

На правах рукописи

Родникова Илона Мироновна

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА
В ЛАЗОВСКОМ И УССУРИЙСКОМ ЗАПОВЕДНИКАХ
(ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ
ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

03.00.16 – Экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук



Владивосток

2000

Работа выполнена в Дальневосточном государственном университете, Тихоокеанском институте географии ДВО РАН

Научные руководители:

доктор биологических наук, профессор Н.К. Христофорова
кандидат биологических наук И.Ф. Скирина

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук В.П. Селедец
доктор биологических наук, профессор А.В. Галагин

Ведущее учреждение: Биолого-почвенный институт ДВО РАН

Защита состоится «24» февраля 2000 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 064.58.01 при Дальневосточном государственном университете по адресу: 690600, г. Владивосток, ул. Мордовцева, 12, комн. 139.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Дальневосточного государственного университета.

Автореферат разослан «27» января 2000 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Г.Ю. Дмитриева

Общая характеристика работы

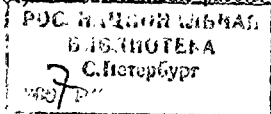
Актуальность темы. Одной из актуальных современных проблем является изучение и оценка состояния природной среды, охрана и рациональное использование природных ресурсов. Приморье - наиболее заселенная и хозяйственно развитая территория Дальнего Востока. Здесь представлены разнообразная промышленность и сельскохозяйственное производство. Природа Приморского края в последнее время подвергается сильному влиянию деятельности человека. Это сказывается на качестве среды даже особо охраняемых природных территорий, в том числе заповедников. В связи с этим очень важно проводить регулярный контроль за состоянием экосистем на заповедных территориях.

Лишениоиндикация является одним из распространенных методов биологической индикации, используемых в системе долговременного мониторинга состояния приземного воздуха. Несмотря на то, что лишайники обладают высокой экологической пластичностью, позволяющей им переносить неблагоприятные условия среды, они оказались также наиболее чувствительными компонентами экосистем, реагирующими на загрязнение атмосферы. Под действием загрязненного воздуха у них происходят различные анатомические и физиологические изменения. При длительном неблагоприятном воздействии происходит смена видового состава лишайников. В целях лишениоиндикации используются эпифитные лишайники (растущие на стволах деревьев), так как почти все необходимое для своей жизнедеятельности эти виды получают из воздуха. Поэтому по уровню содержания различных элементов в их талломах определяют загрязнение среды (Шапиро, 1991).

Первые лишениоиндикационные работы относятся ко второй половине прошлого века, когда исследователи стали отмечать обеднение видового состава лишениофлоры городов и промышленных центров и различную чувствительность видов лишайников к загрязненности среды (Nylander, 1866). К настоящему времени разработаны различные методы лишениоиндикационного анализа, которые широко используются для оценки загрязненности воздуха. Важно, что их результаты дают сопоставимую картину с детальными геоэкологическими методами (Dequelle, 1978; Нифонтова, 1981; Инсарова, Инсаров, 1989; Kondratuk, 1994 и др.).

Лишениологические исследования в Приморском крае ведутся с начала нашего века. Первые сведения о лишайниках Приморья опубликованы в работах Л.А. Еленкина (1912), М.П.Томина (1926). Большой вклад в изучение лишениофлоры края в 1930-70 гг. внесли: А.Н. Окснер, К.А. Рассадина, Е.К. Штукенберг, Н.В. Горбач, Д.К. Гесь, О.Б.Блюм, М.Ф. Макаревич. Некоторые виды лишайников упоминаются в работах геоботаников и лесоводов Н.Е. Кабанова (1937), П.П. Жудовой (1967). Планомерные исследования на юге Приморского края в 1970-е годы выполнены Л.А. Княжевой и в 80-е годы - С.И. Чабаненко.

Лишениоиндикационные исследования в Приморье были начаты в 1974 г. в долине р. Рудной С.В. Баденковой, Л.А.Княжевой и И.Ф. Смирновой (1981). В 1981 г. такие работы



проводились на п-ове Муравьева-Амурского (Скирина, Качур, 1988). В начале 90-х гг. лишеноиндикационный метод был использован для составления карт-схем состояния приземного воздуха в Артеме, Дальнегорске и в небольших населенных пунктах (Скирина, 1998). Было исследовано влияние на лишенофлору различных источников загрязнения, в том числе пирогенного фактора (низовые пожары) (Кудрявцева, Скирина, 1988). Мониторинг среды выявил тенденцию к деградации лишайников и обеднению лишенофлоры юга Приморья, обусловленную техногенными и пирогенными факторами (Скирина, 1998).

Цели и задачи исследования. Целью настоящей работы является оценка состояния приземного воздуха в двух заповедниках Приморского края (Лазовского и Уссурийского) с помощью методов лишеноиндикации. Оба эти заповедника находятся в окружении промышленно-развитых территорий, но Лазовский заповедник более удален от индустриальных центров Приморья, чем Уссурийский. В связи с тем, что видовой состав лишайников Уссурийского заповедника изучен недостаточно, а для проведения лишеноиндикационных работ необходимо знание лишенофлоры, помимо индикационных исследований одной из наших задач было изучение видового разнообразия лишайников в этом заповеднике. Поскольку объем информации об оценке качества среды с помощью лишайников возрастает для удобства пользования полученными результатами их пополнения, модификации, интеграции, было также целесообразно продумать и предложить компьютерную версию базы данных по лишеноиндикации.

Работа включала выполнение следующих задач.

1. Изучить на пробных участках, заложенных на территории Лазовского и Уссурийского заповедников, видовой состав, процентное покрытие и жизненное состояние эпифитных лишайников.
2. Определить содержание тяжелых металлов Fe, Cu, Ni, Cd, Mn, Pb, Zn в двух видах наиболее распространенных листоватых эпифитных лишайников *Myelochloa auriculata* и *Flavoparmelia sarcinata* как отклик на антропогенное загрязнение среды.
3. Разработать компьютерную базу данных «Лишеноиндикация» для эффективного проведения мониторинговых исследований, требующих хранения и анализа большого количества материала

Научная новизна работы. На основании собственных материалов, а также литературных данных составлен список лишайников обследованной территории Уссурийского заповедника, насчитывающий 201 вид, из которых 73 вида приводятся впервые для заповедника, 9 – впервые для Приморского края

Расширена существовавшая до сих пор шкала, оценивающая жизненное состояние лишайников, применительно к естественным местообитаниям.

Впервые использован метод лишеноиндикации для оценки состояния приземного воздуха в Уссурийском и Лазовском заповедниках, позволяющий проводить в дальнейшем регулярный мониторинг качества воздушной среды в этих местах.

Разработана компьютерная база данных для хранения и обработки результатов индикационных и мониторинговых наблюдений за состоянием воздушной среды с помощью лишайников.

