

Муниципальное казенное учреждение дополнительного образования
Новохоперского района Воронежской области
«Станция юных натуралистов»

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ
НА ПРИМЕРЕ ЛИШАЙНИКА ВИДА XANTHORIA PARIETINA

Автор: Хлипитько Ирина Платоновна, 6 класс.

Объединение «Юный исследователь» 2 год обучения

Руководитель: Вдовина Наталья Николаевна,
педагог дополнительного образования МКУДО «СЮН».

Консультант: Родионова Наталья Александровна,
методист МКУДО «СЮН», к.б.н.

г. Новохопёрск, 2020 год.

Оглавление

Введение	3
1. Теоретическая часть	4
1.1. Растения – «первопроходцы»	
1.2. <i>Xanthoria parietina</i>	6
2. Методики лишеноиндикации	7
3. Анализ полученных результатов	9
4. Выводы	11
5. Перспективы работы	12
6. Список литературы и интернет-источников	12
Приложение	13

Введение

Во время прогулок по лесу, отдыху в городском парке или работе на приусадебном участке мы, порой, не замечаем, какие удивительные события ежеминутно происходят в окружающем нас мире, какие уникальные объекты живой и неживой природы окружают нас. Умение наблюдать, осознавать происходящее очень важное человеческое качество.

С экологической точки зрения 2020 год в истории города Новохопёрска Воронежской области запомнится как аномально засушливый. Обмелели водоёмы, раньше срока стала опадать листва с деревьев, по многим районам области прокатились страшные пожары. Буквально на глазах живописная природа Прихорёрья изменилась: посреди реки Хопёр образовались песчаные острова, которых я раньше никогда не видела, а зелёные пойменные луга стали больше походить на степной ландшафт.

В такое время всем живым организмам чрезвычайно сложно приспособиться к изменившимся условиям жизни. Именно поэтому моё внимание привлекли, пожалуй, одни из самых выносливых форм живых существ – лишайники.

Из школьных уроков мы знаем, что эти уникальные живые организмы активно реагируют на изменения окружающей среды. По их внешнему виду можно судить об экологической обстановке данной местности. Наше исследование проводилось в сентябре-октябре 2020 года. Выбор месяцев для проведения исследования неслучаен. Так как затяжной засушливый период продолжался и в сентябре, нам было важно зафиксировать внешний вид лишайника в это время. Долгожданные дожди пошли в октябре, что сразу повлияло на состояние окружающей среды в целом и лишайников в частности. Меня заинтересовала возможность больше узнать о лишайниках нашей местности и методиках работы с ними.

Цель работы – освоить методику биологического мониторинга окружающей среды посредством лишеноиндикации.

Задачи:

- изучить информацию по теме исследования в литературных источниках и ресурсах интернета;
- применить на практике способ лишеноиндикации на примере конкретного вида лишайника;
- сравнить результаты лишеноиндикации в засушливый и влажный периоды исследования;
- по результатам биологического мониторинга составить карту Новохопёрска, отражающую качество атмосферного воздуха на момент проведения исследования.

Актуальность работы. Новохопёрск небольшой, но активно развивающийся провинциальный городок. В последние годы он значительно преобразился: благоустроена центральная площадь, парки, построена смотровая площадка, реконструируется набережная реки Хопёр. Все эти объекты, безусловно, являются местом притяжения местных жителей и гостей города. Туристический потенциал Новохопёрска возрос. Как следствие – увеличение автомобильного потока. Это может негативно сказаться на качестве атмосферного воздуха, а значит, и на здоровье местных жителей. В городе есть промышленное предприятие по производству растительного масла ЗАО «ЗРМ «Новохопёрский» и узловая железнодорожная станция «Новохопёрск». Эти объекты также влияют на окружающую среду.

В ходе данной работы на примере определённого вида лишайника мы сможем выяснить степень загрязнённости воздуха в самых активных участках города Новохопёрска.

Ценность (новизна) нашей работы заключается в возможности зафиксировать состояние исследуемого вида лишайников в засушливый и влажный периоды.

1. Теоретическая часть

1.1. Растения – «первопроходцы»

Лишайник – это живой организм, образованный симбиозом гриба и водоросли. Водоросли в составе лишайника могут быть зелёными водорослями или сине-зелёными водорослями (цианобактериями). Так что лишайник может быть симбиозом 1) гриба и водоросли, или 2) гриба, водоросли и цианобактерии, или 3) гриба и цианобактерии. При этом гриб образует слоевище (таллом). Именно он ответственен за размножение и питание за счёт субстрата. Клетки водоросли располагаются внутри этого слоевища и выполняют функцию фотосинтеза.[4]

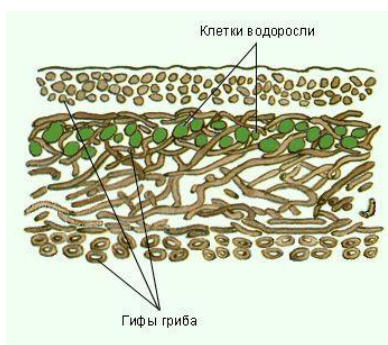


Рис. 1. Внутреннее строение лишайника.

Лишайники встречаются на всех континентах Земли, даже в Антарктиде. По данным Толпышевой Т.Ю. на территории России встречается около 20 тысяч видов лишайников. Их точное определение требует профессиональных знаний и опыта.

Однако, отличить разные формы лишайников друг от друга не так трудно, даже не зная их видовых названий.

По жизненной форме лишайники делятся на три основные группы:

1. *Накипные или корковые* (состоят из тонких корочек, плотно сросшихся с той поверхностью, на которой разместился лишайник) – обитают на коре деревьев, почве, камнях.

2. *Листоватые* (похожи на листья, их тело плоское, стелется по камням, деревьям, прикрепляясь особыми нитями). Листоватый лишайник обычно можно отделить от поверхности.

3. *Кустистые* (не стелются по поверхности, стоят кустиками или свисают сверху вниз «бородами»). Размеры этих лишайников разные (от нескольких сантиметров до нескольких метров). [4]

На обрабатываемых землях лишайники не встречаются вследствие их очень медленного роста (1-8 мм в год). Живут они долго – до 80 лет, а некоторые даже до нескольких сотен лет.

