

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение

«Богданихская средняя школа»

Ивановский район, Ивановская область

Учебно-исследовательская работа

**Сравнительная оценка степени загрязнения
воздуха методом лишеноиндикации в окрестностях
д. Богданиха Ивановского района**

Выполнила: Курганова Анастасия
Александровна, учащаяся 10 класса
МБОУ «Богданихская СШ»

Руководитель: Курганова Татьяна
Валерьевна, учитель химии и
биологии МБОУ «Богданихская СШ»

Оглавление

1. Введение	3-4
2. Обзор литературы.....	4-13
2.1. Строение лишайников.	4-6
2.2. Размножение лишайников.....	6-7
2.3. Роль лишайников в природе.....	8
2.4. Лихеноиндикация– одно из направлений мониторинга окружающей среды.....	8-13
3. Материал и методы исследования.....	13
4. Результаты исследования.....	16
5. Заключение	22
6. Выводы.....	23
7. Рекомендации.....	23
8. Список литературы.....	24
9. Приложения.....	25-31

1. Введение

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

Один из методов определения уровня загрязнения воздуха – лишеноиндикация. Лихенологи разделяют все виды лишайников на четыре экологические группы в зависимости от типа предпочитаемого ими субстрата: эпифитные – растущие на коре деревьев и кустарников; эпиксильные – растущие на обнаженной коре деревьев; эпигейные – растущие на почве и эпилитные – растущие на камнях. Наибольшей чувствительностью обладают эпифитные лишайники. При повышении степени загрязнения воздуха первыми исчезают кустистые лишайники, затем листоватые и последними накипные формы лишайников.

Цель работы: определить степень загрязнения воздуха в окрестностях деревни Богданиха Ивановского района методом лишеноиндикации и сопоставить полученные данные с данными 2018 г. и 2019 г.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить видовой состав лишайников на обследованных территориях и сравнить с данными 2018 г. и 2019 г.;
2. Определить степень покрытия стволов деревьев слоевищами лишайников;
3. Определить степень загрязнения воздуха в исследуемых точках методом лишеноиндикации и, сопоставив полученные данные и данные 2018 г. и 2019 г., сделать заключение об экологической обстановке;
4. Разработать рекомендации по защите воздуха от загрязнения.

Гипотеза

На состояние лесного массива вблизи д.Богданиха влияет загрязнение окружающей среды в связи с близостью к населенному пункту и дорогам. Мы считаем, что эксплуатация лесных зон человеком должна основываться

на разумном и бережном отношении. На территории лесного массива вблизи д.Богданиха степень антропогенного воздействия будет усиливаться.

Практическая значимость

Все возрастающее воздействие на окружающую природную среду диктует необходимость контроля ее состояния, обеспечения ее благоприятности для живых существ и человека

2.Обзор литературы

2.1. Строение лишайников

Лишайники – широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительностью к загрязнителям окружающей среды. Вегетативное тело лишайника – таллом, или слоевище, состоит из водоросли и гриба. Сторонники теории «мутуалистического симбиоза» считали, что в слоевище лишайника гриб и водоросль находятся во взаимовыгодном симбиозе: водоросль «снабжает» гриб органическими веществами, а гриб «защищает» водоросль от чрезмерного нагревания и освещения и «обеспечивает» ее водой и неорганическими солями. В 1873 г. французский исследователь Е. Борне обнаружил внутри водорослевых клеток лишайника грибные отростки – гаустории, всасывающие органы гриба. Получается, что гриб использует содержимое клеток водорослей, т. е. ведет себя как паразит.

Применением новейших методов физиологических исследований установлено, что гриб получает вещества, ассимилируемые водорослью, и ведет себя в слоевище лишайника как паразитический организм. Но для существования гриба необходимо, чтобы водоросль, могла жить и нормально развиваться. Если гриб начнет проявлять себя слишком активно, используя содержимое водоросли, то это приведет к гибели всех водорослей слоевища, а, значит, перестанет существовать и лишайник. Русский лихенолог А.А. Еленкин обнаружил в слоевище скопления отмерших, потерявших зеленую окраску клеток, расположенные несколько ниже зоны живых водорослей. К

этим бесцветным мертвым клеткам водорослей тоже тянулись грибные гифы. Таким образом, гриб в слоевище лишайника вначале проявляет себя как паразитический организм, а затем, убив водоросль, гриб переходит к сапрофитному способу питания, поглощая и ее мертвые остатки. Такие отношения между грибом и водорослью в слоевище лишайника Л. А. Еленкин назвал эндопаразитосапрофитизмом. [9]

По внешнему виду различают три типа талломов лишайников: накипные, листовые, кустистые.

Слоевище *накипных* лишайников имеет вид корочки, плотно сросшейся с субстратом. Корочка бывает тонкой в виде накипи или порошкообразного налета; может быть толщиной 1 – 2 мм, бывает толстой, до половины сантиметра толщиной. Диаметр накипных слоевищ составляет от нескольких миллиметров или сантиметров до 20 – 30 см. В зависимости от субстрата, на котором произрастают накипные лишайники, различают несколько экологических групп: эпилитные, развивающиеся на поверхности горных пород; эпифитные – на коре деревьев и кустарников; эпигейные – на поверхности почвы; эпиксилные – на обнаженной древесине. (стволах без коры, деревянных строениях и т.д.) [7]

Слоевище *листоватых* лишайников имеет вид листовидной пластинки, горизонтально распростертой на субстрате. Листоватое слоевище бывает часто рассечено на множество мелких лопастей. Лопастей разного размера и формы бывают собраны в округлые розетки, но иногда образуют слоевища неопределенных, разнообразных форм, напоминая искусно сплетенные кружева, окутывающие разноцветным чехлом стволы и ветви деревьев.

Слоевище *кустистых* лишайников имеет вид прямостоячего или повисающего кустика, реже неразветвленных прямостоячих выростов.

В отличие от накипных и листоватых форм лишайников, для которых характерен горизонтальный рост гиф, у кустистых лишайников наблюдается вертикально направленный рост гиф и верхушечный рост

слоевищ. Эти лишайники обычно прикрепляются к субстрату только небольшим участком нижней части слоевища. Прямостоячие напочвенные кустистые лишайники прикрепляются к почве нитевидными ризоидами. Прикрепление повисающих слоевищ кустистых лишайников к коре дерева или поверхности скал происходит с помощью псевдогомфа. Слоевища кустистых лишайников могут быть от нескольких миллиметров до 30 – 50 см. Повисающие слоевища кустистых лишайников иногда могут достигать колоссальных размеров.

У лишайников в зависимости от анатомического строения различают два типа слоевищ: гомеомерное слоевище, когда водоросли разбросаны по всей толщине слоевища; гетеромерное слоевище, когда водоросли образуют в слоевище обособленный слой.

Более примитивным считается слоевище гомеомерного строения. Если рассмотреть поперечный срез такого слоевища под микроскопом, то хорошо видно, что оно образовано беспорядочными переплетениями гиф гриба, среди которых разбросаны отдельные клетки или нити водорослей. Такое строение наиболее характерно для тех лишайников, фикобионтом которых являются сине-зеленые водоросли – носток, глеокапса и некоторые другие. Эти лишайники образуют группу, известную под названием слизистых лишайников. У лишайников, которые имеют фикобионтом зеленые водоросли, слоевище гомеомерного строения встречается очень редко, лишь у наиболее примитивных накипных форм.[4,7]

Для остального огромного большинства лишайников характерна гетеромерная структура, при которой в слоевищах можно различить дифференцированные слои.

2.2. Размножение лишайников

Лишайники размножаются либо спорами, которые образует микобионт половым или бесполом путем, либо вегетативно – фрагментами слоевища, соредиями и изидиями. При половом размножении на слоевищах лишайников в результате полового процесса формируются половые

спороношения в виде плодовых тел: апотеций, перитеций и гастеротеций. Большинство лишайников формируют открытые плодовые тела в виде апотециев – дисковидных образований. Около 70 родов лишайников имеют плодовые тела в форме перитеция – закрытого плодового тела, имеющего вид маленького кувшина с отверстием наверху. Небольшое количество лишайников образуют узкие плодовые тела удлинённой формы, которые называют гастеротециями.

Споры развиваются внутри особых мешковидных образований - сумок. Это сумчатые лишайники. У некоторых лишайников споры образуются не внутри сумок, а на вершине удлинённо-булавовидных гиф – базидий. Это базидиальные лишайники.

