

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»

С. Б. Криворотов, О. Ю. Манилова

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
АТМОСФЕРНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА КРОПОТКИНА
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

Монография

Краснодар
КубГАУ
2015

УДК 574(470.62)

ББК 574.21

К78

Р е ц е н з е н т ы :

В. В. Тюрин – доктор биологических наук, доцент
(Кубанский государственный университет)

С. Н. Щеглов – доктор биологических наук, профессор
(Кубанский государственный университет)

Криворотов С. Б.

К78 Оценка экологического состояния атмосферной среды города Кропоткина с помощью метода лишеноиндикации: монография / С. Б. Криворотов, О. Ю. Манилова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 200 с.

ISBN

В монографии освещены особенности изменения экологической обстановки урбанизированных территорий на примере города Кропоткина и возникающие экологические проблемы, которые обусловлены местными природными условиями и характером воздействия на них промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства. Установлена взаимосвязь атмосферного загрязнения с показателями, характеризующими эпифитный лишайниковый покров. Впервые для города Кропоткина проведено лишеноиндикационное картирование, позволившее оценить уровень атмосферного загрязнения урбозкосистемы.

Книга предназначена для специалистов биологов, экологов, ботаников, лишенологов, географов, студентов биологических и экологических факультетов высших учебных заведений.

УДК 574(470.62)

ББК 574.21

© Криворотов С. Б.,
Манилова О. Ю., 2015
© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет», 2015

ISBN

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время из всех форм деградаций природных экосистем России наиболее опасными являются искусственные абиотические загрязнители поступающие в атмосферу, которые оказывают отрицательное воздействие на здоровье людей и биоту растений.

В публикациях освещены особенности изменения экологической обстановки в отдельных регионах Российской Федерации и возникающие экологические проблемы, которые обусловлены местными природными условиями и характером воздействия на них промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства (Сальникова, Осинцева, 2010).

Для того чтобы рационально решать вопросы охраны природы экосистем малых и больших городов, подвергающихся выбросам промышленных объектов, транспорта, коммунального и сельского хозяйства, актуальны исследования по экологической оценке состояния атмосферной среды с использованием методов лишеноиндикации и мониторинга. Использование последних позволяет оценить биологические последствия антропогенного изменения среды.

Биомониторинг позволяет проследить реакцию живых организмов в период загрязнения окружающей среды в определенные годы и рассматривается как один из главных моментов завершающих биоиндикацию. В качестве биоиндикаторов используют наиболее чувствительные к исследуемым загрязнителям организмы – лишайники.

Исследования индикаторных свойств лишайников позволяют получить интегральную оценку качества окружающей среды, проследить изменения, происходящие в городах в результате антропогенного воздействия и дать экологическую оценку состояния атмосферной среды в урбоэкосистемах.

Авторы осуществили лишеноиндикацию загрязнения атмосферного воздуха урбоэкосистемы города Кропоткина. Для

этого была проведена инвентаризация видового состава лишенобиоты урбоэкосистемы города Кропоткина; осуществлен таксономический, экологический, географический анализ лишенобиоты урбоэкосистемы и выявлена субстратная приуроченность лишайников; выявлены и описаны эпифитные лишеносинузии урбоэкосистемы; изучены закономерности распределения эпифитных лишайников и лишеносинузий по территории урбоэкосистемы в зависимости от атмосферного загрязнения; проанализировано накопление тяжелых металлов слоевищами эпифитных лишайников и лишеносинузиями в различных зонах урбоэкосистемы; составлены лишеноиндикационные картосхемы города и дано их экологическое обоснование.

В результате исследований, проведенных в 2010–2013 гг., для урбоэкосистемы города Кропоткина выявлен видовой состав эпифитных лишайников, включающий 89 видов, принадлежащих к 41 роду и 13 семействам. Составлен аннотированный таксономический список лишайников исследуемой территории. Проведен таксономический, экологический, географический анализ лишенобиоты, выявлена субстратная приуроченность и особенности пространственного распределения лишайников и лишеносинузий по территории урбоэкосистемы в зависимости от атмосферного загрязнения. Выявлено 24 эпифитных лишайниковых синузий. Впервые выделены группы эпифитных лишайников и лишеносинузий-индикаторов по чувствительности к различным уровням антропогенной нагрузки урбоэкосистемы города Кропоткина. Получены данные о накоплении слоевищами лишайников тяжелых металлов. Впервые для города Кропоткина проведено лишеноиндикационное картирование, позволившее оценить уровень атмосферного загрязнения урбоэкосистемы.

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВ УРБОЭКОСИСТЕМ

Одной из главных причин загрязнения окружающей среды является интенсивное развитие промышленности и транспорта. Особенно остро экологическая ситуация обстоит на урбанизированных территориях, характеризующихся сосредоточением не только производственных комплексов, но и основной части населения. В этой связи охрана окружающей среды урбанизированных территорий является весьма актуальной проблемой (Красногорская и др., 2004).

Индикаторами состояния среды и ее компонентов могут быть различные представители органического мира – растения, животные, грибы, лишайники, бактерии (Бязров, 2002).

Лишайники являются важным компонентом фитоценозов, они участвуют в создании микроклимата сообществ, заселяют малопригодные для других организмов места обитания, выделяют лишайниковые кислоты, задерживающие рост некоторых растений и др. (Петриашвили, 2010). Особое значение лишайники приобрели в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды. То, что лишайники реагируют на загрязнение воздуха, было замечено еще в XIX веке. Видовой состав лишайников в индустриальных и окраинных районах различается настолько сильно, что ученые стали выделять лишайниковые зоны (Пчелкин, 2006).

Одним из способов контроля состояния урбоэкосистем является экологический мониторинг. Для оценки состояния среды, мониторинга климата (Giordany, 2008; Hanewald, Kirzsehbaum, 2009; Kirschbaum, Wirth, 2010), в особенности атмосферного воздуха, широко используются представители лишайнобиоты: видовой состав, распространение лишайников и их группировок в городах, промышленных центрах, на территориях областей и ряда государств (Свирко, 2006; Стаселько,

2007; Пчелкин, 2011; Zarabska, 2009; Shukla, Upreti, 2011; Иванов и др., 2012).

На данный момент исследование и анализ лишенобиоты урбанизированных экосистем ведется на отдельно взятых территориях России, в таких районах как Челябинская область (Егорейченков, 2010; Урбанавичене, 2011), республика Калмыкия (Очирова, 2008), на территории Урала (Гагарина, 2007; Корчиков, 2008; Меркулова, 2008; Шаяхметова и др., 2008), Н.В. Седельникова (Седельникова, 2008) охватывает в своих исследованиях «Лишенобиота Алтае-Саянского экорегиона» видовое разнообразие девяти регионов Южной Сибири, как относящихся в настоящее время к Российской Федерации, так и за ее пределами: Алтайский и Красноярский край; Кемеровская и Новосибирская область, а также республики Алтай, Хакасия, Тува, и такие страны как Казахстан и Монголия. Изучение лишенобиоты урбозкосистем проводится в республике Карелии (Фадеева и др., 2007), Кемеровской (Баумгертнер, 2011), Костромской (Кузнецова, Сказина, 2010), Волгоградской (Веденеев, Пименова, 2003), Мурманской (Мелехин, 2009; Прохорова, 2009; Жданов, 2011; Мелехин, 2011), Самарской (Корчиков, 2008), Тверской (Нотов и др., 2011), Ярославской (Кондакова, Грачева, 2011), Рязанской (Мучник, Лосева, 2008) и Тюменской областях, в Западной Сибири (Макарова и др., 2002; Романова, 2009; Пауков, Михайлова, 2011; Романова, 2011), республике Татарстан (Евстигнеева, 2008), в Пермском крае (Галанина, 2008), городах Красноярске (Крючкова, Отнюкова, 2004), Уфа (Красногорская и др., 2004), Львове (Кучерявый и др., 1990), Харькове (Байрак, 1988), Кропоткине (Криворотов и др., 2004), Ростове-на-Дону (Пелипенко, Ермакова, 2006; Меденец, 2010), Ставрополе (Кубрина и др., 2009), Новосибирске (Романова, 2009; Романова, Седельникова, 2010), Оренбурге (Меркулова, 2006). Наиболее полно охарактеризована лишенобиота городов Санкт-Петербурга (Мальшева, 1996, 1998, 2003; Балашова, Заварзина, 1999; Степанченко

ва, Гимельбрант, 2012), Москвы (Бязров, 1992, 1994, 1996, 2002, 2008), Краснодара (Криворотов, Москаленко, 2000; Криворотов, Сионова, 2004; Криворотов, Звержановский, 2006; Сионова, Криворотов, 2007).

Исследования лишенобиоты ведутся и на территории Польши (Motiejūnaitė, Czyżewska, 2008; Stolarczyk, 2009; Oset, 2010; Kossowska, 2011), Гренландии (Hunsen, 2008), Аргентины (Ferraro, Michlig, 2011) и других стран.

Лишайники являются организмами, очень чувствительными к загрязнению окружающей среды. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, в силу того, что лишайники представляют собой ассоциацию гриба и водорослей (Глушковская, Сумина, 2006), любое воздействие, которое изменяет баланс взаимодействия между компонентами, будет влиять на их жизнеспособность (Плюснин, 2002; Урбанавичус, Хофгаард, 2010; Родникова, 2011; Casano Leonardo, 2011). Корка деревьев как субстрат для эпифитных лишайников содержит определенный запас доступных форм азотного питания, с одной стороны, а с другой – лимитирующие рост лишайников протоногенные компоненты. Более или менее константные морфологические, физические и некоторые химические (рН) характеристики коры дерева определяют видовой состав возможных эпифитных лишеносинузий. От постоянно меняющегося содержания доступных форм азота, комплексного влияния дождевых выщелачиваний из кроны и коры с резко, но кратковременно колеблющейся кислотностью, наряду с трофотопом, гигротопом и термотопом конкретного местообитания зависят видовой состав и степень развития лишайников, в частности, их проективное покрытие корки форофита (Иржигитова, Корчиков, 2011). Возраст и структура дерева-форофита, стабильность субстрата, доступность освещения оказывают важное влияние на развитие эпифитных лишайников (Ямбердова, Суетина, 2009; Ковалева, Иванова, 2012). Так, исследования распространения конкретного вида

эпифитного лишайника показывают, что частота встречаемости *Letharia vulpina* возрастала с увеличением возраста, диаметра дерева и высотой расположения первых скелетных ветвей. Наиболее важными составляющими факторами развития лишайника является возраст дерева и структура его корки. Все это необходимо учитывать при использовании *L. vulpina* как индикаторного вида (Слонов, Слонов, 2010; Nascimbene et al., 2008). На видовой состав, распространение лишайников влияют приуроченность к виду растения-форофита и высота полога (Петрова, Корчиков, 2010; Fanning et al., 2007; Speir, van Dobben, van Dort, 2010).

Во-вторых, лишайники поглощают аэрозоли и газы всей поверхностью тела, что повышает их чувствительность к загрязнению, а периодически происходящая деградация слоевищ позволяет лишайникам переживать период засухи, приводит к росту концентрации загрязняющих веществ в слоевищах до высоких уровней (Петрова, Корчиков, 2010).

Наибольшее число лихеноиндикационных исследований посвящено действию на лишайники двуокиси серы (Лиштва, 2007). Сернистый ангидрид – один из наиболее токсичных компонентов отработанных газов, повышенная концентрация которого в воздухе (ПДК сут.=0,05 г/м³) оказывает угнетающее воздействие на биоту и человека. В качестве биоиндикатора содержания SO₂ в воздухе используются эпифитные лишайники. Причиной выбора этой группы организмов в качестве биоиндикаторов служит их высокая полеофобность, а также широкая распространенность и многообразие видов. Так, на территории Сургутского района отчетливо видна общая тенденция увеличения относительной численности эпифитных лишайников по мере удаления от источника загрязнения (Божко, 2004). А исследования видового богатства эпифитных лишайников на территории западной части штата Пенсильвания (США), где расположены четыре ТЭЦ и промышленные центры, показали, что экспериментальные участ-

ки близ урбозкосистемы и ТЭЦ намного беднее по видовому составу лишайников (Mc. Clenahan et al., 2007).

Сернистый ангидрид имеет биологическое значение в той биологической форме, в которой он был выброшен в атмосферу, и потому он называется первичным. Вторичные загрязнители образуются как результат химических реакций первичных загрязнителей во время их переноса в атмосфере. Примерами вторичных загрязнителей являются озон (O_3) пероксиацетилнитрат (PAN) и кислотные дожди (Лиштва, 2007). Содержание NO_2 в атмосфере оказывает наиболее существенное влияние на количественное соотношение видов лишайников (Пыстина, Романов, 2010) и отрицательно коррелирует с общим покровом лишайников (Hultengren et al., 2004; Klos, 2007; Gadsdon et al., 2010).

Воздействие загрязнителей приводит к различным изменениям в биохимическом составе, физиологических процессах, анатомических и морфологических особенностях лишайниковых слоевищ, в видовом составе и структуре лишайносинузий.

Для оценки состояния атмосферы урбозкосистемы все чаще используют информацию об изменении химического состава слоевища лишайников. Используются при этом различные физико-химические методы. При осуществлении анализа химических изменений слоевищ лишайников под воздействием солей тяжелых металлов ($HgSO_4$, $ZnSO_4$, $CdSO_4$), как правило, используют рентгенофлуоресцентный анализ и метод атомно-абсорбционной спектроскопии. Вышеуказанные методы наиболее эффективны при оценке содержания металлов в слоевище лишайников. Инфракрасная спектроскопия позволяет обнаружить химические изменения слоевища, связанные с накоплением SO_4^{2-} – аниона и образованием в нем сульфонов. В результате воздействия на слоевища различных солей металлов отмечают морфологические изменения, уменьшение содержания пигментов, связанное с разрушением хлорофилла (Мейсурова и др., 2009; Nauck et al., 2003). Также од-

ним из эффективных методов оценки состояния атмосферы урбоэкосистем является изучение скорости выделения неорганических ионов лишайниками при ультразвуковой обработке проб талломов под водой. Начальные скорости выделения K^+ и молярное соотношение SO_4^{2-}/Ca^{2+} являются ценными индикаторами загрязненности. Эти данные коррелируют с квантовым выходом флуоресценции хлорофилла и визуальной оценкой симптомов поврежденности лишайников (Arhoun et al., 2000). Наряду с вышеуказанными методами оценить степень влияния тяжелых металлов на состояние атмосферного воздуха и составить прогноз их экологической опасности можно с помощью математических методов (Мынбаева, Есиркепова, 2011).

Изменение физиологических показателей лишайников также используется для оценки состояния окружающей среды. Так, рядом авторов отмечается угнетающее действие на образование хлорофилла a, b, общего хлорофилла, каротиноидов, белка в слоевищах лишайников (Shukla, Upreti, 2008). Исследования по количественному и качественному содержанию ассимилирующих пигментов могут быть значимыми для понимания характера «ответа» лишайников, как важных биоиндикаторов, на изменяющиеся условия макро-, микроклимата и степени загрязнения атмосферной среды (Вержбицкая, Андросова, 2008).

При выявлении начальных этапов изменения растительного покрова под воздействием воздушного загрязнения (в частности соединениями серы) основное внимание следует обращать на растительность дренированных экспонированных местообитаний. Именно здесь в первую очередь начинают проявляться признаки антропогенных изменений под воздействием переносимых по воздуху поллютантов. Первые признаки воздействия загрязнения на растительный покров проявляются в химических ожогах растений и (после двух – трех лет) в изменении морфологии слоевищ лишайников (Воробь-

ев, 2009). Именно эти данные можно использовать при кратковременном мониторинге, а также для выявления начальных этапов изменения состояния растительного покрова (Пристяжнюк, 2008).

Так, морфологические изменения слоевищ лишайников города Тюмени были использованы для оценки состояния эпифитной лишайнобиоты. Исследования на данной территории показывают, что для многих лишайников в условиях города отмечается уменьшение размеров слоевищ, развитие некротических участков на талломах (Петриашвили, Алексеева, 2010).

Об изменениях на анатомическом уровне в условиях загрязнения известно меньше, однако исследования в городе Екатеринбурге раскрывают закономерность влияния загрязнителей на анатомию видов лишайников. Наибольшую корреляцию с толщиной анатомических слоев трех видов лишайников имеет содержание металлов в почве. Различия в реакциях обуславливаются величиной корреляций и отношением к металлам водорослевого слоя: у *Parmelia sulcata* с увеличением содержания металлов его толщина увеличивается, у *Phaeophyscia orbicularis* – уменьшается, у *Hypogymnia physodes* не изменяется. Виды проявляют индивидуальные различия в толерантности к загрязнителям. Относительная толщина водорослевого слоя умеренно толерантных видов лишайников под действием тяжелых металлов увеличивается, чем они отличаются от толерантного *Phaeophyscia orbicularis*, который сохраняет толщину слоя относительно постоянной (Пауков, Гулика, 1999).

Основным лимитирующим фактором, влияющим на численность видов лишайников, является антропогенный (Булгакова и др., 2010), в большинстве случаев – уничтожение местообитаний (Малышева, 2006). По мере удаления от городских агломераций и промышленных зон обилие видов, их численность возрастает (Никифоров, Онищенко, 2000; Пыстина, Семенова, 2009; Дюкова, 2010; Баумгертнер, 2011),

формируются полидоминантные сообщества, отмечается невысокое значение индекса полеотолерантности (Уразбахтина, Катаускайте, 2003). Необходимо отметить, что причиной обеднения видового разнообразия лишенобиоты в городах является комплекс факторов, осушающих воздух и субстрат, что отрицательно влияет на водный баланс лишайников, структура которых мало защищает их от чрезмерного испарения.

Так, при эколого-субстратном анализе лишенобиоты города Самары было обнаружено, что в урбоэкосистеме с сухим воздухом выживают преимущественно листоватые лишайники, а накипные и кустистые виды характерны для участков с повышенным локальным увлажнением среды (Корчиков, 2011). Эти же данные подтверждают исследования «Лишайниковые группировки на техногенно нарушенных местообитаниях в подзоне лесотундры Западной Сибири (окрестности г. Лабитнанги, ЯНАО)» И. Б. Глушковской и О. И. Суминой (Глушковская, Сумина, 2006). Авторы указывают на то, что лишайники листоватой широколопастной жизненной формы на техногенных местах обитания встречаются редко, только в условиях повышенного увлажнения. Во влажных местообитаниях лишайник может больше времени поддерживать метаболическую активность, чем в засушливых (Феоктистов и др., 2006; Родникова, 2012). В первом случае (накипные виды), из-за меньшего контакта с внешней средой ограничиваются возможности поглощения организмом водяных паров, во втором (кустистые виды), – полученная влага активнее теряется через большую по отношению к объёму поверхность слоевища. Листоватые же лишайники наиболее приспособлены к контрастным условиям увлажнения, сохраняя некоторое время влагу в пространстве между субстратом и нижней поверхностью (Окснер, 1974). Таким образом, при оценке состояния окружающей среды необходимо обращать внимание и на контрастные условия влажности при высокой освещённости, а значит, высокой непродолжительной сухости воздуха, что

стимулирует вегетативное размножение соредииобразующих видов, приводя к высоким значениям обилия таксонов при низких показателях линейных размеров. Ограничение роста лишайников в указанных условиях можно объяснить тем, что с возрастом отношение площади поверхности к объёму слоевища несколько снижается за счёт незначительного увеличения ширины лопастей, но этого оказывается достаточно для ограничения роста во влагодефицитных условиях (Корчиков, 2007).

Атмосферное загрязнение тоже влияет на вегетативное размножение. С увеличением загрязнения размеры соредиев у лишайников резко уменьшаются. Новообразованные соредии реагируют на изменения климата более чутко, чем исходные. Среднее значение соредиев в урбоэкосистеме и частота встречаемости нормально пигментированных (зеленых) соредиев достоверно понижается, а частота встречаемости аномальной формы достоверно повышается в градиенте загрязнения (Радиков, 2006).

Среди различных методов лишеноиндикации наибольшее распространение получило исследование биохимических реакций лишайников и изменения видового состава эпифитных лишеносинузий в условиях атмосферного загрязнения, ввиду его простоты и быстроты. Слоевища лишайников способны накапливать тяжелые металлы, что объясняется, прежде всего, биологическими особенностями этих организмов и активным влиянием техногенной нагрузки (Евлампиева, Панин, 2008; Московченко, Валеева, 2010; Энхтуяа, 2010).

В последние десятилетия среди наиболее опасных загрязнителей все чаще называют тяжелые металлы. Их миграция и перераспределение в компонентах экосистем зависят как от целого комплекса природных факторов, так и от интенсивности и характера техногенеза (Прохорова, Матвеев, 1996).

Тяжелые металлы опасны тем, что обладают способностью накапливаться в живых организмах, вмешиваться в ме-

таболический цикл, образуя высокотоксичные металлосодержащие органические соединения. Они быстро изменяют свою химическую форму при переходе из одной природной среды в другую, не подвергаясь биохимическому разложению (Закутнова, Пилипенко, 2004). Способность лишайников аккумулировать в своих телах различные вещества природного и антропогенного происхождения позволяет использовать их как биомониторы металлов и неметаллов (Пельгунова, Бязров, 2008; Ljubić et al., 2011; Wearn, Quekett, 2011).

Используя аккумулятивные способности эпифитных лишайников для оценки состояния окружающей среды, необходимо учитывать и динамику концентрации элементов внутри слоевищ под влиянием факторов окружающей среды. В летний период поступление частиц на поверхность и внутрь лишайников лимитировано (за счет экранирования кроной листовенных деревьев), и происходит удаление частиц с поверхности слоевищ путем смыва дождевой водой. В осенний период процессы поступления и удаления частиц с поверхности уравновешены, а в зимний период лишайники покрыты снежным покровом, таким образом, поступление и удаление частиц возможно только весной (Шарунова, 2006).

В основе изменения видового состава лишайносинузид под влиянием загрязнения лежит дифференциальная чувствительность различных видов лишайников к воздействию поллютантов. На основании данного факта составлены шкалы чувствительности видов лишайников в отношении степени загрязненности воздуха. Для различных регионов и стран мира таких шкал составлено двенадцать. Наиболее пригодной для Европейской части России является шкала, составленная Х. Х. Трассом (Трасс, 1985) на примере лишайниковых сообществ Эстонии (Красногорская, 2004). Лишеноиндикационная шкала для территории урбоэкосистемы города Белгорода была составлена Е. А. Фатнеевой (Фатнеева, 2011). Автором были выделены региональные виды-индикаторы, которые в

наибольшей степени характеризуют загрязненность воздуха SO₂. Для Белгорода установлено, что видами наиболее восприимчивыми к воздействию SO₂ являются *Evernia prunastri* и *Hypogymnia physodes*. Они могут служить прекрасными индикаторами даже низких концентраций SO₂. Токсикотолерантными индикаторными видами по отношению к SO₂ являются лишайники видов *Lecanora varia* и *Xanthoria parietina*.

Характерной биохимической реакцией лишайников, происходящей под воздействием поллютантов, является деградация хлорофилла (вследствие этого – повышение концентрации феофитина) и снижение интенсивности его синтеза. Индикатором крайней степени повреждения слоевищ служит появление желтых и коричневых некротических пятен в местах локализации фотобионта (Фатнеева, 2011).

Некоторые авторы для оценки состояния окружающей среды рекомендуют использовать конкретные виды лишайников, с учетом особенностей исследуемой местности, и указывают на то, что аккумулятивная способность лишайников характеризуется большой величиной и избирательностью (Азарченкова, 2010; Корнелюк, 2011; Михайлова, Кшнясев, 2012; Bajpai Rajesh et al., 2010; Ochoa-Hueso, Manrique, 2011). На территории Красноярска выделено 10 индикаторных видов. Проведенные исследования показывают, что распределение лишайников зависит от кислотности субстрата. Как интегральный показатель pH корки деревьев, растущие на них лишайники могут быть индикаторами загрязнения, вызывающего либо закисление, либо защелачивание субстрата. Под воздействием атмосферных выбросов промышленных предприятий урбоэкосистемы города Красноярска происходит деацидификация корки деревьев. На техногенное завышение pH коры положительно реагируют только определенные виды. Таким образом, лишайники, предпочитающие в качестве субстрата кислую или щелочную корку деревьев, могут служить надежными качественными индикаторами характера загряз-

нения окружающей среды (Крючкова, Отнюкова, 2004; Скирина, Скирин, 2008; Freitan et al., 2007). На территории города Карабаша авторами В.В. Дерягиным и О.П. Дияновой для лишеноиндикации были отобраны лишайники родов *Hypogymnia* и *Cladonia*. В результате исследований была обнаружена зависимость концентрации поллютантов от розы ветров. Отмечено, что при максимальных концентрациях представители вышеуказанных родов имеют ярко выраженные следы угнетения, которые постепенно исчезают с понижением концентрации поллютантов (Дерягин, Диянова, 2010). На территории города Гомель в качестве тест-объекта для оценки загрязненности атмосферного воздуха тяжелыми металлами авторами рекомендован *Phaeophyscia orbicularis*, с учетом видоспецифичности накопления элементов данным видом лишайника (Цуриков, Храмченкова, 2010). Для исследования уровня содержания тяжелых металлов в талломах лишайников в городе Кордоба (Испания) были выделены виды *Physcia undulata* и *P. endochrysea*. При помощи указанных видов можно выделить участки урбозкосистемы города с наиболее высоким уровнем загрязнения окружающей среды (Estrabou Cecilia et al., 2011). Для города Твери выявлены наиболее чувствительные к атмосферному загрязнению лишайники – *Hypogymnia physodes* и *Parmelia sulcata*. Они рекомендуются в качестве объектов Фурье-ИК-спектроскопического анализа в лишеноиндикационных исследованиях (Уразбахтина и др., 2005).

Причем каждый вид лишайника обладает избирательностью по отношению к отдельным элементам. Для изучения содержания свинца в лишайниках Карагандинской области был отобран *Parmelia ryssolea* (Ach.) Nyl. (Нуркенова и др., 2009). Железа больше всего накапливается в лишайнике *Xanthoria parietina* (Засоба, Меденец, 2004).

Воздействие поллютантов на окружающую среду с определенной закономерностью изменяет видовой состав и структуру лишеносинузий (Бадтиев, 2009). Исследования на

территории города Петрозаводска показывают, что наиболее информативными характеристиками эпифитного лишайникового покрова в изучаемой урбоэкосистеме являются: общее число видов в квадрате, процент описаний с лишайниками, среднее число видов в описании, общее среднее проективное покрытие, встречаемость и покрытие *Hypogymnia physodes* и *Scoliciosporum chlorococcum*, доля участия накипных и листоватых лишайников, встречаемость очень чувствительных видов. По изменению основных характеристик эпифитного лишайникового покрова на территории центра города можно выделить три зоны: сильно загрязненная территория, среднезагрязненная территория, относительно слабо загрязненная территория (Тарасова и др., 2007).

На примере морского побережья южной части Приморского края показано естественное состояние и тенденции изменения видового разнообразия лишайников под влиянием антропогенных факторов в 4 типах растительных сообществ, соответствующих разным типам экотопов. Установлена высокая чувствительность лишайников ко всем видам антропогенного воздействия. Вместе с тем отмечается, что антропогенное воздействие определенной степени может способствовать увеличению видового разнообразия в некоторых экотопах. Это связано с ослаблением позиций доминирующих видов и возникновением новых субстратов и местообитаний. Длительное антропогенное воздействие ведет к снижению видового разнообразия и ценотической роли лишайников (Родникова, 2011).

Исследования на территории провинции Новая Шотландия показывают зависимость изменения состава и количества лишайников от градиента качества воздуха (Cameron Robert et al., 2007).

В условиях техногенной среды изменяется проективное покрытие лишайников. В условиях городской среды

доминирующее положение занимают накипные и листоватые лишайники. Для многих лишайников в условиях города отмечено уменьшение размеров слоевищ, формирование уродливых форм, развитие некротических участков на слоевищах. Таким образом, комплексная реакция лишенобиоты на увеличение техногенной нагрузки в условиях урбанизированной среды выражается в снижении разнообразия видового состава, проективного покрытия, размеров слоевищ, встречаемости кустистых форм, а также в появлении уродливых форм слоевищ (Ершов, Юнг, 2008; Петриашвили, Алексеева, 2010).

На территории Краснодарского края благодаря исследованиям, продолжающимся и в настоящее время, наиболее изученной является лишенобиота города Краснодара (Криворотов, Сионова, 2003; Криворотов, Сионова, 2004; Криворотов, 1995; 1997; Сионова, Криворотов, 2004; 2005; 2006; 2008). Частично исследована лишенобиота таких городов как Приморско-Ахтарск (Криворотов, Сионова, 2002) и Новороссийск (Поворознюк, Березенко, 2007). Лишенобиота урбоэкосистемы города Кропоткина на данный момент недостаточно изучена. Исследования указанной урбоэкосистемы носили фрагментарный характер. Частично исследовалась парковая зона (Криворотов, Затева, 2004; Криворотов и др., 2004) и таксономическая структура лишенобиоты города Кропоткина (Криворотов, Затева, 2005). Следовательно, полного анализа лишенобиоты и лишеносинузий урбоэкосистемы города Кропоткина произведено не было, не осуществлялась детальная оценка состояния атмосферного воздуха с использованием эпифитных лишайников в качестве биоиндикаторов. Таким образом, актуальны и необходимы более широкие и углубленные исследования лишенобиоты города Кропоткина.

ГЛАВА 2.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Особенности геологического строения и рельефа

Кропоткин – промышленный город и железнодорожный узел (станция Кавказская). Город Кропоткин является административным центром Кавказского района, в восточной части края, на правом берегу Кубани (Лотышев, 2006; Лотышев, 2007) и располагается на пересечении важных автомобильных и железнодорожных магистралей, которые обеспечивают ему прочные производственные и экономические связи. Удобство транспортных связей и положение в центре густозаселенной группы сельских районов способствовало формированию вокруг него пока относительно небольшой агломерации крупных станиц (Кавказская, Казанская, Новоукраинская, Красносельская, хутор Роговичевский, село Милованово) и города Гулькевичи с общим числом жителей, включая кропоткинцев, около 160 тыс. человек (Большая Кубанская Энциклопедия..., 2006).

Географические координаты города: 40°29′ восточной долготы и 45°22′ северной широты на высоте 120–135 метров над уровнем моря, на правом возвышенном берегу реки Кубань, в 140 км к востоку от города Краснодара. Территория города составляет около 85,2 км² (Гужин и др., 1998).

Город Кропоткин расположен в восточной части Прикубанской низменности, на склонах трех больших пологих косогоров, начинающихся в одном – двух километрах от русла реки Кубань. Много рек и речушек, берущих начало в Кавказ-

ских горах, расчленяют Прикубанскую наклонную низменность речными долинами. Река Кубань является самой главной на Северном Кавказе (Пташник, 2005).

На северном склоне Кавказа из ледника Уллукам, расположенного близ вершины Эльбруса на высоте 2970 метров, берёт начало река Кубань. Из ледника вытекает одноименная река Уллукам, которая через 34 км сливается с другой рекой, Уччулан. Если считать место слияния этих двух рек за начало Кубани, то воды её пробегут 907 км, прежде чем достигнут Азовского моря у города Темрюка. Там главное русло Кубани под названием Петрушин рукав, впадает в Азовское море, оставив позади альпийскую, горную лесную, лесостепную и степную зоны. Река Кубань собирает воды с обширного бассейна площадью почти в 60 тыс. км² и приносит в Азовское море до 12 млрд м³ своих вод (Лотышев, 2009; Савин, Юртаев, 2001).

К неравномерному обеспечению влагой левобережных и правобережных районов привел тот факт, что равнина по правому берегу Кубани имеет менее развитую речную сеть. Правый берег реки высокий, как у всех рек европейского континента, текущих на запад. Русло реки Кубани вблизи города Кропоткина окружено лесным массивом и делает причудливую петлю (Пташник, 2005).

Город Кропоткин размещается в той части правобережья средней Кубани, где плоское однообразие Прикубанской равнины соприкасается с волнистым мягким рельефом Ставропольской возвышенности. Сам город тремя уступами поднимается над поймой Кубани, занимая три речные террасы (пойменную и две надпойменных), сильно сглаженных в ходе застройки и прокладки транспортных магистралей. Высоты в пределах города составляют 85–125 м над уровнем моря.

В пределах городской черты ширина долины р. Кубань превышает 10 км. Правый склон долины крутой, местами обрывистый, имеет три хорошо выраженные террасы. Поймен-

ная возвышается на 2–5 м над уровнем реки. Первая надпойменная возвышается над меженным уровнем реки на 7–17 м и имеет ширину до 2–3 км; а вторая надпойменная возвышается довольно крутым уступом в 30–100 м над первой надпойменной террасой.

Левый берег низкий, пологий. Долина отличается зрелостью. Активная эрозионная деятельность реки сопровождается не менее активной аккумуляцией наносов. В пойме много стариц, заболоченных участков. Ширина русла достигает здесь 100 м, ширина поймы – 3,5 км.

Рельеф, как и в правобережной части окрестностей города, расчленен балками, оврагами, временными и постоянными водостоками. Четвертичные отложения правобережья в своем составе имеют больше глин, лессовидных суглинков и меньше галечниково-песчаных смесей.