Способность лишайников быстро поглощать и испарять влагу в наши дни обернулась против них. Ведь вместе с водой слоевище всей своей поверхностью впитывает растворённые в воде соединения, в том числе и загрязняющие вещества. Например, сернистый газ, в больших количествах выделяющийся в атмосферу при сжигании нефтепродуктов и угля. При кратковременном воздействии для лишайников он не вреден, но длительное поглощение этого соединения способствует накоплению его в слоевище, что становится опасным и может привести к гибели лишайника. [1]

Лишайники, растущие среди источников атмосферного загрязнения, если не исчезают совсем, то чаще всего теряют свой нарядный вид. На краях лопастей появляется беловатый налет, уменьшается размер слоевищ. Лишайники выглядят «больными».

По отношению к загрязнению воздуха лишайники можно разделить на три категории:

1. Самые чувствительные, исчезающие при первых симптомах загрязнения - кустистые.

2. Среднечувствительные, приходящие на смену погибшим чувствительным видам, с которыми они не могли ранее конкурировать - листоватые.

3. Самые выносливые (толерантные) к загрязнению - накипные. [1]

Большинство лишайников легко переносят полное высыхание. Обезвоженное тело лишайника пересыхает, и организм впадает в состояние анабиоза. Спящий в

анабиозе лишайник гораздо более устойчив к облучению, перегреванию и переохлаждению. Происходит так из-за того, что внутренняя кора лишайника, высыхая, становится прочной и непрозрачной, преграждая путь солнечному свету.

Лишайники играют роль настоящих пионеров-первопроходцев: именно с лишайников начинается многотысячелетний процесс образования почв. В результате их жизнедеятельности создаются условия для поселения сосудистых растений.

Среди лишайников почти нет ядовитых видов, однако значение их в питательном рационе человека и животных невелико. Известно, что в Японии готовят различные блюда из умбиликарии съедобной (*Umbilicaria esculenta*). А в тундре лишайник ягель (*Cladonia rangiferina*) служит единственным кормом для северных оленей. В лесу лишайники выполняют роль «защитников» деревьев. Покрытые ими деревья меньше разрушаются грибами, повреждающими древесину. [4]

1.2. *Xanthoria parietina*

При всём многообразии видов лишайников нашей местности, мы остановили свой выбор на, пожалуй, одном из самых ярких представителей этих уникальных споровых растений. Совершая прогулки по родному Новохопёрску, я всегда обращала внимание на ярко-жёлтый лишайник на стволах деревьев.



Рис. 1-2. Лишайники на деревьях городского парка.

С помощью научного консультанта мы смогли точно определить вид интересующего нас лишайника. Им оказалась *Xanthoria parietina* – *ксантория настенная*. Это один из немногих лишайников, имеющих русское «имя». За цвет ксанторию называют золотянкой.

Это листоватый лишайник, образующий правильной формы розетки оранжевого или желтовато-оранжевого цвета. Окраску лишайнику придают микроскопические кристаллы вещества париедина, накапливающиеся в верхнем слое корки. Ярко-жёлтую или оранжевую окраску имеет лишайник, растущий на солнечном свете. В тени он

окраску теряет. Если тень достаточно густая, ксантория будет не жёлтой, а грязно-зелёной. [4]

В центре лишайника можно увидеть округлые тельца, похожие на тарелочки. Это *апотеции* – плодовые тела, в которых созревают споры. (Рис. 1 Приложения) Их развитие занимает несколько лет.

2. Методики лишеноиндикации

При изучении степени загрязнения окружающей среды антропогенными факторами важна реакция биологических объектов на загрязняющие вещества (поллютанты). Лишайники выступают в качестве естественных индикаторов (биоиндикаторов) среды обитания, потому что они распространены по всему Земному шару и их реакция на внешнее воздействие очень сильна, а собственная изменчивость незначительна.

Из всех экологических групп лишайников наибольшей чувствительностью обладают *эпифитные лишайники* (или эпифиты), т.е. лишайники, растущие на коре деревьев. [3] Ксантория настенная является представителем данного вида лишайников. На её примере мы применили лишенометрический метод индикации (лишеноиндикацию) атмосферного воздуха, чтобы изучить степень его загрязнения в различных участках города Новохопёрска.

Для нашего исследования мы выбрали пассивную лишеноиндикацию загрязнения атмосферного воздуха. Она основана на наблюдении за качеством внешнего вида лишайников и их относительной численностью. Мы определяли такие показатели как:

- наличие лишайников на стволах деревьев;
- высота их заселения;
- проективное покрытие лишайника в процентах.

Своё исследование мы проводили в сентябре-октябре 2020 года. Мы изучили научную литературу по теме работы и выбрали участки для организации пробных площадок с различной степенью антропогенной нагрузки:

- городской парк;
- территория, прилегающая к заводу растительных масел;
- «Парк Победы в Великой отечественной войне»;
- территория, прилегающая к ж/д станции «Новохопёрск».

Организация пробных площадок проводилась согласно «Основным правилам организации лишеноиндикационных исследований». [2] (Приложение 1)

Учитывая, что структура и состав фитоценозов на пробных площадках должны быть схожими, а модельные деревья должны быть обязательно одной породы и по возможности одного возраста, мы выбрали для проведения исследования тополь. Именно эта древесная порода является преобладающей на всей территории города Новохопёрска. В городской администрации мы получили информацию о времени посадок тополей в городе – это 1968-1970 годы. Соответственно возраст исследуемых деревьев составляет около 50 лет.

Для нашего исследования на каждой пробной площадке мы выбрали по 10 деревьев, стоящих приблизительно в одну линию. Это гарантирует одинаковое воздействие на них таких факторов окружающей среды как освещённость, влажность, направление ветра, близость возможного источника загрязнения. (Рис. 2 Приложения)

Третий этап работы – измерение численности лишайников на деревьях – расчёт их проективного покрытия (ПП). Для этого существуют следующие технические приёмы – способ «линейных пересечений» и способ «палетки» [2]. Оба способа дают примерно одинаковые результаты. Однако, в ряде литературных источников, способ «палетки», основанный на подсчёте «полных» и «неполных» клеток площади лишайника с помощью специально разлинованной планшетки считается менее точным.