Практическая значимость. Заложенные на территории заповедников пробные участки являются точками отчета, которые при дальнейших лишеноиндикационных исследованиях позволят выявить тенденции в изменении состояния воздуха. Работа ориентированна на нужды экологического мониторинга. Полученные результаты используются в лекционном курсе «Методы экологических исследований», а также в спецкурсе по биоразнообразию лишенофлоры и лишеноиндикации для студентов-экологов ДВГУ.

Данные по флоре лишайников переданы в соответствующие заповедники для использования в «Летописи природы».

Разработанная компьютерная база данных «Лишеноиндикация» содержит все накопленные к данному моменту результаты и позволяет автоматизировать процесс их обработки.

Защищаемые положения

1. При сходстве флор Уссурийского и Лазовского заповедников наблюдается различие в соотношении разных групп видов, которое отражает состояние среды в исследуемых районах. В Лазовском заповеднике выше встречаемость кустистых видов лишайников, более чувствительных к антропогенному воздействию, в Уссурийском преобладают листоватые и накипные, которые лучше выносят атмосферное загрязнение.

2. Изучение жизненного состояния лишайников позволяет получить более точную картину, которая показывает, что оба заповедника подвергаются отрицательному влиянию окружающих территорий и их биота находится в угнетенном состоянии. 6- бальная шкала позволила выявить, что эпифитные лишайники Уссурийского заповедника находятся в худшем жизненном состоянии.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на: III Дальневосточной конференции по заповедному делу (Владивосток, 1997); Региональной естественнонаучной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Владивосток, 1997); Международной конференции «Лишайники как индикаторы пралесов Восточных Карпат» (Кисв, 1998); IV Дальневосточной конференции по заповедному делу (Владивосток, 1999); Международном симпозиуме «Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез» (Улан-Удэ, 1999), а также на заседаниях лаборатории геохимии Тихоокеанского института географии и кафедры общей экологии Дальневосточного государственного университета.

Публикации. По материалам исследований опубликовано 8 работ

Объем и структура диссертации. Работа включает введение, обзор литературы, информацию о районах полевых работ и методах исследования, три главы, посвященные результатам исследований, выводы, список литературы, содержащий 189 источников, в том числе 71 иностранный. Диссертация изложена на 176 стр., включает 95 стр. основного текста, 19 таблиц, 25 рисунков и Приложение, содержащее описание пробных участков, список видов лишайников, таблицы таксономических спектров эпифитных лишайников, список полных названий сосудистых растений, таблицы содержания тяжелых металлов.

Автор глубоко признателен наставникам и коллегам: Н.К. Христофоровой, И.Ф.Скириной, А.В. Жирмунскому, Л.Я. Ащепковой, В.П. Селесцу, В.С. Аржановой, Е.Н. Потапову, преподавателям кафедры общей экологии ДВГУ и сотрудникам лаборатории геохимии ТИГ ДВО РАН – за советы, рекомендации, критические замечания и консультации при написании работы, а также за помощь в сборе гербарного материала и идентификации лишайников

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Физико-географическая характеристика районов работ

Географическое положение Приморского края в южных широтах умеренного пояса на востоке Евразии обуславливает особенности климата, почвенного покрова, растительности и ландшафта в целом. Рельеф края в основном горный, климат – муссонный. Весь комплекс природных условий Приморья, в том числе южной части края, благоприятствует развитию богатого и разнообразного лишайникового покрова.

Природные условия Лазовского заповедника. Более 90% площади заповедника покрыто лесами. 64% занимают дубовые леса. По своему происхождению это вторичные леса, возникшие на месте коренных кедрово-широколиственных. Коренные кедровые леса в настоящее время занимают незначительные площади в континентальной части заповедника (Лаптев и др., 1985). Верхняя часть высоких хребтов покрыта слоисто-лихтовыми лесами. Экосистемы, которые можно считать практически ненарушенными, занимают не более 40% охраняемой территории.

Природные условия Уссурийского заповедника. Вся территория заповедника покрыта лесом (Васильев и др., 1978). Четко выделяются два высотных растительных пояса: хвойно-широколиственные леса и лихтово-слоевые леса. Леса, образованные главным образом кедровой сосной корейской (*Pinus koraiensis* Siebold, et Zucc.) в сочетании с многочисленными широколиственными породами, являются основной формацией заповедника и занимают 42 % площади. Леса с преобладанием дуба монгольского (*Quercus mongolica* Fisch ex Ledeb.), как правило, производные. В Уссурийском заповеднике встречаются весьма редко. По отношению ко всей современной территории Уссурийского заповедника площадь, занимаемая практически неизменными природными комплексами, составляет около 40 %.

Материалы и методы

Основой для написания данной работы послужили материалы (гербарный материал, образцы для анализа и описание пробных участков), собранные в Лазовском заповеднике в 1993 – 1995 гг. и Уссурийском заповеднике в 1997 – 1999 гг.. Всего в заповедниках было заложено 39 пробных участков с учетом физико-географических условий и влияния антропогенных факторов. При описании пробных участков была использована стандартная методика (Шапиро, 1991). На каждом пробном участке описания эпифитных лишайников проводились на 3-5 древесных доминирующей породы, приблизительно одного возраста, на высоте ствола 1,3 м и 0,3 м на стороне с наибольшим покрытием лишайников.

Процентное покрытие лишайников оценивалось с помощью квадрат-сетки 20x20 см. Определялась степень покрытия каждого вида, встречаемость видов и общее покрытие всеми видами лишайников, их жизненное состояние. Жизненное состояние лишайников оценивалось по 6-бальной шкале (за основу взята шкала, разработанная И.Ф. Скрипиной (1998) и уточненная автором): 1 балл - слоевище полностью разрушено (разрушен верхний коровой слой и сердцевина), остаются только черные плагнотропные пластинки; 2 - слоевище сильно повреждено (более 50 % слоевища), разрушен верхний коровой слой, изменен цвет; 3 - разрушено менее 50 % слоевища; 4 - лишайник угнетен - слоевище деформировано (бухристость корового слоя, разрушение гимениального слоя апотецьев), имеет небольшие размеры; 5 - угнетение проявляется в образовании на нем налета; 6 - повреждений нет, слоевище здоровое.

Всего в заповедниках было обследовано 262 ствола деревьев, описано, в целом, на всех деревьях 317 площадок и собрано 1 848 гербарных образцов.

Анализ проб на содержание тяжелых металлов проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Общее количество элемент-определений составило 770.

Идентификация лишайников проводилась по общепринятой в лишайнологии методике. Химический состав ряда видов был подтвержден с помощью тонкослойной хроматографии.

Лишайники районов исследований

Лишайники Лазовского заповедника. Для успешного применения лишайноиндикации в экологическом мониторинге необходимо знать видовой состав лишайников обследуемой территории с учетом местонахождений, местообитаний, встречаемости и жизненного состояния видов. На основе повторных наблюдений возможно установление изменений в составе лишайников, отражающих перемены в экологическом режиме местности (Трасс, 1978).