По геолого-гидрологическим условиям, по структуре грунтов специалисты структуру города разделяют на 4 района: юго-восточный, юго-западный, северный и восточный. Юго-восток города занимает пойменную террасу, сложенную илистыми и глинисто-илистыми грунтами. В районе Базарной площади, Обрывного переулка, маслозавода и железнодорожной водоканчки имеются овраги с обнаженными склонами. Разрушению подвергается и первая надпойменная терраса. В юго-западном районе города, на второй надпойменной террасе, и в районе старого кладбища территория сложена тонкозернистыми песками. Пространства, сложенные песками, имеются и в восточной части города, пластом мощностью в 3–4 м они прикрывают сравнительно плотные отложения бурых суглинков. В трех километрах от юго-восточной окраины городской застройки раскинулся заболоченный массив, занимающий пониженные участки верхней надпойменной террасы. А в северо-западной части, в пределах застроенных кварталов, имеет место подтопление, значительное по площади.

Левобережная Кубань относится к восточной части Западно-Предкавказской равнины, приуроченной к зоне краевых кайнозойских прогибов с интенсивным неотектоническим опусканием (Гужин и др., 1998).

2.2 Климатические условия

Климат территорий формируется под действием комплекса физико-географических условий, из которых наиболее важными являются солнечная радиация, циркуляция атмосферы и подстилающая поверхность (Агроклиматические ресурсы ..., 1975).

Климат города Кропоткина умеренно континентальный, отличается неустойчивостью. Лето обычно жаркое, с ливневыми дождями и грозами. Сухая и теплая осень. Малоснежная, с оттепелями, зима. Особенностью погоды в Кропоткине являются частые ветры с востока, рвущиеся из калмыцких степей через Армавирский «коридор» (Луцков, 1986). Также необходимо отметить, что часты дни с суховеями. За теплый период насчитывается около 80–90 дней с суховеями различной интенсивности (10–15% приходится на интенсивные и очень интенсивные). Средняя температура самого холодного месяца (января) $-3, -4^{\circ}\text{C}$, самого теплого месяца (июля) $23-24^{\circ}\text{C}$, годовая амплитуда колебания температуры $25-27^{\circ}\text{C}$. Продолжительность безморозного периода в среднем 185–195 дней. Средняя годовая сумма осадков 500–600 мм. Средняя годовая суммарная продолжительность засушливых периодов 116 дней, среднее годовое число дней с суховеями около 80.

Сезонные изменения погоды непостоянны, резких границ между сезонами нет. Климатические особенности территории лучше всего прослеживаются по сезонам года. Критерием для выделения сезонов приняты даты устойчивых переходов температуры воздуха через определенные пределы.

Осень начинается в конце сентября. Осенними месяцами считаются октябрь и ноябрь. Средняя температура октября 11°C , ноября $-4-5^{\circ}\text{C}$. Первые осенние заморозки начинаются в конце второй – начале третьей декады октября. В отдельные годы осенние заморозки начинаются уже в конце сентября. После таких заморозков обычно наступает теплая погода. Продолжительная холодная погода осенью почти никогда не наблюдается, обычно минимальная температура колеблется в октябре около $2-5^{\circ}\text{C}$, в ноябре $5-10^{\circ}\text{C}$ мороза. Осенние осадки очень неустойчивы. При среднем количестве осадков за месяц около $40-50$ мм, в отдельные годы их выпадало $13-160$ мм.

Зимой переход средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону отрицательной температуры начинается примерно 10 декабря. Минимальная температура воздуха во все три зимних месяца может понижаться до $30-36^{\circ}\text{C}$ мороза. Наряду с такими понижениями температуры, в среднем за зиму наблюдается около 60 дней с оттепелью. Осадков зимой выпадает немного. За холодный период (с ноября по март) выпадает $150-240$ мм осадков. Незначительные осадки и частые оттепели, обуславливают неустойчивое залегание снежного покрова. Дней со снежным покровом около 50, а средняя из наибольших декадных высот за зиму достигает 20 см. Глубина промерзания тоже небольшая и в самую холодную зиму составила всего 42 см.

Весной переход средней суточной температуры через 0°C в сторону повышения отмечается в конце февраля или в начале марта. Средняя температура за март $3-4^{\circ}\text{C}$, за апрель $10-11^{\circ}\text{C}$. Месячное количество осадков марта и апреля составляет около $30-50$ мм.

Летом переход средней суточной температуры через 15°C отмечается во второй пятидневке мая. Переход температуры через 15°C в сторону понижения отмечается в третьей декаде сентября. Продолжительность летнего периода около $140-180$

дней. Максимальная температура в летние месяцы достигает очень высоких пределов. В июле и августе максимальная температура может повышаться до 41–42° С. Осадки в летние месяцы выпадают в большом количестве – 60–70 мм (Агроклиматическая характеристика ..., 1965).

Ветровой режим города Кропоткина формируется под воздействием широтной циркуляции и местных физико-географических особенностей. В городе в течение всего года преобладают ветры восточного (27 %), западного (17 %), северо-восточного (13 %) направлений. Повторяемость ветров других румбов, как правило, ограничивается 6–12 %. В отдельные сезоны года общая схема распространения ветров сохраняется при некоторых количественных изменениях. Наибольшая повторяемость восточных и северо-восточных ветров наблюдается в период с января по апрель. Скорость их может превышать 15 м/сек. Опасность таких суховеев в том, что они вызывают эрозию почвы. Среднее число дней с сильным ветром колеблется от 60 до 85 за год (Агроклиматические ресурсы..., 1975). Роза ветров (рисунок 1) наглядно характеризует режим ветра (таблица 1) в городе Кропоткине.

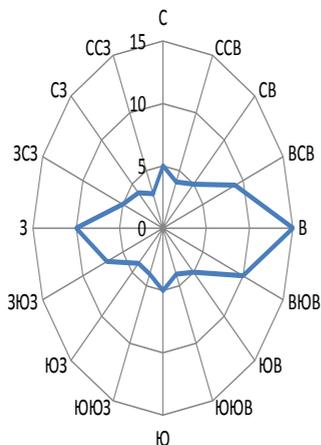


Рисунок 1 – Годовая роза ветров в городе Кропоткине, 2010–2013 гг.

Усиление ветра часто наблюдается в начале весны. Максимальная скорость по данным метеостанции города Кропоткина достигала в марте 20 м/с, в апреле 24 м/с. В эти месяцы наиболее часты пыльные бури.

Таблица 1 – Повторяемость (в %) случаев со штилем и направлением ветра по 16 румбам в городе Кропоткине, 2010–2013 гг.

Повторяемость, в %	Направление ветра, в румбах	Повторяемость, в %	Направление ветра, в румбах
5	С	4	ЮЮВ
4	ССВ	5	Ю
5	СВ	4	ЮЮЗ
9	ВСВ	4	ЮЗ
15	В	7	ЗЮЗ
10	ВЮВ	10	З
5	ЮВ	5	ЗСЗ
4	СЗ	3	ССЗ

Таким образом, в климатическом отношении окрестности города входят в состав первого и второго агроклиматических районов края, отличающихся недостаточным количеством атмосферных осадков, сравнительно высокой суммой положительных температур – до 3400° С, умеренно мягкой зимой и жарким летом.

2.3 Почвенный покров

Окрестности города имеют сложное тектоническое строение. Здесь проходит Транскавказский тектонический разлом. В геологическом строении принимают участие осадочные отложения третичной и четвертичной систем, представленные на правобережье Кубани, на глубинах 3–6 и 34–40 м толщиной красноцветно-бурых, песчано-алевритовых глин средне- и верхнетретичного плиоцена мощностью 3007 м в долинах рек и до 40–42 м на водоразделах.

Водораздельные участки района сложены рыхлыми, легко поддающимися размыву лессовыми суглинками верхне- и среднетретичного возраста. Нижнетретичные отложения представлены суглинками и песками. Лессовые породы отличаются макропористостью, высокой пылеватостью, способностью к уплотнению и просадке, легкой размокаемостью и размываемостью.

В районе наиболее широко распространены типы лессовых грунтов: деградированные непросадочные лессовые грунты; просадочные лессовые грунты, у которых просадки при замачивании от собственного веса менее 5 см; просадочные лессовые грунты с просадками при замачивании и от бытового давления более 15 см. В связи с рыхлостью слагающих пород водоразделы рек и балок правобережья Кубани представляют собой широкие, плоские, вытянутые преимущественно в северо-западном направлении. Возвышенности платообразного и валообразного характера, расчлененные балками и овра-

гами. Склоны возвышенностей значительного протяжения, малой крутизны, плоской или слабоволнистой поверхности, как правило, распаханы и активно используются для возделывания сельскохозяйственных культур (Гужин и др., 1998).

Плодородные почвы относятся к третьему разряду черноземов (предкавказский чернозем обыкновенный). Этот подтип черноземов охватывает всю северную и восточную часть Азово-Кубанской низменности и восточную часть Закубанской наклонной равнины. Морфологическое строение этих почв близко к типичным черноземам. В отличие от последних их краска более тусклая, блеклая. Данная территория входит в зону «Армавирского коридора», где максимальное развитие получают «пыльные (черные) бури». Это приводит к сокращению мощности почвы и особенно его верхнего горизонта (дефляция почв) (Соляник, 2004).

Преобладающие почвы – карбонатные и слабо карбонатные черноземы, в восточной части местами каштановые предкавказские черноземы (Агроклиматическая характеристика..., 1965). В отличие от типичных черноземов, карбонатные от 10 % соляной кислоты вскипают, как правило, с поверхности почвы или чуть глубже. Окраска их более тусклая и блеклая.

Механический состав карбонатных черноземов, как правило, глинистый, нередко определяется как тяжелосуглинистый. По всему профилю механический состав одинаковый. Количество гумуса в этих почвах содержится около 4,5–5,5 %. Поглощающий комплекс карбонатных черноземов почти полностью представлен кальцием и магнием. Реакция среды в верхних горизонтах слабощелочная, в нижних – щелочная, рН может достигать 8,5–9. Щелочные соли присутствуют часто, располагаясь во второй половине горизонта В. Общее количество водорастворимых соединений обычно не превышает 0,10 %. Структура этих почв более грубая и менее прочная, чем у типичных черноземов (Агроклиматический справочник, 1961).

Почвы в правобережье преимущественно малогумусные карбонатные черноземы с пятнами тучных черноземов. Левобережье покрыто карбонатными, сильно выщелочными черноземами разной мощности. Гумусовый горизонт местами достигает 120 см. Почвы обладают хорошими водно-химическими свойствами, относительно быстро впитывают атмосферную влагу – это лучшие пахотные земли района, хотя и уступают по плодородию карбонатным и слабо выщелоченным черноземам правобережья.

В пойме р. Кубань преобладают лугово-черноземные, луговые и аллювиально-луговые почвы (Гужин, 1998).

2.4 Растительность города Крпоткина

Учитывая ботанико-географическое районирование, которое основывается на особенностях естественных фитоландшафтов, город Крпоткин и его окрестности расположен в Евроазиатской степной области, Восточно-Европейской провинции, степной Северо-Кавказской подпровинции, Западно-Предкавказском округе.

Доля участия различных древесных растений в формировании растительного покрова пригородной зоны неодинакова. Это связано, прежде всего, с особенностями рельефа и степенью антропогенного влияния. Так с севера, северо-востока от города (вблизи отрогов Ставропольской возвышенности) территория занята сельскохозяйственными угодьями, садоводческими хозяйствами и сетью полезащитных лесных полос. В связи с этим преобладающими здесь являются фруктовые деревья (яблоня, груша, вишня, слива, алыча), в лесополосах: гледичия трехколючковая, ясень обыкновенный, робиния ложноакация, шелковица белая (Агроклиматический справочник..., 1961).

Правобережная часть окрестностей города относится к степной зоне причерноморских разнотравно-типчакково-

ковыльных степей. Пойма и часть левобережья занята лесами (площадь лесов в ведении Кропоткинского механизированного лесхоза составляла в конце 1980-х гг. 11,4 тыс. га) из дуба черешчатого, ясеня высокого, робинии ложноакация, тополя пирамидального, ореха черного, ореха грецкого, осины и др., 2/3 лесопокрытой площади занимают дубняки и ясенники, дубняки разнотравные, примерно 1/5 – ива белая и тополь черный, и совсем незначительны площади сосняков злаковых и разнотравных.

Город хорошо озеленен. По площади зеленых насаждений в расчете на одного жителя (562,0 м²) он стоит на втором месте после Анапы.

На территории исследуемой урбоэкосистемы города Кропоткина наиболее распространенными являются следующие виды древесных растений: абрикос обыкновенный, алыча, айлант высочайший, береза бородавчатая, боярышник колючий, бук восточный, вишня обыкновенная, черешня, облепиха, вяз гладкий, груша обыкновенная, гледичия трехколючковая, дуб черешчатый, ива белая, карагана древовидная, каштан конский обыкновенный, катальпа бигнониевидная, клен полевой, клен остролистный, лещина обыкновенная, липа сердцевидная, ольха бородавчатая, орех черный, орех грецкий, осина обыкновенная, плоскоцветник восточный, робиния ложноакация, рябина обыкновенная, сирень обыкновенная, слива садовая, тополь пирамидальный, черемуха обыкновенная, шелковица белая и черная, яблоня домашняя, ясень высокий.

2.5 Характеристика загрязнения атмосферного воздуха г. Кропоткина

Кропоткин – типичный транспортно-промышленный центр, расположенный на удобных путях сообщения. Важнейшей градообразующей отраслью города является пищевая промышленность. На втором месте – машиностроение и ме-

таллообработка, на третьем – химическая промышленность (Гужин, 1998).

К предприятиям, оказывающим негативное воздействие на качество атмосферного воздуха в городе относятся:

– предприятия машиностроения: ОАО «Кропоткинский машиностроительный завод», ОАО ПО завод «Радуга», ОАО «Элеватормельмаш», ОАО завод МИССП;

– предприятия перерабатывающей промышленности: ОАО «Кропоткинский молочный комбинат», ЗАО МЭЗ «Кропоткинский», ОАО «Хлебокомбинат», ЗАО «Кропоткинский мясокомбинат», ООО «Южный полюс»;

– предприятия строительной индустрии: ОАО «Кропоткинское объединенное предприятие стройиндустрии».

Основная часть предприятий (65 %) г. Кропоткина расположена в Западной промзоне. В настоящее время в Западной промзоне размещены предприятия пищевой промышленности и рассматривается вопрос возможности дальнейшего размещения предприятий пищевых отраслей.

На территории Кавказского района регулярно проводятся исследования качества атмосферного воздуха. Превышение ПДК в 2010г. установлено в 19-ти пробах на тяжелые металлы. Данные пробы с превышением ПДК установлены в районах автодорог в г. Кропоткине и связаны с движением грузового автотранспорта.

Наиболее крупным загрязнителем является автомобильный транспорт, количество которого год от года стремительно растет (особенно частный автотранспорт). Ухудшение технического состояния автотранспорта, возрастающее его количество вызывает увеличение выбросов загрязняющих веществ (Государственный доклад..., 2012).

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для данной работы послужили собственные сборы в количестве 2100 образцов лишайников и исследования автора, проведенные в 2010–2013 гг. на территории урбо-экосистемы города Кропоткина. Объектами исследования являются 89 видов эпифитных лишайников из 41 рода и 13 семейств, которые были обнаружены на исследуемой территории. Границы изучаемой территории были выделены согласно закону Краснодарского края «О внесении изменений в закон Краснодарского края «Об установлении границ муниципального образования Кавказский район, наделении его статусом муниципального района, образовании в его составе муниципальных образований, сельских поселений и установлении их границ» от 08.08.2008 года (Закон Краснодарского края..., 2008).

В процессе данной работы на исследуемой территории равномерной сетью закладывались пробные площади 10x10 м, на этих площадях указывались все древесные деревья-форофиты. На пробных площадях закладывались учетные площадки на коре форофитов с помощью квадрат-сетки 10x10 см. На этих учетных площадках проводились описания эпифитных лишайниковых синузий на высоте 1,5 м от поверхности почвы с северной и южной экспозиции ствола. На каждой учетной площадке выявляли видовой состав лишайников, проективное покрытие, приуроченность лишайников к определенным видам деревьев-форофитов.

Стационарные исследования проводились в разных зонах урбоэкосистемы. Всего была заложена 521 пробная площадь, обследовано более 2500 деревьев-форофитов, относящихся к 35 видам.

Определение видов лишайников осуществлялось по общепринятой методике в лаборатории кафедры биологии и экологии растений Кубанского государственного университета. Для определения лишайников использовались определители, монографии отечественных и зарубежных авторов (Оксер, 1974; Криворотов, 1995; Определитель лишайников..., 1971; 2008; 1996; 1996; 1998; 2003; 2004; Jahns et al., 1981).

Таксономический список составлен с учетом современной номенклатуры (Урбанавичус, 2010; Hawksworth, Eriksson, 1986; Santensson, 1993). Анализ жизненных форм и географический анализ лишенобиоты урбоэкосистемы проводились согласно работам Н. С. Голубковой (Голубкова, 1983; Голубкова, 1966) с использованием монографической работы И. А. Галаниной (Галанина, 2008) и работы Е. С. Корчикова (Корчиков, 2011). Субстратная приуроченность видов была выявлена в результате сбора и учета эпифитных лишайников, обнаруженных на всех произрастающих на исследуемой территории деревьях-форофитах. С помощью определителей (Косенко, 1970; Литвинская, 1993) устанавливалась видовая принадлежность форофитов.

При изучении распространения эпифитных лишайников, территория урбоэкосистемы города Кропоткина, условно была разделена на четыре зоны: центральную, парковую, периферическую и пригородную, согласно методике, разработанной С.Б. Криворотовым (Криворотов, 2001). Согласно историческому становлению города выделена центральная зона, к которой отнесены ул. Красная, ул. Гоголя, ул. Комсомольская. Парковая зона включает в себя: парк 30-летия Победы в ВОВ, городской парк культуры и отдыха, скверы по ул. Ворошилова, ул. Пригородная. Периферическая зона – территория, находящаяся под плотной застройкой. К пригородной зоне отнесены садоводческие хозяйства, Совхоз АО «Виктория» (первое и второе отделение), станица Казанская, село Новоукраинское (рисунок 2).



Рисунок 2 – Зонирование города Кропоткина

Кавказский участок Государственного Опытного Лесохозяйственного Хозяйства «Кубаньохота» был принят за фондовый (эталонный).

Для выявления особенностей распространения эпифитных лишайников на исследуемой территории был проведен анализ встречаемости видов и коэффициентов встречаемости лишайников в каждой выделенной зоне.

Для данного исследования были определены общие коэффициенты встречаемости лишайников и коэффициенты встречаемости видов в отдельно взятых зонах урбоэкосистемы города Кропоткина.

Коэффициент встречаемости был определен по формуле (1):

$$R = \frac{a}{b} 100 \quad (1),$$

где a – число площадей, на которых встречен данный вид лишайника, b – общее число исследуемых площадей.

На основе значений общего коэффициента встречаемости проводилась оценка встречаемости (часто, редко, единично). Вид встречается часто, если $R > 10,1$ %, редко, если $1,5 \% < R < 10,0$ %, единично, если $R < 1,4$ %.

При сравнении проективного покрытия видов эпифитных лишайников, собранных на территориях различных зон урбоэкосистемы города Кропоткина, нами вычислялось суммарное покрытие на пробных площадях каждой конкретной зоны, а также среднее значение проективного покрытия видов лишайников и максимальное значение проективного покрытия в пределах исследуемой зоны.

С целью изучения влияния антропогенного фактора на эпифитные лишайники и лишеносинузии на пробных площадях всех выделенных зон урбоэкосистемы были собраны образцы лишайников для проведения лабораторных исследова-

ний на состав загрязнителей. Сбор образцов осуществлялся на стволах форофитов на высоте 1,0–1,5 метров. На территории каждой из выделенных зон урбоэкосистемы города Кропоткина из объединенной пробы методом квартирования выделялась средняя проба, после высушивания, масса которой, составляла 100 г. Исследования на наличие тяжелых металлов в слоевищах эпифитных лишайников выполнялись на анализаторе вольтамперометрическом ГА–4. По общепринятой методике (Методические указания..., 2004) определялось содержание тяжелых металлов: медь (Cu), свинец (Pb), кадмий (Cd), цинк (Zn). Лабораторные исследования по обнаружению антропогенных загрязнителей были проведены в пяти повторностях для каждой выделенной зоны урбоэкосистемы города Кропоткина.

Группы устойчивости эпифитных лишайников выделялись на основании встречаемости и величин их проективного покрытия в различных зонах урбоэкосистемы. Таким образом, все обнаруженные лишайники исследуемой территории были подразделены на 4 группы: устойчивые к загрязнениям, чувствительные, очень чувствительные и не переносящие загрязнения (Криворотов, 2001; Сионова, Криворотов, 2008).

Для лишеноиндикационного картирования города использовались данные о встречаемости различных видов лишайников на территории урбоэкосистемы, учитывалось общее количество видов на пробных площадях, их проективное покрытие, значения индексов атмосферного загрязнения. На этой основе были построены карты количества видов, картосхемы общего проективного покрытия лишайников, карта на основе индекса полеотолерантности (IP).

Индекс полеотолерантности вычислялся по формуле:

$$IP = \sum_{i=1}^n \frac{AiCi}{Cn} \quad (2),$$

где n – количество видов лишайников на исследуемой пробной площади; A_i – класс полевотолерантности вида (классы от 1 до 10); C_i – проективное покрытие вида (в баллах); C_n – сумма значений проективного покрытия всех видов (в баллах).

Программный продукт ArcGIS 9.1 был использован для построения лишеноиндикационных картосхем. ArcGIS позволяет представить в виде цифровой карты большие объемы статистической информации, имеющей географическую привязку. Для изображения качественных и количественных характеристик нами были использованы такие способы картографического обозначения как значки (внемасштабные значки) и количественный фон. При построении лишеноиндикационных картосхем был применен неравноинтегральный вариационный ряд, что связано с особенностями распределения значений в вариационном ряду рассмотренных признаков. Для построения картосхем города Кропоткина, были использованы модули вышеуказанного программного продукта: ArcGIS Geostatistical Analyst – предусмотрен для комплексного статистического анализа данных в растровом формате; Spatial Analyst ArcGIS Spatial Analyst, который используется для проведения пространственного анализа, основанного на данных в растровом формате.

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи программного средства MS Excel, входящего в пакет Microsoft Office. Выборочные характеристики представлены в виде средней \pm стандартная ошибка средней. Колеблемость признака определялась с использованием коэффициента варьирования (Лакин, 1990). Статистическая значимость различия между средними значениями признака оценивали по t-критерию Стьюдента с 95 % степенью надежности.

ГЛАВА 4. ЛИХЕНОБИОТА УРБОЭКОСИСТЕМЫ ГОРОДА КРОПОТКИНА И ЕЕ АНАЛИЗ

Один из методов оценки качества атмосферного воздуха основан на использовании видового состава лишенобиоты изучаемой урбоэко системы и установлении чувствительности видов. Наличие списка видов лишайников как для всей урбоэко системы, так и для отдельных ее участков позволяет достаточно надежно оценить состояние воздушного бассейна района и провести сравнение качества воздуха частей обследованной территории.

В результате проведенных лишенологических исследований и обработки литературных данных нами составлен аннотированный систематический список лишайников урбоэко системы города Кропоткина и его окрестностей, в котором приводится 89 видов из 41 рода и 13 семейств, из них 72 вида эпифитных лишайников указываются впервые. Выявленные эпифитные лишайники принадлежат к 2 классам: *Arthoniomycetes* и *Lecanoromycetes*. Класс *Arthoniomycetes* включает в себя 1 порядок и 2 семейства; класс *Lecanoromycetes* включает в себя 4 порядка и 11 семейств. Класс *Lecanoromycetes* имеет в своем составе 1 порядок и 1 род неопределенного систематического положения.

Систематический список составлен с учетом современной номенклатуры (Eriksson, 2001), с использованием монографических работ ряда авторов: Н. С. Голубковой (Голубкова, 1983), С. Б. Криворотова (Криворотов, 1995; 1997), Бязрова Л. Г. (Бязров, 2002), Н. В. Малышевой (Малышева, 2003; 2005; 2006), Сионовой Н. А. (Сионова, Криворотов, 2008), I. M. Brodo, O. Vitikainen (Brodo, Vitikainen, 1984), O. W. Purvis (Purvis et al., 1994).

4.1 Таксономическая структура лихенобиоты

В систематическом списке для каждого лишайника указывается местонахождение, субстрат, жизненная форма и субъективная оценка встречаемости (часто, рассеянно, редко).

Класс Arthoniomycetes O.E. Erikss. & Winka
Порядок Arthoniales Henssen ex D. Hawksw. &
O.E. Erikss.

Семейство Chrysotrichaceae Zahlbr.

Pod Chrysothrix Mont.

1. *Ch. candelaris (L.) J. R. Laundon [Calicium chlorinum (Ach.) Schaer]*

Обнаружен в центральной, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре тополя пирамидального, дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, вишни обыкновенной (приложение, рисунок 12); однообразно-накипной лепрозный, встречается единично.

Семейство Roccellaceae Chevall.

Pod Opegrapha Ach.

2. *O. rufescens Pers*

Обнаружен в периферической зоне г. Кропоткина на коре дуба черешчатого; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

3. *O. varia Pers [Opegrapha diaphora (Ach.)]*

Обнаружен в парковой зоне г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, березы бородавчатой; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

Класс Lecanoromycetes Eriksson et al.

Порядок Lecanorales Nannf.

П/пор. Lecanorineae

Семейство Caliciaceae Chevall.

Pod Calicium Pers

4. *C. quercinum Pers.*

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре дуба черешчатого; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

Семейство Candelariaceae Nakul.

Pod Candelaria A. Massal.

5. *C. concolor (Dicks.) Stein.*

Обнаружен в центральной, пригородной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, яблони домашней, каштана конского обыкновенного, клена полевого, ивы белой, липы сердцевидной, тополя пирамидального, ясеня высокого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

Pod Candelariella Müll. Arg.

6. *C. aurella (Hoffm.) Zahlbr. [Candelariella dispersa]*

Обнаружен в центральной, пригородной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, шелковицы белой, черной, тополя пирамидального, абрикоса обыкновенного, алычи; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

7. *C. vitellina (Hoffm.) Müll. Arg.*

Обнаружен в пригородной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, груши обыкновенной, ивы белой, вишни обыкновенной, лещины обыкновенной; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

8. *C. xanthostigma (Ach.) Lettau*

Обнаружен в центральной, парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре ивы белой, лещины обыкновенной; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

Pod Cladonia P. Browne

9. *C. carneola* (Fr.) Fr.

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на комле дуба черешчатого; чешуйчато-кустистый сцифоидный, встречается редко.

10. *C. sulphurina* (Michx.) Fr. [*Cladonia gonecha* (Ach.) *Asahina*]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на комле дуба черешчатого; чешуйчато-кустистый сцифоидный, встречается редко.

Семейство Lecanoraceae K rb.

Pod Lecanora Ach. In Luyken

11. *L. allophana* Nyl.

Обнаружен в центральной, парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре ясеня высокого, айланта высочайшего, клена полевого, сливы садовой; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

12. *L. carpinea* (L.) Vain. [*Lecanora albella* (Pers.) Ach.]

Обнаружен в пригородной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, липы сердцевидной, осины обыкновенной, сливы садовой, клена полевого, бука восточного; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

13. *L. chlarotera* Nyl. [*Lecanora crassula* H. Magn.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, ясеня высокого, осины обыкновенной, караганы древовидной (приложение, рисунок 8); однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

14. *L. impudens* Degel. [*Lecanora chloropolia* (Erichsen) Almb.]

15. Обнаружен в пригородной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре ореха черного; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

16. *L. glabrata* (Ach.) Malme

Обнаружен в парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре вишни обыкновенной, осины обыкновенной, гледичии трехколочковой; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

17. *L. hagenii* (Ach.) Ach. [*Lecanora lithophila* (Wallr.) Oхner]

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре ивы белой, ясеня высокого, сливы садовой (приложение, рисунок 13); однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

18. *L. meridionalis* H. Magn.

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре ореха черного; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

19. *L. leptyroides* (Nyl.) Degel. [*Lecanora nemoralis* Makar.]

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре каштана конского; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

20. *L. populicola* (DC.) Duby [*Lecanora distans* (Pers. ex Ach.) Nyl.]

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре осины обыкновенной, тополя пирамидального, клена полевого; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

21. *L. rugosella* Zahlbr.

Обнаружен в пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре осины обыкновенной, гледичии трех-

колючковой; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

22. *L. sambuci* (Pers.) Nyl.

Обнаружен в центральной, парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, шелковицы белой, черной, осины обыкновенной, тополя пирамидального, ясеня высокого, катальпы бигониевидной, клена остролистного, караганы древовидной (приложение, рисунок 10); однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

23. *L. subrugosa* Nyl.

Обнаружен в парковой, пригородной зоне г. Кропоткина на коре осины обыкновенной; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается часто.

Pod *Lecidella Körb.*

24. *L. elaeochroma* (Ach.) M. Choisy

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

25. *L. euphorea* (Flörke) Hertel

Обнаружен в центральной, парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре тополя пирамидального, гледичии трехколючковой, липы сердцевидной, абрикоса обыкновенного, березы бородавчатой, вишни обыкновенной, дуба черешчатого, каштана конского обыкновенного, клена полевого, ореха грецкого, черного, шелковицы белой, караганы древовидной, сливы садовой, ясеня высокого; однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается часто.

Семейство *Parmeliaceae* Zenker

Pod *Cetrelia* W. L. Culb. & C. F. Culb.

26. *C. olivetorum* (Nyl.) W. L. Culb. & C. F. Culb. [*Parmelia olivetorum* Nyl.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, березы бородавчатой, груши обыкновенной.

новенной (приложение, рисунок 15); листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Evernia Ach. in Luyken

27. *E. prunastri* (L.) Ach.

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, каштана конского обыкновенного, осины обыкновенной, ореха черного, грецкого, сливы садовой, ясеня высокого, клена полевого, бука восточного, караганы древовидной; кустистый повисающий плосколопастной, встречается единично.

Pod Flavoparmelia Hale

28. *F. caperata* (L.) Hale [*Parmelia caperata* (L.) Ach.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре ясеня высокого, березы бородавчатой, робинии ложно-акалии (приложение, рисунок 25); листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

29. *F. soledians* (Nyl.) Hale [*Parmelia soledians* Nyl.]

Обнаружен в пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре боярышника обыкновенного; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

Pod Flavopunctelia (Krog) Hale

30. *Fl. soledica* (Nyl.) Hale [*Parmelia ulophyllodes* (Vain.) Savicz]

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре боярышника обыкновенного, ясеня высокого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Hypogymnia (Nyl.) Nyl.

31. *H. physodes* (L.) Nyl.

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, клена полевого (приложение, рисунок 26); листоватый вздутолопастной неризоидальный, встречается единично.

32. *H. tubulosa* (Schaer.) Hav.

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре березы бородавчатой, гледичии трехколючковой, робинии ложно-акалии; листоватый вздутолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Melanelixia O. Blanco, A. Crespo, Divacar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch

33. *M. glabra* (Schaer.) O. Blanco. & al. [*Melanelia glabra* (Schaer.) Essl.]

Обнаружен в парковой, пригородной зонах г. Кропоткина на коре тополя пирамидального, гледичии трехколючковой, шелковицы белой, дуба черешчатого, осины обыкновенной (приложение, рисунок 11); листоватый рассеченолопастной ризоидальный, встречается единично.

34. *M. subargentifera* (Nyl.) O. Blanco & al. [*Melanelia subargentifera* (Nyl.) Essl.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, ясеня высокого, вишни обыкновенной; листоватый рассеченолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Melanohalea O. Blanco, A. Crespo, Divacar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch

35. *M. exasperata* (De Not.) O. Blanco. & al. [*Melanelia exasperata* (De Not.) Essl.]

Обнаружен в периферической зоне г. Кропоткина на коре ореха черного; листоватый рассеченолопастной ризоидальный, встречается единично.

36. *M. exasperatula* (Nyl.) O. Blanco. & al. [*Melanelia exasperatula* (Nyl.) Essl.]

Обнаружен в центральной, парковой зонах г. Кропоткина на коре ясеня высокого, дуба черешчатого; листоватый рассеченолопастной ризоидальный, встречается единично.

37. *M. olivacea* (L.) O. Blanco. &al. [*Melanelia olivacea* (L.) Essl.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, ореха черного, грецкого, ясеня высокого, березы бородавчатой; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Neofuscelia Essl.

38. *N. verruculifera* (Nyl.) Essl. [*Parmelia glomellifera* (Nyl.) Nyl.]

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, ясеня высокого (приложение, рисунок 27); листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Parmelia Ach.

39. *P. sulcata* Taylor

Обнаружен в пригородной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре вишни обыкновенной, гледичии трехколючковой, робинии ложно-акалии, боярышника обыкновенного, дуба черешчатого, ивы белой, клена полевого, ореха черного, березы бородавчатой, каштана конского обыкновенного, липы сердцевидной, сливы садовой, осины обыкновенной, абрикоса обыкновенного, ясеня высокого, катальпы бигнониевидной; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

Pod Parmelina Hale

40. *P. quercina* (Willd.) Hale [*Parmelia quercina* (Willd.) Vain.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, ореха черного, ясеня высокого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

41. *P. tiliacea* (Hoffm.) Hale [*Parmelia scortea* (Ach.) Ach.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, дуба черешчатого; листо-

ватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Parmeliopsis (Nyl.) Nyl.

