

На правах рукописи

Сиккиля
Наталья Сергеевна

МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В КОРЕННЫХ
И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ
СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ

03.02.08 – экология

Автореферат
на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Петрозаводск – 2014

Работа выполнена на кафедре зоологии и экологии эколого-биологического факультета Петрозаводского государственного университета и в Государственном природном заповеднике «Костомукшский».

Научный руководитель	доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, профессор Ивантер Эрнест Викторович
Официальные оппоненты:	Туманов Игорь Леонидович доктор биологических наук, профессор, гл. науч. сотр. Всероссийского научно-исследовательского института Охотничьего хозяйства и Звероводства им. проф. Б. М. Житкова Якимова Алина Евгеньевна кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Карельского научного Центра РАН, ст. науч. сотр. лаборатории зоологии
Ведущая организация	Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Защита состоится «8» октября 2014 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, эколого-биологический факультет, тел. факс: 8(8142)763864.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте www.petrso.ru Петрозаводского государственного университета, с авторефератом – на сайте <http://vak.ed.gov.ru> и www.petrso.ru

Автореферат разослан: «8» сентября 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. биол. наук



Дзюбук И.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последние десятилетия с развитием промышленности усилилось воздействие предприятий на окружающую среду. Основным источником поступления поллютантов служит атмосферный перенос. Оседая на поверхность природных компонентов среды, химические элементы включаются в цепи питания и вызывают существенные нарушения природных комплексов. Мелкие млекопитающие служат удобным модельным объектом экологических исследований (Ивантер, Коросов, 1998; Курхинен и др., 2006; Виноградов, 2010; Ивантер, Якимова, 2010; Маркин, 2010). Они соответствуют требованиям, предъявляемым к видам-биоиндикаторам: высокая численность, выраженные популяционные циклы, чувствительность к изменениям среды обитания.

Первые фаунистические исследования мелких млекопитающих на территории Костомукши были проведены в 1973 г. (Ивантер Т.В. и др., 1974). С 1987 г. на базе заповедника «Костомукшский» организованы стационарные многолетние наблюдения за динамикой численности и структурой популяций мелких млекопитающих на фоновой территории (Поздняков, 1997), по результатам которых был составлен первый фаунистический список мелких млекопитающих. Влияние техногенных эмиссий на популяции мелких млекопитающих в районе исследования изучали Ивантер Э. В., Медведев Н. В. и Поздняков С. А. (Ивантер, Медведев, 2007). С 2000 г. организованы многолетние наблюдения за популяцией мелких млекопитающих и в районе Костомукшского горно-обогатительного комбината.

Длительное влияние комбината обусловило как геохимические, так и технические изменения в зоне его воздействия, что не могло не отразиться на состоянии природных компонентов среды. Это определяет актуальность ведения многолетнего мониторинга для понимания процессов, происходящих в окружающей среде под влиянием выбросов железорудного предприятия, а также способствует принятию мер по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду.

Цель и задачи исследования. Цель работы состояла в изучении специфики и последствий влияния антропогенных факторов на население мелких млекопитающих в коренных и антропогенных ландшафтах. В связи с этим решались следующие задачи:

- 1) уточнение видового состава мелких млекопитающих в районе Костомукшского заповедника и Костомукшского горно-обогатительного комбината;
- 2) изучение динамики численности мелких млекопитающих в районе исследования;
- 3) выявление сходства и различия в структуре населения мелких млекопитающих в коренном и антропогенном ландшафтах;
- 4) изучение природы загрязнения на исследуемой территории.

Научная новизна работы. Впервые выполнены многолетние (1999 – 2010) мониторинговые исследования населения мелких млекопитающих од-

новременно в импактной зоне горно-обогатительного комбината и на территории заповедника «Костомукшский». Получены новые данные по численности, биотопическому распределению, репродукции и динамике численности видов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Работа выполнена на территории Северной Карелии, которая отличается повышенной чувствительностью и низкой устойчивостью к различного рода воздействиям и, вследствие этого, низкой способностью к восстановлению экосистем. Проведенное исследование позволяет расширить представление о процессах функционирования северных экосистем в условиях антропогенного влияния, а также дает оценку состояния населения мелких млекопитающих после 30 лет работы комбината.