Развитие и созревание плодового тела у лишайников длится 4 – 10 лет. Сформировавшееся плодовое тело тоже является многолетним, способным в течение ряда лет продуцировать споры.

Большинство лишайников образуют плодовые тела открытого типа в форме апотециев. Эти округлые дисковидные образования, напоминающие по виду маленькие блюдца, очень часто можно наблюдать на верхней поверхности слоевища накипных и листоватых лишайников или на концах лопастей кустистых слоевищ. Обычно их диаметр не превышает 1 – 2 мм (у накипных – 0,1 – 0,5 мм), у некоторых листоватых и кустистых лишайников он может достигать 1 – 3 см [7]

Если накипные лишайники, как правило, образуют плодовые тела, то многие высокоорганизованные листоватые и кустистые лишайники размножаются вегетативным путем – кусочками слоевища. Кусочки слоевища переносятся ветром на новые местообитания и при благоприятных условиях разрастаются в новые слоевища лишайников. Так размножаются многие почвенные лишайники, представители родов цетрария и кладония, многие из которых почти никогда не образуют плодовых тел.

2.3. Роль лишайников в природе

Лишайники широко распространены на земном шаре. В тундровых, лесотундровых и лесных биогеоценозах они составляют заметную часть растительного покрова.

Развиваясь на почве, стволах деревьев, валунах и скалах, лишайники образуют в биогеоценозах определенные растительные группировки – синузии, которые являются компонентами биогеоценозов и играют определенную роль в их жизни, динамике и круговороте веществ.

Лишайниковые синузии находятся в определенных отношениях с другими компонентами биогеоценозов. Всего было зарегистрировано около 400 видов беспозвоночных животных, жизнь которых связана с лишайниками. Так, клещи, ногохвостки, сеноеды, гусеницы низших бабочек и другие питаются слоевищами лишайников и продуктами их разрушения.

Используя энергию солнечных лучей, поглощая воду и минеральные соли для построения своего тела, лишайники образуют определенную фитомассу. Наряду с накоплением фитомассы, в биогеоценозах идет и обратный процесс – отмирание лишайников. Вследствие старения и механического повреждения некоторые слоевища лишайников опадают на поверхность почвы. Скорость распада этих слоевищ достаточно высока, причем на первых стадиях большую роль в этом процессе играют беспозвоночные животные. Образуется почвенный гумус. Лишайники оказывают влияние на почвенную микрофлору и другие организмы биогеоценозов.

2.4. Лихеноиндикация – одно из направлений мониторинга окружающей среды

Одним из научных направлений мониторинга окружающей среды является индикация уровня и динамики загрязнения атмосферного воздуха с помощью эпифитных лишайников – лихеноиндикация.

Лишайники поглощают воду всей поверхностью тела в основном из атмосферных осадков и из водяных паров. Из воздуха с водой и пылью получают они и химические элементы. Поглощение элементов идет очень быстро и сопровождается их концентрированием. При повышении концентрации соединений металлов в воздухе резко возрастает их содержание в слоевищах лишайников. Их используют для наблюдения за распространением в атмосфере более 30 элементов: свинца, мышьяка, ртути, марганца, натрия и других.

Особая чувствительность лишайников объясняется тем, что они не могут выделять в среду поглощенные вещества. Малейшее загрязнение атмосферы, не влияющее на большинство растений, вызывает массовую гибель чувствительных видов лишайников. По мере приближения к источнику загрязнения слоевища лишайников становятся толстыми, компактными и почти совсем утрачивают плодовые тела. Дальнейшее загрязнение атмосферы приводит к тому, что лопасти лишайников окрашиваются в беловатый, коричневый или фиолетовый цвет, их тела сморщиваются, и растения погибают. По их видовому составу и встречаемости можно судить о степени загрязнения воздуха.

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

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

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

В 1926 г. шведский ученый Р. Сернандер (Sernander, 1926) провел в Стокгольме огромную работу, выделив в городе различные зоны:

- 1.«лишайниковую пустыню» (центр города с сильно загрязненным воздухом, где лишайников практически нет);
2. зону «соревнования» (части города со средней загрязненностью воздуха, где флора лишайников бедна - это ксантории, фисции, анаптихии и другие);
3. «нормальную зону» (периферийные части города, где встречаются многие виды лишайников) [3]

Это дало шведскому ученому Р. Сернандеру основание назвать лишайники «гигиенометрами», видовой состав и состояние, которых на данной территории отражают качество воздуха и комфортность условий проживания для самого человека.

Действительно, долгоживущие и медленно растущие лишайники, реагирующие в условиях постоянного воздействия загрязнений даже на относительно слабое увеличение их концентрации, оказались очень удобным объектом для подобной биоиндикации. И в последние десятилетия нашего века во многих странах видовой состав и особенности распространения лишайников, в особенности эпифитных, в городах, зонах воздействия крупных объектов индустрии и на других территориях стали объектом пристального изучения специалистов.

В последние десятилетия показано, что из компонентов загрязненного воздуха на лишайники самое отрицательное влияние оказывает двуокись серы (Dossier, Ranft, 1969; Domros, 1966, Biologisch-okologische Indikationen, 1973). Экспериментально установлено, что это вещество в концентрации 0,08—0,1 мг/м² начинает действовать на многие лишайники. В хлоропластах клеток водорослей появляются бурые пятна, начинается деградация хлорофилла. Концентрация двуокиси серы 0,5 мг/м² губительна для всех видов лишайников, произрастающих в естественных ландшафтах. Кроме того, гибнут не только сами растения, но и животные организмы, использующие их для питания (травоядные млекопитающие,

наземные моллюски и насекомые). Во многих странах лишайники используют в качестве официально утвержденных стандартных биоиндикаторов при мониторинге уровня концентрации SO_2 в атмосфере.

Однако имеется группа полеотолерантных (выносливых по отношению к городской среде) видов, которые могут существовать в довольно загрязненном воздухе.

В городской среде влияют и другие загрязнители: оксиды азота, углерода, соединения фтора и др. Кроме того, в городах «суше» по сравнению с естественными ландшафтами (примерно на 5%), теплее на $1\div 3^\circ C$, беднее светом.

При использовании лишайников, как индикаторов, многие исследователи исходят из отдельных видов, степень полеотолерантности которых выяснена на основе сравнительного изучения встречаемости, покрытия и жизнеспособности в местообитаниях с различной загрязненностью воздуха (Steiner, Schulze-Horn, 1955; Лийв, 1973; Питеранс, 1968). Однако применение этого метода не дает достаточно объективных данных. [11]

Лихеноиндикационные исследования имеют как свои плюсы, так и минусы. К несомненным достоинствам нужно отнести низкие материальные затраты на их реализацию, оперативность, способность охватить значительные по площади территории и возможность получить достоверный показатель степени нарушения растительного компонента конкретного биогеоценоза под влиянием определенных негативных факторов. Недостатки связаны с необходимостью учета воздействия всех известных факторов среды в комплексе с антропогенным влиянием на лишайниковый компонент биогеоценозов и невозможностью дать абсолютные значения концентрации газов в воздухе в отличие от физико-химических методов.

Кроме того, даже специалисту крайне сложно, на основе изучения лишайников сделать вывод о том, в какой период времени сформировался данный экземпляр и, следовательно, экологическую ситуацию какого периода он отражает.

Вместе с тем, для учебных исследований лихенологические работы вполне доступны, что доказывает опыт отечественных и зарубежных школ. Из множества методик, применяемых в лишайноиндикации, можно предложить изучение динамики проективного покрытия и частоты встречаемости эпифитных видов лишайников вдоль дорог, проложенных от источников загрязнения, и картирование этих параметров методом квадратов [3]

В качестве объектов исследования лучше всего подходят листоватые или кустистые эпифиты с крупными слоевищами достаточно яркой окраски, имеющие хорошую чувствительность к загрязнению воздуха. В условиях Ивановской области на роль биоиндикаторов можно предложить гипогимнию вздутую, пармелию бороздчатую, цетрарию сосновую, эвернию сливовую, эвернию шелушащуюся, виды родов *уснея* и *бриория*. Для правильности определения этих видов используют определитель. [5,9]

Иногда устойчивость лишайников к загрязнению обусловлена внешними факторами. Хорошо смачиваемое слоевище повреждается от загрязнения больше, чем плохо смачиваемое. Если субстрат, на котором растёт лишайник, имеет щелочную реакцию, то переносить кислотное загрязнение ему бывает легче. Но иногда причину устойчивости лишайника надо искать внутри самого организма. Важную роль играет плотность корового слоя в талломе, проницаемость клеток, присутствие некоторых лишайниковых веществ, нейтрализующих вредные выпадения.