В связи с тем, что в целях лишайноиндикации используются в основном эпифитные лишайники, в дальнейшем мы будем рассматривать только эту экологическую группу.

Лихенофлора Лазовского заповедника изучена достаточно хорошо и составляет 381 вид. Эпифитная лихенофлора Лазовского заповедника насчитывает 231 вид, относящийся к 76

родам. 29 семействам и 11 порядкам, что составляет 60,6 % от известных для заповедника видов. Основу лишайнофлоры составляют лишайники порядка Lecanorales (158 видов, 68,4 % от общего числа видов). Остальные порядки имеют меньшее видовое и родовое разнообразие. Наиболее крупными из них являются Pertusariales (19 видов) и Peltigerales (17 видов).

Среднее число видов в семействе 8. Семейств с уровнем видовой богатства выше среднего - 7. Они включают 183 вида или 79,2 %. Эти семейства можно отнести к числу наиболее полиморфных ведущих семейств во флоре данного района (табл. 1). На остальные 23 семейства приходится 48 видов, или 20,8 %. Среднее число родов в семействе 2,6. 11 семейств представлены 1 видом (4,8%). Наиболее полиморфны по количеству родов семейства Parmeliaceae (26 родов - 33,8 %), Physciaceae (8 родов - 14,7 %).

Таблица 1
Состав ведущих семейств эпифитной лишайнофлоры Лазовского заповедника (по: Чабанаенко, 1990 а,б с дополнением автора)

Место во флоре по числу видов	Семейство	Число родов	Число видов	% от общего числа видов
1	Parmeliaceae	26	78	33,8
2	Physciaceae	8	34	14,7
3	Pertusariaceae	2	19	8,2
4	Lobariaceae	3	17	7,4
5	Collembataceae	2	14	6,1
6	Lecanoraceae	3	13	5,6
7	Teloschiataceae	3	8	3,4
	Всего	47	183	79,2

В состав лишайнофлоры входит 76 родов. Среднее число видов в роде 3,0. Видовым разнообразием выше среднего уровня обладает 20 родов. Из них 11 родов содержат в своем составе более 5 видов (табл. 2). Их можно отнести к числу полиморфных, ведущих родов лишайнофлоры заповедника, включающих 106 видов (45,9 %). 35 родов представлены 1 видом (15,2 %).

Среди экологических групп лишайников преобладают типичные для лесной растительности мезофиты (229 видов - 99,1 %), психрофиты, типичные для холодных и влажных местообитаний высокогорного пояса, и ксерофиты, наименее характерные для муссонного климата. представлены 1 видом каждой.

Большое число полиморфных родов в составе лишайнофлоры указывает на длительность процесса ее развития и давность обитания представителей этих родов в пределах данного региона. Вместе с тем, преобладание семейств и родов, представленных небольшим числом видов, говорит о значительной роли миграционных процессов в формировании данной флоры (Голубкова, 1983).

Таким образом, эпифитная лишайнофлора Лазовского заповедника составляет 51,7 % от известных для Приморья лишайников-эпифитов (Скяррина, 1998).

Таблица 2

Состав ведущих родов эпифитной лишайнофлоры Лазовского заповедника (по: Чабаненко, 1990 а,б с дополнением автора)

Место во флоре по числу видов	Род	Число видов	% от общего числа
1 - 2	Usnea	14	6,1
1-2	Lobaria	14	6,1
1 - 2	Pertusaria	14	6,1
3	Lecanora	11	4,8
4 - 5	Hypogymnia	9	3,9
4 - 5	Parmelia	9	3,9
6 - 7	Leptogium	8	3,4
6 - 7	Phacophyscia	8	3,4
8	Heterodermia	7	3
9 - 10	Collema	6	2,6
9 - 10	Ramalina	6	2,6
	Всего	106	45,9

Лишайники Уссурийского заповедника. Лишайнофлора Уссурийского заповедника в сравнении с Лазовским менее изучена. Несмотря на довольно обширную литературу (преимущественно работы Л.А. Княжевой с коллегами) полноты картины по ее составу нет. Поэтому перед нами стояла задача пополнить список видов лишайников заповедника. В результате обработки собранных материалов список составил 201 вид, из которых 73 вида новых для заповедника, 9 – для Приморского края.

В этом случае так же, как и для Лазовского заповедника, флористический анализ проводится по эпифитным видам лишайников. Эпифитная лишайнофлора Уссурийского заповедника насчитывает 171 вид, принадлежащий к 66 родам, 29 семействам и 10 порядкам. Это составляет 85 % от известных для заповедника видов лишайников. Основу лишайнофлоры составляют лишайники порядка Lecanorales (117 видов, 68 % от общего числа видов). Другие порядки имеют значительно меньшее видовое и родовое разнообразие. Наиболее крупным из них является Pertusariales - 17 видов.

Так же, как и в Лазовском, состав флоры лишайников Уссурийского заповедника включает 29 семейств. Среднее число видов в семействе - 5,9; среднее число родов в семействе - 2,3; среднее число видов в роде 2,6. Уровень видового богатства выше среднего показателя имеют 7 семейств. Их можно отнести к числу наиболее полиморфных ведущих семейств во флоре района (табл. 3).

Ведущие семейства объединяют 123 вида, что составляет 71,5 %. На остальные 22 семейства приходится 49 видов (28,5 %), 9 семейств представлены 1 видом (5,2 %) Наиболее

полиморфны по количеству родов семейства Parmeliaceae (17 родов - 25,8 %) и Physciaceae (8 родов - 12,1 %).

Таблица 3

Состав ведущих семейств лихенофлоры Уссурийского заповедника

Место во флоре по числу видов	Семейство	Число родов	Число видов	% от общего числа видов
1	Parmeliaceae	17	41	23,8
2	Physciaceae	8	25	14,5
3	Pertusariaceae	2	17	9,9
4	Lecanoraceae	3	13	7,6
5	Collemaataceae	2	11	6,4
6	Lobariaceae	3	9	5,2
7	Teloschistaceae	2	7	4,1
	Всего	37	123	71,5

В составе лихенофлоры района 66 родов. Среднее число видов в роде 2,6. Видовым разнообразием выше среднего уровня обладают 18 родов. Из них 7 родов содержат в своем составе более 5 видов (табл. 4).

Таблица 4

Состав ведущих родов лихенофлоры Уссурийского заповедника

Место во флоре по числу видов	Род	Число видов	% от общ числа
1	Pertusaria	12	7
2	Lecanora	11	6,4
3	Cetrelia	8	4,7
4 - 5	Heterodermia	7	4
4 - 5	Lobaria	7	4
6 - 7	Collema	6	3,5
6 - 7	Caloplaca	6	3,5
	Всего	57	33,1

Их можно отнести к числу полиморфных, ведущих родов Уссурийского заповедника, объединяющих 57 видов (33,1 %). 35 родов представлены 1 видом (20,3 %).