Результаты исследования использованы при составлении программ мониторинга состояния фауны на территории Костомукшского заповедника, а также для оценки воздействия горно-обогатительного комбината ОАО «Карельский окатыш» на население мелких млекопитающих как одного из компонента лесных экосистем. Материалы, приведенные в диссертационной работе, были использованы при написании соответствующих разделов «Летописи природы» (1999-2010 гг.).

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены на трех конференциях: Международной молодежной конференции «Экология 2007» (г. Архангельск, 2007), XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии ИО РАН им. П. П. Ширшова (г. Москва, 2007) и конференции «Костомукша – вчера, сегодня, завтра: современные экологические проблемы и пути их решения» (г. Костомукша, 2011).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 3 в рецензируемых изданиях из списка ВАК РФ, из них 1 в электронной библиотеке.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка сокращений, условных обозначений, списка литературы и приложения.

Работа изложена на 136 страницах текста, содержит 23 таблицы, 38 рисунков. Список литературы включает в себя 140 источников, из них 17 иностранных. Приложение состоит из 11 страниц, включает в себя 7 таблиц.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д-ру биол. наук, чл.-корр. РАН, профессору Э. А. Ивантеру, сотруднику кафедры зоологии и экологии эколога-биологического факультета ПетрГУ д-ру биол. наук, профессору А. В. Коросову за советы при обсуждении работы; сотрудника Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН в.н.с., к.г.-м.н. В. П. Шевченко за руководство по сбору проб и организацию выполнения химического анализа образцов, а также студентов МГУ им. Ломоносова Д. П. Стародымову, А. В. Чмеренко и Ю. А. Иванову, в разные годы принимавших участие в полевых и лабораторных исследованиях. Автор также благодарит академика Института океанологии

им. П. П. Ширшова РАН А. П. Лисицына и директора заповедника «Костомукшский» С. В. Тархова за помощь в организации исследований.

Исследования эолового переноса проводились при финансовой поддержке РФФИ (проекты 07-05-00691 и 14-05-00059), Отделения наук о Земле РАН (проект “Наночастицы во внешних и внутренних сферах Земли”), российско-немецкой лаборатории им. О. Ю. Шмидта, гранта поддержки ведущих научных школ НШ-2493.2014.5.

Глава 1. Физико-географический очерк исследуемого района

Исследования проводились на территории заповедника «Костомукшский» и в районе горно-обогатительного комбината ОАО «Карельский окатыш», расположенных на территории муниципального образования «Костомукшский городской округ» в западной части Республики Карелия. Орографически район расположен на восточном склоне Западно-Карельской возвышенности и является одним из самых сложных районов Карелии (Бискэ, 1956). Современный рельеф сформирован последним оледенением и тектонической деятельностью в прошлом. В рельефе выражены моренные гряды достигающие 50 м высотой. Между цепочками озв со временем сформировались озера и болота. Район исследования относится к северо-таежной подзоне тайги (Волков, Громцев и др., 1995). По ландшафтной классификации находится в денудационно-тектоническом холмистом, холмисто-грядовом средне-заболоченном ландшафте с преобладанием сосновых лесов, где сосновые леса покрывают около 70% территории (Громцев, 2008). Биогеоценотическая структура лесного покрова на территории сравнительно однородна. Среди лесов преобладают сосняки и ельники черничные (50%), сосняки брусничные (10%), на заболоченных землях доминируют сосняки кустарничково-сфагновые (10-15%) (Громцев, 2009). Возраст древостоя варьирует в пределах 80-160 лет и зависит от района, местообитаний и степени освоенности территории в прошлом. Реже встречается древостой старше 200 лет. Ельники логовые имеют самый широкий спектр возраста отдельных деревьев, при максимальном возрасте в 270 лет. В древостое доминируют деревья 160-200 лет. Производные лиственные и смешанные леса образованы в процессе антропогенной трансформации коренных массивов.