Мы выполнили расчёт проективного покрытия способом «линейных пересечений». Он сложнее, однако, даёт более точные результаты. Пользуясь им, мы:

- с помощью компаса определили северную сторону дерева;
- на этой стороне на постоянной для всех исследуемых деревьев высоте (150 см от комля) булавкой поставили точку;
- от данной точки по часовой стрелке (с севера на восток) накладывали на окружность ствола гибкую мерную ленту (швейный метр) и фиксировали все пересечения её со слоевищами исследуемого лишайника – ксантории настенной.
- после полного оборота вокруг ствола ленту закрепляли на стволе булавкой в исходной нулевой точке. Полученную длину окружности ствола в дальнейших расчётах принимали за 100 %.
- фиксируя числовое значение начала и конца пересечения ленты с талломом лишайника, выполняли расчёт проективного покрытия. (Рис. 3-7. Приложения).
- для каждой пробной площадки находили расчёт среднего значения проективного покрытия.

Оценку проективного покрытия определяли по 10-балльной шкале (по А.В. Пчёлкину, 2006):

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

Параллельно с расчётом ПП мы оценивали внешнее состояние талломов исследуемого лишайника и определяли их *индекс витальности* (по А.В. Пчёлкину, 2006):

Индекс 1 - нормальные.

Индекс 2 -слегка поврежденные.

Индекс 3 - средне поврежденные.

Индекс 4 - сильно поврежденные.

Индекс 5 - мёртвые.

Для удобства расчёта и сохранности полученных данных всю информацию вносили в рабочие таблицы. Для каждой пробной площадки создавалась отдельная таблица по месяцам исследования. (Таблицы 1,2. Приложения 2)

3. Анализ полученных результатов

Выполнив расчёт среднего проективного покрытия (СПП) каждой пробной площадки (Рис. 3.) и определив индекс витальности, мы сделали вывод о качестве атмосферного воздуха на исследуемых участках.

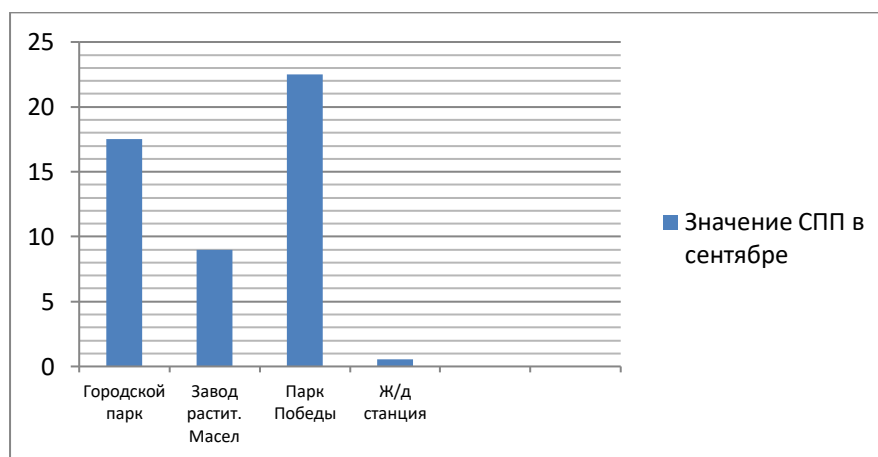


Рис. 3. Значение среднего проективного покрытия *Xanthoria parietina* в сентябре 2020 года.

Диаграмма наглядно демонстрирует самое высокое значение СПП на площадке № 3 («Парк Победы»). Здесь же зафиксирован наименьший индекс витальности (талломы нормального типа). Всё это суммарно подтверждает, что экологическую обстановку в районе «Парка Победы» можно считать хорошей. На данной территории для развития *Xanthoria parietina* сложился ряд благоприятных условий: наличие

открытого пространства, удалённость от промышленного предприятия и автодороги, относительно малая (в сравнении с городским парком) посещаемость.

На пробной площадке, расположенной близ ж/д станции, исследуемый вид лишайника обнаружен лишь на одном дереве из десяти. Это подтверждает негативное влияние железной дороги на атмосферный воздух данной местности.

В ходе работы мы обратили внимание, что на участках №1 и №2 активный рост *Xanthoria parietina* начинался с высоты более двух метров. (Рис. 8.Приложения) Этот факт мы можем объяснить тем, что вероятно, на этом уровне в воздухе уменьшается концентрация загрязняющих веществ (поллютантов).

Также следует отметить, что длительная засуха отрицательно отразилась на внешнем виде исследуемого лишайника. В сентябре талломы были сухими, жёлтыми, пересушенные края местами сворачивались.

В результате повторного обследования площадок в октябре мы зафиксировали:

- размер талломов лишайников незначительно увеличился после прошедших дождей;

- окраска стала жёлто-зелёная;

- слоевища «ожили», расправились;

- индекс витальности снизился до единицы.

Нами зафиксировано незначительное увеличение СПП. Оно отражено на диаграмме – рисунок 4. Этот факт легко объясним. В октябре, наконец-то, пошли дожди, и лишайники отреагировали на это ростом таллома.

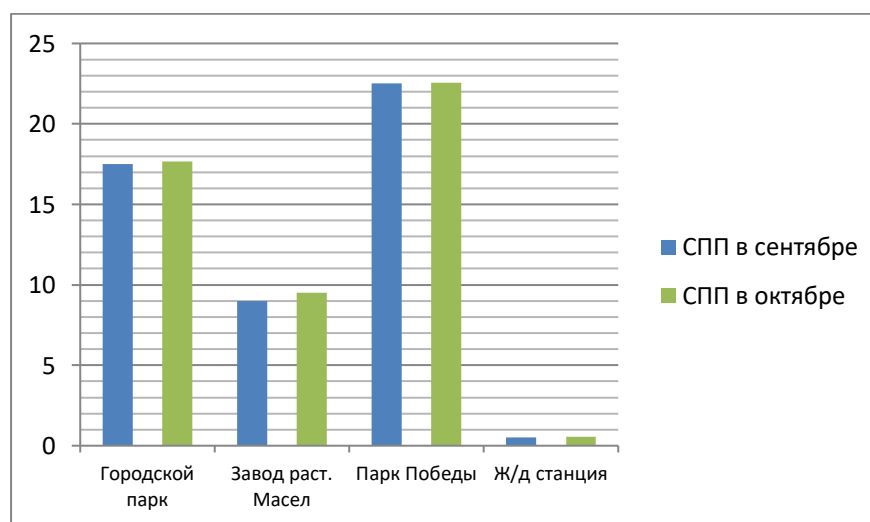


Рис. 4. Сравнение среднего проективного покрытия *Xanthoria parietina* в сентябре-октябре 2020 года.

В целом из полученных нами данных лишеноиндикации можно утверждать, что на качество атмосферного воздуха исследуемых участков сильное влияние оказывают

такие факторы антропогенной нагрузки как: близость автодороги, наличие промышленного предприятия и ж/д станции.