42. *P. ambigua (Wulfen) Nyl.*

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре ольхи, осины обыкновенной, дуба черешчатого, ореха черного; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Parmotrema A. Massal.

43. *P. cetratum (Ach.) Hale [Parmelia cetrata Ach.]*

Обнаружен в периферической зоне г. Кропоткина на коре боярышника обыкновенного; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко, встречается редко.

44. *P. perlatum (Huds.) M. Choisy [Parmotrema chinense]*

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, айланта высочайшего, ясеня высокого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

45. *P. reticulatum (Taylor) M. Choisy [Parmelia reticulata Taylor]*

Обнаружен в периферической зоне г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречаются редко.

46. *P. stuppeum (Taylor) Hale [Parmelia stuppea Taylor]*

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре клена полевого (приложение, рисунок 9); листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

Pod Platismatia W. L. Culb. & C. F. Culb.

47. *P. glauca (L.) W. L. Culb. & Culb. [Cetraria glauca (L.) Ach.]*

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, ясеня высокого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

Pod Pleurosticta Petr.

48. *P. acetabulum* (Neck.) Elix. & Lumbsch [*Melanelia acetabulum* (Neck.) Essl.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, ясеня высокого, алычи, клена полевого, ореха черного, березы бородавчатой, тополя пирамидального, сливы садовой, катальпы бигнониевидной, каштана конского обыкновенного; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

Pod Pseudevernia Zopf

49. *P. furfuracea* (L.) Zopf

Обнаружен в пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре ясеня высокого, гледичии трехколючковой, дуба черешчатого; кустистый повисающий плосколопастной, встречается единично.

Pod Xanthoparmelia (Vain.) Hale

50. *X. camtschadalis* (Vain.) Hale

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре плосковetchника; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Семейство Peltigeraceae

Pod Peltigera Willd.

51. *P. aphthosa* (L.) Willd.

Обнаружен в периферической зоне на поросшем мхом пне; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Семейство Physciaceae Zahlbr.

Pod Amandinea M. Choisyex Scheid. & H. Mayrhofer

52. *A. punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid.

Обнаружен в пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре вяза гладкого, дуба черешчатого, груши обыкновенной; однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

Pod Anaptychia Körb.

53. *A. ciliaris* (L.) Körb.

Обнаружен в парковой зоне г. Кропоткина на коре тополя пирамидального; кустистый повисающий плосколопастной, встречается единично.

Pod Buellia De Not.

54. *B. disciformis* (Fr.) Mudd

Обнаружен в центральной, пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого (приложение, рисунок 5); однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

Pod Hyperphyscia Müll. Arg.

55. *H. adglutinata* (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt

Обнаружен в парковой, центральной зонах г. Кропоткина на комле дуба черешчатого, на коре гледичии трехколючковой; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Phaeophyscia Moberg

56. *Ph. ciliata* (Hoffm.) Moberg

Обнаружен в пригородной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре осины обыкновенной, вишни обыкновенной, яблони домашней, гледичии трехколючковой; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

57. *Ph. nigricans* (Flörke) Moberg

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре ореха черного, плоскоцветочника, тополя пирамидального, ивы белой, липы сердцевидной, гледичии трехколючковой, дуба черешчатого (приложение, рисунок 17); листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

58. *Ph. orbicularis* (Neck.) Moberg

Обнаружен в парковой, пригородной зонах г. Кропоткина на коре яблони домашней, ясеня высокого, липы сердцевид-

ной, ореха черного, робинии ложно-акация, ивы белой, алычи, дуба черешчатого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

59. *Ph. rubropulchra* (Degel.) Essl. [*Physcia endoaurantiaca* Barchal.]

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре ясеня высокого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Под Physcia (Schreb.) Michx.

60. *Ph. adscendens* (Fr.)H. Olivier

Обнаружен в центральной, парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре тополя пирамидального, каштана конского обыкновенного, дуба черешчатого, липы сердцевидной, ясеня высокого, робинии ложно-акация, ореха черного, сирени обыкновенной, ольхи, абрикоса обыкновенного, алычи, гледичии трехколючковой, вишни обыкновенной, ивы белой, катальпы бигниевидной, клена полевого, осины обыкновенной, сливы садовой, черешни, шелковицы черной, яблони садовой (приложение, рисунок 7); листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается часто.

61. *Ph. aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре ореха черного, грецкого, каштана конского обыкновенного, ясеня высокого, тополя пирамидального, ольхи, шелковицы белой, черной, ивы белой; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

62. *Ph. caesia* (Hoffm.) Fűrnr.

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре ивы белой; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

63. *Ph. dubia* (Hoffm.) Lettau

Обнаружен в парковой, центральной зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, ореха черного, айланта высочайше-

го; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

64. *Ph. stellaris* (L.) Nyl.

Обнаружен в парковой, пригородной зонах г. Кропоткина на коре шелковицы белой, черной, плоскоцветочника, ивы белой, ольхи, ореха черного, каштана конского обыкновенного, дуба черешчатого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

65. *Ph. tenella* (Scop.) DC.

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, тополя пирамидального, алычи, каштана конского обыкновенного, сливы садовой, ольхи, вишни обыкновенной, робинии ложно-акаци, ясеня высокого, осины обыкновенной, ореха черного, абрикоса обыкновенного, березы бородавчатой, лещины обыкновенной; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

Pod Physciella Essl.

66. *Ph. melanchra* (Hue) Essl.

Обнаружен в периферической зоне г. Кропоткина на коре липы сердцевидной; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

Pod Physconia Poelt

67. *Ph. distorta* (With.) J. R. Laundon [*Ph. venusta*]

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре клена остролистного, ореха грецкого, сирени обыкновенной, тополя пирамидального, каштана конского обыкновенного, ивы белой, ясеня высокого, шелковицы белой, черной, липы сердцевидной; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается единично.

68. *Ph. grisea* (Lam.) Poelt

Обнаружен в центральной, парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехлопучковой, тополя пирамидального, клена полевого, ивы бе-

лой, робинии ложно-акалии, яблони домашней, алычи, липы сердцевидной, осины обыкновенной, ореха грецкого, черного, каштана конского обыкновенного, абрикоса обыкновенного, вишни обыкновенной, ясеня высокого, дуба черешчатого; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается часто.

69. *Ph. muscigena* (Ach.) Poelt

Обнаружен в центральной, парковой, периферической, пригородной зонах г. Кропоткина среди мхов на коре боярышника обыкновенного, в комле дуба черешчатого, абрикоса обыкновенного, ивы белой, катальпы бигнониевидной, кле-на полевого, ореха черного, тополя пирамидального; листоватый рассеченнолопастной ризоидальный, встречается редко.

***Pod Rinodina* (Ach.) Gray**

70. *R. pyrina* (Ach.) Arnold

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре осины обыкновенной, дуба черешчатого; однообратно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается единично.

Семейство Ramalinaceae C. Agardh

***Pod Ramalina* Ach. in Luyken**

71. *R. dilacerata* (Hoffm.) Hoffm.

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, ясеня высокого; кустистый повисающий плосколопастной, встречается редко.

72. *R. farinacea* (L.) Ach. [*Ramalina farinacea* (L.) Ach. var. *reagens* B. de Lesd.]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре осины обыкновенной, дуба черешчатого, тополя пирамидального, каштана конского обыкновенного; кустистый повисающий плосколопастной, встречается единично.

73. *R. fastigiata* (Pers.) Ach.

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, ясеня

высокого; кустистый повисающий плосколопастной, встречается единично.

74. *R. fraxinea* (L.) Ach.

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре ясеня высокого, дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, ольхи, осины обыкновенной; кустистый повисающий плосколопастной, встречается единично.

75. *R. pollinaria* (Westr.) Ach. [*Ramalina intermedia*]

Обнаружен в пригородной, парковой зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, ясеня высокого; кустистый повисающий плосколопастной, встречается единично.

II/Под. Teloschistineae

(=Teloschistales D. Hawksw. & O.E. Erikss.)

Семейство Teloschistaceae Zahlbr.

Под Caloplaca Th. Fr.

76. *C. cerina* (Ehrh. Ex Hedw.) Th. Fr.

Обнаружен в центральной, парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре осины обыкновенной, ивы белой, бук восточного, дуба черешчатого, гледичии трехколючковой (приложение, рисунок 16); однообразно-накипной лепрозный, встречается часто.

77. *C. citrina* (Hoffm.) Th. Fr.

Обнаружен в парковой, периферической зонах г. Кропоткина на коре тополя пирамидального, дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, ореха черного, бука восточного; однообразно-накипной лепрозный, встречается редко.

78. *C. holocarpa* (Hoffm. ex Ach.) A. E. Wade

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре вишни обыкновенной, рябины, черемухи, дуба черешчатого, гледичии трехколючковой; однообразно-накипной лепрозный, встречается редко.

Pod Xanthoria (Fr.) Th. Fr.

79. *X. parietina (L.) Th. Fr.*

Обнаружен в центральной, парковой, периферической, пригородной, зонах г. Кропоткина на коре ореха грецкого, гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, катальпы бигнониевидной, осины обыкновенной, робинии ложноакации, сливы садовой, липы сердцевидной, тополя пирамидального, каштана конского обыкновенного, клена, ясеня высокого, ивы белой, вишни обыкновенной, облепихе, черешни, яблоне домашней, абрикоса обыкновенного; листоватый расчленнолопастной ризоидальный, встречается часто.

80. *X. polycarpa (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber*

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре ореха грецкого, гледичии трехколючковой, ясеня высокого (приложение, рисунок 6); листоватый расчленнолопастной ризоидальный, встречается редко.

**Порядок Pertusariales M. Choisy ex D. Hawksw. &
O. E. Erikss.**

Семейство Pertusariaceae Körb. ex Körb.

Pod Ochrolechia A. Massal.

81. *O. parella (L.) A. Massal. [O. papillata (Räsänen) Versegby]*

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре тополя пирамидального; однооразно-накипной зернистобородавчатый, встречается единично.

Pod Pertusaria DC.

82. *P. albescens (Huds.) M. Choisy & Werner [P. discoidea (Pers.) Malme]*

Обнаружен в парковой, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, рябины, ясеня высокого; однообразно-накипной плотнокорковый, встречается редко.

83. *P. amara* (Ach.) Nyl. [*P. faginea* (L.) Pers.]

Обнаружен в парковой зоне г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, ореха черного; однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

84. *P. constricta* Erichsen

Обнаружен в парковой, пригородной зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой; однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

85. *P. hemisphaerica* (Flörke) Erichsen

Обнаружен в центральной, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой; однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

86. *P. leioplaca* DC. [*P. leucostoma* (Bernh) Massal.]

Обнаружен в парковой, пригородной зонах г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой, дуба черешчатого; однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

87. *P. multipuncta* (Turner) Nyl. [*P. leptospora* Nitschke ex J. Lahm]

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой; однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

88. *P. pseudophlyctis* Erichsen

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой однообразно-накипной плотнокорковый, встречается единично.

Семейство Stereocaulaceae Chevall.

Под Lepraria Ach.

89. *L. incana* (L.) Ach.

Обнаружен в центральной, пригородной, периферической зонах г. Кропоткина на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, вишни обыкновенной, осины обыкновенной, робинии ложно-акалии; однообразно-накипной лепрозный, встречается единично.

**Порядок неопределенного систематического
положения**

Порядок Ostropales Nannf.

Семейство Graphidaceae Dumort.

Под Graphis Adans.

90. *G. elegans* (Borrer ex Sm.) Ach.

Обнаружен в пригородной зоне г. Кропоткина на коре гледичии трехколючковой (приложение, рисунок 14); однообразно-накипной зернисто-бородавчатый, встречается редко.

Состав эпифитной лишенобиоты урбозкосистемы города Кропоткина и его окрестностей представлен в таблице 2.

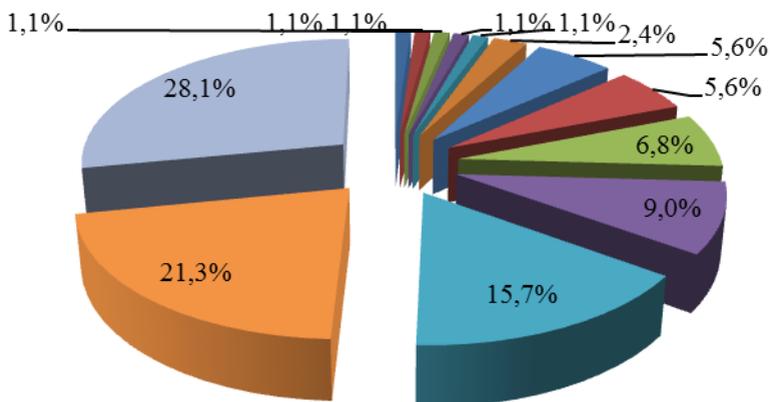
Структура эпифитной лишенобиоты изучаемой урбозкосистемы представлена 89 видами из 13 семейств (рисунок 3).

Таблица 2 – Структура эпифитной лишенобиоты города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Семейство	Число родов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Parmeliaceae</i>	16	25	28,1
<i>Physciaceae</i>	9	19	21,3
<i>Lecanoraceae</i>	2	14	15,7
<i>Pertusariaceae</i>	2	8	9,0
<i>Candelariaceae</i>	3	6	6,8
<i>Teloschistaceae</i>	2	5	5,6
<i>Ramalinaceae</i>	1	5	5,6
<i>Roccellaceae</i>	1	2	2,4
<i>Stereocaulaceae</i>	1	1	1,1
<i>Peltigeraceae</i>	1	1	1,1
<i>Graphidaceae</i>	1	1	1,1
<i>Chrysotrichaceae</i>	1	1	1,1
<i>Caliciaceae</i>	1	1	1,1
Всего	41	89	100

К ведущим семействам лишенобиоты изучаемого региона по количеству родов можно отнести *Parmeliaceae* (16 родов),

Physciaceae (9), Candelariaceae (3), Lecanoraceae (2), Teloschistaceae (2), Pertusariaceae (2). От общего числа родов лишайников, обнаруженных на территории города Кропоткина, они составляют 86,5 %. Остальные 7 семейств насчитывают по 1 роду.



Условные обозначения семейств

- | | | |
|------------------|---------------------|------------------|
| ■ Caliciaceae | ■ Chryso-trichaceae | ■ Graphidaceae |
| ■ Peltigeraceae | ■ Stereocaulaceae | ■ Roccellaceae |
| ■ Ramalinaceae | ■ Teloschistaceae | ■ Candelariaceae |
| ■ Pertusariaceae | ■ Lecanoraceae | ■ Physciaceae |

Рисунок 3 – Структура эпифитной лишайнобиоты урбоэкосистемы города Кропоткина (% от общего количества видов)

Среднее число видов в семействе – 7,4. Четыре семейства имеют уровень видового разнообразия выше среднего значения: *Parmeliaceae* (25 видов), *Physciaceae* (19), *Lecanoraceae* (14), *Pertusariaceae* (8). Таким образом, указанные семейства являются ведущими, в их состав входит 74,1 % от общего числа видов.

Среднее число видов в роде – 2,2 (Таблица 3). При этом 31 род имеет уровень видового разнообразия ниже среднего показателя (из них 8 родов имеют в своем составе по два вида, и 23– всего лишь по одному виду).

Таким образом, уровень видового разнообразия выше среднего показателя имеют 10 родов: *Lecanora* (12 видов), *Pertusaria* (7), *Physcia* (6), *Ramalina* (5), *Parmotrema* (4), *Phaeophyscia* (4), *Caloplaca* (3), *Candelariella* (3), *Melanohalea* (3), *Physconia* (3).

Таблица 3 – Состав наиболее многочисленных в видовом отношении родов эпифитной лишенобиоты города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Род	Количество видов	Процент от общего количества видов
<i>Lecanora</i>	12	13,5
<i>Pertusaria</i>	7	7,8
<i>Physcia</i>	6	6,7
<i>Ramalina</i>	5	5,6
<i>Parmotrema</i>	4	4,5
<i>Phaeophyscia</i>	4	4,5
<i>Caloplaca</i>	3	3,4
<i>Candelariella</i>	3	3,4
<i>Melanohalea</i>	3	3,4
<i>Physconia</i>	3	3,4
Всего	50	56,2

Они составляют 56,2 % от общего числа видов и играют ведущую роль в формировании лишеносинузий урбозкосистемы.

4.2 Географический анализ

Географический анализ дает возможность определить основные черты размещения видов, глубже заглянуть в историю развития лишенобиоты, определить время или направление

миграции, получить данные об экологической, ценотической приуроченности видов. Основной единицей географического анализа лишенобиоты является зональный географический элемент, выделяемый по растительно-климатической зоне, где этот элемент распространен максимально (Окснер, 1974; Лиштва, 2007).

В географическом смысле под элементом следует понимать общность видов, приуроченных к той или иной географической зоне. В отечественной лишенологии существуют три подхода к выделению элемента – на поясно-зональной, региональной и эколого-зональной основе. В большинстве систем выделяемые элементы совпадают. Преимуществом эколого-зонального подхода в выделении элементов является не только оценка характера распространения вида, но также и его экологической приуроченности – типичности для данной зоны экотопов и субстратов, на которых обитает лишайник (Лиштва, 2007).

Эпифитная лишенобиота города Кропоткина была подвергнута географическому анализу, в основе которого находится схема географических элементов, предложенная Н.С. Голубковой (Голубкова, 1966) с использованием монографической работы И.А. Галаниной (Галанина, 2008) и работы Е.С. Корчикова (Корчиков, 2011). Лишенобиота урбоэкосистемы города Кропоткина представлена 5 географическими элементами (таблица 4). Однако, подвергнуть географическому анализу 10 видов лишайников мы не смогли, так как необходимые литературные данные для этого отсутствуют.

Монтанно-гипоарктический элемент включает в себя лишайники, распространенные в гипоарктической зоне, средних и верхних поясах гор умеренной области Голарктики. Голарктический тип ареала содержит виды, характеризующиеся кругополярным расселением в Арктике, а также широким расселением в горах умеренной области Голарктики. На территории исследуемой урбоэкосистемы обнаружен один вид мон-

танно-гипоарктических лишайников: *Peltigera aphthosa* (1,1 % от общего количества видов).

Таблица 4 – Географический спектр эпифитных лишайников города Кротопкина, 2010–2013 гг.

Географический элемент	Тип ареала	Число видов	Процент от общего числа видов
Монтанно-гипоарктический	голарктический	1	1,1
Бореальный	голарктический	5	5,6
	панбореальный	1	1,1
Неморальный	голарктический	10	11,3
	евразиатский	1	1,1
	евразиатско-американский	10	11,3
	евразоафриканский	1	1,1
	паннеморальный	1	1,1
Эвриголарктический	голарктический	1	1,1
Мультирегиональный	бореальный	8	9,0
	голарктический	14	15,7
	монтанно-гипоарктический	2	2,2
	неморальный	24	27,0
Виды с неопределенными ареалами		10	11,3
Всего		89	100

Виды лишайников, которые относятся к бореальному географическому элементу, распространены в основном в зоне таежных лесов. К панбореальному типу ареала приурочены виды лишайников, связанные в своем распространении с зоной хвойных лесов Европы, Северной Америки, Азии. К этому элементу нами отнесен вид: *Hypogymnia tubulosa* (1,1 %). К голарктическому типу ареала приурочены 5 видов: *Lecanora populicola*, *Melanelixia subargentifera*, *Melanohalea*

exasperatula, *Parmeliopsis ambigua*, *Phaeophyscia ciliata* (5,6 %).

К неморальному элементу относятся лишайники, произрастающие в зоне широколиственных лесов Голарктики. На исследуемой территории урбоэкосистемы выявлено 5 типов ареалов. Для евразоафриканского типа ареала характерно наличие лишайников неморального элемента, связанных с территорией Европы, Африки и Азии.

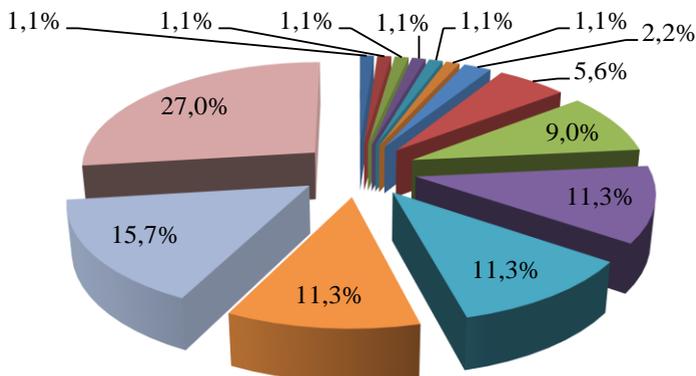
На исследуемой территории обнаружен 1 вид лишайников указанного типа ареала: *Pleurosticta acetabulum* (1,1 %). Евразиатский тип ареала включает виды лишайников, распространенных в широколиственных лесах Европы и Азии. Этот тип ареала представлен 1 видом лишайников: *Pertusaria hemisphaerica* (1,1 %).

Паннеморальный тип ареала охватывает лишайники, распространенные в широколиственных лесах Европы, Азии, Северной Америки. Данный тип включает 1 вид лишайников: *Physconia grisea* (1,1 %).

К голарктическому типу ареала относятся 10 видов эпифитных лишайников: *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora carpinea*, *L. sambuci*, *Melanohalea exasperata*, *Parmotrema stuppeum*, *Phaeophyscia nigricans*, *Physcia tenella*, *Rinodina pyrina*, *Ochrolechia parella*, *Pertusaria amara* (11,3 %). Евразиатско-американский тип ареала включает 10 видов лишайников: *Lecanora allophana*, *L. chlorotera*, *L. glabrata*, *L. rugosella*, *Cetrelia olivetorum*, *Flavopunctelia soledica*, *Phaeophyscia rubropulchra*, *Physconia distorta*, *Ramalina dilacerate*, *Pertusaria pseudophlyctis* (11,3 %).

Эвриголарктический элемент включает в себя один тип ареала – голарктический. Лишайники, приуроченные к этому типу, распространены по всей Голарктике и не отнесены ни к одной растительно-климатической зоне. К данному типу относится 1 вид лишайников: *Candelariella aurella* (1,1 %).

Мультирегиональный элемент охватывает виды лишайников, произрастающих в северном и южном полушариях на трех и более изолированных друг от друга континентах. На исследуемой территории мультирегиональный элемент представлен 4 типами ареала: бореальным, голарктическим, монтанно-гипоарктическим, неморальным. Голарктический ареал охватывает виды, произрастающие в Голарктике. Этот тип представлен 14 видами лишайников: *Chrysothrix candelaris*, *Candelariella vitellina*, *Lecanora hagenii*, *Lecidella elaeochroma*, *L. euphorea*, *Flavoparmelia soledians*, *Buellia disciformis*, *Physcia caesia*, *Ph. dubia*, *Ramalina pollinaria*, *Caloplaca cerina*, *C. citrina*, *Xanthoria polycarpa*, *Lepraria incana* (15,7 %). Неморальный тип ареала подразумевает наличие видов лишайников, широко распространенных в северном полушарии и приуроченных к зоне широколиственных лесов. Эта группа включает 24 вида: *Opegrapha rufescens*, *O. varia*, *Calicium quercinum*, *Candelaria concolor*, *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Melanelixia glabra*, *Neofuscelia verruculifera*, *Parmelina quercina*, *Parmelina tiliacea*, *Parmotrema perlatum*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia aipolia*, *Ph. adscendens*, *Ph. aipolia*, *Ph. stellaris*, *Ramalina farinacea*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, *Xanthoria parietina*, *Pertusaria albescens*, *P. leioplaca*, *P. multipuncta* (27,0 %). Бореальный тип ареала включает виды лишайников, встречающихся в северном полушарии в зоне хвойных лесов. К ним относятся 8 видов: *Lecanora subrugosa*, *Hypogymnia physodes*, *Melanohalea olivacea*, *Parmelia sulcata*, *Platismati aglauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Amandinea punctata*, *Anaptychia ciliaris* (9,0 %). Монтанно-гипоарктический тип ареала насчитывает 2 вида: *Cladonia carneola*, *Physconia muscigena* (2,2 %). Данные о процентном соотношении географических элементов урбозкосистемы приведены на рисунке 4.



Условные обозначения географических элементов

- монтажно-гипоарктический элемент с голарктическим типом ареала
- бореальный элемент с панбореальным типом ареала
- неморальный элемент с евразоафрикаским типом ареала
- неморальный элемент с евразийским типом ареала
- эвриголарктический элемент с голарктическим типом ареала
- неморальный элемент с паннеморальным типом ареала
- мультирегиональный элемент с монтажно-гипоарктическим типом ареала
- бореальный элемент с голарктическим типом ареала
- мультирегиональный элемент с борельным типом ареала
- неморальный элемент с голарктическим типом ареала
- неморальный элемент с евразийско-американским типом ареала
- виды с неопределенными ареалами

- мультирегиональный элемент с голарктическим типом ареала

Рисунок 4 – Географические элементы лишенобиоты урбозооэкосистемы города Кропоткина (процент от общего количества видов)

Анализ географических элементов лишенобиоты урбозко-системы города Кропоткина показал, что ведущая роль принадлежит мультирегиональному элементу с неморальным типом ареала, который содержит наибольшее количество видов лишайников (27,0 % от общего количества видов). Второе место по количеству видов занимает мультирегиональный элемент с голарктическим типом ареала (15,7 %). Третье место – неморальный географический элемент с голарктическим (11,3 %) и с евразийско-американскими типами ареала (11,3 %).

Мультирегиональному элементу с бореальным типом ареала принадлежит 9,0 % видов от общей их численности. Далее следует бореальный элемент с голарктическим типом ареала (5,6 %) и мультирегиональный элемент с монтанно-гипоарктическим типом ареала (2,2 %).

В формировании лишенобиоты исследуемой территории незначительную роль играют монтанно-гипоарктический элемент с голарктическим типом ареала (1,1 %), бореальный элемент с панбореальным типом ареала (1,1 %), неморальный географический элемент с евразийским, евразоафриканским, паннеморальными типами ареала (по 1,1 %), эвриголарктический элемент с голарктическим типом ареала (1,1 %), так как они представлены минимальным количеством видов относительно общей их численности.

Таким образом, лишенобиота урбозко-системы города Кропоткина характеризуется как мультирегиональная с участием неморальных видов.

4.3 Жизненные формы лишайников

Достаточно важное значение имеет процесс изучения жизненных форм лишайников. В силу того, что адаптация лишайников к природным условиям приводит к отбору видов наиболее соответствующих экологическому режиму той или

иной местности, при изучении жизненных форм важно рассмотреть не только морфологические типы организмов, но и те внешние условия, в которых они обитают.

Для характеристики жизненных форм лишенобиоты урбоэкосистемы города Кропоткина была использована классификация жизненных форм лишайников, предложенная Н. С. Голубковой (Голубкова, Бязров, 1989) и Л. Г. Бязровым (Бязров, 1994).

Ниже приведен спектр жизненных форм эпифитных лишайников города Кропоткина.

Отдел: эпигенные лишайники. Отдел представлен видами лишайников, развивающихся на поверхности субстрата.

Тип: плагиотропные. Класс накипные (37 видов или 41,5 % от общего количества видов). Характеризуются слоевищем, плотно сросшимся с субстратом (коркой форофита) всей нижней поверхностью.

Группа: однообразно-накипные (37 видов или 41,5 %) объединяет лишайники, слоевища которых имеют вид корочки, одинаковой как в центральной так и в краевой части.

Подгруппа: лепрозные (5 видов или 5,5 %). На территории исследуемой урбоэкосистемы данная группа представлена следующими родами *Caloplaca*, *Chrysothrix*, *Lepraria*. Встречаются в центральной, парковой, пригородной зонах; отдельных представителей можно обнаружить на коре форофитов рядом с транспортными магистралями. Произрастают данные виды на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, тополя пирамидального, вишни обыкновенной и других растениях форофитов.

Подгруппа: зернисто-бородавчатые (23 вида или 25,8 %) включает в себя следующие роды: *Opegrapha*, *Candelariella*, *Lecanora*, *Lecidella*, *Rinodina*, *Ochrolechia*, *Graphis*. Виды этих родов обнаружены на территории всей урбоэкосистемы и ее окрестностях; растут на коре гледичии трехколючковой, дуба

черешчатого, ивы белой, айланта высочайшего, ореха грецкого, черного, тополя пирамидального и других форофитах.

Подгруппа: плотнокорковые (9 видов или 10,1 %). Объединяет следующие роды: *Amandinea*, *Buellia*, *Pertusaria*, представители которых характеризуются распространением в парковой, пригородной, центральной зонах; произрастают на коре дуба черешчатого, вяза гладкого, груши обыкновенной, гледичии трехколючковой, рябины, ясеня высокого.

Класс: листоватые (42 вида или 47,2 %). Слоевища представителей данного класса лишайников имеет уплощенное дорзовентральное строение лопастей, прикрепляющихся к субстрату ризинами, ризоидами или участками нижней поверхности.

Группа: рассеченнолопастные ризоидальные (40 видов или 44,9 %). На исследуемой территории данная группа представлена следующими 20-ю родами: *Candelaria*, *Cetrelia*, *Flavoparmelia*, *Melanelixia*, *Melanohalea*, *Neofuscelia*, *Parmelia*, *Parmelina*, *Parmeliopsis*, *Parmotrema*, *Platismatia*, *Pleurosticta*, *Xanthoparmelia*, *Peltigera*, *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Physconia*, *Physciella*, *Xanthoria*. Самая многочисленная группа, представители которой встречаются на территории всего города и его окрестностях; растут на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, ивы белой, березы бородавчатой, ясеня высокого, вишни обыкновенной, робинии ложно-акация и других растениях форофитах.

Группа: вздутолопастные неризоидальные (2 вида или 2,2 %). Слоевище представителей данной группы состоит из вееровидно-разветвленных лопастей, с полостью внутри. Группа включает в себя род *Hypogymnia*. Виды рода *Hypogymnia* обнаружены в парковой и пригородной зонах; произрастают на коре дуба черешчатого, клена полевого, березы бородавчатой, гледичии трехколючковой, робинии ложно-акация.

Тип: ортотропные (11 видов или 12,1 %).

Класс: кустистые (11 видов или 12,1 %). Это лишайники с прямостоячими, повисающими или стелющимися по субстрату слоевищами в виде кустиков.

Подгруппа: плосколопастные (11 видов или 12,1 %) включает следующие 4-е рода: *Evernia*, *Pseudevernia*, *Anaptychia*, *Ramalina*. Представители этих родов характеризуются распространением в парковой, пригородной, центральной зонах; произрастают на коре дуба черешчатого, гледичии трехколючковой, ясеня высокого, клена полевого, боярышника обыкновенного и других форофитах (таблица 5).

Таблица 5 – Жизненные формы эпифитных лишайников урбозкосистемы города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Тип	Класс	Группа	Подгруппа	Число видов	Процент от общего числа видов
Плагิโอ-тропные	накипные	однообразно-накипные	лепрозные	5	5,6
			зернисто-бородавчатые	23	25,8
			плотно-корковые	9	10,1
	листова-тые	рассеченнолопастные ризоидальные		40	44,9
		вздутолопастные неризоидальные		2	2,3
Орто-тропные	кустистые	кустистые повисающие	плоско-лопастные	8	9,0
		чешуйчато-кустистые	сцифоидные	2	2,3
Всего				89	100,0

Подгруппа: сцифоидные (2 вида или 2,3 %). Эти виды лишайников характеризуются прямостоячими выростами слоевища, имеют сцифоидную форму, слабо разветвленную. На

территории урбоэкосистемы данная жизненная форма представлена родом *Cladonia*.

Все виды лишайников, произрастающие на исследуемой территории, относятся к отделу эпигенных, слоевище которых развивается на поверхности субстрата. Спектр жизненных форм эпифитных лишайников урбоэкосистемы города Кропоткина представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Спектр жизненных форм эпифитных лишайников урбоэкосистемы города Кропоткина (процент от общего количества видов)

Незначительное количество видов включают жизненные формы: плагиотропные однообразно-накипные лепозные

(5,6 %), плагиотропные листоватые вздутолопастные неризоидальные (2,3 %), ортотропные чешуйчато-кустистые сцифоидные (2,3 %).

4.4 Основные группы лишайников по субстратной приуроченности

Нами был проведен анализ субстратной приуроченности лишайников в урбозкосистеме города Кропоткина и его окрестностях. Списки видов составлены с учетом всех обнаруженных лишайников на форофитах, шифере и железобетонных конструкциях (рисунок 6). Необходимо отметить, что лишайники исследуемой урбозкосистемы проявляют различную избирательность по отношению к указанным субстратам (приложение, таблица 1).

Наибольшее количество видов лишайников обнаружено на стволах форофитов: дуб черешчатый (51 вид), гледичия трехколючковая (42), ясень высокий (33), орех черный, грецкий (29), осина обыкновенная (21), тополь пирамидальный (20), ива белая (16), клен полевой (16), каштан конский обыкновенный (14). Помимо этого, к ряду растений-форофитов (шелковица белая, черная, айлант высочайший, бук восточный, катальпа бигнониевидная, лещина, абрикос, ольха и др.) приурочено незначительное количество видов лишайников.