Климат умеренно-континентальный, обусловлен преобладанием западного переноса в циркуляции атмосферы. Зима продолжительная, сравнительно мягкая, с частыми оттепелями, лето короткое, прохладное и дождливое, весна и осень затяжные (Физико-географические..., 1992). Среднегодовая температура от 0,5 до 1,1°C. Самый холодный месяц январь (-17,9 - -18,8°C). Абсолютный минимум отмечен в феврале (-50°C). Средняя температура самого теплого месяца (июля) +15 - +15,5°C. Число дней с отрицательной средней температурой воздуха - 175-185. Средняя дата первых осенних заморозков 3 сентября, последних весенних заморозков 19 мая. Средняя дата появления устойчивого снежного покрова 5 ноября; средняя дата схода снежного покрова 14 мая (Adrianova, 2003). Первый снежный по-

кров появляется в середине октября, к середине зимы достигает 80 см, средняя глубина промерзания почвы – 49 см.

Глава 2. Материалы и методы

В качестве объекта исследования выбраны мелкие млекопитающие. По результатам геохимических исследований лишайников и снежного покрова предпринята попытка оценить природу загрязнения в местах отлова мелких млекопитающих и их окружении.

Мелкие млекопитающие. В работе обобщен материал за 12-летний период исследования фауны мелких млекопитающих. Собственно полевые исследования автором проводились в период с 2004 по 2010 гг. Помимо материалов, собранных автором, в анализе использовались соответствующие материалы С. А. Позднякова за 1999-2003 гг. Дополнительно был использован материал из почвенных ловушек Барбера, собранный и предоставленный Л. Б. Рыбальовым в 2006 и 2007 гг. Сбор материала проводился на 5-ти площадках, которые различаются по степени антропогенного нарушения природных комплексов. Учеты осуществлялись ловушками «Геро» и канавками. Ловушки расставлялись линиями по 25 штук, приманкой служили смоченные в растительном масле кусочки ржаного хлеба. Учеты с применением ловчих канавок проводились в осенний период в 2007, 2008 и 2010 гг. Стационарные работы осуществлялись во всех биотопах, характерных для северо-таёжной подзоны Карелии. Основными для всех участков были: сосняк черничный, сосняк брусничный, ельник черничный, ельник лог (приручейный) и болото осоково-сфагновое. Дополнительно учеты проведены в сосняке багульниковом и в сосняке лишайниковом, во вторичных смешанных лесах. Из нелесных местообитаний были проведены отловы мелких млекопитающих на лугу злаково-разнотравном. За период с 1999 по 2010 гг. отработано 38 908 ловушко-суток, 326 канавко-суток, отловлено 3 503 зверька, принадлежащих к 12-ти видам.

Добытые животные обрабатывались стандартными методами (Новиков, 1953; Тупикова, 1964). Зверьков регистрировали и взвешивали на весах с точностью до 0,1 г., штангенциркулем измеряли длину тела, хвоста и стопы (Новиков, 1953). При вскрытии определяли пол, оценивали состояние генеративных органов. У беременных самок подсчитывалось число эмбрионов, отмечалось наличие рассасывающихся эмбрионов, в яичниках определялось количество желтых тел, у рожавших самок – число плацентарных пятен в рогах матки (Новиков, 1953). Вид отловленных зверьков устанавливали по морфологическим признакам (Сиивонен, 1979) и в особенности у бурозубок по одонтологическим признакам вариации строения верхних промежуточных зубов по работам Т. В. Ивантер (Ивантер Т. В., 1976а,б). Возраст зверьков устанавливался по степени развития корней M_2 (Тупикова и др., 1970).

Численность оценивали по числу экземпляров на 100 ловушко-суток и числу экземпляров на 10 канавко-суток. Ежегодная оценка численности представляет усредненное значение для каждого года по троекратным отловам (май-июнь, июль-август, сентябрь-октябрь) по всем биотопах на каждой площадке. Доля доминирования или процент вида в группировке применял-

ся в качестве числовой характеристики видов. Полученный материал подвергался стандартной биометрической обработке в программе Excel: среднее арифметическое (M), ошибка средней арифметической (m), стандартное отклонения (S), критерий достоверности (t) (Ивантер, Коросов, 2003; Ивантер, Коросов 2011). Для выявления степени предпочтения отдельными видами того или иного местообитания вычисляли коэффициент (индекс) верности биотопу (Глотов и др., 1978). Для сравнения видового состава биоценологических группировок мелких млекопитающих в среде статистического графического пакета Statistical Graphics, версия 2.0. применялся кластерный анализ (Коросов, Горбач, 2011).