4. Выводы

В ходе исследовательской работы мы изучили информацию об уникальных живых организмах – лишайниках и методиках работы с ними в пособиях д.б.н. Толпышевой Т.Ю., Пчёлкина А.В, Боголюбова А.С.

Мы на практике освоили методику биологического мониторинга окружающей среды посредством лишеноиндикации методом «линейных пересечений».

В процессе сбора данных о наличии и состоянии лишайника *Xanthoria parietina*, мы сделали вывод о качестве атмосферного воздуха на исследуемых участках. Рассчитав среднее проективное покрытие и индекс витальности каждой пробной площадки, мы зафиксировали самое высокое обилие *Xanthoria parietina* на участке в «Парке Победы», что свидетельствует о хорошем качестве атмосферного воздуха этой территории на момент проведения исследования.

Чуть меньшие показатели отмечены на участке в городском парке. В прошлом году парк благоустроили, это в разы увеличило его посещаемость и активность автодороги. Всё это повлияло на экологическую обстановку и развитие лишайников.

На участке в районе завода растительных масел мы зафиксировали крайне низкое проективное покрытие *Xanthoria parietina*. Близость данного промышленного предприятия, а также центральной городской автодороги оказывают негативное влияние на качество атмосферного воздуха. Обильное заселение *Xanthoria parietina* на исследуемых деревьях отмечено нами только на высоте более двух метров.

На пробной площадке около ж/д станции «Новохопёрск» *Xanthoria parietina* была отмечена лишь на одном дереве. Также мы зафиксировали меньшую окружность деревьев, хотя эти тополя одного возраста с тополями других участков исследования. Непосредственная близость железнодорожных путей оказывает негативное воздействие на качество воздуха и экологическую обстановку территории в целом.

Повторное исследование пробных площадок в октябре позволило сравнить состояние *Xanthoria parietina* в засушливый и влажный периоды. Нами отмечено незначительное увеличение СПП, однако, индекс витальности на всех площадках стал равен единице. Такое качественное изменение внешнего вида лишайников связано с повышением влажности из-за начавшихся дождей.

Результат проведённой лишеноиндикации мы показали на карте города Новохопёрска. Мы отметили места пробных площадок и состояние *Xanthoria parietina*

(указали СПП), цветом показали качество атмосферного воздуха на момент исследования. (Приложение 3)

5. Перспективы работы

Данная исследовательская работа по освоению методики лишеноиндикации получилась очень познавательной и актуальной. В дальнейшем мы продолжим мониторинг выбранных пробных площадок в весенний и летний периоды. Мы планируем применить ряд лишеноиндикационных индексов, учитывающих видовое разнообразие и численность разных видов эпифитных лишайников на территории города Новохопёрска.

6. Список литературы и интернет-источников

1. Боголюбов А.С. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации: метод. пособие / А.С. Боголюбов, М.В. Кравченко. –М.: Экосистема, 2001.
2. Использование лишайников в мониторинге и биоиндикационных исследованиях (по материалам пособия «Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды», Пчелкин А.В., Боголюбов А.С.): М., Экосистема, 1997.
3. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. – СПб:СПб ГТУРП, 2012.
4. Толпышева Т.Ю. Биотические связи лишайников в лесных и болотистых экосистемах [Электронный ресурс]: Петрозаводск, Петрозаводский государственный университет, 2005, Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/29114>

**Основные правила организации
лихеноиндикационных исследований**

(Боголюбов А.С. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации:
метод.Пособие / А.С. Боголюбов, М.В. Кравченко. –М.: Экосистема, 2001)

Опыт последних лет показал, что использование несовершенных методик лишеноиндикации вводит исследователей (особенно начинающих) в заблуждение относительно причин тех или иных различий. Так, например, сравнение двух участков (в городе и за городом) на состав и численность лишенофлоры, при этом в городе лишайники исследуются на липах и клёнах, а в лесу – на соснах и берёзах, - абсолютно неправомерно.

При организации мониторинга методами пассивной лишеноиндикации следует придерживаться следующих основных правил.

1) Предпочтительным является изучение лишайников на постоянных площадках и модельных деревьях в течение длительного времени, а не разовое обследование серии пробных площадок.

2) В любом случае, пробные площадки должны закладываться в гомогенных по составу и возрасту фитоценозах (в идеале – например, в монопородных одновозрастных посадках).

3) Биотические и абиотические условия среды на сравниваемых пробных площадках должны быть по возможности одинаковыми (состав и структура фитоценозов, форма рельефа, увлажнение, освещенность и т.п.).

4) Модельные деревья на пробных площадках должны быть по возможности постоянными, а не случайными.

5) В любом случае, на сравниваемых площадках модельные деревья должны быть приблизительно одновозрастными, без видимых повреждений, принадлежать к одной из основных лесообразующих пород.

Независимо от того, постоянные или разовые исследования планируются, при заложении площадок следует соблюдать следующие правила:

- избегать придорожных деревьев, так как на их эпипокров влияют другие условия по сравнению с деревьями, растущими далеко от дорог;
- избегать загущенных лесонасаждений с очень низкой освещенностью;
- избегать пастбищ и лугов, которые обрабатывались пестицидами или интенсивно удобрялись.

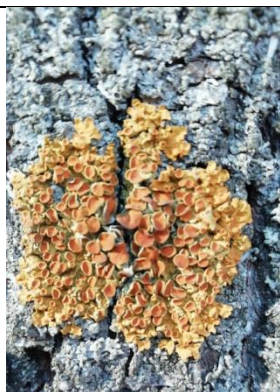


Рис. 1. Апотеции на талломе лишайника.



Рис. 2. Пробная площадка № 3 – парк Победы в ВОВ

Лихеноиндикация методом «линейных пересечений»



Рис. 3. Определение северной стороны дерева.



Рис. 4. Измерения велись на высоте 1,5 м



Рис. 5. Измерение окружности дерева.



Рис. 6. Фиксирование начала и конца таллома лишайника



Рис. 7. Внесение данных о местоположении исследуемого лишайника в рабочую таблицу



Рис.8. Активное развитие лишайника на высоте более 2-х метров.

Приложение 2.