Среди экологических групп лишайников абсолютное большинство составляют мезофиты (170 видов - 98,8%), психрофиты представлены 2 видами (1,2 %).

Эпифитные лишайники Уссурийского заповедника составляют 38,5 % от известных для Приморского края видов лишайников-эпифитов (Скирина, 1998).

Следовательно, в Лазовском и Уссурийском заповедниках присутствует достаточное количество полиморфных родов, говорящих о длительности процесса формирования флоры, однако наличие большой доли семейств и родов, представленных небольшим числом видов, свидетельствует о значительном вкладе в ее формирование и миграционных процессов.

Таким образом, даже несмотря на меньшую изученность лихенофлоры Уссурийского заповедника по сравнению с Лазовским, можно говорить о сходстве эпифитной флоры этих районов. Состав ведущих семейств в заповедниках сходен между собой и типичен для Приморского края в целом и для лесных районов умеренной Голарктики, хотя существуют

некоторые различия в числе видов по отдельным систематическим группам, что может быть связано с различием лесных формаций заповедников, а также антропогенным воздействием.

Лишениоиндикационные исследования в Лазовском заповеднике

Видовой состав, процентное покрытие и жизненное состояние эпифитных лишайников. В основе лишениоиндикации лежит использование видов лишайников и их группировок (Мартин, Назаров, 1978). Видовой состав лишайников, их обилие, покрытие и жизненное состояние указывают на чистоту или загрязненность приземного воздуха. При описании участков особое внимание уделялось видам-индикаторам состояния приземного воздуха. Для юга Дальнего Востока России к экологической группе лишайников неустойчивых к действию разных антропогенных факторов, относят *Evernia mesomorpha* Nyl., *Ramalina calicaris* (L.) Fr., *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal, *Usnea diffracta* Vain., *U. longissima* Ach.: к группе устойчивых - *Flavoparmelia sarcinata* (L.) Hale, *Myelochroa aurulenta* (Tuck.) Elix et Hale, *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., *P. sulcata* Taylor, отличающихся широкой экологической пластичностью. Последние рекомендуются для индикации состояния естественных ландшафтов в рамках локального мониторинга. Кроме того, выделяют группу токситолерантных нитрофильных лишайников - *Candelaria concolor* (Dicks.) Stein., *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg, *Xanthoria fallax* (Hepp) Arnold (Скирина, Качур, 1988; Скирина, 1998).

Расположение пробных участков приведено на рис. 1 - в Приложении. Результаты лишениоиндикационных исследований в Лазовском заповеднике представлены в табл. 5.

Проведенное исследование позволило установить следующее: почти на всех участках, исключая третий, расположенный возле с. Лазо, присутствует естественная лишениофлора. На этом, выпадающем из общей картины участке, под воздействием антропогенных факторов естественная флора лишайников замещается на устойчивые нитрофильные виды. В большинстве мест встречаются неустойчивые к действию антропогенных факторов, т.е. чувствительные виды (*Evernia mesomorpha*, *Menegazzia terebrata*, *Ramalina calicaris*). Они отсутствуют на первом, третьем и двенадцатом участках. Доля кустистых лишайников, более чувствительных к действию антропогенных факторов, чем листоватые и накипные, составляет 8 %. На некоторых участках (первом, третьем, четвертом, пятом и девятом) лишайники подвергаются разрушению. Оно наблюдается в основном у листоватых лишайников *Flavoparmelia sarcinata*, *Myelochroa aurulenta*, *M. subaurulenta* (Nyl.) Elix et Hale, *Parmotrema chinense* (Osbeck) Hale et Ahti, *Parmelia saxatilis*, а также у накипного лишайника *Lepraria juncana* (L.) Ach..

Следовательно, видовой состав лишайников и их жизненное состояние говорят о наличии продолжительного небольшого воздействия на третьем участке (окрестности с. Лазо). В самом же с. Лазо наблюдается полная замена неустойчивых к загрязнению видов на нитрофильные лишайники - *Candelaria concolor*, *Xanthoria fallax*. Источником повышенного

содержания азота в воздухе поселка являются печное отопление, ферма и пирогенный фактор. Поселок оказывает заметное антропогенное влияние на первый участок. Незначительные изменения наблюдаются на четвертом, пятом и девятом участках. На остальных заметного влияния не обнаружено.

Таблица 5

Экологическая характеристика пробных участков на территории Лазовского заповедника

№ пробного участка	Количество видов лишайников	Общее покрытие, %	Экологические группы			Жизненное состояние
			Устойчивые виды	Нитрофильные виды	Виды, характеризующие «чистый» воздух	
1	2,5	21,5	+	-	-	5
2	8,5	36	+	-	+	6
3	5,2	26,6	+	+	-	4
4	4,8	14,8	+	-	+	5
5	5,7	23	+	-	+	5
6	5,7	29,9	+	-	+	6
7	7,3	27,2	+	-	+	6
8	7,1	22,7	+	-	+	6
9	4,6	32,3	+	-	+	5
10	5,8	32,3	+	-	+	6
11	4,2	19,6	+	-	+	6
12	5,6	22,9	+	-	-	6

Содержание тяжелых металлов. Наряду с отклонением в жизненном состоянии, еще одним откликом лишайников на изменение качества воздуха является содержание тяжелых металлов в их талломах. Поэтому одна из наших задач заключалась в определении содержания Fe, Cu, Ni, Cd, Mn, Pb, Zn в тканях двух видов листоватых лишайников, принадлежащих к группе устойчивых к антропогенному влиянию, - *Flavoparmelia sarcata* и *Myelochroa aurulenta*.

Анализ данных показал, что *M.aurulenta* накапливает достоверно больше Mn, Fe, Cu и Zn, а *F. sarcata* - достоверно больше Cd ($P=0,05$). Разница в накоплении Pb и Ni в этих видах не достоверна. Последовательный ряд содержаний металлов в этих двух видах следующий: Fe > Mn > Zn > Pb > Ni << Cu > Cd. Первая часть ряда говорит о преобладающем автотрофном способе питания этих организмов, вторая – о том, какие поллютанты поступают в атмосферу этих мест.

На территории заповедника выделяются 3 зоны повышенных концентраций металлов в организмах: возле с. Лазо, возле северо-восточной границы заповедника и на юге, в районе п. Преображения (рис. 2, 3 – в Приложении).

Повышенное содержание металлов возле с. Лазо можно объяснить влиянием самого поселка. Накопление металлов в лишайниках северо-восточной части заповедника, вероятно, связано с переносом загрязненного воздуха горно-долинными ветрами по долинам рек от проходящей недалеко автотрассы. На участке, находящемся у п. Преображения, и на близлежащих участках накопление металлов, очевидно, связано с влиянием самого поселка и с переносом загрязнения от порта.