Лишайники. Отбор проб лишайников выполнен автором в период с 2006 по 2010 гг. Отобрано 10 проб кустистого лишайника *Alectoria sarmentosa* subsp. *Sarmentosa* и 27 проб эпигейных лишайников рода *Cladonia* (*C. rangiferina*, *C. stellaris*, *C. arbuscula*). Обработка и анализ проб лишайников выполнен сотрудниками Института Океанологии им. П.П.Ширшова РАН и студентами МГУ им. Ломоносова в лабораториях Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН (г. Москва), геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН (г. Москва), в лаборатории механизмов и переноса в геологии университета г.Тулуза (Франция) и на кафедре радиохимии МГУ им. Ломоносова. Определено содержание 45 элементов (Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cd, Sb, Cs, Ba, редкоземельные элементы (PЗЭ), Hf, W, Pb, Bi, Th, U). Для оценки роли различных источников в формировании элементного состава лишайников рассчитывали коэффициенты обогащения (КО) относительно среднего состава континентальной земной коры (Taylor, 1964) по формуле: $КО = (Эл/Al) \text{ пробы} / (Эл/Al) \text{ коры}$ (Шевченко, 2006). Вещественный состав нерастворимых частиц в снеге выполнен методом сканирующей электронной микроскопии и предоставлен к.г.-м.н. В.П.Шевченко.

Снеговой покров. Автором с 2006 по 2007 гг. с пяти точек отобраны снеговые пробы с поверхностного слоя и на всю глубину. Всего отобрано 20 проб, по стандартной методике (ГОСТ 17.1.5.05-85). Аналитическая работа в 2006 г. выполнена в Центре Лабораторного Анализа и Технологических Измерений по РК г. Петрозаводска, в 2007 г. в лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН. В талых снеговых водах определены: рН, щелочность, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl⁻, биогенные элементы (Рмин, Робщ, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , $N_{орг}$, $N_{общ}$), литофильные элементы ($Fe_{общ}$, Mn, Al, Si), тяжелые металлы (Zn, Cu, Ni, Cd).

Глава 3. Антропогенное воздействие на природные комплексы региона исследования

В настоящее время район исследования подвергается мощному антропогенному воздействию со стороны транспортной, горно-обогатительной и лесозаготовительной промышленности. Костомукшский горно-обогатительный комбинат является источником аэротехногенных выбросов. Из карьера комбината ежегодно поступает около 700 т/г железа (Fe) и 220 т/г

алюминия (Al) (Виноградова, Иванова, 2011; Виноградова и др., 2012). Также заметный вклад вносит трансграничный атмосферный перенос загрязнителей от стран Западной Европы и крупных промышленных центров России (Санкт-Петербург и его области, Архангельская и Мурманская области) (Виноградова, Иванова, 2013).

Промышленные выбросы не могут не оказывать влияние на население мелких млекопитающих. В зоне влияния выбросов многими авторами отмечается изменение морфофункциональных характеристик внутренних органов зверьков, интоксикация, нарушение функций органов и изменения в эмбриональном развитии (Коросов, 1990; Москвитина и др., 2000; Ивантер, Медведев, 2007; Аталикова, 2008). В 30 км от заповедника «Костомукшский» и 10 км на запад от г. Костомукша расположено горно-обогатительное предприятие ОАО «Карельский окатыш». Ежегодно в атмосферу предприятием выбрасывается: SO_2 – 30 тыс. т/год, пыли – 7-8 тыс. т/год (Пантелеева, 2009). В состав основных выбросов входят: твердые вещества – 11%, диоксид серы – 82%, оксид углерода – 3,1% и оксид азота 3,3%, на автотранспорт – 9,6% (Гайдыш, 2012), а также пыль, состоящая из частиц коренных пород. Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта г. Костомукша в 2007 году составили 54,17 тыс. т. (Виноградова, Иванова, 2011), в 2009 г. – 45,6 тыс. т. (Гайдыш, 2012). Открытый способ добычи руды является круглогодичным источником терригенного аэрозоля и тем самым приводит к поступлению приблизительно 700 т/г. железа и 220 т/г. алюминия (Виноградова, Иванова, 2013). В летнее время усиливается запыленность атмосферы из отвалов пустой породы (Шильцова, Ласточкина, 2004). Добыча руды открытым способом приводит к поступлению в атмосферу химических элементов, ранее скрытых в земной коре. Действующие на угле ТЭЦ выбрасывают в атмосферу Ni, S, Fe, Cr, Cd, As, Al, частицы сажи и пепла (Пантелеева, 2009). Транспорт обогащает среду такими элементами, как Zn, S, Mn, Pb, Al.