Таблица 1. Описание данных (сентябрь)

Пробная площадка № 1 – городской парк					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс витальности
1.	94	7,3-8,7см 10,2-13,4 см 13,8-15,2 см 22,5-23,2 см 38,6-40 см 63,3-65,4 см	$1,4+3,2+1,4+0,7+1,4+2,1=10,2$ см $10,2/94*100=$ 10,8%	4	2
2.	86	3,5-4,8см 6,3-8,2см 14,5-16,3см 28,7-30,2см 47,6-48,9см 64,4-66,7см 67,5-68,8см	$1,3+1,9+1,8+1,5+1,3+2,3+1,3=$ $11,4$ см $11,4/86*100=$ 13,3%	4	1
3.	103	2,4-4,6см 5,3-7,8см 9,8-11,6см 14,2-16,4см 18,7-19,8см 28,6-30см 54,6-57,4см 69,3-71,2см 93,4-95,6см 98,2-100,1	$2,2+2,5+1,8+2,2+1,1+1,4+2,8+1,9+2,2+1,9=$ 20 см $20/103*100=$ 19,4%	4	1
4.	92	5,3-6,7см 8,6-9,8см 15,6-16,9см 24,5-26,8см 48,3-50,4см 56,7-58,2см 74,6-77,4см 79,3-82,2см	$1,4+1,2+1,3+2,3+2,1+1,5+2,8+2,9=$ $15,5$ см $15,5/92*100=$ 16,85%	4	1
5.	98	12,3-13,6см 15,8-17,6см 19,8-21,7см 28,2-31,6см 44,3-47,6см 53,3-56,2см 56,3-58,7см 62,4-64,7см 71,3-73,7см	$1,3+1,8+1,9+3,4+3,3+2,9+2,4+2,3+2,4=$ $21,7$ см $21,7/98*100=$ 22,14%	5	1

6.	112	6,3-7,7см 8,6-9,8см 15,6-17,9см 28,5- 30,8см 39,3-40,4см 56,7-59,2см 74,6- 77,4см 79,3-82,2см 87,5-89,2см	1,4+1,2+2,3+2,3+ +1,1+2,5+2,8+2,9+ +1,7= 18,2 см 18,2/112*100= = 16,25%	4	1
7.	102	4,3-6,6см 7,3-9,8см 10,8-11,9см 14,2- 16,4см 19,7-20,8см 28,6-30,8см 54,7- 57,4см 69,3-71,2см 73,4-74,7см 93,4- 95,6см 98,2-102см	2,3+2,5+1,1+2,2+ +1,1+2,2+2,7+1,9+ +1,3+2,2+3,8=23,3 23,3/102*100= = 22,84%	5	1
8.	93	6,3-8,2см 11,2-13,4 см 14,8-15,2 см 22,5- 23,2см 26,4-28,5см 38,6-40,8см 63,3-65,4 см	1,9+2,2+0,4+0,7+ +2,1+2,2+2,1= =11,6 см 11,6/93*100= = 12,47%	4	2
9.	89	3,3-5,2см 10,2-13,8 см 14,6-15,2 см 22,5- 23,2см 27,4-28,5см 38,6-41,8см 63,2-66,4 см 78,5-80,7см	1,9+3,6+0,6+0,7+ +1,1+3,2+3,2+2,2= = 16,5 см 16,5/89*100= = 18,54%	4	1
10.	106	5,4-6,9см 8,3-9,8см 10,6-11,9см 12,8- 14,2см 14,2-16,4см 19,7-20,8см 28,6- 30,8см 54,6-57,4см 69,3-71,2см 73,4- 74,7см 93,4-95,6см 98,2-102см	1,5+1,5+1,3+1,4+ +2,2+1,2+2,2+2,8+ +1,9+1,3+2,2+3,8= = 23,3 см 23,3/106*100= = 21,98%	5	1
Среднее проективное покрытие			174,57/10= 17,5%		

Пробная площадка № 2 – территория, прилегающая к заводу растительных масел					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс витальности
1.	78	6,3-7,5см 8,4-10,6см 11,8-13,4см 13,8-14,3 см 34,6-36,8 см 63,3- 65,4 см	1,2+2,2+1,6+2,2+2,1= = 9,3 см 9,3/78*100 = 11,92%	4	1
2.	88	12,5-15,3см 42,5- 45,4см 61,4-63,7см 67,5-68см	2,8+2,9+2,3+0,5= = 8,3 см 8,3/88*100 = 9,43%	3	2
3.	110	18,2-19,7см 23,6- 25,4см 58,6-59,4см 63,6-66,2см 97,4- 99,6см	1,5+1,8+0,8+2,6+ +2,2= 8,9 см 8,9/110*100= 8,09%	3	2
4.	96	3,3-5,7см 8,4-9,8см 14,6-16,9см 42,3- 43,5см 58,7-59,2см	2,4+1,4+2,3+1,2+0,5 = 7,8 см 7,8/96*100= 8,13%	3	1
5.	92	10,3-13,6см 14,8- 16,8см 42,3-45,6см 63,4-63,7см	3,3+2,2+3,3+0,3= = 9,1 см 9,1/92*100= 9,89%	3	1
6.	112	7,3-9,7см 9,8см- 11,4см 33,3-35,4см	2,4+1,6+2,1+1,9+1,8= = 9,8см	3	1

		72,3-74,2см 87,4-89,2см	9,8/112*100= 8,75%		
7.	107	14,6-16,8см 19,8-21см 28,8-30,2см 91,4-94,6см	2,2+1,2+1,4+3,2= 8 см 8/107*100= 7,48%	3	3
8.	78	23,4-26,5см 38,7-40,8см 63,3-65,4 см	3,1+2,1+2,1= 7,3 см 7,3/78*100= 9,36%	3	1
9.	89	3,3-5,8см 13,6-15,5 см 22,5-24,2см	2,5+1,9+1,7= 6,1см 6,1/89*100 = 6,85%	3	2
10.	97	15,2-16,9см 19,7-20,8см 29,6-32,8см 58,6-61,4см	1,7+1,1+3,2+2,8=8,8 8,8/97*100 = 9,07%	3	1
Среднее проективное покрытие			89,82/10 = 8,98%		