Таким образом, на основе проведенного исследования можно сказать, что в Лазовском заповеднике наблюдается незначительное ухудшение жизненного состояния лишайников, вызванное, вероятно, загрязнением воздушной среды. Изменение жизненного состояния лишайников фиксируется не на всех обследованных участках. Кроме того, для территории заповедника характерна естественная неизменная флора лишайников.

Лихеноиндикационные исследования в Уссурийском заповеднике

Видовой состав, процентное покрытие, жизненное состояние эпифитных лишайников. Расположение пробных участков приведено на рис.4. - в Приложении. Результаты лихеноиндикационных исследований в Уссурийском заповеднике представлены в табл. 6.

Исследования показали, что на всех изученных участках присутствует естественная лишайнофлора. Нитрофильных видов не найдено. Доля кустистых видов составляет 4 %. Но вместе с тем, почти повсеместно отмечено значительное угнетение и гибель не только листоватых и кустистых лишайников (*Flavoparmelia caperata*, *Myelochroa aurulenta*, *Parmelia fertilis* Mull.Arg., *P. saxatilis*, *Phaeophyscia hispidula* (Ach.)Moberg, *Ramalina calicaris* и др.), но и накипных (*Tephromela atra* (Huds.) Hafellner in Kalb, *Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach., *L. intumescens* (Dicks.)Rabenh., *L. septentrionalis* H Magn., *Pertusaria subobductans* Nyl., *Lecidella euphorea* (Florke) Hertel in Hawksw., *Rinodina sophodes* (Ach.)A Massal.), которые являются более устойчивыми к вредному воздействию загрязненного воздуха, благодаря меньшей площади соприкосновения с воздушной средой, чем у листоватых и кустистых. Сильному разрушению подвержен чувствительный лишайник *Menegazzia terebrata*. Наличие разных стадий угнетения лишайников (изменение морфологии и цвета слоевища, разрушение верхнего корового стая, разрушение слоевища вплоть до нижней коры, разрушение гимениального слоя апотециев и слоевищного края) позволяет говорить о долговременном неблагоприятном воздействии загрязненного воздуха. На участках, расположенных возле трассы, проходящей через заповедник (9,10,12, 15 и 16) отсутствуют чувствительные к загрязнению виды, что свидетельствует о наличии воздушного загрязнения на территории заповедника.

Поскольку на лишайники в первую очередь неблагоприятно действуют газообразные загрязнители - оксиды серы, азота (Меннинг, Федер, 1985), а заповедник находится в окружении промышленно развитых территорий, можно предположить, что в дальнейшем будет

происходить смена видов естественной флоры на более устойчивые виды, это приведет к обеднению биоразнообразия лишайнофлоры заповедника

Таблица 6

Экологическая характеристика пробных участков на территории Уссурийского заповедника

№ пробного участка	Количество видов лишайников	Общее покрытие, %	Экологические группы			Жизненное состояние
			Устойчивые виды	Нитрофильные виды	Виды, характеризующие «чистый» воздух	
1	5,8	27,1	+	-	+	1
2	6,7	28,1	+	-	+	3
3	6,4	33,1	+	-	+	3
4	5	14	+	-	+	3
5	5,5	15,5	+	-	+	3
6	6	35,7	+	-	+	4
7	4	10,7	+	-	-	4
8	6	38,7	+	-	+	3
9	4,3	25,2	+	-	-	3
10	3,8	17,9	+	-	-	3
11	4,7	29,8	+	-	+	4
12	2,8	36,7	+	-	-	3
13	4,4	14,8	+	-	+	3
14	3,8	11,2	+	-	+	3
15	4,6	16,8	+	-	-	4
16	4,5	15,4	+	-	-	4
17	5,4	18,5	+	-	+	3
18	5	16,8	+	-	+	3
19	6	15,6	+	-	+	3
20	6	15,6	+	-	+	4
21	8	23,4	+	-	+	3
22	4,5	12,6	+	-	-	3
23	5	25,3	+	-	+	3
24	5,8	15,1	+	-	+	3
25	3,3	15,2	+	-	+	3
26	5	32,8	+	-	+	3
27	5,8	29,7	+	-	+	3

Все это позволяет говорить о неблагоприятном влиянии на заповедник окружающих его промышленных агломераций и, кроме того, о локальном загрязнении от проходящей через заповедник трассы

Содержание тяжелых металлов. Так же, как и в Лазовском заповеднике, в Уссурийском было изучено содержание тяжелых металлов в тканях двух видов листоватых лишайников *Myelochroa aurulenta* и *Flavoparmelia sarcinata* как их отклик на качество среды.

В *M. aurulenta* достоверно больше накапливается Fe, Mn, Cu, Zn и Pb. В *F. sarcinata* - Cd, по содержанию Ni разница недостоверна (P=0,05) Последовательный ряд концентраций

элементов следующий: $Fe > Mn > Zn > Pb > Ni > Cu > Cd$. Этот ряд говорит о преобладающем автотрофном способе питания и преобладающих поллютанатах.

По содержанию тяжелых металлов в лишайниках на территории Уссурийского заповедника выделяются некоторые участки (рис. 5,6 – в Приложении). Повышение количества металлов на первом участке можно объяснить его близостью к с. Каймановка. Повышенные концентрации на шестом и восьмом участках, вероятно, связаны с их непосредственным расположением возле дороги, которая используется автотранспортом заповедника; а на девятом и пятнадцатом – с воздействием автотрассы, проходящей через заповедник. Высокое содержание элементов на двадцатом участке, возможно, обусловлено региональным переносом загрязненных воздушных масс.

Сравнительная характеристика Уссурийского и Лазовского заповедников по результатам лишайноиндикационных исследований

Проведенные нами наблюдения в двух заповедниках Приморского края показали, что для обоих заповедников характерна естественная лишайнофлора. Среднее количество видов и общее покрытие на учетных площадках для заповедников достоверно не различаются (рис. 7 а, б – в Приложении).

Вместе с тем в обоих заповедниках отмечено угнетение эпифитных лишайников. Жизненное состояние лишайников в Лазовском заповеднике лучше, чем в Уссурийском (рис. 7 в – в Приложении). Кроме того, в Уссурийском заповеднике доля кустистых лишайников, более чувствительных к атмосферному загрязнению, чем листоватые и накипные, ниже и составляет 4%, в то время как в Лазовском – 8%. Уссурийский заповедник испытывает более сильное антропогенное воздействие в связи с тем, что он находится в окружении индустриально-развитых территорий. Основные источники загрязнения расположены в гг. Владивосток, Уссурийск, Арсгем, Находка, Большой Камень. По данным Комитета по охране окружающей среды Приморского края (Доклад о состоянии природной среды, 1996), главными компонентами загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, являются окись углерода (49,7%), твердые частицы (20,8%), диоксид серы (16%), окислы азота (1,1%), углеводороды (3%). Как видно из этих цифр, основная доля приходится на газообразные загрязняющие вещества, а на лишайники в первую очередь отрицательно действуют именно эти агенты. Учитывая особенности распространения загрязняющих веществ от городских источников (рис. 8 – в Приложении), можно объяснить более благополучное состояние лишайников в Лазовском заповеднике, благодаря его расположению в стороне от основных источников загрязнения и выходу к морю. Однако несмотря на это Лазовский заповедник также подвергается вредному влиянию окружающих его территорий, что и начинает сказываться на лишайниках-эпифитах.