Исследованные химические элементы по типу источника поступления можно разделить на две группы: природные и антропогенные. К природным элементам относят литогенные элементы (Al, Fe, Ti, Sc, PЗЭ), к антропогенным – элементы, возникшие в процессе деятельности промышленности, транспорта, энергетики и сельского хозяйства (Ni, S, Cr, Cd, As, Zn, S, Mn, Pb). По характеру распределения элементов вокруг комбината исследуемые элементы можно разделить на три группы:

1: Fe, Cr, V, Ni, Co, As;

2: Na, Mg, Al, K, Ca, Ti, Ga, Y, Zr, Nb, REE, Rb, Sb, Cs, Ba, Sr, U и Th;

3: W, Mo, Zn, Cd, Pb, Bi, Hg, Mn.

Элементы первой группы достигают максимальных концентраций в пробах лишайников на расстоянии от 3 до 8 км от комбината, после 20 км выравниваются (рис.1). Содержание железа в пробах кладонии изменялось от 172 до 26 327 мкг/г., при средней концентрации по району 4 544,6 мкг/г. Высокие концентрации железа, алюминия и кобальта обусловлены влиянием карьера и отвалов. Аналогичное распределение концентраций элементов

в пробах лишайников отмечено для Cr, V, Ni, Co, As. Элементы второй группы образуют 2 пика (рис. 1). Первый пик на расстоянии от 3 до 5 км, второй на расстоянии 14 км от комбината возле г. Костомукша. На расстоянии 20 км от Костомукши содержание элементов выравнивается. Аналогичное распределение отмечается для зольности лишайников – максимум на расстоянии 1,2 км от комбината, второй пик на расстоянии 15 км от комбината, а на расстоянии более 20 км достигается постоянный уровень. Третья группа элементов не имеет закономерного распределения вокруг комбината. Для них наблюдаются высокие степени обогащения в большинстве проб.

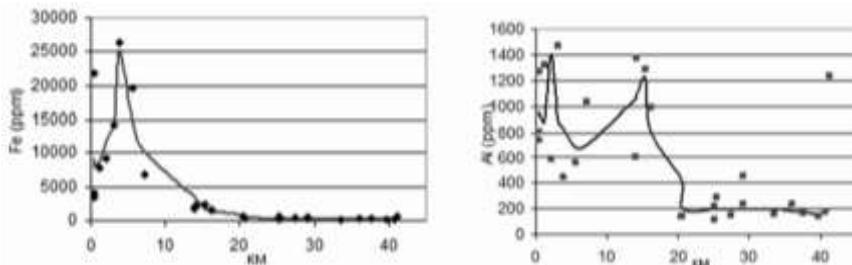


Рис. 1. Зависимость содержания железа и алюминия в лишайниках рода кладония от расстояния от Костомукшского ГОКа. По оси абсцисс – расстояние от комбината; по оси ординат – концентрация элемента (ppm)

Так, для цинка максимальное содержание достигается в районе г. Костомукша, комбината и вдоль границы с Финляндией. Предположительно, цинк поступает с медно-никелевого комбината Харьявалта, расположенного на юго-западе Финляндии (Шевченко и др., 2013), а также от автомобильных выбросов, промышленных районов, моря и др. (Rhoades, 1999).

Pb, Hg и Cd поступают в район исследования за счет дальнего переноса из густонаселенных районов (Rhoades, 1999; Виноградова, Иванова, 2011; Виноградова, Иванова, 2013). Мышьак (As), сурьма (Sb) и ртуть (Hg) распределены относительно равномерно, однако более высокие их концентрации отмечены в районе комбината. Основным источником поступления их в атмосферу является сжигание угля (Rhoades, 1999).

Из редкоземельных элементов лантан имеет наибольшие КО. Это связано с минеральной пылью комбината, для которой характерна лантановая аномалия (Шевченко и др., 2013).