Широкой субстратной приуроченностью характеризуются следующие виды лишайников: *Physcia adscendens* (был обнаружен на 21 виде форофитов), *Xanthoria parietina* (18), *Parmelia sulcata* (16), *Physconia grisea* (16), *Lecidella euphorea* (14), *Physcia tenella* (14), *Pleurosticta acetabulum* (11), *Evernia prunastri* (11), *Physconia distorta* (10).

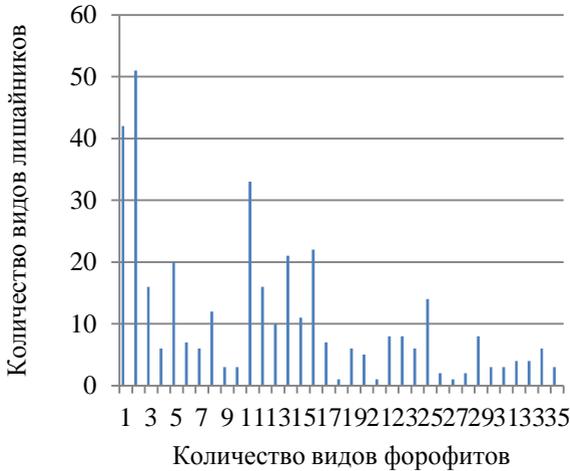


Рисунок 6 – Приуроченность видов лишайников к растениям – форофитам в урбозкосистеме города Кропоткина

Для 26 видов лишайников характерна узкая субстратная приуроченность. Данные виды были обнаружены только на одном растении-форофите: *Opegrapha rufescens*, *Calicium quercinum*, *Cladonia sulphurina*, *Cl. carneola*, *Buellia disciformis* – приурочены к дубу черешчатому; *Lecanora impudens*, *L. meridionalis*, *Melanohalea exasperate* – к ореху черному; *Lecanora leptyroides* – к каштану конскому обыкновенному; *Parmotrema reticulatum*, *Graphis elegans*, *Pertusaria constricta*, *P. multipuncta*, *P. pseudophlyctis*, *Lecidella elaeochroma* – к гледичии трехколючковой; *Parmotrema cetratum*, *Flavoparmelia soledians* – к боярышнику обыкновенному; *Parmotrema stuppeum* – к клену полевому; *Peltigera aphthosa* – обнаружена на поросшем мхом пне; *Anartychia ciliaris*, *Ochrolechia parella* – приурочена к тополи пирамидальному; *Physcia caesia* – к иве

белой; *Phaeophyscia rubropulchra* – к ясеню высокому; *Physciella melanchra* – к липе сердцевидной; *Lecanora subrugosa* – к осине обыкновенной; *Xanthoparmelia camtschadalis* – к плоскоцветочнику восточному.

Эти лишайники составляют 29,2 % от общего количества видов лишайнобиоты урбозкосистемы города Кропоткина.

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЛИШАЙНИКИ И ЛИХЕНОСИНУЗИИ

5.1 Особенности распределения эпифитных лишайников и лихеносинузий в городе Кропоткине под влиянием атмосферного загрязнения

Воздух загрязняется путем привнесения в него или образования в нем загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих нормативы качества или уровня естественного содержания. Загрязняющее вещество – это примесь в атмосферном воздухе, оказывающая при определенной концентрации неблагоприятное воздействие на здоровье человека, объекты растительного и животного мира и другие компоненты окружающей природной среды или наносящая ущерб материальным ценностям (Божко, 2004).

Одним из инструментов, позволяющих осуществлять контроль за динамикой изменений атмосферной среды, принимать решения о сохранении и обеспечении условий, необходимых для существования человека и других живых организмов в урбозкосистеме, является экологический мониторинг.

Существующая на сегодняшний день система мониторинга загрязнения окружающей среды основана, как правило, на использовании химических методов анализа, что не позволяет оценить истинную опасность влияния тех или иных загрязнителей на среду обитания, прогнозировать последствия их воздействия на живые организмы. В данной ситуации именно биомониторинг позволяет получить интегральную оценку качества окружающей среды. При биоиндикации атмосферного

воздуха наиболее эффективно используется группа таких организмов как лишайники.

В результате исследований, проведенных на территории урбоэкосистемы города Кропоткина, были выявлены особенности распространения лишайников и их распределение на исследуемой территории в условиях атмосферного загрязнения. Территория урбоэкосистемы была условно разделена нами на четыре зоны: парковую, центральную, периферическую и пригородную. Составлены карты распространения видов лишайников на территории урбоэкосистемы, которые дают общее представление о степени загрязненности воздуха. В дальнейшем они могут использоваться для оценки атмосферного загрязнения города.

В центральной зоне города Кропоткина обнаружено 19 видов лишайников, в периферической – 40, в парковой – 62, в пригородной – 74. Для выявления закономерностей распределения лишайников на территории урбоэкосистемы города Кропоткина нами вычислялся коэффициент встречаемости (Приложение, таблица 2). В зависимости от значения коэффициента встречаемости были выделены три основные группы лишайников: встречающихся часто, редко, единично. К первой группе отнесены 5 видов: *Lecidella euphorea*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*, *Caloplaca cerina* (5,6 % от общего количества видов). Ко второй группе относятся 26 видов: *Candelaria concolor*, *Candelariella aurella*, *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora carpinea*, *Lecanora sambuci* и другие (29,2 %). К третьей группе нами отнесены 58 видов: *Opegrapha rufescens*, *O. varia*, *Candelariella vitellina*, *Lecanora allophana*, *L. chlorotera*, *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata* и другие (65,2%). Большинство видов лишайников относится к группе единично встречающихся. Группа часто встречающихся лишайников характеризуется относительно малым числом видов.

В центральной зоне города Кропоткина выявлено 19 видов лишайников, принадлежащих к 14 родам и 8 семействам: *Buellia disciformis*, *Caloplaca cerina*, *Candelaria concolor*, *C. aurella*, *C. xanthostigma*, *Chrysothrix candelaris*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *L. sambuci*, *Lecidella euphorea*, *Lepraria incana*, *Melanohalea exasperatula*, *Pertusaria albescens*, *P. hemisphaerica*, *Physcia adscendens*, *Physcia dubia*, *Physconia grisea*, *Ph. muscigena*, *Xanthoria parietina*.

В лишенобиоте центральной зоны урбозкосистемы ведущим является семейство *Physciaceae*, включающее 4 рода и 6 видов (31,5 % от общего числа видов). Семейство *Lecanoraceae* включает в себя 2 рода и 3 вида (15,8 %), семейство – *Teloschistaceae* 2 рода и 2 вида, семейство *Candelariaceae* насчитывает 2 рода и 3 вида (15,8 %), а семейство *Pertusariaceae* – всего лишь 1 род и 2 вида (таблица 6). Лишенобиота центральной зоны исследуемой территории представлена родами малочисленными в видовом отношении, так как данные рода насчитывают 2 или 3 вида.

Таблица 6 – Структура эпифитной лишенобиоты центральной зоны урбозкосистемы города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Семейство	Число родов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Physciaceae</i>	4	6	31,5
<i>Candelariaceae</i>	2	3	15,8
<i>Lecanoraceae</i>	2	3	15,8
<i>Teloschistaceae</i>	2	2	10,5
<i>Pertusariaceae</i>	1	2	10,5
<i>Chrysothricaceae</i>	1	1	5,3
<i>Parmeliaceae</i>	1	1	5,3
<i>Stereocaulaceae</i>	1	1	5,3
Всего	14	19	100

Лишайники, обнаруженные в центральной зоне города Кропоткина, относятся к однообразно-накипным и листовым

тым рассеченнолопастным ризоидальным группам жизненных форм.

В центральной зоне урбоэкосистемы города Кропоткина наиболее распространенными являются три 2-х видовые лихеносинузии: *Physcia adscendens* + *Xanthoria parietina*, *Xanthoria parietina* + *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina* + *Physcia adscendens*.

Эпифитная лихенобиота периферической зоны города включает в себя 40 видов, относящиеся к 22 родам и 10 семействам: *Lecanora impudens*, *Parmotrema cetratum*, *Physciella melanchra*, *Caloplaca cerina*, *Xanthoria parietina*, *Pertusaria albescens* и другие.

Семейства *Physciaceae* (9 видов), *Lecanoraceae* (9), *Parmeliaceae* (7), *Teloschistaceae* (5), *Candelariaceae* (4) являются преобладающими в этой зоне. На указанные семейства приходится 85,0 % от общего количества видов. Семейство *Pertusariaceae* насчитывает 1 род и 2 вида, а семейства *Roccellaceae*, *Peltigeraceae*, *Chryso-trichaceae*, *Stereocaulaceae* представлены 1 родом и 1 видом (таблица 7).

В периферической зоне по количеству видов преобладают следующие рода лишайников: *Lecanora* (8 видов), *Physconia* (3). На их долю приходится 12,3 % от общего числа видов. Преобладающее число родов являются одновидовыми.

В периферической зоне преобладают лишайники, относящиеся к однообразно-накипной жизненной форме (53,6 % от общего числа видов). На втором месте, по количеству видов, стоит группа рассеченнолопастных ризоидальных жизненных форм (39,1 %). Незначительным количеством видов представлена группа кустистых повисающих плосколопастных лишайников (7,3 %).

В этой зоне урбоэкосистемы города Кропоткина преобладают две 2-видовые и одна 3-х видовая лихеносинузии: *Xanthoria parietina* + *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina* + *Physcia*

adscendens, *Physcia adscendens* + *Physconia muscigena* + *Xanthoria parietina* (приложение, рисунок 19).

Таблица 7 – Структура эпифитной лишенобиоты периферической зоны урбозооэкосистемы города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Семейство	Число родов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Physciaceae</i>	5	9	22,5
<i>Lecanoraceae</i>	2	9	22,5
<i>Parmeliaceae</i>	6	7	17,5
<i>Teloschistaceae</i>	2	5	12,5
<i>Candelariaceae</i>	2	4	10,0
<i>Pertusariaceae</i>	1	2	5,0
<i>Roccellaceae</i>	1	1	2,5
<i>Peltigeraceae</i>	1	1	2,5
<i>Chrysotrichaceae</i>	1	1	2,5
<i>Stereocaulaceae</i>	1	1	2,5
Всего	22	40	100

В парковой зоне города произрастает 62 вида лишайников, относящихся к 28 родам и 8 семействам. На исследуемой территории были обнаружены лишайники: *Opegrapha varia*, *Lecanora glabrata*, *Evernia prunastri*, *Melanohalea exasperatula*, *Anartychia ciliaris*, *Xanthoria polycarpa*, *Pertusaria amara* и другие.

К наиболее многочисленным по видовому составу семействам относятся *Parmeliaceae*, *Physciaceae*, *Lecanoraceae*. На их долю приходится 67,7 % от общего числа видов. Семейство *Parmeliaceae* включает в себя 12 родов и 17 видов, *Physciaceae* – 6 родов и 14 видов, *Lecanoraceae* – 2 рода и 11 видов (таблица 8).

Наибольшее количество видов лишайников насчитывают роды *Lecanora* (9 видов), *Physcia* (5), *Ramalina* (4), *Pertusaria* (4). Роды *Candelariella*, *Phaeophyscia*, *Physconia*, *Caloplaca* насчитывают по 3 вида, роды *Lecidella*, *Xanthoria*, *Cladonia*,

Hypogymnia, *Melanelixia*, *Melanohalea*, *Parmelina*, *Parmotrema* – по 2 вида, а остальные рода включают в себя по 1 виду.

Таблица 8 – Структура эпифитной лишенобиоты парковой зоны урбозкосистемы города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Семейство	Число родов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Parmeliaceae</i>	12	17	27,4
<i>Physciaceae</i>	6	14	22,6
<i>Lecanoraceae</i>	2	11	17,7
<i>Candelariaceae</i>	3	6	9,7
<i>Teloschistaceae</i>	2	5	8,2
<i>Pertusariaceae</i>	1	4	6,4
<i>Ramalinaceae</i>	1	4	6,4
<i>Roccellaceae</i>	1	1	1,6
Всего	28	62	100

Преобладающей жизненной формой лишайников в парковой зоне урбозкосистемы является листоватая рассеченнолопастная ризоидальная (43,8 % от общего количества видов). Однообразно-накипные жизненные формы составляют 39,1 % видов. На группу кустистых повисающих плосколопастных жизненных форм приходится 7 видов, что составляет 10,9 % от всего количества видов. Чешуйчато-кустистые сцифоидные и листоватые вздутолопастные неризоидальные жизненные формы лишайников насчитывает по 2 вида (по 3,1 %).

Парки и скверы города Кропоткина испытывают существенную антропогенную нагрузку. Северная часть центрального городского парка расположена в 100 м от железнодорожного полотна (крупнейшей железнодорожной магистрали Краснодар – Кавказская – Адлер); с южной и восточной стороны к парку 30-летия Победы примыкает обширная территория, на которой сосредоточено большое количество промышленных предприятий города Кропоткина. Существенное влияние на состояние растительности парков и скверов оказы-

вают автомагистрали. Указанные территории города находятся под воздействием линейных и точечных источников загрязнения атмосферной среды (Криворотов и др., 2004).

Парки и скверы исследуемой урбоэкосистемы характеризуются значительными различиями в структуре эпифитной лишенобиоты.

Парки и скверы исследуемой урбоэкосистемы характеризуются значительными различиями в структуре эпифитной лишенобиоты.

Доминирующими в парковой зоне урбоэкосистемы города Кропоткина являются три 2-х видовые и одна 3-х видовая лишеносинузии: *Physconia grisea* + *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens* + *Xanthoria parietina*, *Melanohalea olivacea* + *Ramalina fastigiata*, *Physcia adscendens* + *Parmelia sulcata* + *Xanthoria parietina* (приложение, рисунок 21).

Эпифитная лишенобиота пригородной зоны города включает в себя 74 вида, относящиеся к 36 родам и 11 семействам: *Lecanora meridionalis*, *L. leptyroides*, *L. rugosella*, *Neofuscelia verruculifera*, *Flavoparmelia soledians*, *Flavopunctelia soledica*, *Ochrolechia parella* и другие.

К лидирующим по количеству видов семействам относятся *Parmeliaceae* (21 вид), *Physciaceae* (15), *Lecanoraceae* (13). На долю этих семейств приходится 66,3% от общего числа видов лишайников. Семейство *Pertusariaceae* насчитывает 7 видов эпифитных лишайников (9,5 %). Последующие семейства *Candelariaceae* и *Ramalinaceae* включают 6 и 5 видов соответственно. На их долю приходится 14,8 % видов. Остальные семейства насчитывают от 1 до 3 видов лишайников.

Наибольшее количество видов включают в себя рода: *Lecanora* (11 видов), *Pertusaria* (7), *Ramalina* (6), *Physcia* (5), *Phaeophyscia* (4). По 3 вида насчитывают роды лишайников: *Candelariella*, *Parmotrema*, *Physconia*; по 2 вида: *Lecidella*, *Xanthoria*, *Cladonia*, *Hypogymnia*, *Flavoparmelia*, *Melanelixia*.

Остальные рода насчитывают не более одного вида (таблица 9).

Таблица 9 – Структура эпифитной лишенобиоты пригородной зоны города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Семейство	Число родов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Parmeliaceae</i>	16	21	28,4
<i>Physciaceae</i>	6	15	20,3
<i>Lecanoraceae</i>	2	13	17,6
<i>Pertusariaceae</i>	2	7	9,5
<i>Candelariaceae</i>	3	6	8,1
<i>Ramalinaceae</i>	1	5	6,7
<i>Teloschistaceae</i>	2	3	4,1
<i>Caliciaceae</i>	1	1	1,3
<i>Chrysotrichaceae</i>	1	1	1,3
<i>Graphidaceae</i>	1	1	1,3
<i>Stereocaulaceae</i>	1	1	1,3
Всего	36	74	100

Доминирующей жизненной формой в пригородной зоне урбоэкосистемы является группа листоватых рассеченнолопастных ризоидальных лишайников, на их долю приходится 43,4 % всего видового состава. Группа однообразно-накипных лишайников представлена 31 видом (40,9 % от общего количества видов). Кустистые повисающие плосколопастные жизненные формы насчитывают 10 видов, что составляет 13,1 %. Незначительное количество видов насчитывает группа листоватых вздутолопастных неризоидальных лишайников (2,6 %).

В пригородной зоне урбоэкосистемы города Кропоткина преобладающими являются пять 2-х и одна 3-х компонентная группировки лишеносинузий: *Xanthoria parietina* + *Physcia adscendens*, *Physcia adscendens* + *Ramalina fastigiata*, *Physcia adscendens* + *Pleurosticta acetabulum*, *Ramalina fastigiata* + *Melanelixia subargentifera*, *Physconia grisea* + *Candelaria con-*

color (Приложение, рисунок 18), *Lecidella euphorea* + *Physconia grisea* + *Parmelia sulcata*.

Центральная зона урбоэкосистемы характеризуется минимальным видовым разнообразием (19 видов), что вероятнее всего, связано с высоким уровнем атмосферного загрязнения. Максимальное количество видов лишайников было обнаружено в пригородной (74), парковой (62), периферической – 40 видов (таблица 10).

Таблица 10 – Распределение видов эпифитных лишайников по зонам урбоэкосистемы города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Вид	Зоны			
	центрально- ная	парковая	пригород- ная	перифе- рическая
1	2	3	4	5
<i>Amandinea punctata</i>	–	–	+	+
<i>Anaptychia ciliaris</i>	–	+	–	–
<i>Buellia disciformis</i>	+	+	+	–
<i>Calicium quercinum</i>	–	+	+	–
<i>Caloplaca cerina</i>	+	+	–	+
<i>Caloplaca citrina</i>	–	+	–	+
<i>Caloplaca holocarpa</i>	–	+	+	+
<i>Candelaria concolor</i>	+	+	+	+
<i>Candelariella aurella</i>	+	+	+	+
<i>Candelariella vitellina</i>	–	+	+	+
<i>Candelariella xanthostigma</i>	+	+	+	+
<i>Cetrelia olivetorum</i>	–	+	+	–
<i>Chrysothrix candelaris</i>	+	–	+	+
<i>Cladonia carneola</i>	–	+	+	–
<i>Cladonia sulphurina</i>	–	+	+	–
<i>Evernia prunastri</i>	–	+	+	+
<i>Flavoparmelia caperata</i>	–	+	+	–
<i>Flavoparmelia soredians</i>	–	–	+	+
<i>Flavopunctelia soredica</i>	–	–	+	–
<i>Graphis elegans</i>	–	–	+	–

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	+	+	–	–
<i>Hypogymnia physodes</i>	–	+	+	–
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	–	+	+	–
<i>Lecanora allophana</i>	+	+	+	+
<i>Lecanora carpinea</i>	–	+	+	+
<i>Lecanora chlarotera</i>	–	+	+	–
<i>Lecanora glabrata</i>	–	+	–	+
<i>Lecanora hagenii</i>	–	+	+	+
<i>Lecanora impudens</i>	–	+	+	+
<i>Lecanora leptyroides</i>	–	–	+	–
<i>Lecanora meridionalis</i>	–	–	+	–
<i>Lecanora populicola</i>	–	+	+	+
<i>Lecanora rugosella</i>	–	–	+	+
<i>Lecanora sambuci</i>	+	+	+	+
<i>Lecanora subrugosa</i>	–	+	+	–
<i>Lecidella euphorea</i>	+	+	+	+
<i>Lecidella elaeochroma</i>	–	+	+	–
<i>Lepraria incana</i>	+	–	+	+
<i>Melanelixia glabra</i>	–	+	+	–
<i>Melanelixia subargentifera</i>	–	+	+	–
<i>Melanohalea exasperatula</i>	+	+	–	–
<i>Melanohalea exasperata</i>	–	–	–	+
<i>Melanohalea olivacea</i>	–	+	+	–
<i>Neofuscelia verruculifera</i>	–	–	+	–
<i>Ochrolechia parella</i>	–	–	+	–
<i>Opegrapha rufescens</i>	–	–	–	+
<i>Opegrapha varia</i>	–	+	–	–
<i>Parmelia sulcata</i>	–	+	+	+
<i>Parmelina quercina</i>	–	+	+	–
<i>Parmelina tiliacea</i>	–	+	+	–
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	–	+	+	–
<i>Parmotrema cetratum</i>	–	–	–	+
<i>Parmotrema perlatum</i>	–	+	+	–
<i>Parmotrema reticulatum</i>	–	–	–	+
<i>Parmotrema stuppeum</i>	–	+	+	–
<i>Peltigera aphthosa</i>	–	–	–	+

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
<i>Pertusaria albescens</i>	+	+	+	+
<i>Pertusaria amara</i>	–	+	–	–
<i>Pertusaria constricta</i>	–	+	+	–
<i>Pertusaria hemisphaerica</i>	+	–	+	+
<i>Pertusaria leioplaca</i>	–	+	+	–
<i>Pertusaria multipuncta</i>	–	–	+	–
<i>Pertusaria pseudophlyctis</i>	–	–	+	–
<i>Phaeophyscia ciliata</i>	–	+	+	+
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	–	+	+	+
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	–	+	+	–
<i>Phaeophyscia rubropulchra</i>	–	–	+	–
<i>Physcia adscendens</i>	+	+	+	+
<i>Physcia aipolia</i>	–	–	+	–
<i>Physcia caesia</i>	–	+	+	–
<i>Physcia dubia</i>	+	+	–	–
<i>Physcia stellaris</i>	–	+	+	–
<i>Physcia tenella</i>	–	+	+	+
<i>Physciella melanchra</i>	–	–	–	+
<i>Physconia distorta</i>	–	+	+	+
<i>Physconia grisea</i>	+	+	+	+
<i>Physconia muscigena</i>	+	+	+	+
<i>Platismatia glauca</i>	–	+	+	–
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	–	+	+	–
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	–	–	+	+
<i>Ramalina dilacerata</i>	–	–	+	–
<i>Ramalina farinacea</i>	–	+	+	–
<i>Ramalina fastigiata</i>	–	+	+	–
<i>Ramalina fraxinea</i>	–	+	+	–
<i>Ramalina pollinaria</i>	–	+	+	–
<i>Rinodina pyrina</i>	–	–	+	–
<i>Xanthoparmelia camtschadalis</i>	–	–	+	–
<i>Xanthoria parietina</i>	+	+	+	+
<i>Xanthoria polycarpa</i>	–	+	+	+
Всего	19	62	74	40
Примечание: «+» – вид присутствует, «–» – вид отсутствует				

Максимальное количество видов лишайников было обнаружено в пригородной (74 видов) и парковой зонах (62). Таким образом, по мере удаления от центральной зоны число видов лишайников увеличивается (рисунок 7).

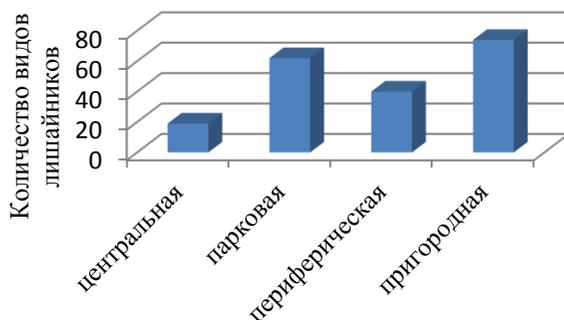


Рисунок 7 – Распределение эпифитных лишайников по различным зонам урбозкосистемы города Кропоткина

Лихенобиота центральной зоны урбозкосистемы насчитывает 21,3 % от общего числа видов лишайников, произрастающих на исследуемой территории. Периферическая зона представлена 40 видами, что составляет 44,9 % от общей численности видов. В парковой зоне видовой состав лишенобиоты представлен 69,7 %, а пригородная зона представлена 83,1 % от общего количества видов лишайников урбозкосистемы. Следовательно, именно последние две зоны характеризуются минимальным загрязнением атмосферы.

На территории изучаемой урбозкосистемы установлены закономерности распространения видов эпифитной лишенобиоты.

Для всех зон исследуемой территории характерны такие виды как *Candelariella aurella*, *C. xanthostigma*, *Lecanora allophana*, *Lecidella euphorea*, *Physcia adscendens*, *Physco*

niagrisea, *Xanthoria parietina*, *Pertusaria albescens* и др. Данные эпифитные лишайники, принадлежащие к 12 видам, являются наиболее распространенными на исследуемой территории, на их долю приходится 13,5 % от общего числа видов.

К какой-либо конкретной зоне урбоэкосистемы они не имеют четкой приуроченности. Вид *Caloplaca cerina* (1,1 % от общего количества видов) произрастает только на территории центральной, периферической и парковой зон.

Только в центральной, периферической и пригородной зонах обнаружены 3 вида: *Pertusaria hemisphaerica*, *Chrysothrix candelaris*, *Lepraria incana* (3,4 %).

Пригородная, парковая и периферическая зоны представлены 13 видами (14,6 %): *Candelariella vitellina*, *Lecanora carpinea*, *L. impudens*, *L. hagenii*, *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia nigricans* и другие. Только на территории пригородной и парковой зон произрастают 29 видов эпифитных лишайников (32,6 %): *Lecanora chlorotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Cetrelia olivetorum*, *Flavoparmelia caperata*, *Melanohalea olivacea*, *M. subargentifera*, *Parmelina quercina* и другие.

Только в парковой зоне обнаружены 3 вида (3,4 %): *Opegrapha varia*, *Anaptychia ciliaris*, *Pertusaria amara*. Исключительно в периферической зоне произрастают 6 видов (6,7 %): *Opegrapha rufescens*, *Melanohalea exasperata*, *Parmotrema cetratum*, *P. reticulatum*, *Peltigera aphthosa*, *Physciella melanchra*. Только в пригородной зоне урбоэкосистемы обнаружено 13 видов (14,6 %): *Flavopunctelia soledica*, *Graphis elegans*, *Lecanora meridionalis*, *L. leptyrodes*, *Neofuscelia verruculifera*, *Ochrolechia parella*, *Pertusaria multipuncta*, *Pertusaria pseudophlyctis*, *Phaeophyscia rubropulchra*, *Physcia aipolia*, *Ramalina dilacerata*, *Rinodina pyrina*, *Xanthoparmelia camtschadalis*.

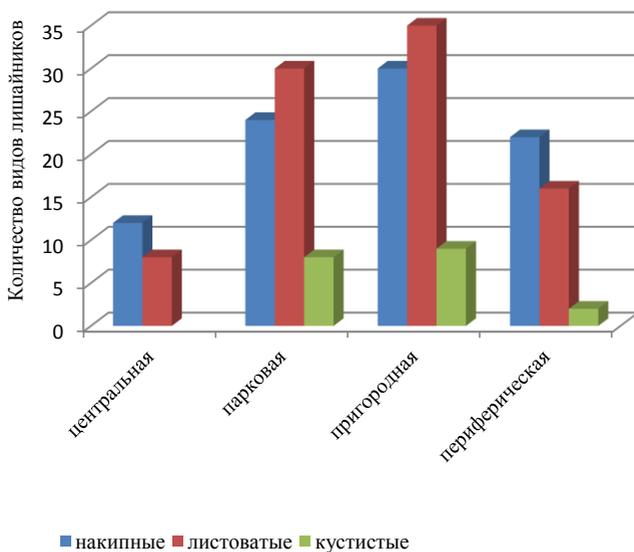
Изучение распределения видов по территории изучаемой урбоэкосистемы позволяет выявить видовой состав лишайников по степени удаленности от очагов загрязнения. На основе полученных данных составлены лишеноиндикационные карты,

на которых наглядно отражено распределение видов, степень их чувствительности, а значит, и степень загрязненности атмосферной среды территории.

Таким образом, загрязнение атмосферы приводит к обеднению лишенобиоты, что обусловлено высокой чувствительностью лишайников к поллютантам. Анализ распространения эпифитных лишайников под воздействием атмосферного загрязнения позволяет определить виды-индикаторы, характерные для урбоэкосистемы города Кропоткина.

Распределение эпифитных лишайников на исследуемой территории неравномерно. Доминирующими семействами лишенобиоты в центральной зоне урбоэкосистемы города является *Physciaceae*, в периферической – *Physciaceae*, *Lecanoraceae*, *Parmeliaceae*, в парковой – *Parmeliaceae*, *Physciaceae*, *Lecanoraceae*, в пригородной – *Parmeliaceae*, *Physciaceae*, *Lecanoraceae*. Преобладающими родами в центральной зоне являются *Candelariella*, *Lecanora*, *Physcia*, *Physconia*, в периферической – *Lecanora*, *Physcia*, *Physconia*, в парковой – *Lecanora*, *Physcia*, *Ramalina*, в пригородной – *Lecanora*, *Pertusaria*, *Ramalina*, *Physcia*, *Phaeophyscia*.

Кроме того, выявлен факт неравномерного распределения на территории урбоэкосистемы города эпифитных лишайников, принадлежащих к различным группам жизненных форм. Кустистые эпифитные лишайники в центральной зоне урбоэкосистемы города не обнаружены, что связано с их высокой чувствительностью к загрязнителям. Накипных видов обнаружено 12, а листоватых лишайников – 8 видов (рисунок 8).



Условные обозначения жизненных форм лишайников

Рисунок 8 – Распределение жизненных форм эпифитных лишайников по различным зонам урбоэкосистемы города Кропоткина

Таким образом, уменьшение количества загрязнителей влияет на спектр жизненных форм лишайников, при этом, число кустистых лишайников увеличивается от 2 до 9 видов в пригородной, наиболее удаленной от центра, зоне урбоэкосистемы.

5.2 Факторы, определяющие изменение эпифитной лишенобиоты урбозкосистемы

5.2.1 Воздействие атмосферных загрязнителей на эпифитные лишайники и лишеносинузии

Эпифитные лишайники являются довольно чувствительными индикаторами атмосферного загрязнения. В связи с этим можно говорить о возможности решения теоретических и практических вопросов диагностики и мониторинга атмосферного загрязнения экосистем при помощи комплексных исследований с использованием биоиндикационных, физико-химических и инструментальных методов. К основным атмосферным загрязнителям относят четыре класса поллютантов: серосодержащие и азотсодержащие соединения, летучие органические вещества, токсические металлы (Finlayson-Pitts, Pitts, 1999).

Основным источником катионов металлов для лишайников является атмосферный воздух. Содержание катионов тяжелых металлов в лишайниках более адекватно отражает распределение этих элементов в разных точках приземного слоя атмосферы, чем содержание этих же элементов в сосудистых растениях (Сионова, Криворотов, 2008). Кроме того, концентрация катионов тяжелых металлов в слоевищах эпифитных лишайников в значительной степени зависит от интенсивности выпадения пылевых и аэрозольных частиц (Меннинг, Федер, 1985; Трешоу, 1988; Seaward, 1992).

В связи с этим анализ содержания тяжелых металлов в слоевищах лишайников исследуемой урбозкосистемы позволяет выделить линейные источники загрязнения атмосферы.

Изучение металлаккумуляирующей способности эпифитных лишайников было проведено в следующих зонах урбоэкосистемы города: центральной, пригородной, периферической и парковой. Для проведения лабораторных анализов на состав загрязнителей производился сбор образцов слоевищ лишайников во время стационарных и маршрутных исследований. Фоновым участком для сравнения содержания тяжелых металлов в слоевищах лишайников был выбран Кавказский участок Государственного Опытного Лесоохотничьего Хозяйства «Кубаньохота». Данная территория расположена в Гулькевичском и Кавказском районах, в окрестностях поселка Кубань, в 110 км от Краснодара, 60 км от города Тихорецка. Здесь, в степной зоне, расположен пойменный лес реки Кубань, общей площадью 14,8 тыс. га.

На территории выделенных зон и на фоновом участке нами были собраны объединенные пробы (слоевища лишайников) с коры деревьев-форофитов. Методом квартирования из объединенной пробы после просушивания выделили среднюю пробу массой 100 г. Обработку собранных образцов слоевищ лишайников и их анализ на наличие металлов проводили согласно МУ 31-03/04 ФР. 1.31.2004.00987 ПНД Ф 14.1:2:4.222-06 на анализаторе вольтамперометрическом ТА-04 согласно общепринятой методике (Методические указания..., 2004). В процессе работы определяли содержание тяжелых металлов: цинка (Zn), меди (Cu), свинца (Pb), кадмия (Cd).

Преобладающими по численности видами лишайников в обнаруженных стволовых эпифитных лишайносинузиях в центральной зоне урбоэкосистемы города являются: *Xanthoria parietina* (Приложение, рисунок 4), *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*; в периферической зоне – *Xanthoria parietina*, *Physconia grisea*, *Physcia adscendens*, *Physconia muscigena*, в парковой зоне – *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*, *Melanohalea olivacea*, *Ramalina fastigiata*, *Parmelia*

sulcata (Приложение, рисунок 3); в пригородной зоне – *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*, *Ramalina fastigiata*, *Pleurosticta acetabulum*, *Melanelixia subargantifera*, *Candelaria concolor* (приложение, рисунок 1), *Physconia grisea*, *Parmelia sulcata*; на территории фонового участка – *Xanthoria parietina*, *Candelaria concolor*, *Physcia adscendens*, *Ph. aipolia*, *Physconia grisea*, *Ph. distorta*, *Parmotrema stuppeum*, *Parmeliopsis ambigua*, *Pleurosticta acetabulum*, *Xanthoria polycarpa*.