Лишайники Лазовского и Уссурийского заповедников достоверно различаются по накоплению следующих металлов: Fe и Pb в *M. aurulenta* накапливается больше в Уссурийском заповеднике, Mn - в Лазовском; в *F. caperata* Fe накапливается больше в Уссурийском заповеднике. По остальным металлам различий нет (табл. 7, 8).

Таблица 7
Сравнение содержания тяжелых металлов в *Myuroclroa aurulenta* в двух заповедниках (10⁻³ % на золу)

	Лазовский заповедник		Уссурийский заповедник	
	среднее	ст. откл.	среднее	ст. откл.
Fe	2441	984	2935	333
Cu	9,9	5,1	8,3	1,4
Pb	14,7	9,5	21,4	6,1
Mn	204,8	108,7	87,6	32,6
Zn	47,0	19,2	64,1	53,0
Ni	5,8	3,0	5,3	1,7
Cd	0,66	0,58	0,95	0,63

Более высокое содержание Fe и Pb в лишайниках Уссурийского заповедника безусловно связано с расположением этого заповедника в непосредственной близости от основных источников загрязнения атмосферного воздуха в Приморье. Большее содержание Mn в лишайниках Лазовского заповедника, вероятно, можно объяснить лучшим жизненным состоянием организмов в этом месте, так как Mn является элементом, обеспечивающим успешность протекания фотосинтеза.

Таблица 8
Сравнение содержания тяжелых металлов в *Flavoparmelia caperata* в двух заповедниках (10⁻³ % на золу)

	Лазовский заповедник		Уссурийский заповедник	
	среднее	ст. откл.	среднее	ст. откл.
Fe	580	381	996	395
Cu	2,3	0,7	3,2	1,1
Pb	11,0	3,2	15,1	4,9
Mn	44,4	24,9	36,0	14,9
Zn	14,5	5,5	22,7	10,1
Ni	4,8	1,7	4,3	0,9
Cd	1,91	0,46	1,71	0,30

Таким образом, сравнение результатов исследований по двум заповедникам показывают, что и Лазовский, и Уссурийский заповедники испытывают вредное воздействие от окружающих промышленно-развитых территорий. Однако на последнем это влияние сказывается заметно сильнее, что видно по жизненному состоянию эпифитных лишайников и по их элементному химическому составу.

База данных «Лишайноиндикация»

База данных «Лишайноиндикация» была разработана для осуществления автоматической обработки данных в рамках лишайноиндикационных исследований. При проведении мониторинга качества среды возникает необходимость в обработке большого массива информации с использованием различных подходов. Возможности современной

компьютерной техники позволяют усовершенствовать эту обработку и сделать ее значительно быстрее и удобнее. Уже с середины 70-х годов в ботанических исследованиях стали широко использоваться компьютерные базы данных. В настоящее время существуют разнообразные компьютерные пакеты для решения множества проблем, например, по идентификации видов (Лобанов, 1997), компьютерному картированию ареалов (Лоскутов, 1997), созданию различных каталогов и многому другому.

По некоторым подсчетам более 90 процентов пользователей персональных компьютеров используют информацию, которую можно обрабатывать с помощью систем управления базами данных (СУБД) (Дженингс, 1997).

База данных «Лихеноиндикация» была разработана автором для СУБД Access 97 под управлением операционной системы Windows 95. СУБД Access дает пользователям средства для разработки внешне привлекательных, простых для понимания и удобных в использовании приложений, которые позволяют выполнить именно то, чего от них ждут. Системы управления базами данных обладают большими возможностями обработки информации. Для расчетов в базе данных предусмотрены встроенные математические функции. СУБД предоставляет широкие возможности работы не только с числовыми, но и с текстовыми данными.

На рис. 9 (в Приложении) приведена схема данных БД «Лихеноиндикация». Здесь прямоугольники представляют таблицы базы данных, содержащие полный список их полей. База данных состоит из шести таблиц, в которые вносится информация о современном состоянии лишенофлоры на территории заповедников.

Access обладает обширными возможностями по созданию графического интерфейса пользователя для работы с базой данных. Для обеспечения эффективной работы необходимо, чтобы все компоненты приложения были сгруппированы по функциональному назначению. Один из важнейших инструментов работы - это формы ввода/вывода. С помощью этих форм можно делать записи в таблицах базы данных, выполнять их просмотр и корректировку, добавлять и удалять записи, изменять значения в полях (Бекаревич, Пушкина, 1997). Для удобства работы с базой данных «Лихеноиндикация» основные действия, осуществляемые в процессе обработки информации, были объединены в рамках единого пользовательского приложения.

При загрузке файла базы данных открывается главная кнопочная форма (рис. 10 - в Приложении), которая содержит список основных задач, решаемых этим приложением. Выбор блока «Ввод данных» предлагает открыть одну из форм, которые предназначены для загрузки данных в таблицы БД. Нажатие кнопки «Обработка данных» открывает кнопочную форму, с помощью которой можно просмотреть и вывести на принтер результаты обработки информации. Кнопка «Выход из приложения» завершает работу с программой.

Для загрузки данных, полученных в результате полевых и лабораторных исследований, разработаны три формы «Описание участков», «Описание лишайников» и «Содержание

тяжелых металлов». С помощью формы «Описание участков» осуществляется ввод данных в таблицы «Описание участков» и «Деревья». Таблицы «Площадки описания» и «Виды лишайников» заполняются через форму «Описание лишайников». Для удобства ввода латинских названий видов лишайников и уменьшения количества ошибок, поле, в которое вводятся названия, представляет собой поле со списком, в котором пользователь выбирает вид из раскрывающегося списка. Кроме того, общее покрытие видами лишайников данной учетной площадки на дереве рассчитывается автоматически с помощью программы «Расчет Общего Покрытия», написанной на языке макросов. Этот макрос запускается при нажатии кнопки «Рассчитать общее покрытие». Результаты выводятся в соответствующем поле. Для ввода данных с результатами химического анализа предназначена форма «Содержание тяжелых металлов».

При необходимости извлечь какую-либо информацию, неучтенную в этом приложении, можно создать требуемый запрос непосредственно в окне базы данных. На основе этого запроса можно создать отчет, который позволит вывести полученные результаты в нужной форме.

Созданная база данных - начальный этап систематизации лихенологических и лихеноиндикационных исследований, проводимых в заповедниках Приморского края. В ближайшее время планируется ее дальнейшее расширение и передача в соответствующие заповедники с тем, чтобы использовать эти данные в "Летописи природы".