Пылевое загрязнение оценивали по содержанию золы в таллеме лишайников. Среднее содержание золы в пробах – 1,65% (S=1,53%). Максимальных значений зольность (6,64%), достигает на площадках, расположенных вблизи комбината. Минимальное содержание золы (0,49%) получено для пробы с площадки заповедника. На примере лишайника *Hypogymnia physodes* М. А. Фадеева (2001) для зоны слабого пылевого загрязнения приводит содержание золы $2,84 \pm 0,12$, которое варьировало в зависимости от расстояния от комбината от 1,19 до 12,86%. Содержание серы (S) в таллеме

лишайников с района хвостохранилища превышает естественный фон в 2-3 раза (Фадеева, 2001), в радиусе 5-9 км в лесной подстилке возрастает общее содержание серы до 0,25-0,30% (Федорец, 2001). Поступление серы в район связывают с трансграничным переносом с Европы (Сомова, 2012).

Прослеживается корреляция содержания литогенных (скандий, железо) и других антропогенных элементов от дороги. Пробы лишайников, отобранные в 200 м от автодороги г. Костомукша – Финляндия более обогащены элементами (S, Zn, Fe, Cd) (Оценка..., 2001; Чмеренко и др., 2008).

Поступление никеля (Ni) и меди (Cu) в район исследования обусловлено предприятиями Мурманской области, поступление свинца (Pb) обусловлено глобальным загрязнением нижней тропосферы над всей Европой. Средний поток свинца со стороны Финляндии на единицу площади вблизи заповедника составляет 45 мкг/м²/г (Виноградова, Иванова, 2013).

Результаты геохимического исследования талого снега сравнивали с величинами ПДК, применяемыми при расчетах содержания вещества в водах, имеющих рыбохозяйственное значение, и со средними показателями по Карелии. Среднее значение рН – 4,99 (2006 г.) и 5,3 (2007 г.) можно считать не превышающим фоновые значения для Карелии (5) (Лозовик и др., 2006). Величина рН около ГОКа повышена до 6,0, что связано с поступлением пылевых выбросов комбината, содержащих щелочные и щелочноземельные металлы (Федорец, 2001). Отмечено превышение уровня ПДК нефтепродуктов в северо-западном направлении от трубы ГОКа. Концентрация ионов калия изменялась в пределах 0,02-0,22 мг/л, в среднем 0,07 мг/л, что близко к ранее установленному среднему (0,1 мг/л) для этого района. Содержание сульфатов в снеговых пробах невысокое и колебалось в пределах от 0,46 до 1,71 мг/л. Наибольшая их концентрация (1,71 мг/л) отмечена в пробе около комбината, в ней же наблюдались повышенные значения кальция (0,79 мг/л) и величины рН (5, 97). Поступление сульфатов, кальция и калия с атмосферными осадками около комбината связывают главным образом, с антропогенным влиянием (Отчет..., 2007). На антропогенной территории содержание Fe_{общ} до 0,31 и 0,82 мг/л, в то время как на остальных площадках пределы колебания 0,047-0,155 мг/л. На антропогенной территории содержание алюминия – 0,18 и 0,34 мг/л, на других площадках его содержание – не более 0,06 мг/л. Увеличена концентрация железа и цинка на фоновой территории в районе автодороги. Наличие кремния (Si) в атмосферных осадках подтверждает поступление части элементов с терригенными частицами. В исследуемых снеговых пробах Si находился в пределах 0,001-0,148 мг/л. Среди тяжелых металлов Zn, Cu, Ni, Cd повышенные концентрации для района комбината (Cu – 7,4 мкг/л и Ni – 1,59 мкг/л). Для всех остальных проб содержание этих элементов не превышало: Cu – 0,4 мкг/л; Ni – 0,63 мкг/л; Cd – 0,03 мкг/л и меньше ПДК. Содержание Zn в снеге изменялось в диапазоне 3,0-12,5 мкг/л (Отчет, 2007). В составе нерастворенных частиц в снеге фоновых площадок преобладают растительные частицы (лишайник), споры растений и диатомовые водорос-

ли. В окрестностях комбината в массу поступают агрегаты сажевых частиц и отдельные сферы сгорания (рис. 2).