Данные по количественному содержанию тяжелых металлов, накапливаемых слоевищами лишайников, собранных в различных зонах урбоэкосистемы города Кропоткина, приведены в таблице 11.

При сравнении содержания свинца в слоевищах лишайников, собранных на территории различных зон города, были выявлены следующие закономерности.

Содержание меди достигает максимального значения в слоевищах лишайников, собранных на территории парковой зоны. Это может быть обусловлено тем, что парки и скверы урбоэкосистемы города Кропоткина находятся под воздействием линейных и точечных источников загрязнения атмосферной среды.

Выявлены различия по количественному содержанию свинца в слоевищах лишайников. Наибольшая концентрация свинца обнаружена в центральной и периферической зонах. По мере удаления от центра содержание свинца в слоевищах лишайников снижается (рисунок 9).

Таблица 11 – Содержание тяжелых металлов в слоевищах лишайников из различных зон урбоэкосистемы города Кропоткина, 2012 г.

Зона города	Лишениосинузии	Содержание тяжелых металлов, мг/кг сухой массы			
		медь	свинец	кадмий	цинк
1	2	3	4	5	6
Центральная	<i>Physcia adscendens</i> + <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Xanthoria parietina</i> + <i>Physconia grisea</i> , <i>Xanthoria parietina</i> + <i>Physcia adscendens</i> .	3,8±0,30	8,8±0,89	0,73±0,14	14,8±0,20
Периферическая	<i>Xanthoria parietina</i> + <i>Physconia grisea</i> , <i>Xanthoria parietina</i> + <i>Physcia adscendens</i> , <i>Physcia adscendens</i> + <i>Physconia muscigena</i> .	1,7±0,19	5,8±0,41	0,58±0,11	16,8±0,30
Парковая	<i>Physconia grisea</i> + <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Physcia adscendens</i> + <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Melanohalea olivacea</i> + <i>Ramalina fastigiata</i> , <i>Physcia adscendens</i> + <i>Parmelia sulcata</i> + <i>Xanthoria parietina</i>	8,0±0,52	3,7±0,20	0,41±0,08	11,2±0,17

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
Пригородная	<i>Xanthoria parietina</i> + <i>Physcia adscendens</i> , <i>Physcia adscendens</i> + <i>Ramalina fastigiata</i> , <i>Physcia adscendens</i> + <i>Pleurosticta acetabulum</i> , <i>Ramalina fastigiata</i> + <i>Melanelixia subargentifera</i> , <i>Physconia grisea</i> + <i>Candelaria concolor</i> , <i>Lecidella euphorea</i> + <i>Physconia grisea</i> + <i>Parmelia sulcata</i> .	2,0±0,20	1,3±0,14	0,32± 0,07	16,7±0,30
Фоновая	<i>Physcia aipolia</i> + <i>Physconia grisea</i> ; <i>Physcia adscendens</i> + <i>Parmotrema stuppeum</i> ; <i>Candelaria concolor</i> + <i>Xanthoria parietina</i> ; <i>Physconia distorta</i> + <i>Parmelia sulcata</i> .	0,7±0,04	0,9±0,08	0,22± 0,04	1,0±0,04
ПДК		9,90	4,10	0,78	5,33

В результате анализа содержания кадмия в исследуемых образцах слоевищ лишайников отмечено снижение его кон-

центрации от $0,73 \pm 0,14$ в центральной зоне до $0,22 \pm 0,04$ на территории фонового участка.

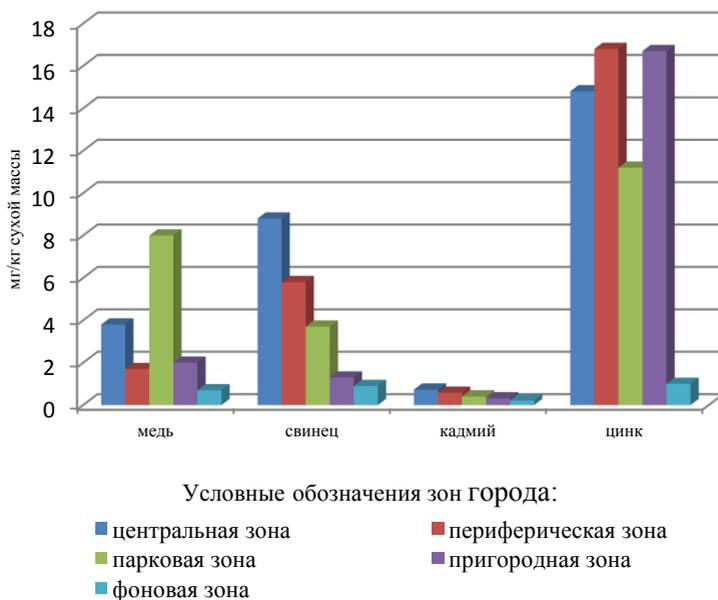


Рисунок 9 – Содержание тяжелых металлов в слоевищах лишайников в разных зонах урбоэкосистемы города Кропоткина

Данная закономерность связана с наличием в центральной зоне большого количества автомобильных дорог, при истирании которых в окружающую среду поступает кадмий.

Значительная разница в количественном содержании цинка в слоевищах лишайников была выявлена на территории всех исследуемых зон города.

Слоевища лишайников накапливают наибольшее количество свинца (8,8 и 5,8 мг/кг сухого веса в центральной и периферической зонах соответственно), цинка (14,8 и 16,8 мг/кг).

Меньше всего было обнаружено кадмия в исследуемых образцах слоевищ лишайников.

Таким образом, анализ содержания свинца в слоевищах лишайников является наиболее объективным показателем для лишайноиндикации атмосферного загрязнения урбоэкосистемы города Кропоткина, так как именно по этому показателю были выявлены достоверные различия.

5.2.2 Влияние параметров экотопа на эпифитные лишайники и лишайноиндузии

Урбоэкосистема характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия, что обусловлено наличием на ее территории большого числа точечных и линейных источников загрязнения. Ухудшение состояния атмосферного воздуха, воды, почвы негативно сказывается на живых организмах, находящихся на территории урбоэкосистемы (Сионова, Криворотов, 2010). Таким образом, город является сложной экологической системой, формирующей свою среду. Под влиянием различных факторов, прежде всего характера застройки, а также размещения объектов промышленности и инфраструктуры, в городе формируется определенный микроклимат, оказывающий воздействие на растительный и животный мир данной урбоэкосистемы. Городская среда характеризуется существенными различиями температуры воздуха, его влажности, силы и направления ветра, количества осадков и атмосферных явлений по сравнению с прилегающими экосистемами (Сионова, Криворотов, 2008).

Все вышеуказанные факторы могут оказывать непосредственное воздействие на формирование лишайнобиоты и лишайноиндузий изучаемой урбоэкосистемы. Для определения параметров экотопа, оказывающих влияние на эпифитные лишайники и лишайноиндузии в городе Кропоткине, сравнивался состав эпифитной лишайнобиоты, лишайноиндузии урбоэко-

стемы с фоновым участком (Кавказский участок Государственного Опытного Лесоохотничьего Хозяйства «Кубань-охота»).

Структура эпифитной лишайной биоты на Кавказском участке «Кубань охота» представлена 57 видами из 9 семейств и 27 родов (таблица 12).

Таблица 12 – Численный состав эпифитной лишайной биоты фонового участка (Кавказский участок Государственного Опытного Лесоохотничьего Хозяйства «Кубаньохота»), 2010–2013 гг.

Семейство	Число родов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Parmeliaceae</i>	11	16	28,1
<i>Physciaceae</i>	5	12	21,1
<i>Lecanoraceae</i>	2	9	15,8
<i>Candelariaceae</i>	3	6	10,5
<i>Pertusariaceae</i>	1	5	8,8
<i>Ramalinaceae</i>	1	4	7,0
<i>Teloschistaceae</i>	2	3	5,3
<i>Caliciaceae</i>	1	1	1,7
<i>Peltigeraceae</i>	1	1	1,7
Всего	27	57	100

К ведущим семействам лишайной биоты относятся *Parmeliaceae* (16 видов), *Physciaceae* (12 видов). От общего числа видов лишайников, обнаруженных на исследуемой территории фонового участка, они составляют 49,2 %. Среднее число видов в семействе – 6,3. Три семейства имеют уровень видового разнообразия выше среднего значения: *Parmeliaceae* (16 видов), *Physciaceae* (12), *Lecanoraceae* (9).

Среднее значение видов в роде – 2,1. Уровень видового разнообразия выше среднего показателя имеют 10 родов: *Lecanora*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Ramalina* и другие. Виды, входящие в состав этих родов, являются доминирующими и составляют 68,8 % от общего количества видов.

Одновидовыми является большинство родов. Структура эпифитной лишайнобиоты фонового участка представлена на рисунке 10.

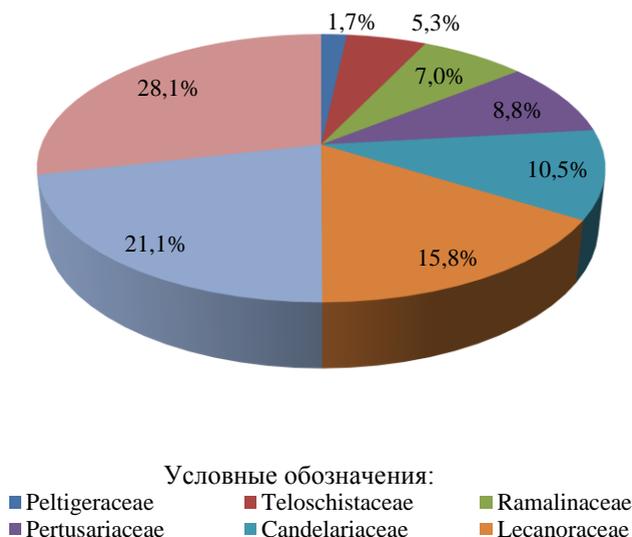


Рисунок 10 – Структура эпифитной лишайнобиоты фонового участка (Кавказский участок Государственного Опытного Лесоохотничьего Хозяйства «Кубаньохота»)

На территории Кавказского участка «Кубань охота» доминирующей жизненной формой является группа листоватых рассеченнолопастных ризоидальных лишайников, они составляют 57,8 % от общего числа видов лишайников. Группа однообразно-накипных жизненных форм занимает второе по численности видов место и насчитывает 28,9 %. Кустистые повисающие плосколопастные жизненные формы представлены 13,3 %.

Анализ жизненных форм лишайников, произрастающих на территории Кавказского участка «Кубаньохота», показыва-

ет, что процент однообразно-накипных жизненных форм уменьшается по сравнению с таковыми на территории урбо-экосистемы (с 39 % в городе до 28,9 % – фоновый участок).

Такая закономерность, очевидно, связана с тем, что данные лишайники являются гелиофитами, а территория фонового участка характеризуется большей затененностью. Количество кустистых повисающих плосколопастных жизненных форм лишайников, наоборот, на территории фонового участка возрастает с 10,4 % до 13,3 %, по сравнению с исследуемой территорией города Кропоткина, что характеризует данную группу лишайников как чувствительную к атмосферным загрязнителям.

Необходимо указать не только на изменение структуры эпифитной лишайнобиоты, но и на характер формирования лишайносинузий урбоэкосистемы, на которые также оказывает определенное влияние экотоп. На территории урбоэкосистемы города Кропоткина часто встречаются три 2-х видовых и реже одна 3-х видовая лишайносинузии: *Physcia adscendens* + *Xanthoria parietina*, *Xanthoria parietina* + *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina* + *Physcia adscendens*, *Xanthoria parietina* + *Physcia adscendens* + *Physconia grisea*.

На территории фонового участка выявлены четыре 2-х видовых и одна 4-х видовая лишайносинузии: *Physcia aipolia* + *Physconia grisea*; *Physcia adscendens* + *Parmotrema stuppeum*; *Candelaria concolor* + *Xanthoria parietina*; *Physconia distorta* + *Parmelia sulcata*; *Parmelia sulcata* + *Xanthoria parietina* + *Physcia adscendens* + *Ramalina farinacea*. В последнем составе синузий преобладают виды: *Physcia aipolia*, *Ph. adscendens*, *Physconia grisea*, *Parmotrema stuppeum*; *Candelaria concolor*, *Xanthoria parietina*; *Physconia distorta*, *Parmelia sulcata*, *Ramalina farinacea*.

В сравниваемых экотопах видовой состав двухвидовых лишайносинузий отличается. Наибольшее видовое разнообразие отмечается на территории фонового участка.

5.3 Группы устойчивости лишайников в зависимости от атмосферного загрязнения

В результате изучения видового состава эпифитной лишайнобиоты и геоботанического анализа (изменение проективного покрытия (приложение, таблица 2) в связи с приближением к источнику загрязнения), все произрастающие на территории исследуемой урбоэкосистемы лишайники можно подразделить на 4 группы: устойчивые к загрязнению (8 видов), не переносящие атмосферного загрязнения (9), чувствительные (12), очень чувствительные (60). Особенности выделенных групп приведены ниже.

1. Виды лишайников, устойчивых к атмосферному загрязнению. К данной группе относятся виды, встречающиеся в центральной зоне урбоэкосистемы города и имеющие среднее проективное покрытие более 0,1 %. Лишайники, проявляющие значительную устойчивость к загрязнителям атмосферного воздуха, составляют 9,0 % от общего количества видов: *Candelaria concolor*, *Candelariella aurella*, *Lecanora allophana*, *Lecidella euphorea*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Physconia muscigena*, *Xanthoria parietina*.

2. К группе чувствительных к атмосферному загрязнению видов относятся лишайники, которые произрастают в парковой, периферической и пригородной зонах урбоэкосистемы города Кропоткина. Данные виды характеризуются достаточно высокими значениями проективного покрытия и коэффициента встречаемости. К этой группе относятся: *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora sambuci*, *Melanohalea exasperatula*, *Buellia disciformis*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Pertusaria hemisphaerica* и другие.

Виды, относящиеся к данной группе, встречаются и в центральной зоне города, но здесь они имеют достаточно низкие значения проективного покрытия и коэффициента встречаемости.

3. Виды лишайников, очень чувствительных к атмосферному загрязнению, были обнаружены в основном в парковой и пригородной зонах, а в периферической зоне они встречаются крайне редко (в этой зоне они имеют очень низкое значение коэффициента встречаемости – 0,3). Группа чувствительных лишайников представлена следующими видами: *Evernia prunastri* (приложение, рисунок 2), *Flavoparmelia caperata*, *Melanelixia subargentifera*, *Parmotrema perlatum*, *Platismatia glauca*, *Pleurosticta acetabulum*, *Physcia caesia*, *Peltigera aphthosa* и другими.

4. Представители группы лишайников, не переносящих загрязнения, как правило, встречаются вдали от территорий, подвергающихся загрязнению точечными и линейными источниками. К таким видам относятся: *Opegrapha rufescens*, *Melanohalea exasperata*, *Parmotrema perlatum*, *Physciella melanchra* и другие. Таким образом, выделенная нами первая группа лишайников представлена 8 видами, вторая – 12, группа очень чувствительных к атмосферному загрязнению – 60 видами, группа не переносящих загрязнения – 9 видами (рисунок 11).

Установлено, что на территории урбоэкосистемы первое место по количеству лишайников занимает группа очень чувствительных к загрязнению видов (таблица 13), составляющая 67,4 % от общего числа эпифитной лишайниковой биоты (или 60 видов).



Рисунок 11 – Группы устойчивости лишайников урбоэкосистемы города Кропоткина (количество видов)

Таблица 13 – Группы устойчивости эпифитных лишайников города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Группы устойчивости лишайников	Число видов	Процент от общего числа видов
Очень чувствительные к загрязнению	60	67,4
Чувствительные к загрязнению	12	13,5
Не переносящие загрязнения	9	10,1
Устойчивые к загрязнению	8	9,0
Всего	89	100

На втором месте находится группа чувствительных к загрязнению атмосферы видов (13,5 %). Группа лишайников, не переносящих атмосферного загрязнения представлена 9 видами (10,1 %). Минимальное количество видов – 8 (9,0 %) включает группа устойчивых к загрязнению атмосферы лишайников.

ГЛАВА 6. ЛИХЕНОИНДИКАЦИОННОЕ КАРТИРОВАНИЕ

В условиях все увеличивающихся информационных потоков о состоянии окружающей среды, значительного усложнения теоретических и методологических проблем, требующих пространственного решения, все более возрастает роль экологического картографирования (Гусев, 2002). Высокая информационная емкость картографических материалов, достигаемая за счет совершенствования картографической знаковой системы, наглядность и доступность карт для непосредственного восприятия, пространственного анализа и обобщения, делают картографический метод незаменимым в научных и прикладных исследованиях.

Индекс полеотолерантности разработал исследователь Х. Х. Трасс (Трасс, 1985). Индекс атмосферной чистоты (ИАЧ) предложили впервые Д. Деслувер и Ф. Лебланк (Blanc, Sloover, 1970). С помощью ИАЧ были картированы зоны загрязнения воздуха во многих крупных городах Западной и Центральной Европы.

Лихеноиндикационные карты позволяют наблюдать за изменениями, которые происходят в состоянии атмосферного воздуха в течение 20–50 лет. Эти методы требуют не очень значительных затрат и с успехом могут дополнить, а иногда и заменить более точные физико-химические методы исследования атмосферного воздуха в урбоэкосистемах, для использования которых необходима дорогостоящая аппаратура. Для составления карт необходимо достаточно полно изучить лихенобиоту и лихеносинузии в исследуемом районе.

Одни карты отражают присутствие какого-либо одного вида лишайников на данной территории, другие дают дополнительную информацию о его обилии в разных точках, на третьих обозначено количество видов лишайников, произрастающих в районе исследования. Наибольшую ценность имеют

те карты, которые сочетают показатели распространения видов и показатели загрязнения воздуха на данной территории.

В наше время составлено несколько сотен лишеноиндикационных карт, их хватило бы на целый атлас. Большую работу по лишеноиндикации проводят лишенологи Эстонии во главе с Ю. Л. Мартином. Методы лишеноиндикации постоянно совершенствуются (Шапиро, 1991; 2007).

Для иллюстрации размещения, качественных и количественных характеристик экологических сюжетов, их взаимосвязей и динамики традиционно используются наиболее употребительные способы картографического изображения: значки (внемасштабные знаки), линейные знаки, изолинии, качественный фон (Стурман, 2003).

Способ значков используется для передачи планового положения, количественных и качественных характеристик объектов, по своим размерам не выражающихся в масштабе карты, но имеющих четкую точечную локализацию. Форма и цвет значка чаще всего несут качественную информацию об изображаемом объекте, а размер и внутренняя структура – количественную информацию. Способ качественного фона используется для качественной характеристики явлений сплошного распространения (почвы, геологическое строение, ландшафты) или, реже, рассеянного (население, народы). Способ изолиний (изолинии, т.е. линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями каких-либо количественных показателей) используется для количественной характеристики сплошных и постепенно изменяющихся в пространстве явлений, таких как температура воздуха, количество осадков, рельеф.

При изучении воздействия различных видов загрязнителей на лишайники урбозкосистемы города Кропоткина нами были составлены лишеноиндикационные карты количества видов эпифитных лишайников, проективного покрытия эпифитных лишайников, а также картосхема на основе индекса

полеотолерантности, с использованием методов значков и количественного фона.

6.1 Картосхемы количества видов эпифитных лишайников

На территории города равномерной сетью закладывались пробные площади 10x10 м. Исходя из данных об общем количестве видов эпифитных лишайников урбозкосистемы на каждой пробной площади, нами были построены картосхемы количества видов. Учитывались все виды лишайников, не только присутствующие на учетной площадке (высота 1,5 метра от поверхности почвы с северной и южной экспозиции ствола дерева-форофита), но и виды, которые были обнаружены за пределами данного квадрата, от основания ствола до высоты 2,0 метров над уровнем почвы. Таким образом, нами были получены данные о количестве всех видов лишайников, встречающихся на пробных площадях (таблица 14).

На пробной площади в пределах урбозкосистемы города Кропоткина среднее количество видов лишайников составляет $2,15 \pm 0,07$, тем не менее данное значение в различных зонах города варьирует: $1,03 \pm 0,08$ – для центральной зоны города; $2,01 \pm 0,04$ – для периферической зоны; $5,11 \pm 0,83$ – для парковой; $5,41 \pm 0,48$ – для пригородной. Следовательно, увеличение количества видов лишайников наблюдается при уменьшении степени антропогенной нагрузки на исследуемые зоны. Однако даже пригородная зона характеризуется достаточно небольшим значением среднего количества видов на пробной площади – $5,41 \pm 0,48$. Установлено, что средние значения количества видов для центральной и периферической зон отличаются незначительно. Такая же закономерность характерна для парковой и пригородной зон.

Интервал, или размах вариации – это разность между максимальными и минимальными вариантами. Чем сильнее

вариация признака, тем больше интервал, и чем слабее вариация признака, тем меньше размах вариации. В пределах исследуемой территории урбоэкосистемы минимальный интервал отмечен в центральной зоне (6,00); в периферической зоне его значение равно 7,00; в парковой – 18,00; в пригородной это значение достигает 24,00. Следовательно, меньше всего количество видов лишайников варьирует на пробной площади центральной зоны, максимум отмечен в пригородной зоне.

Таблица 14 – Статистический анализ данных о количестве видов лишайников на пробных площадях в различных зонах урбоэкосистемы города Кропоткина

Параметр	Городская территория	Центральная зона	Периферическая зона	Парковая зона	Пригородная зона
Среднее	2,15±0,07	1,03±0,08	2,01±0,04	5,11±0,83	5,41±0,48
Пределы изменчивости	0÷24	0÷6	0÷7	0÷18	0÷24
Коэффициент вариации	81,54	59,32	49,21	73,12	92,34

На территории центральной, парковой и периферической зон были отмечены пробные площади, на которых лишайников обнаружено не было; исключением является пригородная зона города, где минимальное количество видов 1,00. Таким образом, только пригородная зона характеризуется наличием лишайников на всех заложенных пробных площадях. Для территории урбоэкосистемы в пределах пробной площади максимальное значение видов составляет 24,00 (в пригородной зоне). В центральной зоне данное значение равно 6,00; в периферической – 7,00; в парковой зоне это значение составляет

18,00. На территории урбозкосистемы города Кропоткина на пробной площади отмечено в среднем до 3 видов лишайников, эти данные подтверждаются статистической обработкой вариационного ряда. Для пригородной и парковой зон характерно смещение значений в сторону увеличения числа видов на пробной площади, а это, в свою очередь, приводит к возрастанию отклонений значений от величины среднего арифметического и росту интервала.

Коэффициент вариации применялся нами для оценки изменчивости признака в пределах данной выборки. Для урбозкосистемы города Кропоткина в целом и для каждой выделенной зоны в частности, варьирование количества видов лишайников в пределах пробной площади достаточно значительное (значение коэффициента вариации более 25 %). В периферической и центральной зонах города наблюдается наименьшее варьирование этого признака (57,59 % и 64,27 % соответственно).

Сведения о количестве видов лишайников на территории урбозкосистемы города Кропоткина представлены в виде вариационного ряда:

Количество видов	Количество пробных площадей	Количество видов	Количество пробных площадей
0	29	13	1
1	109	14	2
2	198	15	1
3	115	16	1
4	16	17	1
5	14	18	1
6	9	19	1
7	10	20	1
8	6	21	1
9	2	22	1
10	3	23	1
11	5	24	1
12	1		

Следовательно, основное количество вариантов приходится на следующие значения количества видов: 2 вида – 198 площадей, 3 вида – 115 площадей, 1 вид – 109 площадей. Эпифитные лишайники не были обнаружены на 29 пробных площадях. На незначительном количестве площадей обнаружено более 5 видов, а на единичных площадях отмечено более 10 видов.

На основе данных о количестве видов лишайников на пробных площадях нами были построены лишеноиндикационные картосхемы. Для этого использовались способы значков и количественного фона. При выявлении интервалов для построения лишеноиндикационной картосхемы были учтены особенности распределения значений в вариационном ряду. Поскольку распределение значений в ряду данных неравномерно, в обоих случаях применялся неравноинтервальный вариационный ряд.

При использовании способа значков нами были выделены следующие интервалы: 0–1, 2–3, 4–6, 7–9, 10–12, 13–15, 16–18, 19–21, 22–24 видов на пробной площади (рисунок 12).

Анализ картосхемы показывает, что территория центральной зоны урбозкосистемы характеризуется значительным загрязнением атмосферного воздуха, так как здесь выявляется до 3 видов лишайников на пробной площади. Таким же количеством видов (3 вида на пробной площади) характеризуется периферическая зона города. При этом на территории микрорайонов МКР–1, «Радиострой», Ж/Д поселок, практически нет площадей, на которых лишайники отсутствуют (или, если встречается, только один вид эпифитов).



Рисунок 12 – Картограмма количественного распределения видов лишайников по территории города Кропоткина (способ значков)

Уровень антропогенного загрязнения снижается по мере приближения к пригородной зоне. Это доказывает увеличение количества видов лишайников на данной территории (оно достигает 6 видов). Жилые территории, расположенные в северной и южной частях города и удаленные от центральной части, характеризуются увеличением количества эпифитов на пробной площади до 9 видов.

В парковой зоне города распределение количества видов следующее: Парк 30 лет Победы – 24 вида, городской парк культуры и отдыха, сквер по ул. Пригородная – 18 видов, сквер по ул. Ворошилова – 9 видов.

Пригородная зона урбоэкосистемы характеризуется количеством видов на пробной площади от 2 до 9, а при приближении к лесополосам, удаленным от трасс и селитебных зон, количество видов увеличивается до 12.

Данную картосхему, показывающую общее число видов лишайников на пробной площади, нельзя считать достаточно информативной для урбоэкосистемы города Кропоткина. Это объясняется особенностями варьирования данного признака на территории исследования. От 0 до 3 видов лишайников отмечено на 463 (88,7 %) пробных площадях.

Необходимо также обратить внимание на то, что при точечном отображении данных о количестве видов лишайников на пробных площадях исследуемой территории урбоэкосистемы имеются районы, в которых лишайники обнаруживаются единично (микрорайоны МКР–1, «Радиострой»). Данный факт не связан с интенсивной антропогенной нагрузкой, а обусловлен расширением территории указанных жилых районов и отсутствием древесных растений-форофитов. Для построения более информативной и достоверной лишеноиндикационной картосхемы количества видов необходима экстраполяция имеющихся данных на эти районы. Произвести подобную работу способ значков не позволяет.

Способ количественного фона дает возможность провести экстраполяцию данных на всю исследуемую территорию. Кроме того, в связи с особенностью распределения данных вариационного ряда были выделены интервалы: 0–2; 3–4; 5–6; 7–8; 9–12; 13–24. При этом применялся метод светофора и наиболее экологически неблагоприятные районы отмечены красным цветом, экологически благополучные – зеленым, районы, характеризующиеся средним уровнем антропогенной нагрузки, – желтым (рисунок 13). Оценить уровень антропогенного воздействия на различные районы урбоэкосистемы и получить более информативную и наглядную лишеноиндикационную картосхему позволяет способ количественного фона.

С помощью модуля Spatial Analys полученные лишеноиндикационные картосхемы были подвергнуты математической обработке. Это позволило определить размер площадей городской территории, которые характеризуются различными данными о количестве встречающихся видов эпифитов на пробной площади и, как следствие, различным уровнем загрязнения атмосферного воздуха (таблица 16).

Таблица 16 – Распределение количества видов эпифитных лишайников по территории города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Количество видов эпифитных лишайников	Площадь городской территории (процент от общей площади)
0-2	17,37
3-4	61,88
5-6	18,53
7-8	2,12
9-12	0,096
13-24	0,004



Рисунок 13 – Картограмма количественного распределения видов лишайников по территории города Кропоткина (способ количественного фона)

Анализ таблицы 16 показывает, что 17,37 % площади города характеризуется наличием до 2 видов эпифитных лишайников на пробных площадях, в том числе отмечены территории «лишайниковых пустынь», на которых лишайники отсутствуют полностью.

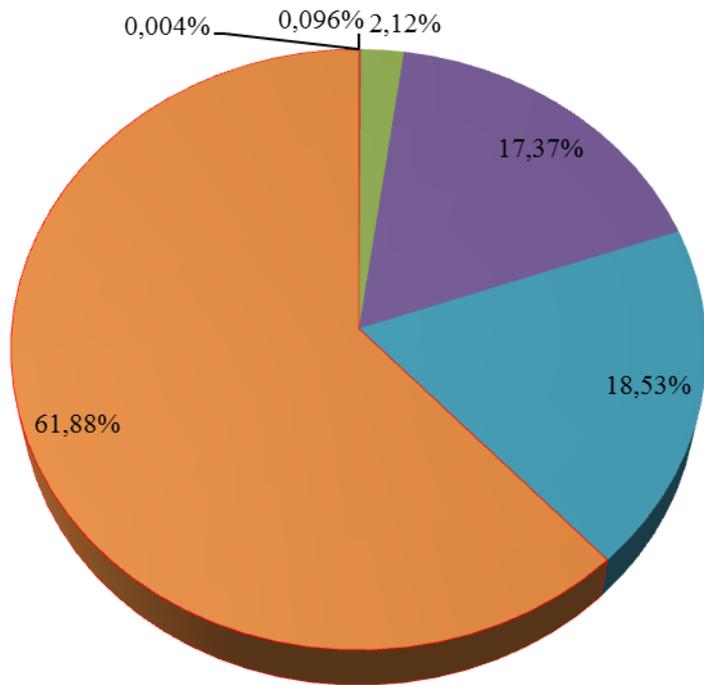
На 61,88 % площади исследуемой урбоэкосистемы отмечено 3–4 вида лишайников. В состав этих площадей входит значительная доля периферической зоны урбоэкосистемы, частично центральная, пригородная и парковая зоны. Именно для этих районов города характерна наибольшая загрязненность атмосферного воздуха. В сумме на эти районы приходится 79,25 % территории урбоэкосистемы.

На пробных площадях пригородной зоны, которая составляет 18,53 % площади исследуемой территории, отмечено 5–6 видов эпифитных лишайников. Для данного района урбоэкосистемы города Кропоткина (учитывая данные о количестве видов эпифитных лишайников), характерно снижение уровня антропогенной нагрузки.

Нами установлено, что на незначительной площади урбоэкосистемы обнаружено более 7 видов лишайников (2,12 %). Это участки парковой, пригородной и периферической зон (рисунок 14).

На городском участке парковой зоны, составляющем 0,004 % от общей площади исследуемой территории, выявлено более 13 видов.

Следовательно, лишь небольшая площадь урбоэкосистемы характеризуется низким уровнем антропогенной нагрузки. Как правило, это парковые зоны и близлежащие районы урбоэкосистемы, а также незначительные по площади участки пригородной зоны города.



Условные обозначения количества видов:

■ 13-24 ■ 9-12 ■ 7-8 ■ 0-2 ■ 5-6 ■ 3-4

Рисунок 14 – Распределение количества видов эпифитных лишайников по территории города Кропоткина

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что с помощью картосхем количественного распределения видов эпифитных лишайников по территории урбоэкосистемы возможно проведение лишеноиндикационной оценки степени загрязнения атмосферного воздуха, но для устранения возможных ошибок и для детального, полного исследования

необходимо использовать также ряд других индикационных характеристик лишенобиоты.

6.2 Картосхемы проективного покрытия эпифитных лишайников

Исходя из данных о суммарном проективном покрытии видов на каждой пробной площади в пределах территории урбоэкосистемы построены картосхемы проективного покрытия эпифитных лишайников. Суммарное проективное покрытие видов лишайников выражено в баллах. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке (таблица 17).

Таблица 17 – Статистический анализ данных проективного покрытия лишайников в различных зонах урбоэкосистемы города Кропоткина

Параметр	Городская территория	Центральная зона	Периферическая зона	Парковая зона	Пригородная зона
Среднее	3,90±0,120	1,97±0,130	4,10±0,150	7,33±1,050	7,94±0,560
Пределы изменчивости	0,00÷23,00	0,00÷10,00	0,00÷23,00	0,00÷17,00	0,00÷23,00
Коэффициент вариации	89,55	72,24	73,25	63,39	60,67

На территории урбоэкосистемы города Кропоткина среднее проективное покрытие лишайников составляет 3,90±0,120 балла. Для центральной зоны города характерно наименьшее проективное покрытие видов – 1,97±0,130. В периферической зоне значения проективного покрытия увеличиваются практически в два раза – 4,10±0,150. В парковой и

пригородной зонах выявлены наибольшие значения проективного покрытия ($7,33 \pm 1,050$ и $7,94 \pm 0,560$ баллов, соответственно).

Для территории урбоэкосистемы города Кропоткина интервал в целом составляет 23,00 балла. Минимальный интервал (10,00) в пределах города отмечен в центральной зоне. В парковой зоне его значение увеличивается до 17,00, а в периферической и пригородной зонах до 23 баллов.

В центральной, периферической и парковой зонах урбоэкосистемы имеются пробные площади, на которых лишайники отсутствуют. Минимальное значение проективного покрытия лишайников для парковой зоны составляет 2,00 балла. В парковой зоне это значение снижается до 20,00 баллов. Центральная зона урбоэкосистемы характеризуется минимальным значением проективного покрытия – 10,00 баллов.