ВЫВОДЫ

1. Выявлена лихенофлора исследованной части Уссурийского заповедника. Список видов составил 201 вид, относящийся к 29 семействам и 66 родам. Из них впервые для территории заповедника приводится 73 вида (36,3 % от общего числа видов), впервые для Приморского края - 9.
2. Установлено, что лихенофлора Лазовского и Уссурийского заповедников имеет общие черты. Ведущими семействами являются: Parmeliaceae, Physciaceae, Pertusariaceae, Lecanogaceae, Collemaaceae, Lobariaceae, Teloschistaceae. На их долю в Лазовском заповеднике приходится 183 вида или 79,2 %, в Уссурийском - 123 вида или 71,5 %. Спектр ведущих семейств типичен для лесных регионов умеренной Голарктики.
3. Выявлено, что видовой состав, процентное покрытие и жизненное состояние эпифитных лишайников в Лазовском и Уссурийском заповедниках свидетельствуют о наличии вредного влияния окружающих промышленно-развитых территорий на флору обоих заповедников. Однако, в Уссурийском заповеднике это воздействие более длительно и проявляется сильнее: жизненное состояние лишайников здесь составляет 3,3 балла, тогда как в Лазовском 5,5, кроме того доля кустистых видов лишайников, более чувствительных к антропогенному воздействию, в Лазовском заповеднике выше (8 %), чем в Уссурийском (4 %).

Это связано с расположением Уссурийского заповедника в зоне более сильного загрязнения по сравнению с Лазовским.

4. Содержание тяжелых металлов в двух видах листоватых эпифитных лишайников *Myelochroa aurigula* и *Flavoparmelia sarcogata* из обоих заповедников также подтверждает наличие большого антропогенного влияния на Уссурийский заповедник: здесь содержание техногенных металлов Fe и Pb в слоевищах выбранных видов лишайников достоверно выше.

5. Разработанная нами компьютерная база данных «Лихеноиндикация» позволяет эффективно обрабатывать большие массивы информации и получать выводы и заключения в ходе мониторинговых исследований.

Список работ автора по теме диссертации

1. Родникова И.М. Оценка состояния приземного воздуха с помощью методов лишеноиндикации в Лазовском заповеднике // III Дальневосточная конференция по заповедному делу: Тез. докл. Владивосток: Дальнаука, 1997а. С. 97-98.
2. Родникова И.М. Накопление тяжелых металлов в лишайниках *Parmelia aurulenta* и *P. sarcogata* на территории Лазовского заповедника // Региональная естественнонаучная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Тез. докл. Владивосток, 1997б. С.82.
3. Родникова И.М. Компьютерная база данных «Лихеноиндикация» // Проблемы экологии и рационального природопользования стран Азиатско-тихоокеанского региона: Междунар. конф. молодых ученых. Владивосток, 1999а. С. 68 – 69.
4. Родникова И.М. Лихеноиндикационное картирование Уссурийского заповедника // IV Дальневосточная конференция по заповедному делу: Тез. докл. Владивосток: Дальнаука, 1999б. С.128-129.
5. Родникова И.М., Скирина И.Ф., Христофорова И.М. Оценка воздушной среды в Лазовском заповеднике (Приморский край) методами лишеноиндикации // Бот. журнал. 1998. № 5. Т. 83. С. 48-56.
6. Скирина И.Ф., Родникова И.М. Лишенофлора Уссурийского заповедника // Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез: Тез. междунар. симпоз. Улан-Удэ, 1999. С 203.
7. Скирина И.Ф., Родникова И. М. Лишайники Уссурийского заповедника // IV Дальневосточная конференция по заповедному делу. Тез. докл. Владивосток: Дальнаука, 1999. С.145-146.
8. Rodnikova I. M. The use of lichen indication methods for estimation of air quality in Lazovsky reserve (Primorye territory) // Lobarion lichens as indicators of the primeval forests of the Eastern Carpathians (Darvin International Workshop). Kostrino, 1998 P. 176.

ПРИЛОЖЕНИЕ



Рис. 1. Карта-схема расположения пробных участков на территории Лазовского заповедника

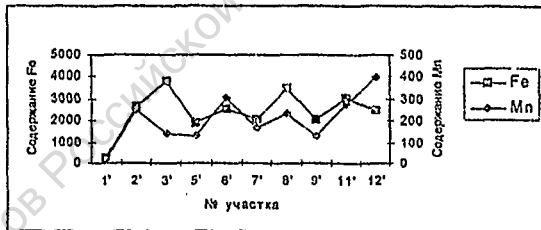


Рис. 2. Содержание Fe и Mn в *Mycolochia aurulenta* в Лазовском заповеднике (в 10³ % на золу).

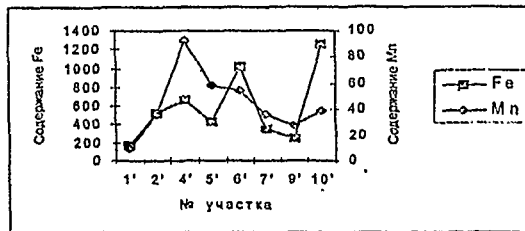


Рис. 3. Содержание Fe и Mn в *Flavoparmelia sarcata* в Лазовском заповеднике (в 10³ % на золу).

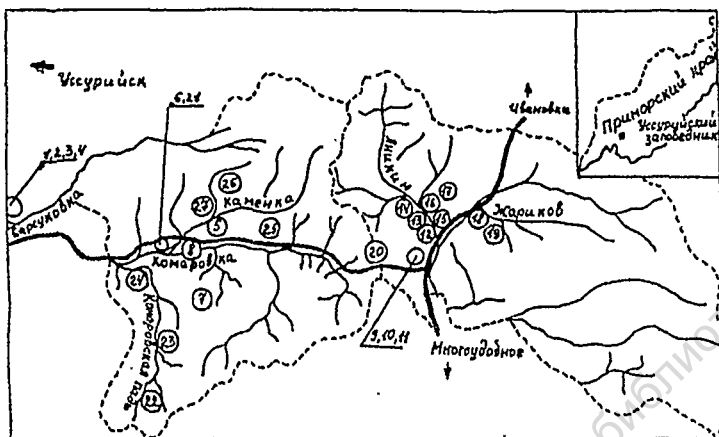


Рис. 4. Карта-схема расположения пробных участков на территории Уссурийского заповедника

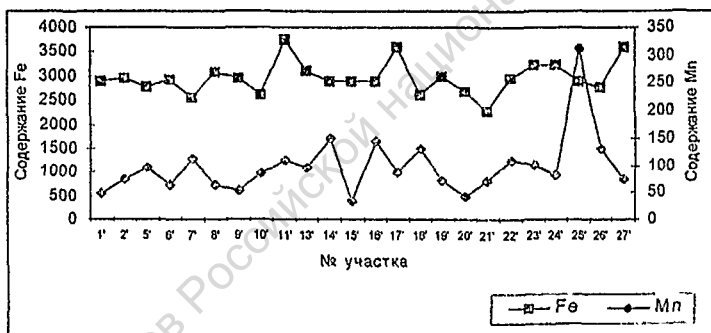


Рис. 5. Содержание Fe и Mn в *Myelochroa aurulenta* в Уссурийском заповеднике (в 10⁻³ % на золу).