Пробная площадка № 3 – «Парк Победы в ВОВ»					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс витальности
1.	92	7,2-9,4см 11,2-12,8 см 13,8-14,4 см 14,6-16,2см 19,3-21см 22,7-23,2 см 34,5-36,8см 38,6-40,6 см 51,3- 55,4см 75,3-78,8см	2,2+1,6+0,6+1,6+ +1,7+0,5+2,3+2+ +4,1+3,5 = 20,1 20,1/92*100= 21,85%	5	1
2.	89	2,4-4,8см 6,8-8,2см 8,3-9,6см 14,5-16,8см 22,7-24,2см 47,6-48,9см 64,3-66,7см 67,5-68,9см	2,4+1,4+1,3+2,6+ +1,5+1,3+2,4+1,4= = 14,3 см 14,3/89*100= 16,07%	4	2
3.	98	4,4-5,9см 6,3-7,9см 9,8-12,9см 14,2-17,4см 18,3-19,8см 28,6-31,5см 43,6-45,7см 52,6-56,4см 69,1-70,2см 93,4-95,6см	1,5+1,6+3,1+3,2+ +1,5+2,9+2,1+3,8+ +1,1+2,2= 23см 23/98*100= 23,47%	5	1
4.	84	5,3-7,8см 7,6-9,8см 10,3-12,5см 15,6-16,9см 24,5-26,8см 48,3-51,4см 56,7-58,2см 74,6-76,5см 79,3-82,9см	5,5+2,2+2,2+1,3+ +2,3+3,1+1,5+1,9+ +3,6 = 20,6 см 20,6/84*100= 24,52%	5	1
5.	102	11,9-13,4см 15,8-17,6см 19,8-22,7см 28,2-31,6см 32,4-35,7см 44,3-47,6см 53,3-56,2см 56,3-58,7см 62,4-63,5см 72,3-73,7см 87,7-89,3см	1,5+1,8+2,9+3,4+3,3+ +3,3+2,9+2,4+1,1+1+ +1,6 = 25,2 см 25,2/102*100= 24,71%	5	1
6.	99	6,5-9,7см 8,6-9,8см 15,6-17,9см 29,5-30,8см 39,3-40,4см 43,4-47,3см 56,7-59,2см 74,6-77,4см	3,2+1,2+2,3+1,3+1,1+ +3,9+2,5+2,8+2,9+1,7= = 22,9 см 22,9/99*100= 23,13%	5	1

		79,3-82,2см 87,5-89,2см			
7.	87	6,3-8,6см 9,3-10,5см 10,8-11,9см 14,2-16,4см 19,7-20,8см 28,6-31,8см 54,6-57,4см 69,3-71,2см 73,4-74,7см 83,4-85,6см	2,3+1,2+1,1+2,2+1,1+ +3,2+2,8+1,9+1,3+2,2= = 19,3 см 19,3/87*100= 22,18%	5	1
8.	93	8,2-9,6см 9,8-10,6см 10,8-13,4см 14,8-17,2см 22,5-24,2см 26,4-28,5см 38,6-40,8см 63,3-65,4 см 76,4-79,8см 83,2-86,7см	1,4+0,8+2,6+2,4+1,7+ +2,1+2,2+2,1+3,4+3,5= = 22,2 см 22,2/93*100 = 23,87%	5	1
9.	104	3,9-5,2см 5,6-7,8см 10,2-13,8 см 14,6-15,2 см 22,5-24,2см 27,4-28,5см 38,6-41,8см 63,2-66,4см 78,5-80,7см 89,2-93,6см	1,3+2,2+3,6+0,6+1,7+ +1,1+3,2+3,2+2,2+4,4= = 23,5 см 23,5/104*100= 22,6%	5	1
10.	106	4,4-6,9см 8,3-9,8см 10,6-11,9см 12,8-14,2см 14,2-16,4см 19,7-20,8см 29,6-31,8см 54,6-57,4см 69,3-71,2см 73,4-74,7см 93,2-95,6см 98,2-101см	2,5+1,5+1,3+1,4+2,2+ +1,1+2,2+2,8+1,9+1,3+ +2,4+2,8 = 23,4 см 23,4/106*100= 22,08%	5	1
Среднее проективное покрытие			225,2/10 = 22,52%		

Пробная площадка № 4 – территория, прилегающая к ж/д станции «Новохопёрск»					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс витальности
1.	74	Xanthoria parietina отсутствует			
2.	89	7,5-9,3см 64,4-66,7см 67,5-68,2см	1,8+2,3+0,7=4,8см 4,8/89*100= 5,39%	3	2
3.	87	Xanthoria parietina отсутствует			
4.	96	Xanthoria parietina отсутствует			
5.	85	Xanthoria parietina отсутствует			
6.	79	Xanthoria parietina отсутствует			
7.	82	Xanthoria parietina отсутствует			
8.	78	Xanthoria parietina отсутствует			

9.	73	Xanthoria parietina отсутствует			
10.	81	Xanthoria parietina отсутствует			
Среднее проективное покрытие			$5,39/10 = 0, 53$		
			%		

Оценку проективного покрытия определяли по 10-балльной шкале (по А.В. Пчёлкину, 2006):

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

Таблица 2. Описание данных (октябрь)

Пробная площадка № 1 – городской парк					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс вitalности
1.	94	7,2-8,7см 10,2-13,4 см 13,8-15,2 см 22,5-23,2 см 38,6-40 см 63,3- 65,5 см	$1,5+3,2+1,4+0,7$ $+1,4+2,2=10,3$ см $10,3/94*100=$ $10,9\%$	4	1
2.	86	3,4-4,8см 6,3-8,2см 14,5-16,3см 28,7- 30,2см 47,6-48,9см 64,4-66,7см 67,5- 68,9см	$1,4+1,9+1,8+1,5+$ $+1,3+2,3+1,4=$ $= 11,6$ см $11,6/86*100=$ $13,4\%$	4	1
3.	103	2,3-4,6см 5,3-7,8см 9,8-11,6см 14,2-16,4см 18,7-19,8см 28,6-30см 54,6-57,4см 69,3- 71,2см 93,4-95,6см 98,2-100,2	$2,3+2,5+1,8+2,2+$ $+1,1+1,4+2,8+1,9+$ $+2,2+2=20,2$ см $20,2/103*100=$ $19,6\%$	4	1
4.	92	5,2-6,7см 8,6-9,8см 15,6-16,9см 24,5- 26,8см 48,3-50,4см 56,7-58,2см 74,6- 77,4см 79,3-82,3см	$1,5+1,2+1,3+2,3+$ $+2,1+1,5+2,8+3=$ $= 15,7$ см $15,7/92*100=$ $17,07\%$	4	1
5.	98	12,3-13,6см 15,8- 17,6см 19,8-21,7см 28,2-31,6см 44,3- 47,6см 53,3-56,2см 56,3-58,7см 62,4- 64,7см 71,3-73,8см	$1,3+1,8+1,9+3,4+$ $+3,3+2,9+2,4+2,3+$ $+2,5= 21,9$ см $21,9/98*100=$ $22,35\%$	5	1
6.	112	6,2-7,7см 8,6-9,8см 15,6-17,9см 28,5- 30,8см 39,3-40,4см 56,7-59,2см 74,6- 77,4см 79,3-82,2см 87,5-89,2см	$1,5+1,2+2,3+2,3+$ $+1,1+2,5+2,8+2,9+$ $+1,7= 18,3$ см $18,3/112*100=$ $16,34\%$	4	1
7.	102	4,3-6,6см 7,3-9,8см 10,8-11,9см 14,2-	$2,3+2,5+1,1+2,2+$ $+1,1+2,2+2,7+1,9+$	5	1