По отношению к загрязнению воздуха виды лишайников можно разделить на 3 категории: самые чувствительные, исчезающие при первых симптомах загрязнения; среднечувствительные, приходящие на смену

погибшим чувствительным видам, с которыми они не могли конкурировать, пока воздух был совсем чистым; самые выносливые, толерантные к загрязнению лишайники.

3. Материал и методы исследования

Исследования проводились в окрестностях д. Богданиха Ивановского района с 17.07.20 по 21.07.20. Расположение точек сбора материала представлено на карте (Приложение 1).

Мы провели исследование для трех пробных площадок вблизи **д.Богданиха Ивановского района** (Приложение 1). Богданиха находится на выезде из города Кохмы, в 4.5 км к юго-востоку от города Иваново. Через Богданиху протекает река Уводь. В Богданихе расположены ивановские общегородские очистные сооружения, отработанный ил которых почти нигде не используется из-за высокого содержания в нём солей тяжёлых металлов и других токсичных веществ. Ил является источником опасного загрязнения окружающей среды.

В лишеноиндикационных исследованиях в качестве субстрата используются различные деревья. Главное, чтобы деревья были приблизительно одного возраста, без видимых повреждений. Для измерения численности лишайников на деревьях, в частности – их проективного покрытия, пользуются двумя приемами – способом «палетки» и «линейных пересечений». Оба эти способа дают примерно одинаковые результаты.

Способ «палетки» является методом непосредственного измерения проективного покрытия лишайников на стволах деревьев. Палетка представляет собой рамку из прозрачной пленки, разделенную на квадраты размером 1см х1см. Процедура измерения проста. Палетку накладывают на ствол дерева и считают число квадратов, в которых лишайники занимают больше половины площади квадрата (а). Условно приписывают им покрытие, равное 100%. Затем подсчитывают число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата (b), условно приписывая им покрытие, равное 50%. Общее проективное покрытие в процентах (R)

вычисляют по формуле: $R = (100a + 50b) / C$, где C – общее число квадратиков палетки. В целом же, несмотря на всю наглядность и простоту, недостатком этого способа измерений является сложность оценки численности каждого из видов лишайников в отдельности. При наличии на обследуемом участке коры дерева нескольких видов лишайников процедура оценки проективного покрытия существенно усложняется – каждый вид приходится считать в отдельности, так, что на обследование одной учетной площадки (даже размером 10 см x 10 см) уходит много времени.

Этого недостатка лишен **способ «линейных пересечений»**, менее наглядный и требующий немного более сложных расчетов, но зато более точный и универсальный. Этим способом воспользовались и мы (Приложение 3). Исследование проводилось по методике Боголюбова А.С., Кравченко М.В. «Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации», 2001г.

Для работы подготовили: коллекцию лишайников, фотографии лишайников, определитель лишайников, лупу, перочинный нож, формы записи результатов, фотоаппарат.

На исследуемом участке работу начали с определения основных древесных пород, определялось их число, которое на большинстве обследованных участках было ограниченным. Деревья разных пород изучались отдельно.

Для определения встречаемости лишайников в таблице отмечалось число обследованных и заселенных лишайниками деревьев. Определялось количество видов лишайников, найденных на деревьях каждой породы. Результаты заносились в таблицы. Лишайники определялись до вида с использованием определителя. (Голубкова Н.С. «Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР. М.-Л., "Наука". 1966.»)

Способ «линейных пересечений» заключается в наложении на окружность ствола мерной ленты с фиксированием всех пересечений ее со слоевищами лишайников. В качестве ленты можно использовать простой

«портняжный метр» (с миллиметровыми делениями). Измерение лишайников этим способом производится следующим образом. После выбора модельного дерева исследователь определяет на стволе точку, находящуюся на высоте примерно 150 см. Затем на ствол накладывается мерная лента с делениями таким образом, чтобы ноль шкалы ленты совпадал с выбранной точкой.

После полного оборота вокруг ствола лента закрепляется на стволе булавкой в нулевой точке. Совмещая последнее деление и ноль ленты, определяют длину окружности ствола. Ее при дальнейших расчетах принимают за 100 %.

После этого начинают измерения, двигаясь взглядом по ленте и фиксируя начало и конец каждого пересечения ленты с талломами лишайников. (Чтобы не сбиться – удобно использовать указатель – карандаш, ручку, спичку и т.п.) Измерения проводятся с точностью до 1 мм.

Удобнее всего вести измерения вдвоем - один отсчитывает расстояния на ленте и диктует, другой записывает значения в полевой дневник (не забывая отметить в нем «общую» информацию о площадке и учетном дереве – см. таблицу1).

По данным полевых измерений в домашних условиях производят расчет проективного покрытия лишайников, т.е. определяют отношение покрытой лишайниками части ствола к его общей поверхности.

Вначале подсчитывается общая (суммарная) длина (протяженность) талломов лишайников. Затем, зная общую длину окружности ствола и принимая ее за 100%, рассчитывается проективное покрытие лишайников (в %). Проективное покрытие можно определять как для каждого вида лишайника в отдельности, так и для всех видов в сумме.