По мере удаления от центральной зоны урбоэкосистемы и при приближении к парковой и пригородной зонам отмечается увеличение суммарного проективного покрытия эпифитных лишайников. Однако в парковой и пригородной зонах урбоэкосистемы встречаются площади с достаточно низкими значениями проективного покрытия лишайников.

Коэффициент вариации использовался нами при оценке изменчивости значений суммарного проективного покрытия лишайников. Во всех случаях значение коэффициента вариации превышает 25 %, таким образом, варьирование проективного покрытия в пределах пробной площади как для каждой зоны города, так и для всей исследуемой территории значительное.

Данные о суммарном проективном покрытии лишайников представлены в виде вариационного ряда:

Количество пробных площадей	Суммарное проективное покрытие лишайников	Количество пробных площадей	Суммарное проективное покрытие лишайников
0	29	12	8
1	72	13	4
2	138	14	7
3	81	15	4
4	51	16	3
5	34	17	3
6	44	18	2
7	16	19	1
8	12	20	2
9	12	21	1
10	11	22	1
11	11	23	2

Таким образом, основное количество вариант приходится на следующие величины проективного покрытия лишайников: 2 балла – 138 пробных площадей, 3 балла – 81 площадь, 1 балл – 72 площади. Следовательно, проективное покрытие лишайников со значением от 1 до 3 баллов наиболее часто встречается на территории урбоэкосистемы города Кропоткина, для небольшого количества пробных площадей характерно проективное покрытие более 10 баллов. Кроме того, на 29 площадях суммарное проективное покрытие лишайников равно 0. Следовательно, проективное покрытие менее 4 баллов характерно для 67,7 % пробных площадей урбоэкосистемы.

При построении лишеноиндикационной картосхемы общего проективного покрытия лишайников учитывались все рассмотренные особенности варьирования значений их проективного покрытия. Поскольку распределение значений в ряду данных неравномерно, в обоих случаях применялся неравноинтервальный вариационный ряд. При использовании способа значков были выделены следующие интервалы: 0–1, 2–3, 4–6,

7–9, 10–12, 13–15, 16–18, 19–21, 22–23 видов на пробной площади (рисунок 15).

Анализ картосхемы выявил ряд закономерностей. Для центральной зоны города характерно значение проективного покрытия эпифитных лишайников – 3 балла. Значения проективного покрытия – 6 баллов были отмечены на незначительном количестве пробных площадей. Следовательно, центральная зона урбоэкосистемы характеризуется значительным уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Периферическая зона характеризуется каскадным увеличением общего проективного покрытия, в некоторых случаях до 23 баллов (ЖД поселок, Радиострой). При этом отмечено увеличение проективного покрытия эпифитных лишайников по мере приближения к окраинам жилых микрорайонов. Следовательно, на данной территории урбоэкосистемы снижается уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Парковая зона урбоэкосистемы по исследуемому критерию характеризуется следующим образом. В парке 30-летия Победы в ВОВ наблюдается максимальное значение проективного покрытия (21 балла), в городском парке культуры и отдыха этот показатель снижается (15 баллов). Кроме того, парки, окруженные плотной застройкой, имеют достаточно низкие значения общего проективного покрытия эпифитных лишайников (скверы по ул. Ворошилова – от 0 до 6 баллов, по ул. Пригородной – от 2 до 9 баллов).

Отсутствие пробных площадей с проективным покрытием лишайников 1 балл характерно для пригородной зоны. На территории этой же зоны единично были отмечены площади с проективным покрытием лишайников от 2 до 6 баллов.



Рисунок 15 – Картограмма распределения эпифитных лишайников на территории города Кропоткина по показателю их суммарного проективного покрытия (способ значков)

Однако, для данной зоны урбозкосистемы города характерно увеличение этого показателя до 13–15 баллов. Преобладающими являются пробные площади с общим проективным покрытием эпифитных лишайников от 7 до 12 баллов. Следовательно, пригородная зона характеризуется более низким уровнем загрязнения атмосферного воздуха по сравнению с другими зонами исследуемой территории.

При построении картосхемы методом количественного фона были выделены интервалы: 0–1; 2; 3; 4; 5–6; 7–10; 11–15; 16–23. При построении данной картосхемы был применен метод «светофора». Полученная цифровая модель лишеноиндикационной картосхемы была подвергнута статистической обработке (таблица 19).

Таблица 19 – Распределение суммарного проективного покрытия эпифитных лишайников по территории города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Суммарное проективное покрытие эпифитных лишайников (баллы)	Площадь городской территории (процент от общей площади)
0–1	0,39
2	8,29
3	16,21
4	2
5–6	17,52
7–10	29,59
11–15	25,68
16–23	2,29
	0,03

Анализируя таблицу 19, можно отметить, что суммарным проективным покрытием эпифитных лишайников – 1 балл характеризуется незначительная площадь изучаемой урбозкосистемы – 0,39 % (от общей площади). Не велика площадь, которую занимают районы с проективным покрытием лишайников в 2 балла (8,29 %). Центральная зона города характеризу-

ется значениями проективного покрытия видов – 2 балла; такую же характеристику имеют небольшие по площади обособленные участки периферической зоны урбоэкосистемы.

Центральная зона урбоэкосистемы города, районы периферической зоны, которые прилегают к центральной зоне, и небольшие по площади, обособленные территориально, отдельные участки периферической зоны характеризуются проективным покрытием величиной в 3 балла (это составляет 16,21% от площади исследуемой территории). Данную территорию можно охарактеризовать как участок со значительным уровнем атмосферного загрязнения (Рисунок 16).

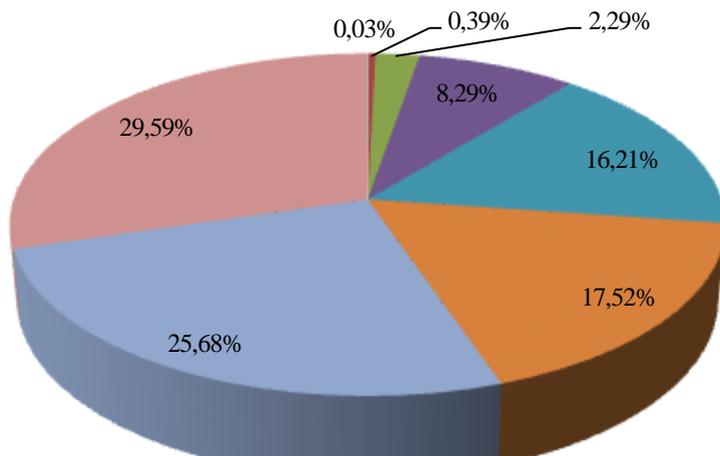
Территории с проективным покрытием эпифитных лишайников от 4 до 6 баллов характеризуются меньшим загрязнением атмосферного воздуха. Пробные площади исследуемой урбоэкосистемы имеют следующие значения проективного покрытия: 4 балла отмечены на 17,52 %, 5–6 баллов – на 29,59 % площадей. Это отдельные участки пригородной зоны и большая часть периферической зоны урбоэкосистемы. Следовательно, исходя из значений суммарного проективного покрытия эпифитных лишайников, наибольшая площадь исследуемой территории (47,11 %) характеризуется средним уровнем антропогенного загрязнения атмосферного воздуха (рисунок 17).

Проективное покрытие лишайников в 7–10 баллов характерно для 25,68 % площади города. Это пригородная зона урбоэкосистемы, обособленные районы периферической зоны, которые, в основном, прилегают к пригородной зоне и достаточно удалены от самых оживленных транспортных магистралей города.



Рисунок 16 – Картосхема распределения эпифитных лишайников на территории города Кропоткина по показателю их суммарного проективного покрытия (способ количественного фона)

К районам с наименьшим уровнем антропогенного загрязнения атмосферного воздуха относятся небольшие участки. Это районы с максимальным значением суммарного проективного покрытия эпифитных лишайников: 11–15 баллов (2,29 %); 16–23 балла (0,03 %). Данные территории отнесены к пригородной и парковой зонам города, отдельным участкам периферической зоны.



Условные обозначения суммарного проективного покрытия эпифитных лишайников:



Рисунок 17 – Распределение суммарного проективного покрытия эпифитных лишайников на территории города Кропоткина (в баллах)

Сравнивая лишеноиндикационные картосхемы количества видов эпифитных лишайников и их суммарного покрытия, построенных с помощью способа количественного фона, можно сделать вывод о том, что для карты проективного покрытия

присущ более мозаичный характер, на данной карте можно выделить большее количество зон урбоэкосистемы с различными значениями проективного покрытия, и, как следствие, увидеть более наглядную картину разноуровневого антропогенного загрязнения атмосферного воздуха города Кропоткина.

Однако, при такой мозаичности картосхемы могут быть определенные затруднения, которые возникают при ее анализе. Имеются и преимущества: для построения такой картосхемы нет необходимости в определении видов лишайников, так как достаточно лишь данных об их проективном покрытии.

6.3 Картосхема на основе индекса атмосферного загрязнения

Для построения картосхемы на основе индекса атмосферного загрязнения использовались значения индекса полеотолерантности. Данные, полученные при анализе построенной картосхемы, были статистически обработаны (таблица 20).

На территории города Кропоткина среднее значение индекса полеотолерантности составляет $8,74 \pm 0,02$ баллов. Данное значение для центральной и периферической зон города отличается незначительно ($8,91 \pm 0,03$ и $8,83 \pm 0,02$ баллов соответственно).

Парковая и пригородная зоны урбоэкосистемы характеризуются более низким значением индекса полеотолерантности ($7,84 \pm 0,14$ и $7,65 \pm 0,14$ баллов соответственно). Следовательно, при удалении от центра города можно отметить уменьшение среднего значения индекса полеотолерантности.

В центральной и периферической зонах и в городе в общем, максимальное значение интервала составляет 5,00. В пригородной зоне отмечен несколько меньший интервал –

4,50. Для парковой зоны урбоэкосистемы характерно наименьшее значение интервала – 2,50.

Таблица 20 – Статистический анализ данных значений индекса полеотолерантности лишайников на пробных площадях урбоэкосистемы города Кропоткина

Параметр	Городская территория	Центральная зона	Периферическая зона	Парковая зона	Пригородная зона
Среднее	8,74± 0,020	8,91± 0,030	8,83±0,020	7,84± 0,140	7,65± 0,140
Пределы изменчивости	4,00÷ 10,00	4,00÷ 10,00	5,25÷10,00	6,50÷ 17,00	4,50÷ 10,00
Коэффициент вариации	7,35	5,72	5,47	8,93	11,27

Для урбоэкосистемы города Кропоткина минимальное значение индекса полеотолерантности составляет 4,00 баллов. Такое же значение индекса было отмечено и в центральной зоне, а в пригородной зоне минимальное значение равно 4,50; в периферической – 5,00; в парковой – 6,50 баллов. Для всех выделенных зон города максимальное значение индекса полеотолерантности составляет 10,00 баллов.

Рассматривая особенности вариационного ряда значений индекса полеотолерантности на территории урбоэкосистемы, следует отметить, что наблюдается смещение распределения частот в сторону максимальных значений индекса.

Коэффициент вариации использовался для оценки изменчивости признака в пределах данной выборки. Для центральной и периферической зон урбоэкосистемы города Кропоткина характерны наименьшие значения коэффициента вариации (5,72; 5,47 соответственно). Коэффициент вариации увеличивается в парковой зоне города (8,93). В это же время сохраня-

ется слабое варьирование данного признака. Коэффициент варьирования возрастает до 11,27 в пригородной зоне урбо-экосистемы, то есть здесь отмечено среднее значение индекса полеотолерантности.

Варьирование признака в пределах пробных площадей представлено в виде вариационного ряда:

Значение индекса полеотолерантности	Количество пробных площадей
5,0–6,0	2
6,1–7,0	5
7,1–8,0	38
8,1–9,0	92
9,1–10,0	355
Лишайники отсутствуют	29

На большей части территории исследуемой урбоэкосистемы отмечено максимальное значение индекса полеотолерантности равное 9,1–10,0 баллов (68,14 % от общего количества пробных площадей), значение индекса от 8,1 до 9,0 баллов характерно для 17,66 % пробных площадей. Незначительное количество пробных площадей имеет значение индекса менее 8,1 баллов: 7,1–8,0 баллов (7,30 %); 6,1–7,0 (0,96 %); 5,0–6,0 (0,38 % от общего количества пробных площадей).

Для построения картосхемы нами выделены следующие интервалы: 5–7; 7,1–8,0; 8,1–8,5; 8,6–9,0; 9,1–9,5; 9,6–10,0 (были учтены особенности распространения значений в вариационном ряду). Выделена зона, на территории которой лишайники отсутствуют. Был использован метод «светофора» при выборе цветовой палитры (рисунок 18).



Рисунок 18 – Картограмма города Кропоткина на основе значений индекса полеотолерантности (способ количественного фона)

Значения индекса полеотолерантности от 9,1 до 10,0 баллов характерны для довольно высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха. Территории с таким уровнем загрязнения насчитывают 77,08 % от всей исследуемой площади урбоэкосистемы (таблица 22).

Таблица 22 – Распределение значений индекса полеотолерантности по территории урбоэкосистемы города Кропоткина, 2010–2013 гг.

Значение индекса полеотолерантности	Площадь городской территории (процент от общей площади)
5,0–7,0	0,02
7,1–8,0	2,98
8,1–8,5	9,27
8,6–9,0	12,17
9,1–9,5	29,94
9,6–10,0	36,79
лишайники отсутствуют	8,83

Для центральной зоны города, практически всей периферической, частично парковой и пригородной зон характерны высокие значения индекса полеотолерантности. Установлено, что на 8,83 % территории урбоэкосистемы лишайники отсутствуют полностью. «Лишайниковые пустыни» отмечены в центральной зоне и на небольших участках периферической зоны урбоэкосистемы, которые находятся рядом с оживленными дорогами города.

В пригородной зоне, частично в парковой, в наиболее удаленных от центральной части города районах периферической зоны урбоэкосистемы, наблюдается снижение уровня атмосферного загрязнения (значение индекса полеотолерантности от 8,1 до 9,0). Данные участки можно охарактеризовать как переходную зону между районами с высоким уровнем атмосферного загрязнения и районами с низким уровнем антропогенной нагрузки.

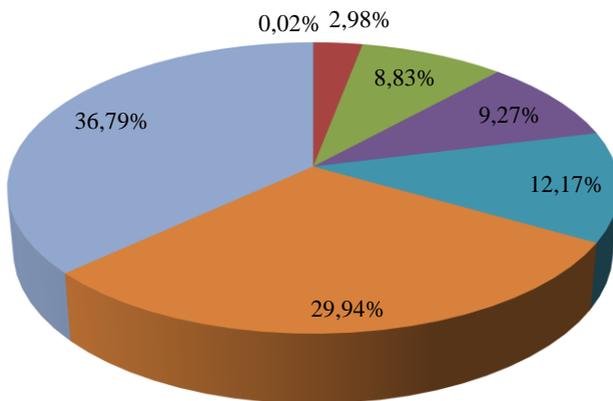
Незначительный уровень антропогенного загрязнения отмечен в пригородной и в отдельных районах парковой зоны города. Это подтверждается значением индекса полеотолерантности, вычисленным для этой зоны – менее 8,0 баллов. Установлено, что парковая зона включает в себя незначительное количество пробных площадей со значением индекса полеотолерантности менее 8,0 баллов.

Следовательно, на 66,73 % от общей площади исследуемой территории урбоэкосистемы отмечено значение индекса полеотолерантности более 9,0 баллов. Исходя из этого, территория урбоэкосистемы города Кропоткина характеризуется значительным загрязнением атмосферного воздуха, о чем свидетельствует высокое значение индекса полеотолерантности.

Средний уровень антропогенного загрязнения отмечен на 21,44 % исследуемой территории (здесь значение индекса полеотолерантности составило от 8,1 до 9,0 баллов).

Лихеноиндикационная картосхема количества видов лишайников и картосхема на основе индекса полеотолерантности, построенные с использованием количественного фона, являются наиболее показательными и информативными. Благодаря именно таким картам возможно выявить мозаичность антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на территории урбоэкосистемы.

Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха минимальное на площади, занимающей всего 3,00 % (рисунок 19).



Условные обозначения значений индекса полеотолерантности:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| ■ лишайники отсутствуют | ■ 8,1-8,5 |
| ■ 8,6-9,0 | ■ 9,1-9,5 |
| ■ 9,6-10,0 | |

Рисунок 19 – Распределение значений индекса полеотолерантности по территории города Кропоткина в зависимости от баллов (в процентах)

Картосхемы суммарного проективного покрытия эпифитных лишайников и картосхема количества видов, построенная с помощью немасштабных значков, являются достаточно информативными, но анализ оценки степени антропогенного загрязнения различных районов урбоэкосистемы города Кропоткина с их помощью является более сложным и длительным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данный момент из всех форм деградации природной среды России наиболее опасной является загрязнённость атмосферы вредными веществами, оказывающими отрицательное воздействие на здоровье людей. При биоиндикации качества атмосферного воздуха урбозкосистем наиболее эффективно используется такая группа организмов как лишайники. Использование индикаторных свойств лишайников позволяет не только получить интегральную оценку качества окружающей среды, но и отследить изменения, происходящие в экосистемах в результате антропогенного воздействия.

В результате проведенных лихенологических исследований и обработки литературных данных нами составлен аннотированный систематический список лишайников урбозкосистемы города Кропоткина и его окрестностей, в котором приводится 89 вид из 41 рода и 13 семейств. Выявленные эпифитные лишайники принадлежат к 2 классам: *Arthoniomycetes* и *Lecanoromycetes*.

В результате выполнения данной работы был проведен анализ эпифитной лихенобиоты и оценка экологического состояния атмосферного воздуха урбозкосистемы города Кропоткина с помощью метода лихеноиндикации. Подобные исследования на территории города Кропоткина проведены впервые. К ведущим семействам лихенобиоты изучаемого региона по количеству родов можно отнести следующие: *Parmeliaceae* (16 родов), *Physciaceae* (9), *Candelariaceae* (3), *Lecanoraceae* (2), *Teloschistaceae* (2), *Pertusariaceae* (2). Экобиоморфологический анализ показывает наличие 5 групп жизненных форм лишайников, среди которых преобладающими являются плагиотропные листоватые рассеченнолопастные ризоидальные (40 видов) и плагиотропные однообразно-накипные зернисто-бородавчатые (23). В результате географического анализа на территории урбозкосистемы го-

рода Кропоткина выявлено 5 географических элементов. Лихенобиота исследуемой территории является мультирегиональной (48 видов) с участием неморального типа ареала (24).

Наибольшее количество видов эпифитных лишайников обнаружено на форофитах: дубе черешчатом (51 вид), гледичии трехколючковой (42), ясене высококом (33) и других. Широкой субстратной приуроченностью характеризуются лишайники: *Physcia adscendens* (обнаружен на 21 виде форофитов), *Xanthoria parietina* (18), *Parmelia sulcata* (16), *Physconia grisea* (15), *Lecidella euphorea* (14), *Physcia tenella* (14), *Pleurosticta acetabulum* (11), *Evernia prunastri* (10). Для 26 видов лишайников характерна узкая субстратная приуроченность.

В результате исследований, проведенных на территории урбоэкосистемы города Кропоткина, были выявлены особенности распространения лишайников и их распределение на исследуемой территории в условиях атмосферного загрязнения. Исследуемая территория была условно разделена нами на четыре зоны: парковую, центральную, периферическую и пригородную. В центральной зоне города Кропоткина было обнаружено 19 видов, в периферической – 40, в парковой – 62, в пригородной – 74. В результате проведенных исследований установлено, что центральная зона урбоэкосистемы характеризуется минимальным количеством видового разнообразия лишайников (19 видов), что вероятнее всего, связано с высоким уровнем атмосферного загрязнения. Максимальное количество видов лишайников было обнаружено в пригородной (74 видов) и парковой зонах (62). Таким образом, по мере удаления от центральной зоны число видов лишайников увеличивается.

В зависимости от значения коэффициента встречаемости были выделены три основные группы лишайников: встречающихся часто (5 видов), редко (26), единично (58).

Анализ содержания тяжелых металлов в слоевищах лишайников исследуемой урбоэкосистемы позволяет выделить линейные и точечные источники загрязнения атмосферы. Слоевища лишайников накапливают наибольшее количество свинца (8,8 и 5,8 мг/кг сухого веса в центральной и периферической зонах соответственно), цинка (14,8 и 16,8 мг/кг). Меньше всего обнаружено кадмия в слоевищах лишайников. Выявлена зависимость накопления слоевищами лишайников тяжелых металлов от условий их местообитания и физиологических особенностей каждого вида. Эти данные можно использовать для лишеноиндикации атмосферного загрязнения урбоэкосистемы города Кропоткина.

Анализ данных об изменении проективного покрытия эпифитных лишайников, в связи с приближением к линейному источнику загрязнения позволяет все произрастающие на территории исследуемой урбоэкосистемы лишайники подразделить на 4 группы устойчивости: устойчивые (8), не переносящие атмосферного загрязнения (9), чувствительные (12), очень чувствительные (60).

Таким образом, на территории урбоэкосистемы города Кропоткина преобладает группа лишайников, очень чувствительных к атмосферному загрязнению.

Изучение воздействия различных видов загрязнителей на лишайники урбоэкосистемы города Кропоткина позволяет составить лишеноиндикационные карты количества видов эпифитных лишайников, проективного покрытия эпифитных лишайников, а также картосхему на основе индекса полеотолерантности.

Лишеноиндикационная картосхема количества видов лишайников и картосхема на основе индекса полеотолерантности, построенные с использованием количественного фона, являются наиболее показательными и информативными, позволяющими выявить мозаичность антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на территории урбоэкосистемы.

Значительная территория урбоэкосистемы города Кропоткина (до 66,73 % площади) характеризуется значительным уровнем атмосферного загрязнения, где регистрируется не более 3-4 видов эпифитных лишайников, а индекс полевотолерантности превышает 9 баллов.

ВЫВОДЫ

1. Эпифитная лишенобиота урбозкосистемы города Кропоткина включает 89 видов из 41 рода, 13 семейств и 2 классов. Для города Кропоткина впервые выявлены 72 вида эпифитных лишайников. Ведущими по количеству видов являются семейства: *Parmeliaceae* (25 видов), *Physciaceae* (19), *Lecanoraceae* (14), *Pertusariaceae* (8), *Candelariaceae* (6), *Teloschistaceae* (5), *Ramalinaceae* (5).

2. Экобиоморфологический анализ показал наличие 5 групп жизненных форм лишайников, среди которых преобладающими являются плагиотропные листоватые рассеченнолопастные ризоидальные (40 видов) и плагиотропные однообразно-накипные зернисто-бородавчатые (23). Меньшее количество видов включают группы: плагиотропные листоватые вздутолопастные неризоидальные (2 вида) и ортотропные чешуйчато-кустистые сцифоидные (2). В результате географического анализа на территории урбозкосистемы города Кропоткина выявлено 5 географических элементов. Лишенобиота исследуемой территории является мультирегиональной (48 видов) с участием неморального типа ареала (23).

3. Наибольшее количество видов эпифитных лишайников обнаружено на форофитах: дубе черешчатом (51 вид), гледичии трехколючковой (42), ясене высококом (33) и других. Широкой субстратной приуроченностью характеризуются лишайники: *Physcia adscendens* (обнаружен на 21 виде форофитов), *Xanthoria parietina* (18), *Parmelia sulcata* (16), *Physconia grisea* (15), *Lecidella euphorea* (14), *Physcia tenella* (14), *Pleurosticta acetabulum* (11), *Evernia prunastri* (10). Для 26 видов лишайников характерна узкая субстратная приуроченность.

4. В центральной зоне города Кропоткина выявлено 19 видов лишайников, в периферической – 40, в парковой – 62, в пригородной – 74. Впервые для урбозкосистемы выявлено и описано 24 эпифитных

лихеносинузий, из них шестнадцать 2-х видовых, пять 3-х видовых, три 4-х видовых, 3 вида эпифитных лишайников образуют три двухвидовые лихеносинузии, произрастающие во всех зонах урбоэкосистемы. Остальные лихеносинузии (21) встречаются только в конкретных зонах, что обуславливает их биоиндикаторную роль. Центральная и периферическая зоны характеризуются двухвидовыми лихеносинузиями, а для парковой и пригородной зон характерны трех- и четырехвидовые синузии. По мере удаления от центральной зоны урбоэкосистемы, характеризующейся высоким уровнем загрязнения, проективное покрытие эпифитных лишайников увеличивается.

5. Выделено 4 группы устойчивости лишайников к атмосферному загрязнению: группа лишайников, устойчивых к атмосферному загрязнению (8 видов); группа лишайников чувствительных к атмосферному загрязнению (12); группа лишайников, очень чувствительных к атмосферному загрязнению (60); группа лишайников, не переносящих загрязнения (9). В зависимости от значения коэффициента встречаемости выделены три основные группы лишайников: встречающихся часто (5 видов), редко (26), единично (58).

6. Концентрация катионов тяжелых металлов в слоевищах эпифитных лишайников в значительной степени зависит от их содержания в атмосферном воздухе. Слоевища лишайников накапливают наибольшее количество свинца (8,8 и 5,8 мг/кг сухого веса в центральной и периферической зонах соответственно), цинка (14,8 и 16,8 мг/кг). Меньше всего обнаружено кадмия в слоевищах лишайников. Выявлена зависимость накопления слоевищами лишайников тяжелых металлов от условий их местообитания и физиологических особенностей каждого вида. Эти данные можно использовать для лихеноиндикации атмосферного загрязнения урбоэкосистемы города Кропоткина.

7. Лихеноиндикационная картосхема количества видов лишайников и картосхема на основе индекса полеотолерантности, построенные с использованием количественного фона, являются наиболее показательными и информативными, позволяющими выявить мозаичность антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на территории урбоэкосистемы. Значительная территория урбоэкосистемы города Кропоткина (до 66,73 % площади) характеризуется высоким уровнем атмосферного загрязнения, где встречается не более 3–4 видов эпифитных лишайников, а индекс полеотолерантности превышает 9 баллов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматическая характеристика Кавказского района. – Северо-Кавказское управление Гидрометеорологической службы, 1965. – 16 с.
2. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
3. Агроклиматический справочник по Краснодарскому краю. – Краснодар: Кн. изд-во, 1961. – 471 с.
4. Азарченкова Е. А. Видовая аккумулятивная способность видов лишенобиоты / Е. А. Азарченкова // Антропогенная трансформация природных экосистемы: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. – Балашов, 2010. – С. 8 – 12.
5. Бадтиев Ю. С. Взаимосвязь видового разнообразия лишайников с комплексным показателем загрязнения атмосферного воздуха / Ю. С. Бадтиев // Актуальные проблемы экологии: сборник статей Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия». – Владикавказ, 2009. – С. 18 – 22.
6. Байрак О. М. Антропогенні зміни ліхенофлори на околицях м. Харькова / О. М. Байрак // Укр. бот. журн. –1988. – Т. 45. – № 4. – С. 54 – 58.
7. Баумгертнер М. В. Лишайники Кемеровской области: аннотированный список / М. В. Баумгертнер // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 2. – С. 165 – 171.
8. Баумгертнер М. В. Экологический мониторинг ООПТ Кемеровской области методом лишеноиндикации на примере государственного заповедника «Кузнецкий Алатау» / М. В. Баумгертнер // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). –2011. – 12 (114). – С. 237 – 240.
9. Биоразнообразие Ленинградской области (Водоросли. Грибы. Лишайники. Мохообразные. Беспозвоночные живот-

ные. Рыбы и рыбообразные). – Сб. статей / Под ред. Н. Б. Балашовой, А. А. Заварзина. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. – 432 с.

10. Божко А. А. Лихеноиндикация – метод объективного тестирования техногенной нагрузки урбанизированных экосистем / А. А. Божко // *Фундаментальные исследования: материалы конференции*: – 2004. – № 3. – С. 96 – 98.

11. Большая Кубанская Энциклопедия: Экономическая энциклопедия Краснодарского края – Краснодар: центр информ. и экон. развития печати, телевидения и радио Краснодар.края, – 2006. – 440 с.

12. Булгакова Л. М. Определение чистоты воздуха по лишайникам / Л. М. Булгакова, А. Дурнев, И. Рыжков, А. Мариченко // *Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы Международной научной конференции*. – Белгород, 2010. – С. 224 –227.

13. Бязров Л. Г. Видовое разнообразие лишайников Москвы / Л. Г. Бязров // *Бюлл. МОИП. Отд. биол.* – 1996. – 101. № 3. – С. 68 – 77.

14. Бязров Л. Г. Видовой состав и распространение эпифитных лишайников в лесных насаждениях Москвы / Л. Г. Бязров // *Лесоведение*. – 1994. – № 1. – С. 45 – 54.

15. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров – М.: Науч. мир, 2002. – 336 с.

16. Бязров Л. Г. Распространение лишайников в городе Москве и некоторые вопросы экологического нормирования / Л. Г. Бязров // *Экологическое нормирование. Проблемы и методы: Тез. науч.- корд. совещ.* – Пущино, 1992. – С. 27 – 29.

17. Бязров Л. Г. Современная динамика видового состава эпифитной лишенобиоты г. Москвы / Л. Г. Бязров // *Современная микология в России. Том 2. Материалы 2-го Съезда микологов России*. М.: Национальная академия микологии. – 2008. – С. 523 – 524.

18. Веденеев А. М. Опыт использования лишеноиндикационных методов в условиях урбанизированных территорий юго-востока России / А. М. Веденеев, А. С. Пименова // Изв. Волгоград. гос. пед. ун-та. Сер. Естеств. и физ.-мат. наук. – 2003. – № 3. – С. 102 – 105.

19. Вержбицкая Е. В. Содержание фотосинтетических пигментов в талломах лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в естественных и антропогенно-нарушенных местообитаниях / Е. В. Вержбицкая, В. И. Андросова // Современная микология в России. Том 2. Материалы 2-го Съезда микологов России. М.: Национальная академия микологии. – 2008. – С. 524.

20. Воробьев Д. В. Изучение анатомо-морфологической структуры лишайника *Peltigera aphthosa* (L.) Willd / Д. В. Воробьев // Современные проблемы физиологии, экологии и биотехнологии микроорганизмов: материалы Всероссийского симпозиума с международным участием. – Москва, 2009. – С. 41.

21. Галанина И. А. Синузии эпифитных лишайников в дубовых лесах юга Приморского края / И. А. Галанина. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 135 с.

22. Гагарина Л. В. Лишайники городов Пермь, Чердынь и Кунгур (Пермский край, Урал) / Л. В. Гагарина // Вестн. С. – Петербург. ун-та. Сер. 3. – 2007. – № 3. – С. 31 – 39.

23. Глушковская Н. Б. Лишайниковые группировки на техногенно нарушенных местообитаниях в подзоне лесотундры Западной Сибири (окрестности г. Лабытнанги, ЯНАО) / Н. Б. Глушковская, О. И. Сумина // Биоразнообразие растительного покрова Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана: Материалы Всероссийской конференции, Сыктывкар, 22-26 мая. – 2006. – С. 13 – 14.

24. Голубкова Н. С. Анализ флоры лишайников Монголии / Н. С. Голубкова. – Л., 1983. – 248 с.

25. Голубкова Н. С. Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР / Н. С. Голубкова. – М.-Л.: Наука, 1966. – 256 с.

26. Голубкова Н. С. Жизненные формы лишайников и лишеносинузии / Н. С. Голубкова, Л. Г. Бязров // Бот. журн. – 1989. – т. 74. – № 6. – С. 794 – 806.

27. Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в и защите прав потребителей в Краснодарском крае в 2011 году: Государственный доклад. – Краснодар: Управление Роспотребнадзора по Краснодарскому краю, 2012. – 312 с.

28. Гужин Г. С. Город Кропоткин в системе городов Краснодарского края / Г. С. Гужин, В. И. Чистяков, М. Ю. Беликов. – Краснодар, 1998. – 78 с.

29. Гусев А. П. Экологическое картографирование: курс лекций / А. П. Гусев. – Гомель, 2002. – 47 с.

30. Дерягин В. В. Накопление некоторых поллютантов медеплавильного производства в талломе лишайников *Hypogimnia* и *Cladonia* / В. В. Дерягин, О. П. Диянова // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: Материалы 11 Международной научно-практической экологической конференции, Белгород, 2010. – С. 151.

31. Дюкова Т. А. Использование индексов биологического разнообразия с целью лишеноиндикации состояния атмосферного воздуха / Т. А. Дюкова // Антропогенная трансформация природных экосистем: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Балашов, 2010. – С. 44 – 48.

32. Евлампиева Е. П. Накопление цинка, меди и свинца лишайником в районе угледобывающего месторождения «Каражира» / Е. П. Евлампиева, М. С. Панин // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – № 314. – С. 196 – 200.

33. Евстигнеева А. С. Материалы к лишенофлоре Республики Татарстан / А. С. Евстигнеева // Фундаментальные исследования. Биологические науки. – 2008. – № 8. – С. 18 – 24.

34. Егорейченков Е. А. Биоразнообразие эпифитных и эпигейных лишайников горно-лесной и горно-степной провинций Челябинской области / Е. А. Егорейченков // Проблемы и перспективы изучения естественных и антропогенных экосистем Урала и прилегающих регионов: сборник материалов Всероссийской конференции Стерлитамак. – 2010. – С. 30 – 33.