		16,4см 19,7-20,8см 28,6-30,8см 54,7- 57,4см 69,3-71,2см 73,4-74,7см 93,4- 95,6см 98,2-102,1см	+1,3+2,2+3,9=23,4 23,4/102*100= = 22,94%		
8.	93	6,2-8,2см 11,2-13,4 см 14,8-15,2 см 22,5- 23,2см 26,4-28,5см 38,6-40,8см 63,3-65,5 см	2+2,2+0,4+0,7+ +2,1+2,2+2,2= =11,7 см 11,7/93*100= = 12,57%	4	1
9.	89	3,2-5,1см 10,2-13,8 см 14,6-15,2 см 22,5- 23,2см 27,4-28,5см 38,6-41,8см 63,2-66,4 см 78,5-80,8см	1,9+3,6+0,6+0,7+ +1,1+3,2+3,2+2,3= = 16,6 см 16,6/89*100= = 18,65%	4	1
10.	106	5,3-6,9см 8,3-9,8см 10,6-11,9см 12,8- 14,2см 14,2-16,4см 19,7-20,8см 28,6- 30,8см 54,6-57,4см 69,3-71,2см 73,4- 74,7см 93,4-95,6см 98,2-102,1см	1,5+1,5+1,3+1,4+ +2,2+1,2+2,2+2,8+ +1,9+1,3+2,2+3,9= = 23,4 см 23,4/106*100= = 22,08%	5	1
Среднее проективное покрытие			176,62/10= 17,66%		

Пробная площадка № 2 – территория, прилегающая к заводу растительных масел					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс витальности
1.	78	6,2-7,5см 8,4-10,6см 11,8-13,4см 13,8-14,3 см 34,6-36,8 см 63,3- 65,5 см	1,3+2,2+1,6+2,2+2,2= = 9,5 см 9,5/78*100 = 12,18%	4	1
2.	88	12,4-15,3см 42,5- 45,4см 61,4-63,7см 67,5-68,1см	2,9+2,9+2,3+0,6= = 8,5 см 8,5/88*100 = 9,66%	3	1
3.	110	18,1-19,7см 23,6- 25,4см 58,6-59,4см 63,6-66,2см 97,4- 99,7см	1,6+1,8+0,8+2,6+ +2,3= 9,1 см 9,1/110*100= 8,27%	3	1
4.	96	3,2-5,7см 8,4-9,8см 14,6-16,9см 42,3- 43,5см 58,7-59,3см	2,5+1,4+2,3+1,2+0,6 = 8 см 8/96*100= 8,33%	3	1
5.	92	10,2-13,6см 14,8- 16,8см 42,3-45,6см 63,4-63,8см	3,4+2,2+3,3+0,4= = 9,2 см 9,2/92*100= 10%	3	1
6.	112	7,2-9,7см 9,8см- 11,4см 33,3-35,4см 72,3-74,2см 87,4- 89,2см	2,5+1,6+2,1+1,9+1,8= = 9,9см 9,9/112*100= 8,84%	3	1
7.	107	14,5-16,8см 19,8- 21см 28,8-30,2см 91,4-94,6см	2,3+1,2+1,4+3,2= = 8,1 см 8,1/107*100= 7,57%	3	1
8.	78	23,3-26,5см 38,7- 40,8см 63,3-65,4 см	3,2+2,1+2,1= 7,4 см 7,4/78*100= 9,48%	3	1

9.	89	3,2-5,8см 13,6-15,5 см 22,5-24,2см	2,6+1,9+1,7= 6,2см 6,2/89*100 = 6,96%	3	1
10.	97	15,1-16,9см 19,7- 20,8см 29,6-32,8см 58,6-61,4см	1,8+1,1+3,2+2,8=8,9 8,9/97*100 = 9,17%	3	1
Среднее проективное покрытие			90,46/10 = 9,5%		
Пробная площадка № 3 – «Парк Победы в ВОВ»					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс вitalности
1.	92	7,1-9,4см 11,2-12,8 см 13,8-14,4 см 14,6- 16,2см 19,3-21см 22,7-23,2 см 34,5- 36,8см 38,6-40,6 см 51,3- 55,4см 75,3- 78,8см	2,3+1,6+0,6+1,6+ +1,7+0,5+2,3+2+ +4,1+3,5 = 20,2 20,2/92*100= 21,95%	5	1
2.	89	2,3-4,8см 6,8-8,2см 8,3-9,6см 14,5- 16,8см 22,7-24,2см 47,6-48,9см 64,3- 66,7см 67,5-68,9см	2,5+1,4+1,3+2,6+ +1,5+1,3+2,4+1,4= = 14,4см 14,4/89*100= 16,17%	4	1
3.	98	4,3-5,9см 6,3-7,9см 9,8-12,9см 14,2- 17,4см 18,3-19,8см 28,6-31,5см 43,6- 45,7см 52,6-56,4см 69,1-70,2см 93,4- 95,6см	1,6+1,6+3,1+3,2+ +1,5+2,9+2,1+3,8+ +1,1+2,2= 23,1см 23,1/98*100= 23,57%	5	1
4.	84	5,2-7,8см 7,6-9,8см 10,3-12,5см 15,6- 16,9см 24,5-26,8см 48,3-51,4см 56,7- 58,2см 74,6-76,5см 79,3-82,9см	5,6+2,2+2,2+1,3+ +2,3+3,1+1,5+1,9+ +3,6 = 20,7 см 20,7/84*100= 24,64%	5	1
5.	102	12-13,4см 15,8- 17,6см 19,8-22,7см 28,2-31,6см 32,4- 35,7см 44,3-47,6см 53,3-56,2см 56,3- 58,7см 62,4-63,5см 72,3-73,7см 87,7- 89,3см	1,6+1,8+2,9+3,4+3,3+ +3,3+2,9+2,4+1,1+1+ +1,6 = 25,3 см 25,3/102*100= 24,8%	5	1
6.	99	6,4-9,7см 8,6-9,8см 15,6-17,9см 29,5- 30,8см 39,3-40,4см 43,4-47,3см 56,7- 59,2см 74,6-77,4см 79,3-82,2см 87,5- 89,2см	3,3+1,2+2,3+1,3+1,1+ +3,9+2,5+2,8+2,9+1,7= = 23,9 см 23/99*100= 23,23%	5	1
7.	87	6,2-8,6см 9,3-10,5см 10,8-11,9см 14,2- 16,4см 19,7-20,8см 28,6-31,8см 54,6- 57,4см 69,3-71,2см 73,4-74,7см 83,4- 85,6см	2,4+1,2+1,1+2,2+1,1+ +3,2+2,8+1,9+1,3+2,2= = 19,4 см 19,4/87*100= 22,29%	5	1