Результаты исследования

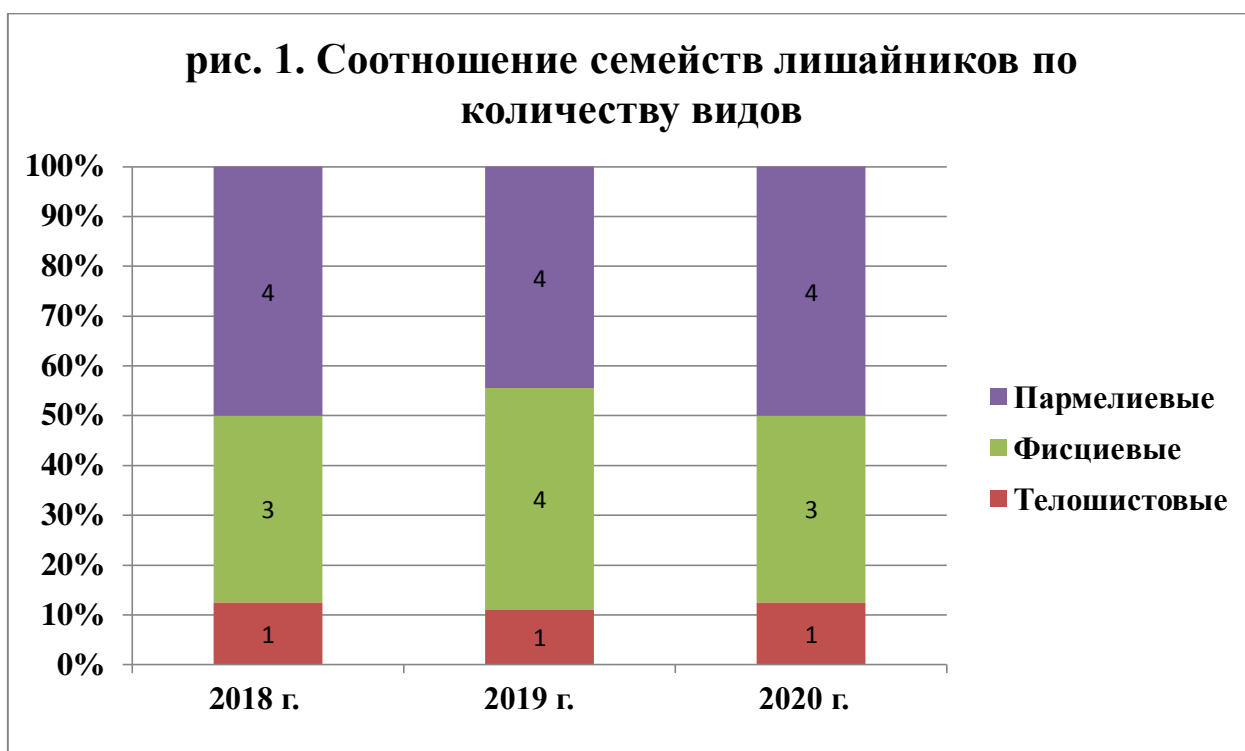
Таблица 1

Видовой состав лишайников на территории д. Богданиха Ивановского района

	2018 (Курганова Анастасия)	2019 (Григорьева Юлия)	2020
<u>I. семейство: Телошистовые (Teloschistaceae)</u>			
род: Ксантория (<i>Xantoria</i>)			
1) Ксантория постенная (<i>Xantoria parietina</i> Belt.)	+	+	+
<u>II. семейство: Пармеливые (Parmeliaceae)</u>			
род: Гипогимния (<i>Hypogymnia</i>)			
1) Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i> Nyl.)	+	+	+
род: Пармелия (<i>Parmelia</i>)			
1) Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i> Tayl.)	+	+	+
род: Пармелеопсис (<i>Parmeliopsis</i>)			
1) Пармелеопсис бледнеющий (<i>Parmeliopsis pallescens</i> Hillm.)	+	+	+
2) Пармелиопсис сомнительный (<i>Parmeliopsis ambigua</i> Nyl.)	+	+	+
<u>III. семейство: Фисциевые (Physciaceae)</u>			
род: Фисция (<i>Physcia</i>)			
1) Фисция щетинистая (<i>Physcia hispida</i> Frege)	+	+	+
2) Фисция припудренная (<i>Physcia pulvenulenta</i> Hampe)	+	+	+
3) Фисция айполия (<i>Physcia aiolia</i> Hampe.)	+	+	+
4) Фисция реснитчатая (<i>Physcia hispida</i> Frege)	-	+	-

Лихеноиндикация проводилась в 3 точках. Нами было заложено три площадки в окрестностях д. Богданиха Ивановского района: № 1. Территория сзади МБОУ «Богданихская СШ», № 2. Территория рядом с очистными сооружениями; № 3. Территория рядом с автомагистралью. (Приложение 1). На данных площадках было найдено всего 8 видов лишайников (3 семейства) (Таблица 1).

Вблизи очистных сооружений и автомагистрали встречалось два вида лишайников: ксантория постенная и фисция аиполия.



На территории д. Богданиха Ивановского района встретились лишайники только двух типов таллома: листоватый тип таллома – 50 % (4 вида) и накипной тип таллома – 50% (4 вида) (График 1).

Загрязнение можно определить по наличию или отсутствию кустистых лишайников, так как они исчезают первыми при малейших признаках загрязнения. На участках, исследованных в д. Богданиха, отсутствуют кустистые лишайники, поэтому воздух не такой чистый, какой должен быть.

Определение чистоты воздуха по лишайникам

Таблица 2. Средняя степень проективного покрытия ствола по методу линейных пересечений (%). (2020 г.)

Площадка, №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
№ 1. Территория сзади МБОУ	21,5	20,3	17,4	29,2	35,7	16,4	28,5	33,9	29,3	40,8	27,3

«Богданихская СШ»											
№ 2. Территория д. Богданиха (рядом с очистными сооружениями)	15,4	12,9	11,8	19,6	25,3	29,6	19,8	19,4	9,8	30,2	19,4
№ 3. Территория д. Богданиха (рядом с автомагистралью)	7,9	9,2	8,5	11,9	8,1	17,3	10,8	7,2	20,1	8,2	10,9

Таблица 3. Средняя степень проективного покрытия ствола по методу линейных пересечений (%). (2019 г.)

Площадка, №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
№ 1. Территория сзади МБОУ «Богданихская СШ»	19,4	18,3	15,6	27,2	30,8	17,3	29,6	32,7	24,0	31,3	24,6
№ 2. Территория д. Богданиха (рядом с очистными сооружениями)	12,3	13,7	14,5	15,1	24,2	27,8	22,2	17,9	10,7	21,3	18,0
№ 3. Территория д. Богданиха (рядом с автомагистралью)	9,8	7,9	12,2	15,4	10,5	23,6	13,4	7,8	19,8	11,4	13,2

Таблица 4. Средняя степень проективного покрытия ствола по методу линейных пересечений (%). (2018 г.)

Площадка, №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
№ 1. Территория сзади МБОУ «Богданихская СШ»	25,4	15,8	13,7	29,2	27,8	19,2	31,0	34,2	25,0	28,4	24,9
№ 2. Территория д. Богданиха (рядом с очистными сооружениями)	10,4	15,2	11,7	24,1	15,2	21,3	28,2	18,9	9,6	21,0	17,6
№ 3. Территория д. Богданиха (рядом с автомагистралью)	8,2	9,7	10,2	13,0	9,2	21,6	12,9	6,9	22,1	8,5	12,2

Из таблицы видно, что наибольшая площадь проективного покрытия на площадке № 1. Территория сзади МБОУ «Богданихская СШ» (27,3%, в 2019 г.- 24,6%, в 2018 г. – 24,9%), а наименьшая на площадке № 3 рядом с

автомагистралью в д. Богданиха Ивановского района (10,9%, в 2019 г. – 13,2%, в 2018 г. - 12,2%) (Таблица 2 - 4).

Мы сравнили показатели площади проективного покрытия с результатами 2018 г. и 2019 г. по критерию Стьюдента. Различия оказались значимыми только по площадке № 3 на 1 % уровне (таблица 5).

Таблица 5. Изменение площади проективного покрытия в 2018 г., 2019 г. и 2020 г.

Площадка	2018	2019	2020
№1	24,97±2,118	24,62±2,06	27,3±2,582
№2	17,56±1,954	17,97±1,789	19,38±2,27
№3	12,23±1,714	13,18±1,623	10,92±1,387

Площадка	Значение p		
	2018/2019	2018/2020	2019/2020
№1	0,710	0,190	0,025
№2	0,813	0,376	0,235
№3	0,117	0,012	0,010

На площадке №1 и №2 наблюдается увеличение площади проективного покрытия. По парному t-критерию Стьюдента различия не являются значимыми. На площадке №3, вблизи автомагистрали, площадь проективного покрытия, наоборот, уменьшается. Значимые отличия по степени проективного покрытия между 2019 и 2020 годами наблюдаются для площадки №1 ($p=0,025$) и между 2018 и 2020 гг., 2019 и 2020 гг. – для площадки №3 ($p=0,012$ и $p=0,01$ соответственно).

рис. 2. Степень проективного покрытия (%) в 2018, 2019 и 2020 гг. на различных площадках д. Богданиха Ивановского района

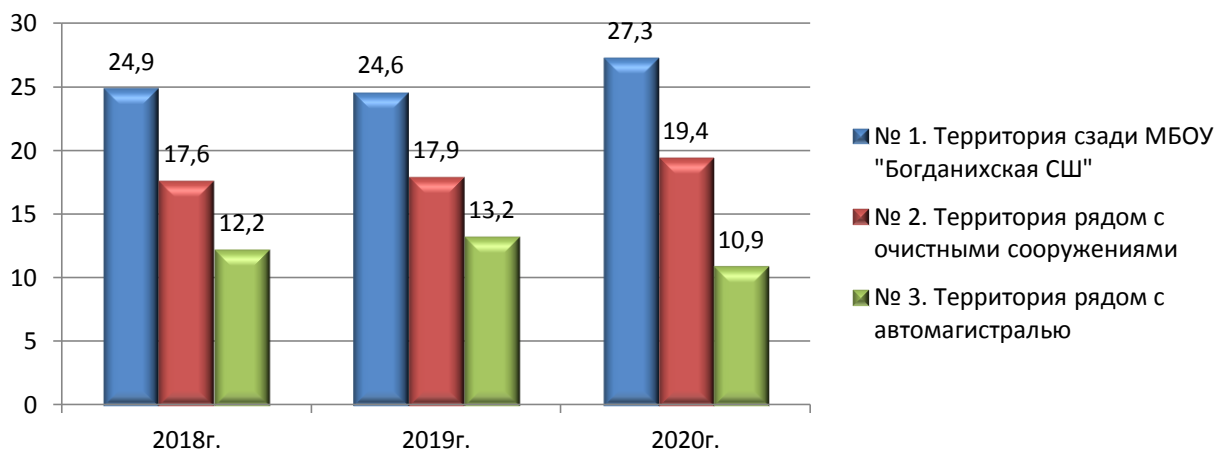


рис. 3. Сравнение результатов среднего общего проективного покрытия (%) по участкам на территории д.Богданиха в 2018 г., в 2019 г. и 2020 г.