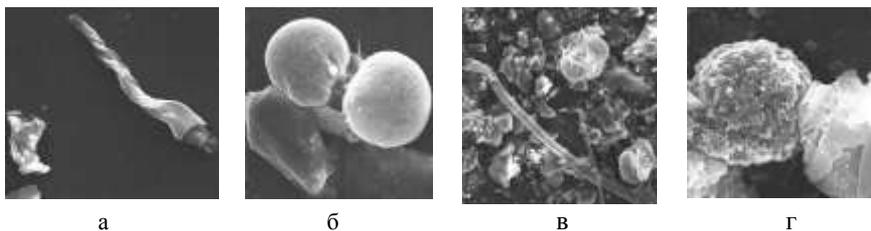


Рис. 2. Вещественный состав нерастворимых частиц в снеге фоновых точек (а, б) и импактных точек вблизи ГОКа (в, г) по данным сканирующей электронной микроскопии:

а – растительные волокна (размер кадра 50 мкм); б – спора и минеральная частица (размер кадра 50 мкм); в - растительные волокна, пыльца и минеральные частицы (размер кадра 160 мкм); г - минеральные частицы и агрегат частиц сажи (размер кадра 16 мкм). Автор фотографий к.г.-м.н. В.П.Шевченко

Максимально негативному воздействию подвергаются площадки, расположенные в районе комбината. В районе исследования на природные компоненты осаждаются частицы сажи, пепла, терригенные (Fe, Al) и антропогенные элементы (Cr, V, Ni, Co, As и La). От удаленных источников, путем дальнего переноса в район исследования поступают K, Mn, Zn, Cd, Mo, Pb, Bi, Hg и ^{137}Cs . В переносе этих элементов играет роль привнос литогенной пыли, выбросы с комбината и выдувание частиц с отвалов и хвостохранилища. Площадки, расположенные на территории заповедника «Костомукшский», не подвергаются существенному загрязнению и данную территорию возможно рассматривать как фоновую.

Глава 4. Фаунистический анализ населения мелких млекопитающих в районе исследования

Фауна *Micromammalia* имеет типичный северотаежный облик, для которого характерна стабильная «двухдоминантная» система популяций (Ивантер, 1976; Поздняков, 1996). В районе исследования достоверно отмечено 13 видов мелких млекопитающих, в этот список вошла крыса серая (*Rattus norvegicus* Berk.). Один экземпляр крысы был отмечен на территории строящегося кордона. По результатам двенадцати лет исследования зарегистрировано 12 видов мелких млекопитающих.

К доминирующим видам относятся, *Clethrionomys glareolus*, *Sorex araneus* и *Microtus agrestis*, в суммарных уловах на них приходится – 92,2%. *Myopus schisticolor*, *Sorex caecutiens*, *Sorex minutus* – второстепенные виды (в сумме 5,75%). *Clethrionomys rufocanus*, *Neomys fodien*, *Sorex minutissimus*, *Sorex isodon* и *Microtus oeconomus* – редкие виды (2,05%).

По степени доминирования в суммарных уловах на фоновой территории виды мелких млекопитающих расположились следующим образом: рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreb.), обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus* L.), темная полевка (*Microtus agrestis* L.), средняя бурозубка (*Sorex caecutiens* Laxm.), лесной лемминг (*Myopus schisticolor* Lill.), малая бурозубка (*Sorex minutus* L.), красно-серая полевка (*Clethrionomys rufocanus* Sund.), равнозубая бурозубка (*Sorex isodon* Turon.), водяная кутора (*Neomys fodiens* Penn.), крошечная бурозубка (*Sorex minutissimus* Zimm.) и полевка-экономка (*Microtus oeconomus* Pall.). В районе комбината равнозубая бурозубка следует после обыкновенной бурозубки, далее темная полевка, средняя бурозубка и красно-серая полевка. В уловах отсутствовали крошечная бурозубка и лесной лемминг. Такое соотношение видов сохраняется в разные годы. В сборах канавками увеличивается доля насекомоядных и численность второстепенных видов.