35. Ершов Г. Л. Лишеноиндикация атмосферных загрязнений промышленного города / Г. Л. Ершов, Г. А. Юнг // Естеств. науки и экол. – 2008. – № 12. – С. 132 – 142.

36. Жданов И. С. Материалы к лишенофлоре Кандалакшского заповедника (Мурманская область) / И. С. Жданов // Новости сист. низш. раст. – 2011. – № 45. С. 159 – 167.

37. Загрязнение воздуха и жизнь растений / Под ред. Майкла Трешоу. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 535 с.

38. Закон Краснодарского края о внесении изменений в Закон Краснодарского края «Об установлении границ муниципального образования Кавказский район, наделении его статусом муниципального района, образовании в его составе муниципальных образований, сельских поселений и установлении их границ» от 8 августа 2008 года [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.kubzsk.ru/kodeksdb/noframe/law>.

39. Закутнова В. И. Влияние тяжелых металлов на лишайники / В. И. Закутнова, Т. А. Пилипенко // Естественные науки. Вестник ОГУ. – 2004. – № 12. – С. 112 – 116.

40. Засоба В. В. Эпифитные лишайники – индикаторы загрязнения воздуха в г. Новочеркасске / В. В. Засоба, Е. Ю. Меденец // Лесное образование и лесная наука в XXI веке: материалы Региональной науч.-практ. юбилейной конференции. – Воронеж, 2004. – С. 109 – 110.

41. Иванов Е. С. Оценка качества приземного слоя атмосферного воздуха рекреационных зон Рязани и граничащих с ней территорий сельхозугодий с помощью лишайников / Е. С. Иванов, Э. А. Гладкова, А. М. Цурган, А. А. Дементьев, С. А. Нефедова // Аграр. Россия. – 2012. – № 3. – С. 15 – 18.

42. Иржигитова Д. М. Некоторые химические особенности коры деревьев как субстрата для развития лишайников (на примере Красносамарского лесного массива) / Д. М. Иржигитова, Е. С. Корчиков // Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия. – 2011. – № 5(86). – С. 114 – 152.

43. Ковалева Н. М. Особенности распределения биомассы эпифитных лишайников на сосне обыкновенной (Нижнее Приангарье) / Н. М. Ковалева, Г. А. Иванова // Сиб. экол. ж. – 2012. – № 3. – С. 429 – 433.

44. Кондакова Г. В. Предварительные сведения о лишайниках территории биостанции «Улейма» (Ярославская область) / Г. В. Кондакова, Ю. Т. Грачева // Современные проблемы биологии, экологии, химии и экологического образования: Междунар. науч.-практ. конф. – 2011. – С. 168 – 173.

45. Корнелюк Н. М. Біогеохіміна ліхеноіндикація важких металів у приземному шарі повітря (на прикладі південної промислової зони М. Черкаси) / Н.М. Корнелюк // Вісн. Черкас. Ун-ту. – 2011. – № 204. – С. 69 – 74.

46. Корчиков Е. С. Биоэкологический анализ лишайников ботанического сада Самарского Государственного Университета / Е.С. Корчиков // Самарская Лука: Бюл. 2007. – Т. 16. – № 1 – 2 (19-20). – С. 182 – 190.

47. Корчиков Е. С. Лишайники и нелихенизированные грибы Жигулевского государственного заповедника им. И. И. Спрыгина (Самарская область) / Е. С. Корчиков // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2011. – № 9. – С. 63 – 82.

48. Корчиков Е. С. О развитии эпифитных лишайников в Красносамарском лесном массиве / Е. С. Корчиков // Докл. [4 Международная конференция «Биоразнообразие и биоресур-

сы Урала и сопредельных территорий», Оренбург, 2008]. Труды института биоресурсов и прикладной экологии. – 2008. – № 7. – С. 64 – 66.

49. Корчиков Е. С. Предложения к Красной книге Самарской области: лишайники / Е. С. Корчиков // Раритеты флоры Волжского бассейна: доклады участников Российской науч. конф., Тольятти, 2009. – С. 83 – 89.

50. Косенко И. С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья / И. С. Косенко. – М.: Колос, 1970. – 614 с.

51. Красногорская Н. Н. Биомониторинг атмосферного воздуха – инструмент охраны окружающей среды урбанизированных территорий / Н. Н. Красногорская, С. Е. Журавлёва, Н. Ю. Цвиленва, Г. Р. Миннуллина, А. Т. Даутова // Фундаментальные исследования. – № 5. – 2004. – С. 35 – 37.

52. Красногорская Н. Н. Лихеноиндикационные шкалы оценки качества атмосферного воздуха / Н. Н. Красногорская, С. Е. Журавлёва, Г. Р. Миннуллина // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 5. – С. 38 – 42.

53. Криворотов С. Б. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий с помощью лишайников / С. Б. Криворотов, Н. А. Москаленко // Флористические и геоботанические исследования в Европейской России. – Саратов, 2000. – С. 27 – 42.

54. Криворотов С. Б. Изучение индикаторной роли эпифитных лишайников парковой зоны города Кропоткина / С. Б. Криворотов, М. В. Затеева // Актуальные вопросы экологии и охраны природных экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Мат. XVI межресп. научно-практ. конф. – Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2004. – С. 20 – 25.

55. Криворотов С. Б. Изучение лишенофлоры парка им. 40-летия Октября как рекреационной системы города Краснодара / С. Б. Криворотов, Н. А. Сионова // Актуальные вопросы

экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Мат. XVI межресп. научно-практ. конф. – Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2003. – С. 45 – 49.

56. Криворотов С. Б. Жизненные формы и географическое распространение лишайников урбоэкосистемы города Кропоткина Краснодарского края / С. Б. Криворотов, Н. А. Сионова, О. Ю. Манилова, М. Ю. Беликов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – Вып. 5 (32). – С. 109 – 114.

57. Криворотов С. Б. Группы эпифитных лишайников по устойчивости к атмосферному загрязнению урбоэкосистемы города / С. Б. Криворотов, О. Ю. Манилова // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы XXV Межреспублик. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2013. – С. 79 – 82.

58. Криворотов С. Б. Лишайники и лишайниковые группировки Северо-Западного Кавказа и Предкавказья (Флористический и экологический анализ) / С. Б. Криворотов. – Краснодар: КГАУ., 1995. – 204 с.

59. Криворотов С. Б. Лишайники и лишайниковые группировки Северо-Западного Кавказа и Предкавказья (Флористический и экологический анализ) / С. Б. Криворотов. – Краснодар: Изд-во КубГУ., 1997. – 201 с.

60. Криворотов С. Б. Лишайники и лишайниковые группировки Северо-Западного Кавказа и Предкавказья (Флористический и экологический анализ): автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Сергей Борисович Криворотов. – Краснодар, 2001. – 35 с.

61. Криворотов С. Б. Лишайники как биоиндикаторы загрязнения атмосферного воздуха вредными для человека соединениями в г. Приморско-Ахтарске / С. Б. Криворотов, Н. А. Сионова // Состояние биосферы и здоровье людей: Сб.

мат. II Междунар. научно-практ. конф. – Пенза: ПГСХА, 2002. – С. 104 – 106.

62. Криворотов С. Б. Лишайники парковой зоны города Кропоткина Краснодарского края и их индикаторное значение / С. Б. Криворотов, А. А. Цей, М. В. Затеева // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 5. – С. 42 – 43.

63. Криворотов С. Б. Спектр жизненных форм эпифитных лишайников города Краснодара / С. Б. Криворотов, М. И. Звержановский // Современные наукоемкие технологии: материалы конференции. – 2006. – № 5. – С. 60 – 61.

64. Крючкова О. Е. Экология индикаторных видов эпифитных лишайников в городе Красноярске / О. Е. Крючкова, Т. Н. Отнюкова // Вестник КраГУ. – 2004. – С. 124 – 130.

65. Кубрина Р. А. Использование различных методов лишеноиндикации для анализа городской среды (на примере г. Ставрополя) / Р. А. Кубрина, В. П. Толоконников, И. О. Лысенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 11. Мониторинг и охрана окружающей среды. – 2009. – № 1 (3). – С. 496 – 498.

66. Кузнецова Е. С. К изучению лишайников Костромской области / Е. С. Кузнецова, М. А. Сказина // Новости сист. низш. раст. – 2010. – № 44. – С. 200 – 209.

67. Кучерявый В. А. Лихено- и бриофлора буковых фитоценозов комплексной зелёной зоны Львова / В. А. Кучерявый, С. Я. Кондратюк, В. М. Вирченко, В. А. Крамарец // Бюл. Глав. бот. сада. Вып. 157. – 1990. – С. 45 – 50.

68. Лакин Г. Ф. Биометрия: учеб. Пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

69. Литвинская С. А. Деревья и кустарники Кубани / С. А. Литвинская. Ростов-н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ. – 1993. – 230 с.

70. Лиштва А. В. Лихенология: учеб.-метод. пособие / А. В. Лиштва. –Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.
71. Лотышев И. П. География Кубани. Энциклопедический словарь / И. П. Лотышев – Майкоп: ОАО «Афиша», 2006. – 528 с.
72. Лотышев И. П. Люби и знай Кубанский край / И. П. Лотышев – Майкоп: ОАО «Полиграфиздат «Адыгея», 2007. – 140 с.
73. Луцков В. Е. Города и станицы Кубани. Кропоткин / В. Е. Луцков – Краснодар: Книжное издательство, 1986. – 77 с.
74. Макарова И. И. Лишайники окрестностей г. Сургута (Тюменская область, Западная Сибирь) / И. И. Макарова, Г. С. Таран, В. Н. Тюрин // Новости систематики низших растений. Т. 36. СПб.: Наука, 2002. – С. 150 – 161.
75. Малышева Н. В. Лишайники городов России, внесенные в Красные книги / Н. В. Малышева // Ботан. ж. – 2006. – 91. – №8. – С. 1287 – 1301.
76. Малышева Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга / Н. В. Малышева. – Изд. С.-Петербур. Ун-та, 2003б. – 100 с.
77. Малышева Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга. Особенности распространения лишайников в Екатерининском парке Царского села / Н. В. Малышева // Новости. Сист. Низш. Раст. – 1998. – № 32. – С. 58 – 64.
78. Малышева Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга. Современная лихенофлора и её анализ / Н. В. Малышева // Бот. журн. — 1996. – Т. 81. – № 6. – С. 23 –30.
79. Малышева Н. В. Лишайники окрестностей С. – Петербурга: 6. Современное состояние и изменение флоры лишайников Дудергофских высот за период 1799 –2003 годы / Н.В. Малышева // Новости систематики низших растений. – СПб., 2005. – Т. 38. – С. 226 – 237.

80. Меденец Е. Ю. Лихеноиндикация атмосферного загрязнения городов Новочеркасска и Ростова-на-Дону: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Меденец Елена Юрьевна. – Ростов-на-Дону, 2010. – 25 с.

81. Мейсунова А. Ф. Результаты физико-химического анализа изменений химического состава слоевища *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. под воздействием солей тяжелых металлов / А. Ф. Мейсунова, Е. И. Антонова, С. Д. Хижняк, В. А. Рыжов, П. М. Пахомов // Междисциплинарные исследования. Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». – 2009. – № 14. – С. 221 – 232.

82. Мелехин А. В. Дополнение к лишенобиоте Мурманской области / А. В. Мелехин // Учен. зап. ПетрГУ. – 2011. – № 4. – С. 19 – 20.

83. Мелехин А. В. Новые для России и Мурманской области лишайники из Лапландского заповедника / А. В. Мелехин // Ботан. ж. – 2009. 94. – №2. – С. 289 – 292.

84. Меннинг У. Дж. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / У. Дж. Меннинг, У. А. Федер. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 143 с.

85. Меркулова О. С. Лишайники города Оренбурга / О. С. Меркулова // Ботан. ж. – 2006. – № 9. – С. 1334 – 1341.

86. Меркулова О. С. Таксономическое разнообразие лишенобиоты степной зоны Южного Урала и прилегающих территорий / О. С. Меркулова // Докл. [4 Международная конференция «Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий», Оренбург, 2008]. Труды института биоресурсов и прикладной экологии. – 2008. – №7. – С. 82 – 83.

87. Методические указания 31 – 03/04 ФР. 1. 31. 2004. 00987 ПНД Ф 14. 1:2:4. 222 – 06.

88. Михайлова И. Н. Содержание тяжелых металлов в талломах лишайника *Hypogymnia physodes*: источники гетерогенности / И. Н. Михайлова, Кшнясев И. А. // Сиб. экол. ж. – 2012. – № 3. – С. 423–428.

89. Московченко Д. В. Содержание тяжелых металлов в лишайниках на севере Западной Сибири / Д. В. Московченко, Э. И. Валеева // Вестн. экол. лесоведения и ландшафтоведения. Ин-т пробл. освоения Севера СО РАН. – 2010. – № 11. – С. 162 – 172.

90. Мукминов М. Н. Методы биоиндикации: учебно-методическое пособие / М. Н. Мукминов, Э. А. Шуралев. – Казань: Казанский университет, 2011. – 48 с.

91. Мучник Е. Э. Новые сведения о лишенобиоте Рязанской области / Е. Э. Мучник, Е. И. Лосева // Современная микология в России: тезисы докладов 2 Съезда микологов России. – Москва, 2008. – С. 531 – 532.

92. Мынбаева Б. Н. Оценка качества атмосферного воздуха г. Алматы математическими методами / Б. Н. Мынбаева, А. С. Есиркепова // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 5. – С. 122 – 124.

93. Никифоров В. В. Лишеноиндикационное картирование загрязнения атмосферного воздуха г. Кременчуга / В. В. Никифоров, И. В. Онищенко // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2000. – Вып. 8, т. 2. – С. 86 – 90.

94. Нотов А. А. Находки новых для Тверской области видов лишайников / А. А. Нотов, Г. П. Урбанавичюс, И. Н. Урбанавичене // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 2011. – № 3. – С. 82 – 84.

95. Нуркенова А. Т. Аккумуляция свинца в талломах *Parmelia ryssolea* (Ach.) Nyl. окрестности Карагалинского к-а / А. Т. Нуркенова, О. А. Абдрахманов, Г. П. Погосян, А. Ж. Шайбек, В. Л. Тулекбаева, А. К. Зейниденов // Материалы конференций: Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № 3. – С. 23 – 24.

96. Окснер А. Н. Определитель лишайников СССР. Вып. 2. Морфология, систематика и географическое распространение / А. Н. Окснер. – Л.: Наука, 1974. – 284 с.

97. Определитель лишайников России. Вып. 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые. – Л.: Наука, 1971. – 412 с.

98. Определитель лишайников России. Вып. 10. *Agyriaceae, Anamylopsoraceae, Aphanopsidaceae, Arthrorhaphidaceae, Brigantiaeaceae, Chrysotrichaceae, Clavariaceae, Ectolechiaceae, Gomphillaceae, Gypsoplacaceae, Leconoraceae, Lecideaceae, Mycoblastaceae, Phlyctidaceae, Physciaceae, Pilocarpaceae, Psoraceae, Ramalinaceae, Stereocaulaceae, Vezdaeaceae, Tricholomataceae.* – СПб.: Наука, 2008. – 515 с.

99. Определитель лишайников России. Вып. 3. – СПб.: Наука, 1996. – 273 с.

100. Определитель лишайников России. Вып. 6. Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые. – СПб.: Наука, 1996. – 203 с.

101. Определитель лишайников России. Вып. 7. Лецидеевые, Микареевые, Порпидиевые. – СПб.: Наука, 1998. – 166 с.

102. Определитель лишайников России. Вып. 8. – СПб.: Наука, 2003. – 279 с.

103. Определитель лишайников России. Вып. 9. Фусцидиевые, Телосхистовые. – СПб.: Наука, 2004. – 339 с.

104. Очирова Н. Н. Некоторые особенности степей лишайнобиоты Республики Калмыкия / Н. Н. Очирова // Современная микология в России: Тезисы докладов 2 Съезда микологов России. – Москва, 2008. – С. 534.

105. Пауков А. Г. Анатомические и морфологические изменения лишайников в антропогенно нарушенных местообитаниях / А. Г. Пауков, И. С. Гулика // В сб.: Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии. Екатеринбург, 1999. – С. 134 – 140.

106. Пауков А. Г. Лишайники природного парка «Самаровский Чугас» (Тюменская область) / А. Г. Пауков, И. Н. Михайлова // Новости сист. низш. раст. – 2011. – № 45. – С. 204 – 214.

107. Пелипенко О. Ф. Видовой состав и распространение лишайников в г. Ростов-на-Дону / О. Ф. Пелипенко, В. В. Ермакова // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем: материалы Международной научной конференции. Ростов-на Дону, 2006. – С. 319 – 322.

108. Пельгунова Л. А. Первые данные о концентрации элементов в слоевищах эпифитного лишайника на деревьях центра Москвы / Л. А. Пельгунова, Л. Г. Бязров // Современная микология в России. Т. 2. Материалы 2-го Съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии. – 2008. – С. 534.

109. Петриашвили Г. И. Эпифитные лишайники некоторых парков г. Тюмени как индикатор загрязнения / Г. И. Петриашвили, Н. А. Алексеева // Урбозкосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Ишим, 25-26 марта 2010 г.). – Ишим, 2010. – С. 210 – 211.

110. Петрова Е. А. К субстратной специфичности лишайников Жигулевского госзаповедника им. И. И. Спрыгина / Е. А. Петрова, Е. С. Корчиков // Экология родного края – проблемы и пути их решения: материалы Всероссийской научно-практ. конференции молодежи. – Киров, 2010. – С. 108 – 109.

111. Плюснин С. Н. Лихеноиндикация: основные подходы / С. Н. Плюснин // Вестник Ин-та биологии Коми науч. центра УрО РАН. – 2002. – №7. – С.17 – 19.

112. Поворознюк А. Т. Биоиндикация как метод биомониторинга и оценки состояния видового разнообразия лишайнофлоры г. Новороссийска / А. Т. Поворознюк, Н. С. Березенко // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: Тезисы докладов Международной научной конференции. – Ростов-на-Дону, 2007. – С. 245 – 246.

113. Популярный иллюстрированный географический словарь Краснодарского края / Сост. И. П. Лотышев. – Краснодар: ОИПЦ «Перспективы образования», 2009. – 116 с.

114. Пристяжнюк С. А. Методические подходы к оценке состояния природной среды на основе лишенологических данных (на примере Севера средней Сибири) / С. А. Пристяжнюк // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. – 2008. – С. 218 – 221.

115. Прохорова А. С. Лишенофлора города Мурманска / А. С. Прохорова // Флора и фауна городов Мурманской области и Северной Норвегии: межвузовский сборник статей. – 2009. – С. 85 – 91.

116. Прохорова Н. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях в условиях техногенеза / Н. В. Прохорова, Н. М. Матвеев // Вестник СамГУ. Специальный выпуск. – 1996. – С. 125 – 147.

117. Пташник А. А. История Кубани и Кропоткина X – XXI в.в. для изучающих краеведение / А. А. Пташник. – Кропоткин, 2005. – 542 с.

118. Пчелкин А. В. Популярная лишенология / А. В. Пчелкин. – М.: МГСЮН, 2006. – 36 с.

119. Пчелкин А. В. Фоновый мониторинг с использованием лишайников в условиях пирогенного фактора на примере Норского заповедника / А. В. Пчелкин // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2011. – № 24. – С. 745 – 753.

120. Пыстина Т. Н. Видовое разнообразие цианобионтных лишайников и их азотфиксирующая активность на территории Республики Коми / Т. Н. Пыстина, Г. Г. Романов // Ботан. ж. – 2010. – № 2. – С. 177 – 187.

121. Пыстина Т. Н. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmanaria* (*Lobariaceae*) в Республике Коми / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Ботан. ж. – 2009. – 94. – № 1. – С. 48 – 58.

122. Радиков М. И. Соредии лишайников как индикатор состояния атмосферы городов / М. И. Радиков // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Сборник материалов 2 Всероссийской научной конференции. – Йошкар-Ола, 2006. – С. 210 – 212.

123. Родникова И. М. Влияние природных условий на морфологические, экологические и географические особенности лишайников в приморских местообитаниях / И. М. Родникова // Экология. – 2012. – № 2. – С. 92.

124. Родникова И. М. Лишайники в растительном покрове малых островов (северо-западная часть Японского моря) / И. М. Родникова // Ботан. журн. – СПб.: Наука, 2011. – № 8. – С. 1053 – 1069.

125. Родникова И. М. Лишайниковый компонент растительных сообществ как индикатор антропогенного влияния / И. М. Родникова // Материалы 14 совещания географов Сибири и Дальнего Востока. – Владивосток, 2011. – С. 241 – 243.

126. Романова Е. В. Лишайники – биоиндикаторы атмосферного загрязнения Новосибирской городской агломерации / Е. В. Романова, Н. В. Седельникова. – Новосибирск: Гео, 2010. – 108 с.

127. Романова Е. В. Лишайники города Кемерово (Западная Сибирь) / Е. В. Романова // Растительный мир Азиатской России. – 2011. – № 1. – С. 9 – 16.

128. Романова Е. В. Лишайниковые синузии в лесных и парковых сообществах г. Новосибирска / Е. В. Романова // Сиб. экол. ж. – 2009. – № 6. – С. 853 – 861.

129. Романова Е. В. Предварительные данные по лишайникам в естественных растительных сообществах г. Кемерово (Западная Сибирь) / Е. В. Романова // Растит. мир Азиатской России. – 2009. – № 1. – С. 6 – 12.

130. Савин В. И. Наш город / В. И. Савин, О. А. Юртаев. – Кропоткин: Издательский центр АГПИ, 2001. – 196 с.

131. Сальникова Л. И. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха городов Тюмени и Ялуторовска по жизненному состоянию сосны обыкновенной [Электронный ресурс] / Л. И. Сальникова, Л. В. Осинцева // Развитие современной экологии. – 2010. Режим доступа: <http://ecotext.ru/120.html>.

132. Свирко Е. В. Лишайники – биоиндикаторы атмосферного загрязнения г. Новосибирска: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Свирко Екатерина Владимировна. – Новосибирск, 2006. – 16 с.

133. Седельникова Н. В. Лихенобиота Алтае-Саянского экорегиона / Н.В. Седельникова // Сиб. экол. ж. – 2008. – 15. – № 6. – С. 851 – 858.

134. Сионова Н. А. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха г. Краснодара с помощью эпифитных лишайников / Н. А. Сионова, С. Б. Криворотов // Географические исследования Краснодарского края: Сб. науч. тр. – Краснодар: Кубан. Гос. ун-т, 2005. – С. 85 – 88.

135. Сионова Н. А. Влияние линейных источников загрязнения на лишенобиоту урбозкосистем [Электронный ресурс] / Н. А. Сионова, С. Б. Криворотов // Развитие современной экологии. – 2010. Режим доступа: <http://ecotext.ru/122.html>.

136. Сионова Н. А. Использование эпифитных лишайников как биоиндикаторов загрязнения атмосферного воздуха урбозкосистемы г. Краснодара / Н. А. Сионова, С. Б. Криворотов // Изв. вузов. Сев. – Кавк. регион. Естеств. н. – 2007. – № 1. – С. 83 – 85.

137. Сионова Н. А. К вопросу о сохранении лишенобиот городских территорий / Н. А. Сионова, С. Б. Криворотов // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы всероссийской конференции (Петрозаводск, 22 – 27 сентября 2008 г.). Часть 2: Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. – Петрозаводск, 2008. – С. 232 – 233.

138. Сионова Н. А. К изучению географического распространения и субстратной приуроченности эпифитных лишайников урбоэкосистемы города Краснодара / Н. А. Сионова, С. Б. Криворотов // Сохранение биоразнообразия растений в природе и при интродукции: материалы Междун. науч. конф., посв. 165-летию Сухумского бот. сада и 110-летию Сухумского субтроп. дендропарка Инст-та бот. АНА (15–20 окт. 2006 г.). – 2006. – С. 274 – 276.

139. Сионова Н. А. Оценка экологического состояния атмосферной среды города Краснодара с помощью методов лишайноиндикации: монография / Н. А. Сионова, С.Б. Криворотов. – Краснодар: Кубанский госагроуниверситет, 2008. – 114 с.

140. Сионова Н. А. Эпифитная лишайнофлора города Краснодара / Н. А. Сионова, С. Б. Криворотов // Биологическое разнообразие Кавказа. Материалы VI Междун. конф. – Нальчик: Каб.-Балк. Ун-т, 2004. – С. 221 – 222.

141. Скирина И. Ф. Изучение видового состава эпифитных лишайников и кислотно-щелочных свойств коры дуба монгольского (на примере юга Дальнего Востока России) / И. Ф. Скирина, Ф. В. Скирин // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: материалы всероссийской конференции (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Часть 2: Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. – Петрозаводск, 2008. – С. 234 – 238.

142. Слонов Т. Л. Редкие виды лишайников особо охраняемых природных территорий Кабардино-Балкарии / Т. Л. Слонов, Л. Х. Слонов // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: материалы 11 Междун. науч.-практ. экологической конф. – Белгород, 2010. – С. 51.

143. Соляник Г. М. Почвы Краснодарского края / Г. М. Соляник. – Краснодар, 2004. – 70 с.

144. Стаселько Е. А. Биоиндикация и экологическое районирование урбанизированных территорий (на примере города Элиста): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Стаселько Елена Анатольевна. – Астрахань, 2007. – 145 с.

145. Степанчикова И. С. Лишайники ООПТ «Охраняемый природный ландшафт озера Вероярви» (Ленинградская область) / И. С. Степанчикова, Д. Е. Гимельбрант // Вестн. С. – Петербург. ун-та. – 2012. – № 2. – С. 28 – 34.

146. Стурман В. И. Экологическое картографирование: Учебное пособие / В. И. Стурман. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.

147. Тарасова В. Н. Лихеноиндикация г. Петрозаводска: первые итоги / В. Н. Тарасова, А. А. Селянкина, К. З. Рзаева, М. А. Шредерс // Материалы школы-конференции «Актуальные проблемы геоботаники». II часть, Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – С. 228 – 232.

148. Трасс Х. Х. Классы полеотолерантности лишайников и экологический мониторинг / Х. Х. Трасс // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. –Л.: Гидрометеиздат, 1985. – Т. 7. – С. 122 – 137.

149. Уразбахтина А. Ф. Некоторые итоги лишеноиндикационного анализа рекреационных зон г. Твери / А. Ф. Уразбахтина, Л. А. Катаускайте // Ботан. сад ТвГУ. – Тверь, 2003. – С. 130 – 136.

150. Уразбахтина А. Ф. Применение метода Фурье-ИК-спектроскопии для лишеноиндикации атмосферного загрязнения в городских районах / А. Ф. Уразбахтина, С. Д. Хижняк, С. М. Дементьева, А. А. Нотов, П. М. Пахомов // Растит. ресурсы. – 2005. – 41. – № 2. – С. 139 – 147.

151. Урбанавичене И. Н. Первые сведения о лишайниках национального парка «Зюраткуль» (Челябинская область) / И. Н. Урбанавичене // Новости сист. низш. раст. – 2011. – № 45. С. 223 – 236.

152. Урбанавичус Г. П. Возможное влияние различных изменений климата на распространение лишайников в экотонах лес-тундра на Кольском полуострове / Г. П. Урбанавичус, А. Хофгаард // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: материалы 3 Всероссийской научной конференции с международным участием. – Апатиты, 2010. – С. 99 – 103.

153. Урбанавичюс Г. П. Список лишенофлоры России / Г. П. Урбанавичюс. СПб.: Наука, 2010. – 194 с.

154. Фадеева М. А. Конспект лишайников и лишенофильных грибов Республики Карелия / М. А. Фадеева, Н. С. Голубкова, О. Витикайнен, Т. Ахти. – Петрозаводск, 2007. – 194 с.

155. Фатнеева Е. А. Составление лишеноиндикационной шкалы для территории г. Белгорода [Электронный ресурс] / Е. А. Фатнеева // Материалы международной заочной научно-практической конференции «Актуальные проблемы естественных наук». – 2011. Режим доступа: <http://sibac.info>.

156. Феоктистов А. С. Влияние внешних условий на лектиновую активность микобионта лишайника *Peltigeraaphthosa* / А. С. Феоктистов, А. П. Кожушный, А. В. Киташов, Е. С. Лобакова // Грибы и водоросли в биоценозах: Материалы Международной конференции, посвященной 75-летию Биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. – Москва, 2006. – С. 163 – 164.

157. Цуриков А. Г. Содержание тяжелых металлов в лишайниках г. Гомеля (Беларусь) / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова // Перспективы развития и проблемы ботаники: Материалы 2 (4) Всероссийской молодежной научно-практич. конференции. – Новосибирск, 2010. – С. 202 – 203.

158. Шапиро И. А. Влияние температуры на дыхание некоторых лишайников, содержащих зеленый или цианобактериальный фотобионт / И.А. Шапиро // Ботанический журнал. – 2007. – Том 92. – № 10. – С. 1568 – 1574.

159. Шапиро И. А. Загадки растения-сфинкса. Лишайники и экологический мониторинг / И. А. Шапиро – Л., Гидрометеоиздат, 1991. – 80 с.

160. Шарунова И. П. Влияние сезонной динамики полога леса и атмосферных осадков на аккумуляцию тяжелых металлов в талломах эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* / И. П. Шарунова // Экология в меняющемся мире: Материалы конф. молодых ученых, ИЭРиЖ УрО РАН. – Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2006. – С. 288 – 292.

161. Шаяхметова З. М. Лишайники среднетаежных лесов Северо-Западного Предуралья / З. М. Шаяхметова, Ю. А. Атеева, Е. М. Шкараба // Современная микология в России: Тезисы докладов 2 Съезда микологов России. – Москва, 2008. – С. 542.

162. Энхтуяа О. Результаты исследования эпифитных лишайников как показателей загрязнения воздуха г. Улан-Батора / О. Энхтуяа, С. Дэлгэрмаа, Б. Мунхжаргал, Б. Батсук // Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы: Материалы Всероссийской конференции молодых ученых. Улан-Удэ, 2010. С. 123 – 124.

163. Ямбердова Е. И. Жизненность особей *Evernia prunastri* (L.) Ach. В различных экологических условиях / Е. И. Ямбердова, Ю. Г. Суетина // 16 Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии». – Сыктывкар, 2009. С. 243 – 245.

164. Arhoun Mohamed. Releasing rates of inorganic ions in lichens monitored by capillary zone electrophoresis as indicators of atmospheric pollution / Mohamed Arhoun, Eva Barreno, Guillermo Ramis-Ramos // Cryptogamie. Mycol. – 2000. – 21. – № 4. – P. 275 – 289.

165. Bajpai Rajesh. Passive monitoring of atmospheric heavy metals in a historical city of central India by *Lepraria lobificans* Nyl. / Rajesh Bajpai, D. K. Upreti, S. K. Dwivedi // Environ. Monit. And Assess. – 2010. – 166. – № 1 – 4. – P. 477 – 484.

166. Brodo I. M. The typification of *Lecanora subfusca* (L.) Ach., its varieties, and some of its related taxa published before 1850 / I. M. Brodo, O. Vitikainen // *Mycotaxon.* – 1984. – P. 281–298.

167. Cameron Robert P. Macrolichen indicators of air quality for Nova Scotia / Robert P. Cameron, Thomas Neily, David H.S. Richardson // *Northeast. Natur.* –2007. –14. – № 1. – P. 1 – 14.

168. Casano Leonardo M. Two *Trebouxia* algae with different physiological performances are ever-present in lichen thalli of *Ramalina farinacea*. Coexistence versus competition / Leonardo M. Casano, Eva M. del Campo, Francisco J. García-Breijo, José Reig-Armihana, Francisco Gasulfa, Alicia del Hoyo, Alfredo Guéra, Eva Barreno // *Environ. Microbiol.* – 2011. – № 3. – P. 806 – 818.

169. Eriksson O. E. Outline of Ascomycota / O.E. Eriksson, H.O. Baral, R.S. Currah, K. Hansen et al. – *Myconet*, 2001. – Vol. 7. – 88 p.

170. Estrabou Cecilia. Air quality monitoring system using lichens as bioindicators in Central Argentina / Cecilia Estrabou, Edith Filippini, Juan Pablo Soria, Gabriel Schelotto, Juan Manuel Rodriguez // *Environ. Monit. and Assess.* – 2011. – № 1 – 4. – P. 375 – 383.

171. Fanning Erin. Vertical distribution of lichen growth forms in tree canopies of Great Smoky Mountains National Park / Erin Fanning, Joseph S. Ely, H. Thorsten Lumbsch, Harold W. Keller // *Southcast. Natur.* – 2007. – 6. – P. 83 – 88.

172. Ferraro Lidia Itali. Nuevos registros de micro líquenes para el norte de Argentina / Lidia Itali Ferraro, Fndrea Michlig // *Rev. mex. biodivers.* – 2011. – 82. – №3. – P.739 – 746.

173. Finlayson-Pitts B. J. Chemistry of the upper and lower atmosphere / B. J. Finlayson-Pitts, J. N. Pitts // *New-York.* – 1999. – P. 211 – 219.

174. Freitan Maria do Cormo. Response of exposed detached lichens to atmospheric elemental deposition / Maria doCormo

Freitan, Adriano M. G. Pacheco, Mafalda S. Bartista, Isabel Diomato, Maria Teresa S. D. Vasconcelos, João Paulo Gabral // [Central European Conference ECOpole'07 Duszniaki Zdroj.2007]. Ecol. Chem. And Eng. S. – 2007. – 14. – № 7. – P. 631 – 644.