Степень покрытия древесного ствола по 5-бальной системе, предложенной А. Яковлевым

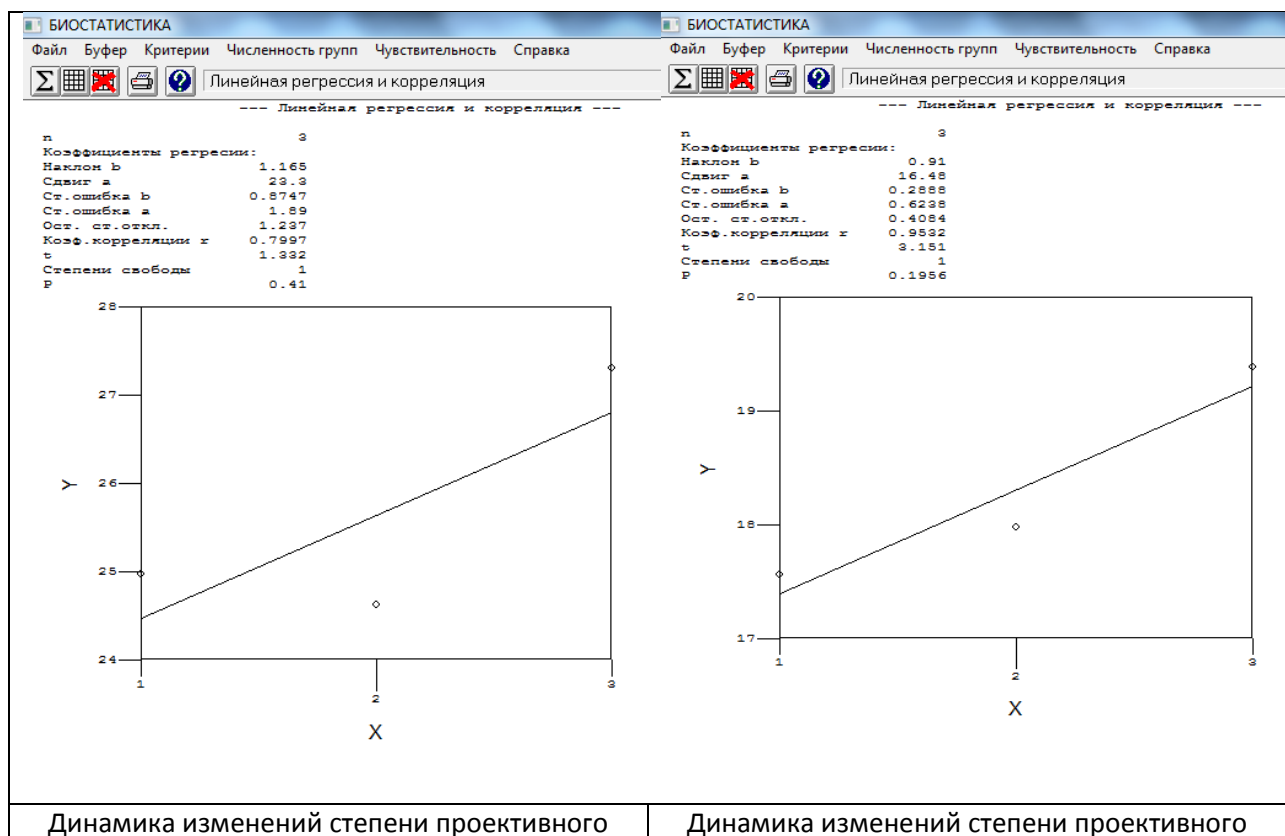
Степень покрытия		Балл оценки
Очень низкая	Менее 5%	1
Низкая	5-20%	2
Средняя	20-40%	3

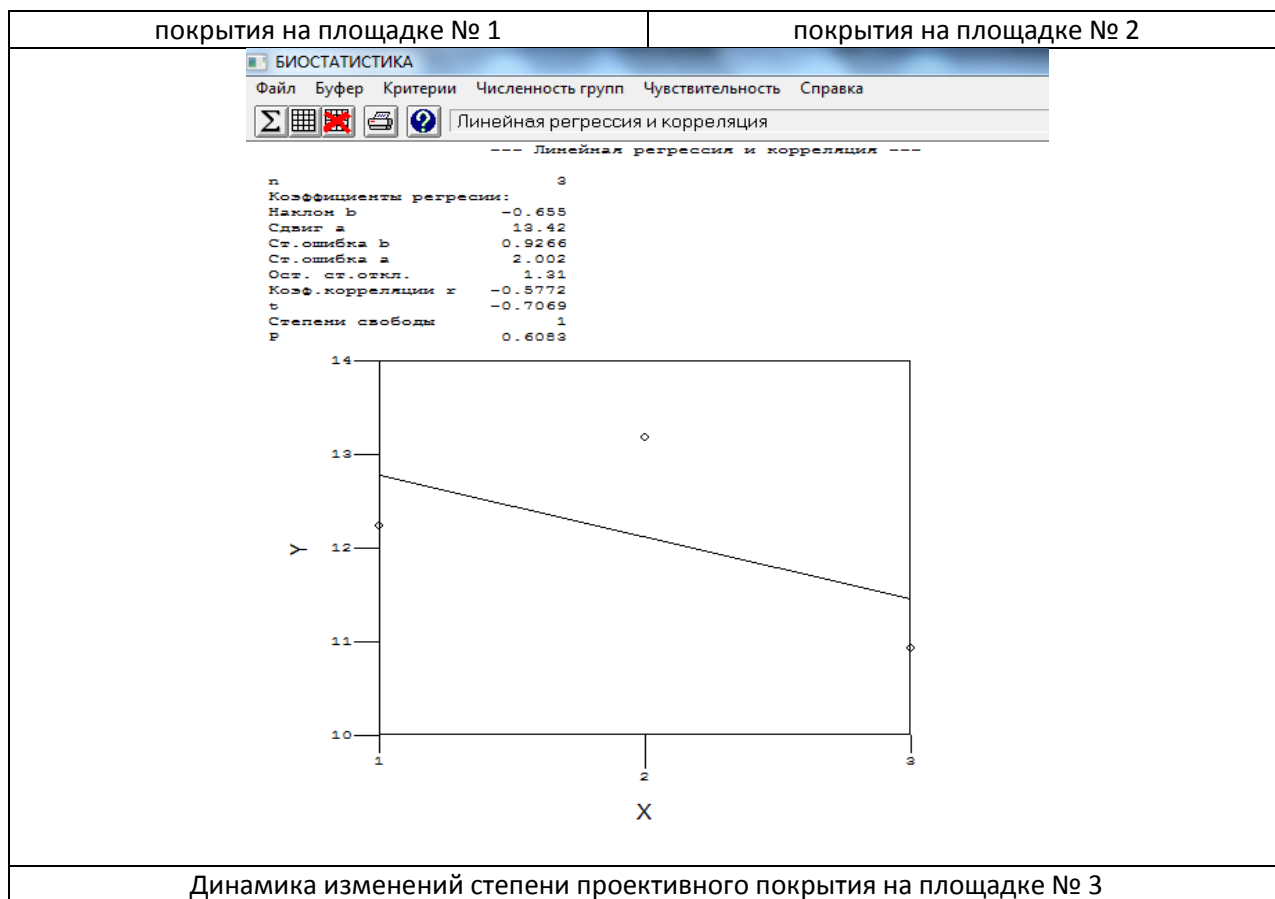
Высокая	40-60%	4
Очень высокая	60-100%	5

Таблица 6. Оценка степени покрытия древесного ствола по таблице А.Яковлева

№ площадки	Степень покрытия			Балл оценки		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
№1	24,9%	24,6%	27,3%	«3»	«3»	«3»
№2	17,6%	18,0%	19,4%	«2»	«2»	«2»
№3	12,2%	13,2%	10,9%	«2»	«2»	«2»

По площади проективного покрытия мы можем определить самый загрязнённый участок и самый чистый. Самый загрязнённый участок – территории вблизи очистных сооружений и автомагистрали в д. Богданиха Ивановского района Ивановской области. Средняя степень покрытия древесного ствола по 5-бальной системе, предложенной А. Яковлевым, на этих участках составила 2 балла. У участка, взятого на территории сада МБОУ «Богданихская СШ», средняя степень покрытия составила 3 балла.