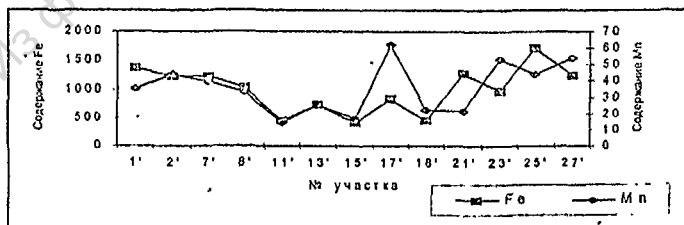
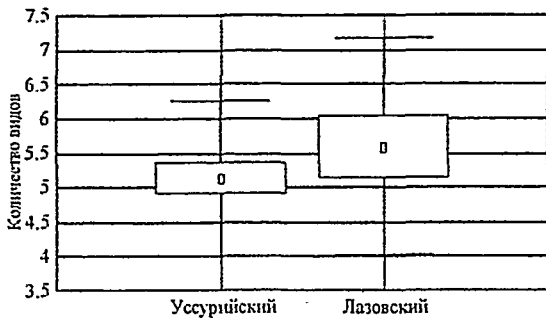
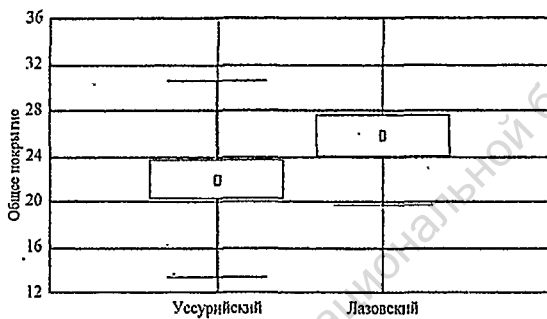


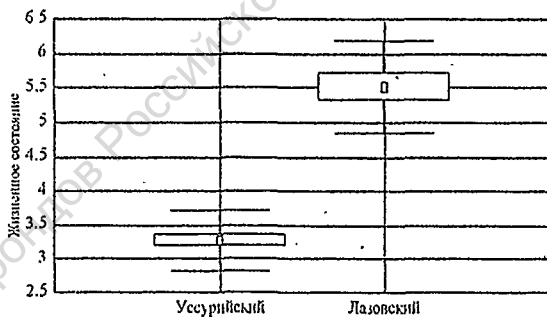
Рис. 6. Содержание Fe и Mn в *Flavoparmelia sarcgata* в Уссурийском заповеднике (в 10⁻³ % на золу).



а)



б)



в)

Рис.7 Разброс значений по количеству видов (а), общему покрытию (б) и жизненному состоянию (в) эпифитных лишайников в Лазовском и Уссурийском заповедниках.

□ среднее □ ± ст. ошибка I ± ст. отклонение

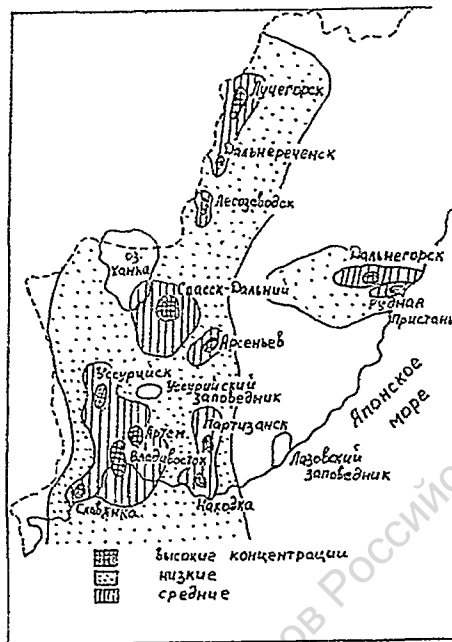


Рис. 8. Распределение концентраций загрязняющих веществ в атмосфере от городов-источников (по: Свиныхов, 1993 с дополнением автора).

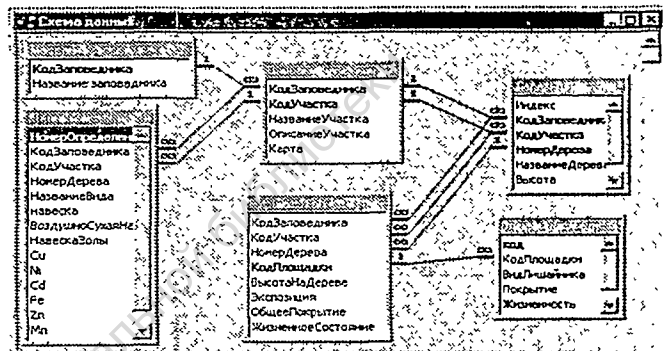


Рис. 9. Схема данных.

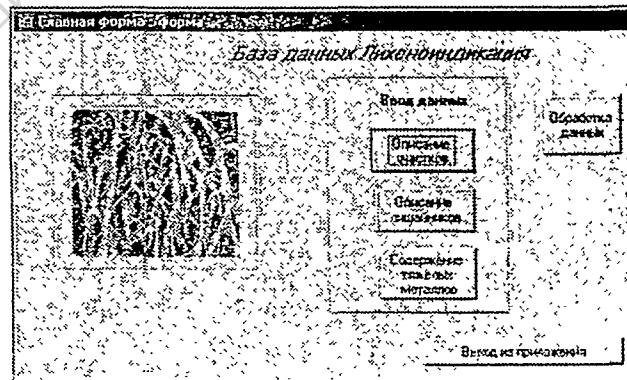


Рис 10 Главная кнопочная форма

Илона Мироновна РОДНИКОВА

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА
В ЛАЗОВСКОМ И УССУРИЙСКОМ ЗАПОВЕДНИКАХ
(ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ
ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

Автореферат

Изд. лиц. ЛР 020277 от 18.02.97 г. Подписано к печати 14.01.2000 г.

Формат 60x84/16. Усл. п.л. 1,39. Уч.-изд.л. 1,29.

Тираж 100 экз. Заказ 11

Издательство Дальневосточного государственного университета
690600, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27

Отпечатано в типографии Издательско-полиграфического
комплекса ДВГУ

690600, г. Владивосток, ул. Алеутская, 56

Из фондов Российской национальной библиотеки

Из фондов Российской национальной библиотеки

Из фондов Российской национальной библиотеки

РНБ Русский фонд

2007-4

8565

Из фондов Российской национальной библиотеки



170 915