175. Gadsdon Sally R. Relationships between lichen community composition and concentrations of NO₂ and NH₃ / Sally R. Gadsdon, Jeremy R. Dagley, Patricia A. Wolseley, Sally A. Power // Environ. Pollut. – 2010. – 158. – №8. – P. 2553 – 2560.

176. Giordany Paolo. The influence of climate on the distribution of lichens. A case study in a borderline area (Liguria, NW Italy) / Paolo Giordany, Guido Incerti // Plant ecol. – 2008. – 195. – № 2. – P. 257 – 272.

177. Hanewald K. Flechten als Anzeiger der Luftgüte und des Klimawandels / K. Hanewald, U. Kirzsehbaum. – Wiesbaden: HLUG, 2009. – 47 s.

178. Hauck M. Manganese toxicity in epiphytic lichens: chlorophyll degradation and interaction with iron and phosphorus / M. Hauck, A. Paul, Sh. Gross, M. Raubuch // Environmental and Experimental Botany. – 2003. – 49. – №2. – P. 181 – 191.

179. Hawksworth D. L., Eriksson, O. E. The names of accepted orders of ascomycetes / D. L. Hawksworth, O. E. Eriksson // Syst. Ascom. – 1986. – 5. – P. 175 – 184.

180. Hultengren Svante. Recovery of the epiphytic lichen flora following air quality improvement in south-west Sweden / Svante Hultengren, Helena Gralén, Håkan Pleijel // Water, Air, and Soil Pollut. – 2004. – 154. – № 1-4. – P. 203 – 211.

181. Hunsen Eric. A contribution to the lichen flora of the Scoresby Sund area / Eric Hunsen // Central East Greenland. Cryptogamie. Mycol. – 2008. – 29. – № 3. – P. 293 – 302.

182. Jahns Hans, Martin. Farne, Moose, Flechten Mittel-, Nord und Westeuropas / Martin Jahns Hans. Unter Mitarb. von A.K. Masselink. – 2., durchges. Aufl. – München, Wien, Zürich: BLV Verlags gesellschaft, 1981. – 256 p.

183. Kirschbaum Ulrich. Flechten erkennen – Umwelt bewerten / Ulrich Kirschbaum, Volkmar Wirth – Wiesbaden: HLUg, 2010. – 204 s.

184. Klos Andrzej. Ion exchange in lichen surrounding / Andrzej Klos, Malgorzata Rajfur, Mario Wactawek, Witold Wactawek // [Central European Conference ECOpole'07 Duszniki Zdroj.2007]. Ecol. Chem. And Eng. S. – 2007. – 14. – № 7. – P. 645 – 667.

185. Kossowska Maria. New and noteworthy lichens in the Gaint Mountains / Maria Kossowska // Biologia (Bratislava). – 2011. – 66. – № 5. – S. 755 – 761.

186. Le Blanc F. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Monreal / F. Le Blanc, J. De Sloover // Canadian Journal of Botany, 1970. – V. 48, № 7. – P. 1485 – 1496.

187. Ljubič Mlakar T. Biomonitoring with epiphytic lichens as a complementary method for the study of mercury contamination near a cement plant / Mlakar T. Ljubič, M. Horvat, J. Kotnik, Z. Jeran, T. Vuk, T. Mrak, V. Fajon // Environ. Monit. and Assess. – 2011. – № 1 – 4. – P. 225 – 241.

188. Mc. Clenahen James R. Macrolichens as biomonitors of air-quality change in Western Pennsylvania / James R. Mc. Clenahen, Donald J. Hutnik Davis, J. Russel // Northeast. Natur. – 2007. – 14. – № 1. – P. 15 – 26.

189. Motiejūnaitė Jurga. Additions to the biota of lichens and lichenicolous fungi of Poland, with a note on Lecaniaprasiniodes in Eastern and Central Europe / Jurga Motiejūnaitė, Krystyna Czyżewska // Pol. Bot. J. – 2008. – 53. – №2. – S. 155 – 162.

190. Nascimbene Juri. Influences of tree age and tree structure on the macrolichen *Letharia vulpina*. A case study in the Italian Alps / Juri Nascimbene, Lorenzo Marini, Marco Carrer, Renzo Motta, Pier Luigi Nimis // Ecoscience. – 2008. – 15. – № 4. – P. 423 – 428.

191. Ochoa-Hueso Raúl. Effects of nitrogen deposition and soil fertility on cover and physiology of *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd., a lichen of biological soil crusts from Mediterranean Spain / Raúl Ochoa-Hueso, Esteban Manrique // *Environ. Pollut.* – 2011. – № 2. – P. 449 – 457.

192. Oset Magdalena. The lichen genus *Stereocaulon* in Poland. III. *S. saxatile* and *S. subcoralloides* / Magdalena Oset // *Bot. Lithuan.* – 2010. – № 4. – S. 183 – 186.

193. Purvis O. W. The lichen flora of Great Britain and Ireland / O.W. Purvis, B. J. Coppins, D. L. Hawksworth, P. W. James, D. M. Moore. – London, 1994. – 710 p.

194. Santesson R. The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway / R. Santesson – Lund, 1993. – 240 p.

195. Seaward M. R. D. Large-scale air pollution monitoring using lichens / M. R. D. Seaward // *GeoJourn.* – 1992. – № 4. – P. 403 – 411.

196. Shukla Vertika. Changing lichen diversity in and around urban settlements of Garhwal Himalayas due to increasing anthropogenic activities / Vertika Shukla, Dalip K. Upreti // *Environ. Monit. and Assess.* – 2011. – № 1 – 4. – P. 439 – 444.

197. Shukla Vertika. Effect of metallic pollutants on the physiology of lichen, *Pyxine subcinerea* Stirton in Garhwal Himalayas / Vertika Shukla, Dalip K. Upreti // *Environ. Monit. And Asses.* – 2008. – 141. – № 1 – 3. – P. 237 – 243.

198. Speir L. Is bark pH more important than tree species in determining the composition of nitrophytic or acidophytic lichen floras / L. Speir, H. van Dobben, K. van Dort // *Environ. Pollut.* – 2010. – № 12. – P. 3607 – 3611.

199. Stolarczyk Piotr. Materiały do bioty porostów Dołów Jasielsko-Sanockich (Karpaty Zachodnie) / Piotr Stolarczyk // *Fragm. florist. et geobot. pol.* – 2009. – № 3. – S. 673 – 676.

200. Szczepańska Katarzyna. New lichens and lichenicolous fungi of the Polish Sudety Mountains / Katarzyna Szczepańska // *Pol. Bot. J.* – 2007. – 52. – № 2. – S. 165 – 170.

201. Wearn James. Lichens under the microscope / James Wearn, J. Quekett // *Microsc.* – 2011. – № 5. – P. 415 – 424.

202. Zarabska Daria. Lichenobiota debów w aspekcie możliwości ich wykorzystania w bioidikacji / Daria Zarabska // *Leś. pr. bad.* – 2009. – 70. – № 4. – S. 419 – 427.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. История изучения лишайников урбоэкосистем	5
Глава 2. Физико-географическая характеристика района исследования	19
2.1 Особенности геологического строения и рельефа	19
2.2 Климатические условия	22
2.3 Почвенный покров	26
2.4 Растительность города Кропоткина	28
2.5 Характеристика загрязнения атмосферного воздуха г. Кропоткина	29
Глава 3. Материал и методы исследования	31
Глава 4. Лихенобиота урбоэкосистемы города Кропоткина и ее анализ	37
4.1 Таксономическая структура лишенобиоты	38
4.2 Географический анализ	57
4.3 Жизненные формы лишайников	63
4.4 Основные группы лишайников по субстратной приуроченности	68
Глава 5. Влияние атмосферного загрязнения на лишайники и лишеносинузии	71
5.1 Особенности распределения эпифитных лишайников и лишеносинузий в городе Кропоткине под влиянием атмосферного загрязнения	71
5.2 Факторы, определяющие изменение эпифитной лишенобиоты урбоэкосистемы	86
5.2.1 Воздействие атмосферных загрязнителей на эпифитные лишайники и лишеносинузии	86
5.2.2 Влияние параметров экотопа на эпифитные лишайники и лишеносинузии	92
5.3 Группы устойчивости лишайников в зависимости от атмосферного загрязнения	96
Глава 6. Лихеноиндикационное картирование	99

6.1 Картограммы количества видов эпифитных лишайников.....	101
6.2 Картограммы проективного покрытия эпифитных лишайников.....	111
6.3 Картограмма на основе индекса атмосферного загрязнения.....	120
Заключение.....	127
Выводы.....	131
Список использованной литературы.....	134
Приложения.....	162

Приложения

Таблица 1 – Субстратная приуроченность лишайников

Виды лишайника	Субстрат																Всего видов субстрата																				
	Гледичия трехлопчатая	Дуб черешчатый	Ива белая	Яблоня домашняя	Тополь пирамидальный	Шелковица белая	Шелковица черная	Вишня обыкновенная	Груша обыкновенная	Айлант высочайший	Ясень высокий	Клен полевой	Слива садовая	Осина обыкновенная	Липа сердцевидная	Орех черный		Орех грецкий	Вяз	Ольха	Боярышник обыкновенный	Облепиха	Робиния ложно-акация	Береза бородавчатая	Альча	Каштан конский обыкновенный	Сирень обыкновенная	Черемуха	Рябина	Абрикос	Лещина обыкновенная	Черешня	Бук восточный	Карагана древовидная	Катальпа бигониевидная	Плоскоцветочник восточный	Пень
<i>Amandinea punctata</i>		*						*									*																				3
<i>Anapychia ciliaris</i>					*																																1
<i>Buellia disciformis</i>		*																																		1	
<i>Calicium quercinum</i>		*																																		1	
<i>Caloplaca cerina</i>	*	*	*										*																		*					5	
<i>Caloplaca citrina</i>	*	*			*										*															*						5	
<i>Caloplaca holocarpa</i>	*	*						*																			*	*									5
<i>Candelaria concolor</i>	*	*	*	*	*					*	*			*											*												9
<i>Candelariella aurella</i>		*			*	*																	*					*									5
<i>Candelariella vitellina</i>	*		*					*	*																			*									5
<i>Candelariella xanthostigma</i>			*																								*										2
<i>Cetrelia olivetorum</i>		*						*														*															3
<i>Chrysothrix candelaris</i>	*	*			*			*																													4
<i>Cladonia carneola</i>		*																																			1
<i>Cladonia sulphurina</i>		*																																			1

Таблица 2 – Коэффициенты встречаемости (R) эпифитных лишайников в разных зонах урбозкосистемы города Кропоткина (%)

Вид	Общие показатели		Центральная зона		Периферическая зона		Парковая зона		Пригородная зона	
	a	R	a	R	a	R	a	R	a	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Amandinea punctata</i>	2	0,4	–	–	1	0,3	–	–	1	1,7
<i>Anaptychia ciliaris</i>	1	0,2	–	–	–	–	1	2,8	–	–
<i>Buellia disciformis</i>	3	0,6	1	0,9	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Calicium quercinum</i>	8	1,5	–	–	–	–	–	–	8	13,6
<i>Caloplaca cerina</i>	9	1,7	1	0,9	6	1,9	2	5,6	–	–
<i>Caloplaca citrina</i>	2	0,4	–	–	1	0,3	1	2,8	–	–
<i>Caloplaca holocarpa</i>	13	2,5	–	–	5	1,6	1	2,8	7	11,9
<i>Candelaria concolor</i>	41	7,9	5	4,4	27	8,7	5	13,9	4	6,8
<i>Candelariella aurella</i>	37	7,1	6	5,3	18	5,8	7	19,4	6	10,2
<i>Candelariella vitellina</i>	3	0,6	–	–	1	0,3	1	2,8	1	1,7
<i>Candelariella xanthostigma</i>	9	1,7	1	0,9	3	1,0	1	2,8	4	6,8
<i>Cetrelia olivetorum</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Chrysothrix candelaris</i>	3	0,6	1	0,9	1	0,3	–	–	1	1,7
<i>Cladonia carneola</i>	8	1,5	–	–	–	–	3	8,3	5	8,5
<i>Cladonia sulphurina</i>	8	1,5	–	–	–	–	3	8,3	5	8,5
<i>Evernia prunastri</i>	7	1,3	–	–	1	0,3	2	5,6	4	6,8
<i>Flavoparmelia caperata</i>	4	0,8	–	–	–	–	2	5,6	2	3,4
<i>Flavoparmelia soredians</i>	9	1,7	–	–	6	1,9	–	–	3	5,1
<i>Flavopunctelia soredica</i>	1	0,2	–	–	–	–	–	–	1	1,7
<i>Graphis elegans</i>	8	1,5	–	–	–	–	–	–	8	13,6
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	2	0,4	1	0,9	–	–	1	2,8	–	–
<i>Hypogymnia physodes</i>	3	0,6	–	–	–	–	1	2,8	2	3,4
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Lecanora allophana</i>	5	1,0	1	0,9	1	0,3	1	2,8	2	3,4
<i>Lecanora carpinea</i>	9	1,7	–	–	1	0,3	4	11,1	4	6,8
<i>Lecanora chlarotera</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Lecanora glabrata</i>	2	0,4	–	–	1	0,3	1	2,8	–	–
<i>Lecanora hageni</i>	3	0,6	–	–	1	0,3	1	2,8	1	1,7
<i>Lecanora impudens</i>	3	0,6	–	–	1	0,3	1	2,8	1	1,7
<i>Lecanora leptyroides</i>	1	0,2	–	–	–	–	–	–	1	1,7
<i>Lecanora meridionalis</i>	8	1,5	–	–	–	–	–	–	8	13,6
<i>Lecanora populicola</i>	8	1,5	–	–	3	1,0	2	5,6	3	5,1
<i>Lecanora rugosella</i>	3	0,6	–	–	2	0,6	–	–	1	1,7
<i>Lecanora sambuci</i>	37	7,1	12	10,5	16	5,1	2	5,6	7	11,9

<i>Lecanora subrugosa</i>	16	3,1	–	–	–	–	1	2,8	15	25,4
<i>Lecidella euphorea</i>	66	12,7	5	4,4	29	9,3	11	30,6	21	35,6
<i>Lecidella elaeochroma</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Lepraria incana</i>	3	0,6	1	0,9	1	0,3	–	–	1	1,7
<i>Melanelixia glabra</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Melanelixia subargentifera</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Melanohalea exasperatula</i>	2	0,4	1	0,9	–	0,0	1	2,8	–	–
<i>Melanohalea exasperata</i>	2	0,4	–	–	2	0,6	–	–	–	–
<i>Melanohalea olivacea</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Neofuscelixia verruculifera</i>	1	0,2	–	–	–	–	–	–	1	1,7
<i>Ochrolechia parella</i>	1	0,2	–	–	–	–	–	–	1	1,7
<i>Opegrapha rufescens</i>	1	0,2	–	–	1	0,3	–	–	–	–
<i>Opegrapha varia</i>	1	0,2	–	–	–	–	1	2,8	–	–
<i>Parmotrema cetratum</i>	9	1,7	–	–	9	2,9	–	–	–	–
<i>Parmelia sulcata</i>	19	3,6	–	–	7	2,2	5	13,9	7	11,9
<i>Parmelina quercina</i>	3	0,6	–	–	–	–	1	2,8	2	3,4
<i>Parmelina tiliacea</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	3	0,6	–	–	–	–	2	5,6	1	1,7
<i>Parmotrema pertatum</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Parmotrema reticulatum</i>	9	1,7	–	–	9	2,9	–	–	–	–
<i>Parmotrema stuppeum</i>	9	1,7	–	–	–	–	4	11,1	5	8,5
<i>Peltigera aphthosa</i>	1	0,2	–	–	1	0,3	–	–	–	–
<i>Pertusaria albescens</i>	9	1,7	1	0,9	5	1,6	1	2,8	2	3,4
<i>Pertusaria amara</i>	1	0,2	–	–	–	–	1	2,8	–	–
<i>Pertusaria constricta</i>	3	0,6	–	–	–	–	1	2,8	2	3,4
<i>Pertusaria hemisphaerica</i>	3	0,6	1	0,9	1	0,3	–	–	1	1,7
<i>Pertusaria leioplaca</i>	4	0,8	–	–	–	–	1	2,8	3	5,1
<i>Pertusaria multipuncta</i>	3	0,6	–	–	–	–	–	–	3	5,1
<i>Pertusaria pseudophlyctis</i>	4	0,8	–	–	–	–	–	–	4	6,8
<i>Phaeophyscia ciliata</i>	3	0,6	–	–	1	0,3	1	2,8	1	1,7
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	4	0,8	–	–	1	0,3	1	2,8	2	3,4
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	6	1,2	–	–	–	–	3	8,3	3	5,1
<i>Phaeophyscia rubropulchra</i>	1	0,2	–	–	–	–	–	–	1	1,7
<i>Physcia adscendens</i>	357	68,5	85	74,6	219	70,2	22	61,1	31	52,5
<i>Physcia aipolia</i>	2	0,4	–	–	–	–	–	0,0	2	3,4
<i>Physcia caesia</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Physcia dubia</i>	2	0,4	1	0,9	–	–	1	2,8	–	–
<i>Physcia stellaris</i>	9	1,7	–	–	–	–	3	8,3	6	10,2
<i>Physcia tenella</i>	20	3,8	–	–	7	2,2	6	16,7	7	11,9
<i>Physciella melanchra</i>	3	0,6	–	–	3	1,0	–	–	–	–

<i>Physconia distorta</i>	3	0,6	–	–	1	0,3	1	2,8	1	1,7
<i>Physconia muscigena</i>	38	7,3	4	3,5	17	5,4	4	11,1	13	22,0
<i>Physconia grisea</i>	114	21,9	14	12,3	67	21,5	14	38,9	19	32,2
<i>Platismatia glauca</i>	9	1,7	–	–	–	–	5	13,9	4	6,8
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	16	3,1	–	–	–	–	1	2,8	15	25,4
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	2	0,4	–	–	1	0,3	–	–	1	1,7
<i>Ramalina dilacerata</i>	8	1,5	–	–	–	–	–	–	8	13,6
<i>Ramalina farinacea</i>	5	1,0	–	–	–	–	2	5,6	3	5,1
<i>Ramalina fastigiata</i>	7	1,3	–	–	–	–	1	2,8	6	10,2
<i>Ramalina fraxinea</i>	3	0,6	–	–	–	–	1	2,8	2	3,4
<i>Ramalina pollinaria</i>	2	0,4	–	–	–	–	1	2,8	1	1,7
<i>Rinodina pyrina</i>	1	0,2	–	–	–	–	–	–	1	1,7
<i>Xanthoparmelia camtschadalis</i>	1	0,2	–	–	–	–	–	–	1	1,7
<i>Xanthoria parietina</i>	356	68,3	65	57,0	241	77,2	12	33,3	38	64,4
<i>Xanthoria polycarpa</i>	29	5,6	–	–	21	6,7	5	13,9	2	3,4
Всего	521	100	114	100	312	100	36	100	59	100
Примечание: а – количество площадей, на которых был встречен данный вид лишайника; R – коэффициент встречаемости; «–» – вид отсутствует										

Таблица 3 – Среднее проективное покрытие эпифитных лишайников в разных зонах урбозкосистемы города Кропоткина (%)

Вид	Зоны							
	центральная		периферическая		парковая		пригородная	
	среднее	максимальное	среднее	максимальное	среднее	максимальное	среднее	максимальное
<i>Amandinea punctata</i>	–	–	0,022	7,0	–	–	0,017	1,0
<i>Anaptychia ciliaris</i>	–	–	–	–	0,167	6,0	–	–
<i>Buellia disciformis</i>	0,009	1,0	–	–	0,222	8,0	0,025	1,5
<i>Calicium quercinum</i>	–	–	–	–	–	–	0,034	2,0
<i>Caloplaca cerina</i>	0,009	1,0	0,029	9,0	0,055	2,0	–	–
<i>Caloplaca citrina</i>	–	–	0,003	1,0	0,028	1,0	–	–
<i>Caloplaca holocarpa</i>	–	–	0,036	11,4	0,055	2,0	0,119	7,0
<i>Candelaria concolor</i>	0,026	3,0	0,027	8,5	0,472	17,0	0,356	21,0
<i>Candelariella aurella</i>	0,009	1,0	0,022	7,0	0,028	1,0	0,068	4,0
<i>Candelariella vitellina</i>	–	–	0,003	1,0	1,514	54,5	0,017	1,0
<i>Candelariella xanthostigma</i>	0,009	1,0	0,135	42,0	0,028	1,0	0,102	6,0
<i>Cetrelia olivetorum</i>	–	–	–	–	0,028	1,0	0,017	1,0
<i>Chrysothrix candelaris</i>	0,009	1,0	0,003	1,0	–	–	0,017	1,0
<i>Cladonia carneola</i>	–	–	–	–	0,944	34,0	0,135	8,0
<i>Cladonia sulphurina</i>	–	–	–	–	0,944	34,0	0,135	8,0
<i>Evernia prunastri</i>	–	–	0,003	1,0	0,083	3,0	0,034	2,0
<i>Flavoparmelia caperata</i>	–	–	–	–	0,305	11,0	0,271	16,0
<i>Flavoparmelia soredians</i>	–	–	0,006	2,0	–	–	0,051	3,0
<i>Flavopunctelia soredica</i>	–	–	–	–	–	–	0,017	1,0
<i>Graphis elegans</i>	–	–	–	–	–	–	0,034	2,0
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	0,059	6,7	–	–	0,153	5,5	–	–
<i>Hypogymnia physodes</i>	–	–	–	–	0,111	4,0	0,085	5,0
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	–	–	–	–	0,111	4,0	0,034	2,0
<i>Lecanora allophana</i>	0,035	4,0	0,014	4,5	0,111	4,0	0,085	5,0
<i>Lecanora carpinea</i>	–	–	0,003	1,0	0,264	9,5	0,051	3,0
<i>Lecanora chlarotera</i>	–	–	–	–	0,042	1,5	0,034	2,0
<i>Lecanora glabrata</i>	–	–	0,003	1,0	0,042	1,5	–	–
<i>Lecanora hageni</i>	–	–	0,026	8,0	0,055	2,0	0,017	1,0
<i>Lecanora impudens</i>	–	–	0,003	1,0	0,083	3,0	0,085	5,0
<i>Lecanora leptyroides</i>	–	–	–	–	–	–	0,034	2,0
<i>Lecanora meridionalis</i>	–	–	–	–	–	–	0,135	8,0
<i>Lecanora populicola</i>	–	–	0,135	42,0	0,305	11,0	0,051	3,0
<i>Lecanora rugosella</i>	–	–	0,009	3,0	–	–	0,068	4,0
<i>Lecanora sambuci</i>	0,272	31,0	0,094	29,5	0,139	5,0	0,169	10,0

<i>Lecanora subrugosa</i>	–	–	–	–	0,083	3,0	0,390	23,0
<i>Lecidella euphorea</i>	0,381	43,4	0,082	25,5	1,125	40,5	0,407	24,0
<i>Lecidella elaeochroma</i>	–	–	–	–	0,083	3,0	0,017	1,0
<i>Lepraria incana</i>	0,009	1,0	0,003	1,0	–	–	0,034	2,0
<i>Melanelixia glabra</i>	–	–	–	–	0,055	2,0	0,186	11,0
<i>Melanelixia subargentifera</i>	–	–	–	–	0,055	2,0	0,186	11,0
<i>Melanohalea exasperatula</i>	0,009	1,0	–	–	0,055	2,0	–	–
<i>Melanohalea exasperata</i>	–	–	0,003	1,0	–	–	–	–
<i>Melanohalea olivacea</i>	–	–	–	–	0,111	4,0	0,085	5,0
<i>Neofuscelia verruculifera</i>	–	–	–	–	–	–	0,017	1,0
<i>Ochrolechia parella</i>	–	–	–	–	–	–	0,152	9,0
<i>Opegrapha rufescens</i>	–	–	0,006	2,0	–	–	–	–
<i>Opegrapha varia</i>	–	–	–	–	0,083	3,0	–	–
<i>Parmelia sulcata</i>	–	–	0,030	9,5	1,977	71,2	0,322	19,0
<i>Parmelina quercina</i>	–	–	–	–	0,139	5,0	0,203	12,0
<i>Parmelina tiliacea</i>	–	–	–	–	0,083	3,0	0,034	2,0
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	–	–	–	–	0,767	27,6	0,059	3,5
<i>Parmotrema cetratum</i>	–	–	0,016	5,0	–	–	–	–
<i>Parmotrema perlatum</i>	–	–	–	–	0,222	8,0	0,135	8,0
<i>Parmotrema reticulatum</i>	–	–	0,029	9,0	–	–	–	–
<i>Parmotrema stuppeum</i>	–	–	–	–	0,055	2,0	0,135	8,0
<i>Peltigera aphthosa</i>	–	–	0,003	1,0	–	–	–	–
<i>Pertusaria albescens</i>	0,017	2,0	0,006	2,0	0,083	3,0	0,102	6,0
<i>Pertusaria amara</i>	–	–	–	–	0,083	3,0	–	–
<i>Pertusaria constricta</i>	–	–	–	–	0,083	3,0	0,102	6,0
<i>Pertusaria hemisphaerica</i>	0,009	1,0	0,003	1,0	–	–	0,068	4,0
<i>Pertusaria leioplaca</i>	–	–	–	–	0,194	7,0	0,491	29,0
<i>Pertusaria multipuncta</i>	–	–	–	–	–	–	0,491	29,0
<i>Pertusaria pseudophlyctis</i>	–	–	–	–	–	–	0,034	2,0
<i>Phaeophyscia ciliata</i>	–	–	0,016	5,0	0,139	5,0	1,203	71,0
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	–	–	0,016	5,0	0,194	7,0	0,186	11,0
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	–	–	–	–	0,944	34,0	0,491	29,0
<i>Phaeophyscia rubropulchra</i>	–	–	–	–	–	–	0,085	5,0
<i>Physcia adscendens</i>	3,307	35,0	9,231	72,0	11,708	61,5	5,813	48,0
<i>Physcia aipolia</i>	–	–	–	–	–	–	0,068	4,0
<i>Physcia caesia</i>	–	–	–	–	0,139	5,0	0,102	6,0
<i>Physcia dubia</i>	0,009	1,0	–	–	0,028	1,0	–	–
<i>Physcia stellaris</i>	–	–	–	–	1,333	48,0	0,178	10,5
<i>Physcia tenella</i>	–	–	0,131	41,0	1,861	67,0	0,525	31,0
<i>Physciella melanchra</i>	–	–	0,006	2,0	–	–	–	–

<i>Physconia distorta</i>	–	–	0,014	4,5	0,083	3,0	0,127	7,5
<i>Physconia muscigena</i>	0,136	15,5	0,054	17,0	0,736	26,5	0,458	27,0
<i>Physconia grisea</i>	0,232	26,5	0,215	67,0	0,792	28,5	1,051	62,0
<i>Platismatia glauca</i>	–	–	–	–	0,139	5,0	0,034	2,0
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	–	–	–	–	0,333	12,0	0,390	23,0
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	–	–	0,006	2,0	–	–	0,051	3,0
<i>Ramalina dilacerata</i>	–	–	–	–	–	–	0,085	5,0
<i>Ramalina farinacea</i>	–	–	–	–	0,083	3,0	0,085	5,0
<i>Ramalina fastigiata</i>	–	–	–	–	0,111	4,0	0,135	8,0
<i>Ramalina fraxinea</i>	–	–	–	–	0,139	5,0	0,034	2,0
<i>Ramalina pollinaria</i>	–	–	–	–	0,167	6,0	0,051	3,0
<i>Rinodina pyrina</i>	–	–	–	–	–	–	0,017	1,0
<i>Xanthoparmelia camtschadalis</i>	–	–	–	–	–	–	0,017	1,0
<i>Xanthoria parietina</i>	1,105	12,0	6,215	67,0	5,597	57,5	5,644	38,0
<i>Xanthoria polycarpa</i>	–	–	0,040	12,5	0,208	7,5	0,051	3,0
Примечание: «–» – вид отсутствует								



Рисунок 1 – Эпифитный лишайник *Candelaria concolor* (Dicks.) B. Stein. на коре форофита тополя пирамидального (г. Кропоткин, 08.11.2011)
(x6)



Рисунок 2 – Эпифитный лишайник *Evernia prunastri* (L.) Ach. на коре форофита дуба черешчатого
(г. Кропоткин, 23.10.2011)
(x6)



Рисунок 3 – Эпифитный лишайник *Parmelia sulcata* (Tayl.) на коре форوفита каштана конского обыкновенного (г. Кропоткин, 19.04.2011)
(x6)



Рисунок 4 – Эпифитный лишайник *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr на коре форофита ивы белой
(г. Кропоткин, 03.05.2011)
(x6)



Рисунок 5 – Эпифитный лишайник *Buellia disciformis* (Fr.) Mudd на коре форофита дуба черешчатого
(г. Кропоткин, 03.05.2011)
(x6)



Рисунок 6 – Эпифитный лишайник *Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber на коре форфита ясеня высокого
(г. Кропоткин, 10.05.2011)
(x6)



Рисунок 7 – Эпифитный лишайник *Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier на коре форофита ясеня высокого
(г. Кропоткин, 02.05.2011)
(x6)



Рисунок 8 – Эпифитный лишайник *Lecanora chlarotera* Nyl. на коре форофита дуба черешчатого
(г. Кропоткин, 02.05.2011)
(x6)



Рисунок 9 – Эпифитный лишайник *Parmotrema stuppeum* (Taylor) Hale на коре форофита клена полевого
(г. Кропоткин, 03.06.2012)
(x6)



Рисунок 10 – Эпифитный лишайник *Lecanora sambuci* (Pers.) Nyl. на коре форофита клена полевого
(г. Кропоткин, 10.05.2012)
(x6)



Рисунок 11 – Эпифитный лишайник *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco. & al. на коре форофита осины обыкновенной (г. Кропоткин, 03.06.2012) (x6)



Рисунок 12 – Эпифитный лишайник *Chrysothrix candelaris* (L.) J. R. Laundon на коре форофита гледичии трехколючковой (г. Кропоткин, 03.06.2012)
(x6)



Рисунок 13 – Эпифитный лишайник *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. на коре форофита
ясеня высокого (г. Кропоткин, 03.06.2012)
(x6)



Рисунок 14 – Эпифитный лишайник *Graphis elegans* (Borrer ex Sm.) Ach. на коре форфита гледичии трехколючковой (г. Кропоткин, 15.06.2012)
(x6)



Рисунок 15 – Эпифитный лишайник *Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W. L. Culb. & C. F. Culb. на коре форофита дуба черешчатого (г. Кропоткин, 15.06.2012)
(x6)



Рисунок 16 – Эпифитный лишайник *Caloplaca cerina* (Ehrh. Ex Hedw.) Th. Fr. на коре форофита дуба черешчатого
(г. Кропоткин, 02.05.2011)
(x6)



Рисунок 17 – Эпифитный лишайник *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg на коре форофита дуба черешчатого
(г. Кропоткин, 02.05.2011)
(x6)



Рисунок 18 – Лихеносинузия *Physconia grisea* + *Candelaria concolor* на коре форофита тополя пирамидального (г. Кропоткин, 08.11.2011)
(x6)



Рисунок 19 – Лихеносинузия *Physcia adscendens* + *Physconia muscigena* + *Xanthoria parietina* на коре форофита каштана конского обыкновенного (г. Кропоткин, 08.11.2011)
(x6)



Рисунок 20 – Лихеносинузия *Phycia adscendens* + *Xanthoria parietina* на коре форофита каштана конского обыкновенного (г. Кропоткин, 14.10.2011)
(x6)



Рисунок 21 – Лихеносинузия *Physcia adscendens* + *Parmelia sulcata* + *Xanthoria parietina* на коре форофита каштана конского обыкновенного (г. Кропоткин, 09.03.2012)
(x6)



Рисунок 22 – Лихеносинузия *Candelaria concolor* + *Xanthoria parietina* на коре форофита каштана конского обыкновенного (г. Кропоткин, 19.08.2011)
(x6)



Рисунок 23 – Лихеносинузия *Physcia adscendens* + *Parmotrema stipreum* на коре форофита дуба черешчатого (г. Кропоткин, 10.07.2012)
(x6)



Рисунок 24 – Лихеносинузия *Physcia airolia* + *Physconia grisea* на коре форофита каштана конского обыкновенного (г. Кропоткин, 28.05.2011)
(x6)



Рисунок 25 – Эпифитный лишайник *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale на коре форوفита каштана конского обыкновенного (г. Кропоткин, 28.05.2011)
(x6)



Рисунок 26 – Эпифитный лишайник *Hurogymnia physodes* (L.) Nyl. на коре форофита клена полевого (г. Кропоткин, 28.05.2011)
(x6)



Рисунок 27 – Эпифитный лишайник *Neofuscelia verruculifera* (Nyl.) Essl. на коре форофита
ясеня высокого (г. Кропоткин, 28.05.2011)
(x6)

Научное издание

Криворотов Сергей Борисович
Манилова Ольга Юрьевна

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА КРОПОТКИНА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА
ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ**

Монография

В авторской редакции

Дизайн обложки – ФИО

Подписано в печать _____.2015. Формат 60×84^{1/16}

Усл. печ. л. – 11,6. Уч. – изд. л. – 9,1.

Тираж ... экз. Заказ № ...

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13