Анализ динамики изменений степени проективного покрытия с использованием программы «Биостатистика» (раздел «Линейная регрессия и корреляция») с 2018 по 2020 года выявил тенденции к увеличению показателей для площадок №№ 1 и 2, однако эти изменения не являются значимыми ($p > 0,05$). Тенденция к уменьшению площади проективного покрытия отмечена для 3-ей площадки (автомагистраль), где коэффициент корреляции оказался отрицательным ($R = -0,577$) однако, изменения также не достоверны ($p = 0,608$).

4. Заключение

Таким образом, проведя исследование, мы выявили, что эпифитные лишайники являются хорошими тест-объектами для оценки уровня загрязнения воздуха. Из литературы мы узнали, что из компонентов загрязненного воздуха на лишайники самое отрицательное влияние оказывает двуокись серы. Однако имеется группа полеотолерантных (выносливых по отношению к городской среде) видов, которые могут существовать в

довольно загрязненном воздухе. Именно их мы встретили на 3 площадках д. Богданиха Ивановского района.

Установлено, что степень проективного покрытия стволов эпифитами, на участках, расположенных в непосредственной близости от дороги и очистных сооружений ниже, чем на территории вблизи МБОУ «Богданихская СШ».

5. Выводы

1. В д. Богданиха найдено 8 видов лишайников, среди которых кустистых обнаружено не было, что указывает на сильное загрязнение воздуха.
2. Наиболее загрязнён воздух вблизи автомагистрали и очистных сооружений около д. Богданиха. По 5-бальной системе А. Яковлева оценивается в 2 и 3 балла, что свидетельствует о сильной степени загрязнения воздуха.
3. В д. Богданиха была обнаружена группа полеотолерантных видов лишайников, устойчивых к загрязнению.
4. Сравнение результатов исследований 2018 г., 2019 г. и 2020 г. на территории д. Богданиха показало тенденцию к повышению площади проективного покрытия лишайников на участке № 1 (территория МБОУ «Богданихская СШ») и участке № 2 (вблизи очистных сооружений), но эти изменения не значимы.
5. Значимые различия на 1% уровне (по критерию Стьюдента) были выявлены лишь на площадке № 3 (рядом с автомагистралью).
Наблюдается небольшое снижение площади проективного покрытия с 13,2 % до 10,9%.

6. Рекомендации

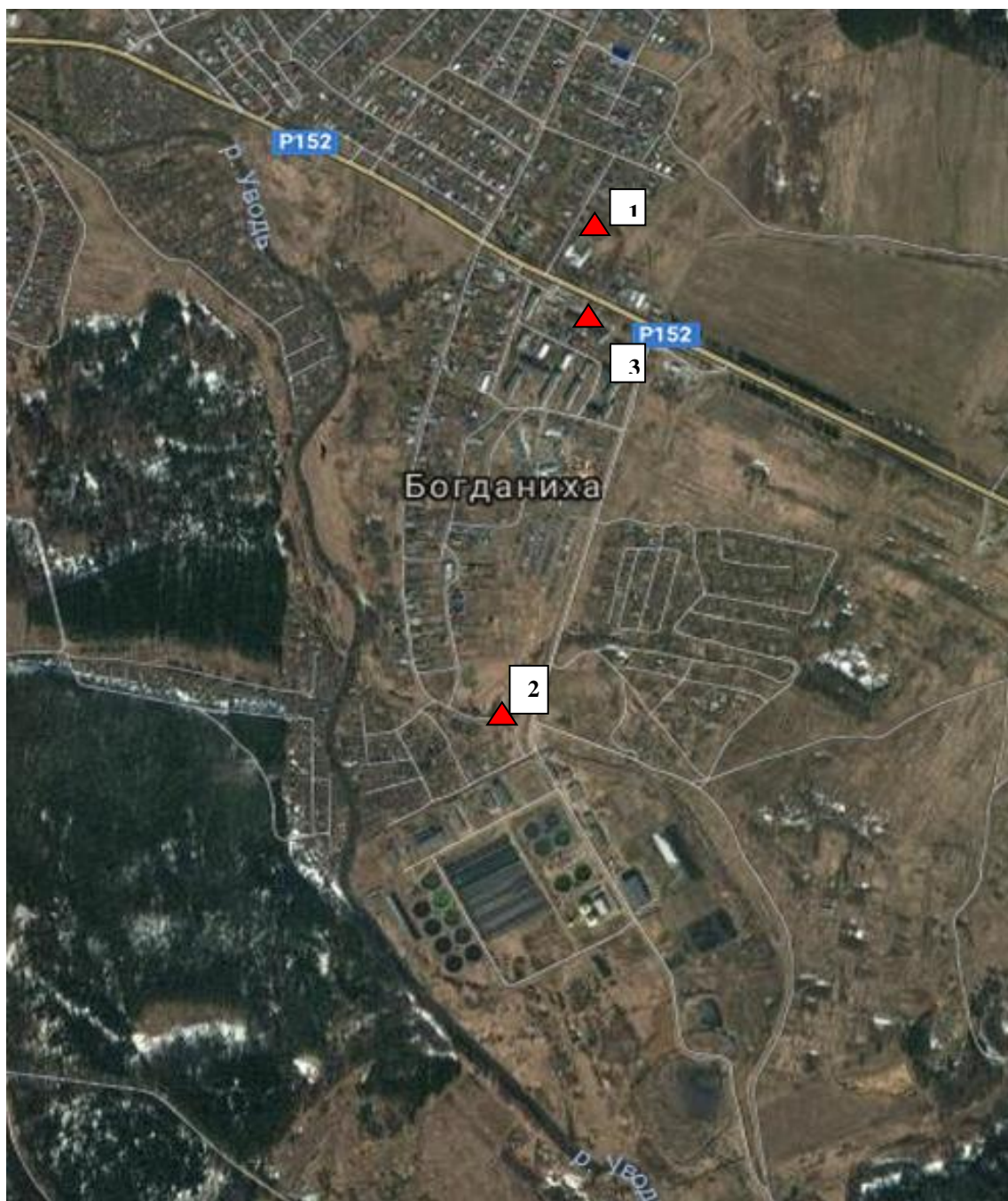
В дальнейшем необходимо:

1. Продолжить исследования окрестностей д. Богданиха Ивановского района;
2. Вести агитационную работу по предотвращению лесных пожаров и воспитанию культуры поведения и отдыха населения на территории лесопосадок вблизи деревень.

3. Для улучшения экологической обстановки в окрестностях д. Богданиха Ивановского района желательно рассмотреть вопрос о проведении окружной дороги по пути следования трассы «Иваново - Нижний Новгород»

8. Список литературы

1. Ашихмина Т.Я. «Школьный экологический мониторинг» 2000г.
1. Ашихмина Т.Я. «Экология родного края» 1996г.
2. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. «Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации», 2001г.
3. Гарибова Л.В. "Водоросли, лишайники, мхи СССР" - М. 1978.
4. Голубкова Н.С. Определитель лишайников средней полосы европейской части СССР. М.-Л., "Наука". 1966.
5. Кравченко М.В., Боголюбов А.С. Методика описаний лишайниковых сообществ: Методическое пособие – Москва, Экосистема, 1996, 24 с.
6. Малышева Н.В. О лишайниках// Природа Ивановской области.
7. Михайлова И.Н., Воробейчик Е.Л. Эпифитные лишеносинусии в условиях химического загрязнения: зависимости доза-эффект // Экология, 1995. № 6. С. 455-460.
8. Определитель лишайников СССР, вып.1,2,3. Л., "Наука", 1971-75.
9. Рыжов И. Н. «Школьный экологический мониторинг городской среды» учебное пособие 2000г.
10. Трасс Х.Х. Лишеноиндикационные индексы и SO₂ // Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. М.: Наука, 1987. С. 111-115.
11. Шапиро И.А. Влияние сернистого ангидрида на содержание азота и пероксидазную активность у лишайников // Ботан. журн., 1993. Т. 78, № 6. С. 66-72.
13. Шилов М.П. Природа Ивановской области - Иваново, 1987.

