | 18,60        | 17,14        | 17,14        | 11,5            | 11,5        | 12,81                      | 12,81        | 12                         | 10,5         | 12,50                      | 11,64        |
| <b>3</b>     | 19,0            | 17,5        | 16,5        | 16,5        | 21,60                      | 17,70        | 14,00        | 14,00        | 13,0            | 12,5        | 13,50                      | 13,50        | 13,5                       | 11,5         | 10,87                      | 10,57        |
| <b>4</b>     | 25,5            | 23,5        | 22          | 20          | 18,80                      | 13,09        | 12,48        | 11,89        | 13,5            | 13,5        | 10,36                      | 10,36        | 11,5                       | 11,5         | 14,15                      | 13,65        |
| <b>5</b>     | 19,0            | 18          | 17,5        | 17,5        | 18,28                      | 15,48        | 15,18        | 15,18        | 13,5            | 11,5        | 11,80                      | 11,80        | 13,5                       | 12,5         | 14,18                      | 13,12        |
| <b>6</b>     | 17,5            | 16,5        | 15,5        | 15,5        | 15,13                      | 15,67        | 13,30        | 13,30        | 9               | 8,5         | 12,76                      | 12,30        | 12,0                       | 14,5         | 11,73                      | 11,38        |
| <b>7</b>     | 19,5            | 17,5        | 17,5        | 16,5        | 19,70                      | 18,93        | 18,08        | 17,06        | 15,0            | 14,5        | 14,46                      | 14,46        | 11,5                       | 10,5         | 14,28                      | 13,59        |
| <b>8</b>     | 17,5            | 17,0        | 17,0        | 17,0        | 21,20                      | 19,00        | 18,32        | 18,32        | 13              | 12,5        | 16,00                      | 16,00        | 11,5                       | 10,0         | 12,68                      | 12,68        |
| <b>9</b>     | 16,0            | 15,0        | 12,0        | 12,0        | 15,10                      | 16,93        | 16,62        | 16,62        | 12              | 12          | 12,67                      | 12,67        | 5,5                        | 5,0          | 12,33                      | 11,98        |
| <b>10</b>    | 16,0            | 11,5        | 11,5        | 11,5        | 17,40                      | 16,65        | 15,27        | 15,27        | 11,0            | 10          | 12,80                      | 12,29        | 11,5                       | 11,5         | 12,93                      | 12,93        |
| <b>сред.</b> | <b>18,5</b>     | <b>16,6</b> | <b>15,8</b> | <b>15,3</b> | <b>19,19</b>               | <b>17,14</b> | <b>15,57</b> | <b>15,37</b> | <b>12,4</b>     | <b>11,9</b> | <b>13,08</b>               | <b>12,99</b> | <b>11,5</b>                | <b>10,9</b>  | <b>12,76</b>               | <b>12,28</b> |

## СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

| № уч-ка  | № д-ва      | Процент покрытия стволов древесных пород |                            |                 |
|----------|-------------|--|----------------------------|-----------------|
|          |             | Метод «палетки»                          | Метод линейных пересечений | Погрешности (±) |
| <b>1</b> | <b>2005</b> | 20,0                                     | 21,69                      | <b>±1,69</b>    |
|          | <b>2014</b> | 18,5                                     | 19,29                      | <b>±1,21</b>    |
|          | <b>2015</b> | 17,5                                     | 18,52                      | <b>±1,02</b>    |
|          | <b>2016</b> | 17,3                                     | 18,37                      | <b>±1,07</b>    |
| <b>2</b> | <b>2005</b> | 12,5                                     | 13,74                      | <b>±1,24</b>    |
|          | <b>2014</b> | 11,5                                     | 12,17                      | <b>±0,67</b>    |
|          | <b>2015</b> | 10,9                                     | 11,54                      | <b>±0,64</b>    |
|          | <b>2016</b> | 10,8                                     | 11,43                      | <b>±0,63</b>    |
| <b>3</b> | <b>2005</b> | 18,5                                     | 19,19                      | <b>±0,64</b>    |
|          | <b>2014</b> | 16,6                                     | 17,14                      | <b>±0,54</b>    |
|          | <b>2015</b> | 15,8                                     | 15,57                      | <b>±0,23</b>    |
|          | <b>2016</b> | 15,3                                     | 15,37                      | <b>±0,07</b>    |
| <b>4</b> | <b>2015</b> | 12,4                                     | 13,08                      | <b>±0,68</b>    |
|          | <b>2016</b> | 11,9                                     | 12,99                      | <b>±1,09</b>    |
| <b>5</b> | <b>2015</b> | 11,5                                     | 12,76                      | <b>±1,26</b>    |
|          | <b>2016</b> | 10,9                                     | 12,28                      | <b>±1,38</b>    |

ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ



Илл.1 – Подготовка оборудования и материалов исследования



Илл.2 – Изготовленная палетка



Илл.3 – Измерительная лента



Илл.4 – Измерение площади покрытия лишайников способом «палетки»



Илл.5 – Обработка данных



Илл.6 – Определение лишайников с помощью информационных технологий



Илл.7 – Определение лишайников с помощью информационных технологий



Илл.8 – Коллекция лишайников



Илл.9 – Результат работы