8.	93	8,1-9,6см 9,8-10,6см 10,8-13,4см 14,8- 17,2см 22,5-24,2см 26,4-28,5см 38,6- 40,8см 63,3-65,4 см 76,4-79,8см 83,2- 86,7см	1,5+0,8+2,6+2,4+1,7+ +2,1+2,2+2,1+3,4+3,5= = 22,3 см 22,3/93*100 = 23,97%	5	1
9.	104	3,8-5,2см 5,6-7,8см 10,2-13,8 см 14,6- 15,2 см 22,5-24,2см 27,4-28,5см 38,6- 41,8см 63,2-66,4см 78,5-80,7см 89,2- 93,6см	1,4+2,2+3,6+0,6+1,7+ +1,1+3,2+3,2+2,2+4,4= = 23,6 см 23,6/104*100= 22,69%	5	1
10.	106	4,3-6,9см 8,3-9,8см 10,6-11,9см 12,8- 14,2см 14,2-16,4см 19,7-20,8см 29,6- 31,8см 54,6-57,4см 69,3-71,2см 73,4- 74,7см 93,2-95,6см 98,2-101см	2,6+1,5+1,3+1,4+2,2+ +1,1+2,2+2,8+1,9+1,3+ +2,4+2,8 = 23,5 см 23,5/106*100= 22,16%	5	1
Среднее проективное покрытие			225,47/10 = 22,54%		

Пробная площадка № 4 – территория, прилегающая к ж/д станции «Новохопёрск»					
№ п/п	Окружность дерева, см	Местоположение талломов, см	Расчёт ПП, %	Оценка ПП, балл	Индекс витальности
1.	74	Xanthoria parietina отсутствует			
2.	89	7,5-9,3см 64,4-66,7см 67,5-68,2см	1,9+2,3+0,7=4,9см 4,9/89*100= 5,5%	3	1
3.	87	Xanthoria parietina отсутствует			
4.	96	Xanthoria parietina отсутствует			
5.	85	Xanthoria parietina отсутствует			
6.	79	Xanthoria parietina отсутствует			
7.	82	Xanthoria parietina отсутствует			
8.	78	Xanthoria parietina отсутствует			
9.	73	Xanthoria parietina отсутствует			
10.	81	Xanthoria parietina отсутствует			
Среднее проективное покрытие			5,5/10 = 0, 55 %		

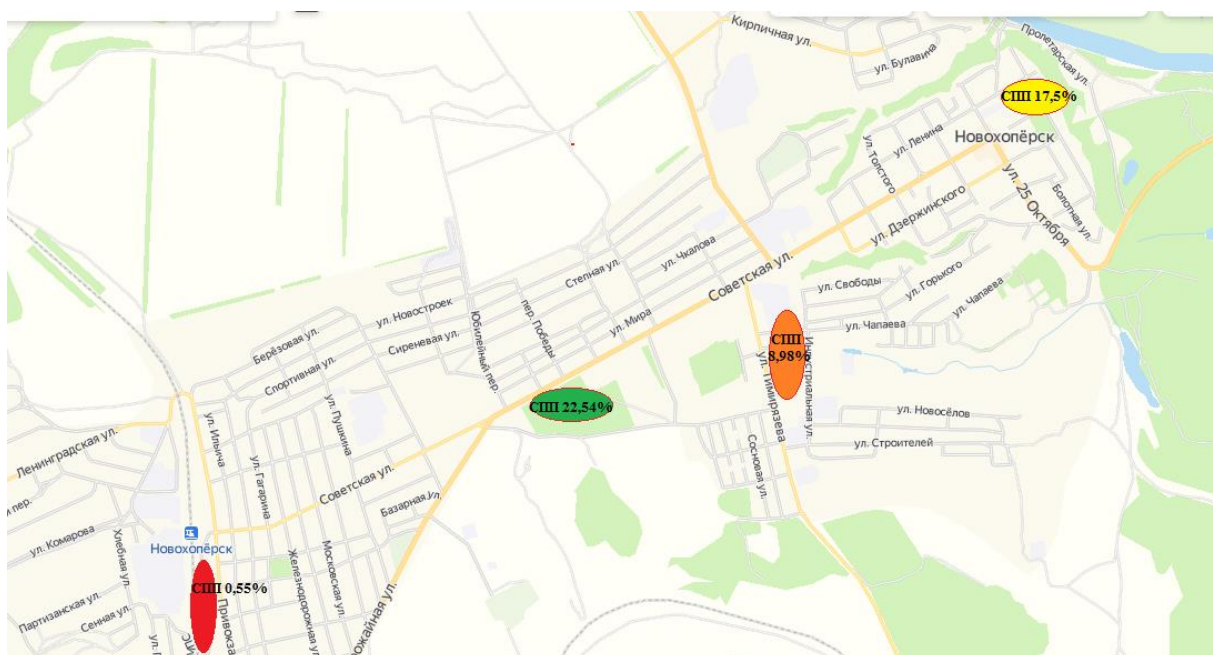


Рис. 9. Исследуемые участки на карте г. Новохопёрска с указанием уровня загрязнения атмосферного воздуха (согласно СПП и индексу витальности)

	Высокое качество атмосферного воздуха
	Хорошее качество атмосферного воздуха
	Удовлетворительное качество атмосферного воздуха
	Низкое качество атмосферного воздуха