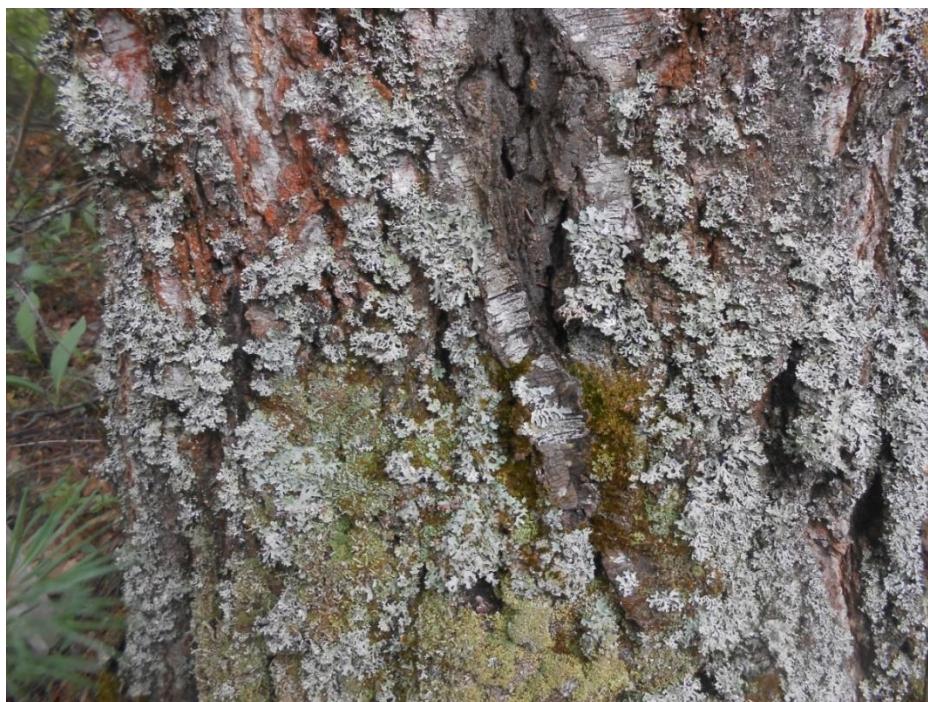


Приложение 1. Расположение точек сбора материала на территории д.Богданиха Ивановского района

Приложение 2. Обследование стволов деревьев методом линейных пересечений



**Приложение 3. Лишайники с обследованной территории сзади МБОУ
«Богданихская СШ»**



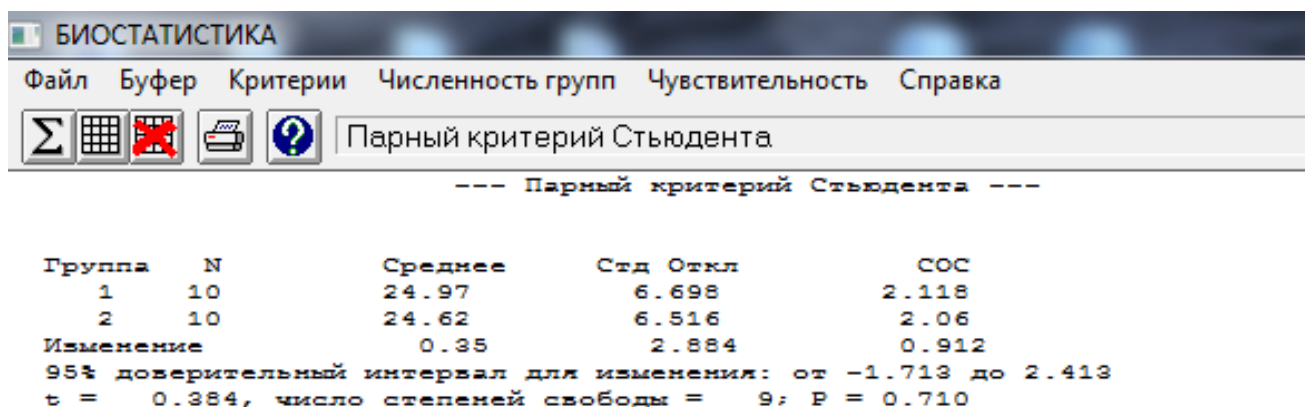
Приложение 4. Лишайники вблизи автомагистрали



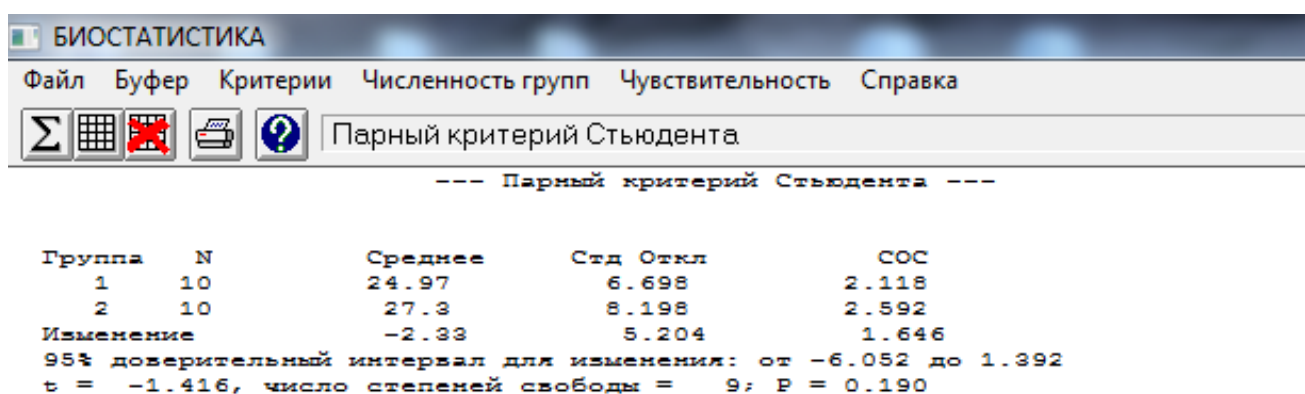
Приложение 5. Лишайники на территории д. Богданиха Ивановского района



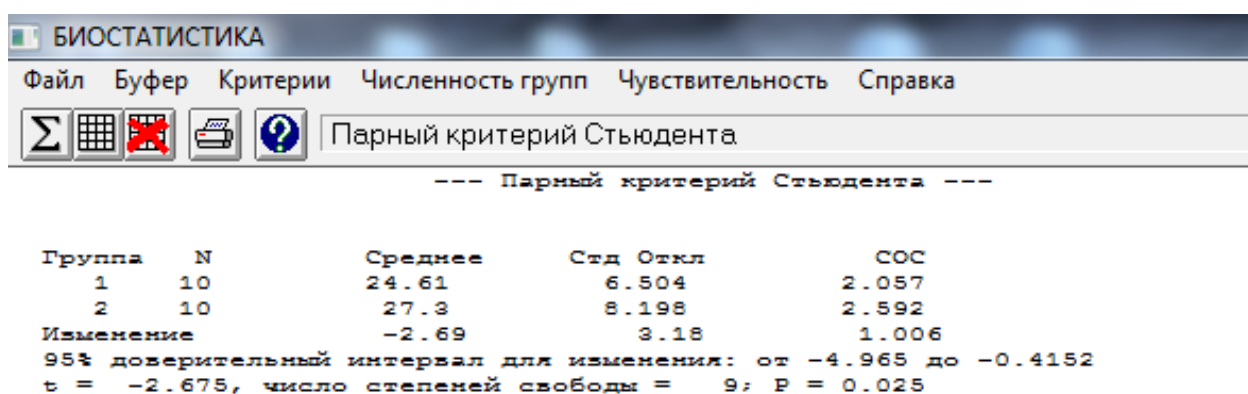
№ 1 2018/2019

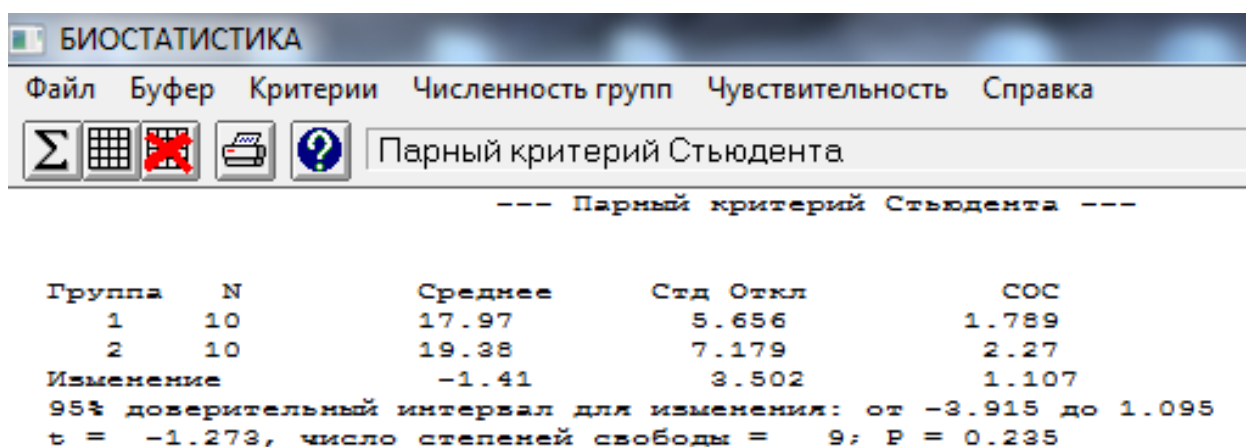
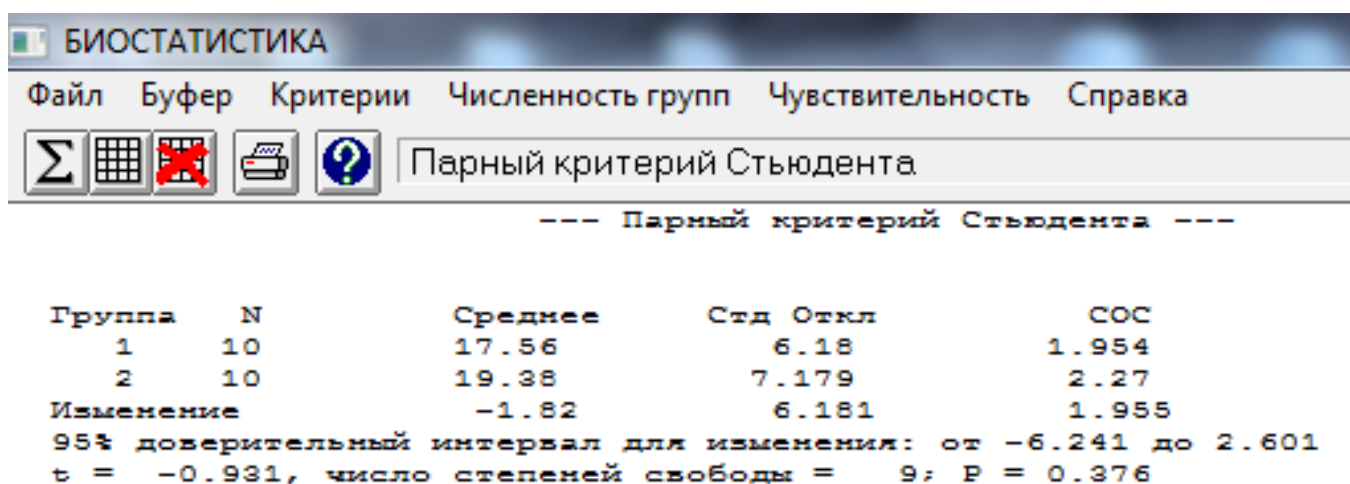
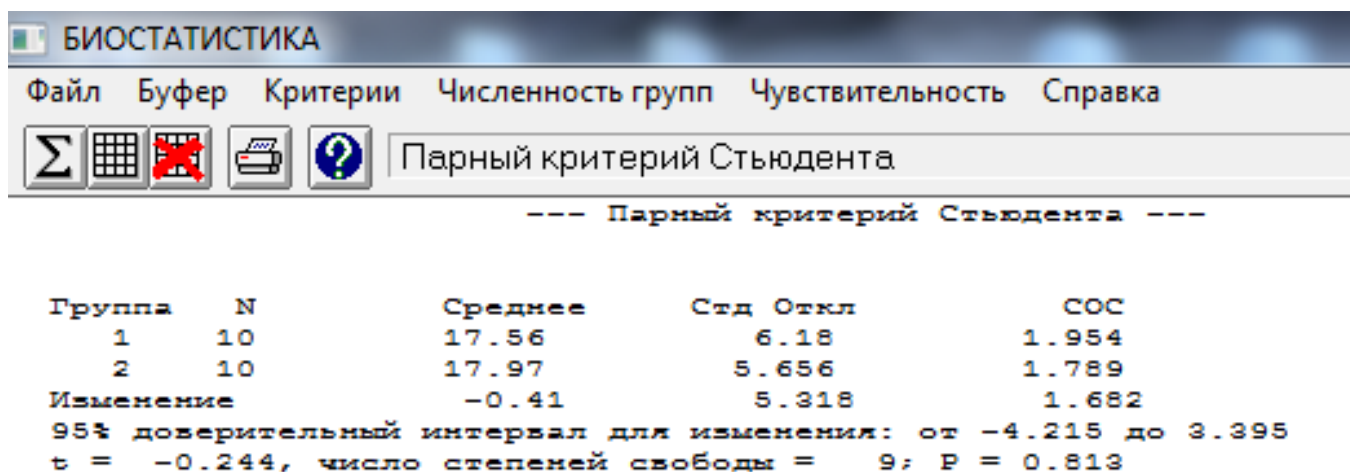


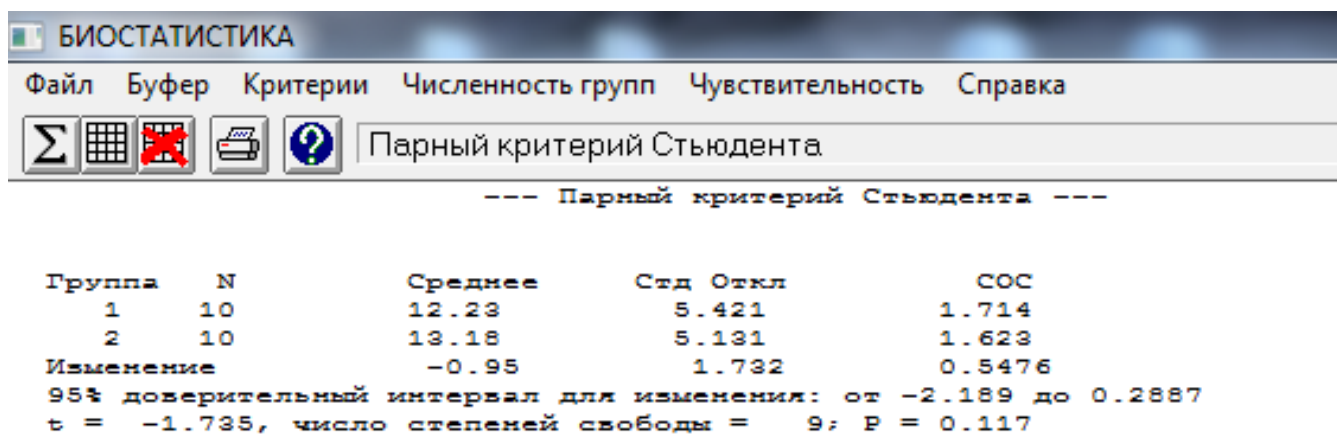
№1 2018/2020



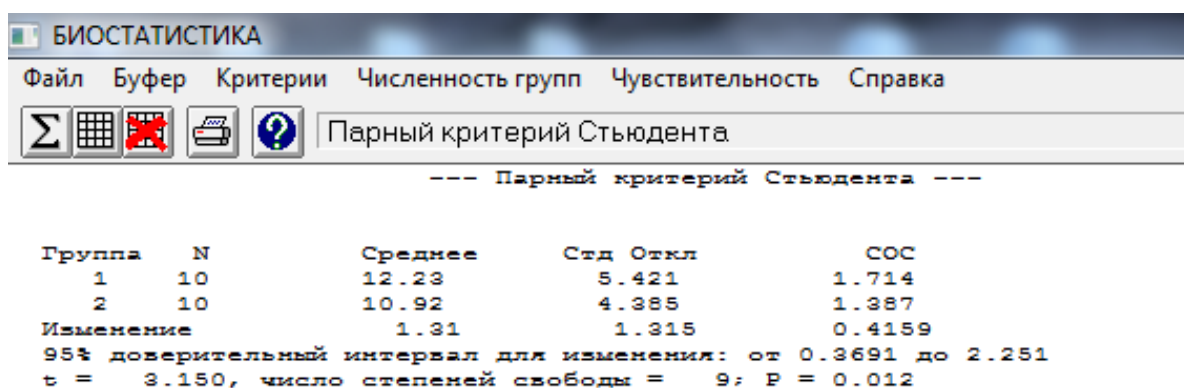
№1 2019-2020







№3 2018-2020



№3 2019-2020