Отличительной чертой населения мелких млекопитающих Северной Карелии является длительная фаза депрессий и кратковременность подъема численности. Общий показатель учета давилками по региону в целом колеблется по годам от 2,7 до 16,1 экз. на 100 ловушко-суток и составляет в среднем 8,6 экз. на 100 ловушко-суток, что несколько выше, чем на территории Приладожья – 5,85 экз. на 100 ловушко-суток (Ивантер, Макаров, 2001). На фоновой территории численность колебалась по годам от 3,1 до 16,1 экз. на 100 ловушко-суток, при средней 10,3 экз. на 100 ловушко-суток. На антропогенной территории численность колебалась от 2,7 до 10,6 экз. на 100 ловушко-суток, при средней 6,8 экз. на 100 ловушко-суток. Суммарная численность зверьков подвержена значительным колебаниям по годам. В периоды «депрессий» (2003, 2007) она опускалась до 2,7 экз. на 100 ловушко-суток, а в годы «пиков» (1999-2000, 2004-2005) достигала 16,1 экз. на 100 ловушко-суток.

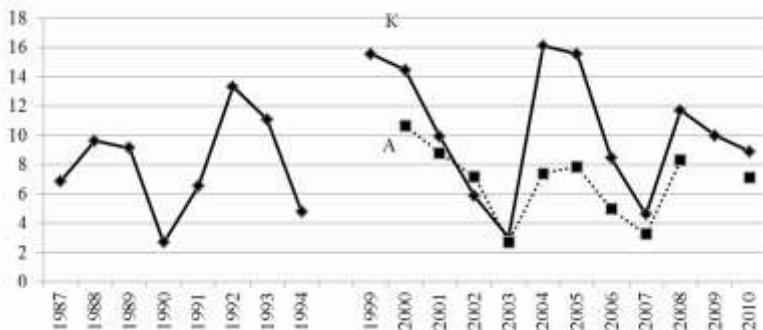


Рис. 3. Динамика численности населения мелких млекопитающих в коренном (К) и антропогенном (А) ландшафтах с 1987 по 2010 гг. Данные с 1987 по 1994 гг. получены Поздняковым С. А. (1996а). По оси абсцисс – годы, по оси ординат – численность, экз. на 100 ловушко-суток.

В более ранних работах (с 1987 по 1997 гг.), на территории заповедника регистрировались регулярные четырехлетние циклы динамики численности населения мелких млекопитающих (Поздняков, 1996а). В периоды с 1998 по 1999 гг. и с 2004 по 2005 гг., фаза «пика» численности составила 2 года, что привело к формированию популяционного цикла продолжительностью пять лет (рис. 3). Впервые зарегистрировано доминирование обыкновенной бурозубки над рыжей полевкой в 2002, 2007 и 2008 г. В эти годы численность рыжей полевки достигала своей минимальной численности, а обыкновенной бурозубки – максимальной, причем на всех площадках.

Sorex araneus L. – Обыкновенная бурозубка. В общих уловах ловушками мелких млекопитающих на фоновой территории – 19,4% и антропогенной – 26%. В учетах канавками – 28,5%. Средняя многолетняя численность на фоновой территории – 2,0 экз. на 100 ловушко-суток (0,2 до 6,0 экз. на 100 ловушко-суток), на антропогенной – 1,8 экз. на 100 ловушко-суток (0,47-3,6 экз. на 100 ловушко-суток). На юге Карелии средняя численность составляет 1,3 экз. на 100 ловушко-суток (Ивантер Т. В., 1976 а), в Лапландском заповеднике – 1,7 экз. на 100 ловушко-суток (Катаев, 2005), в заповеднике «Пасвик» – 5 экз. на 100 ловушко-суток (Макарова и др., 2003). Сопоставление этих данных с результатами отлова в других регионах позволяет оценивать общую численность в районе исследования как среднюю. Максимальная численность обыкновенной бурозубки регистрировалась в годы «депрессии» численности рыжей полевки – в 2002 и 2008 гг., а минимальная численность в годы «пика» (2000, 2003 и 2009 гг.) численности. Наибольшая плотность зверьков на лугу (2,99 экз. на 100 ловушко-суток), наименьшая в сосняке брусничном и на болоте – 0,78 и 0,50 экз. на 100 ловушко-суток. Предпочитает смешанный лес (+0,98), ельники черничные (+0,61) и луг (+0,59). К более влажным биотопам, таким как сосняк черничный (+0,31 и +0,24) и ельник приручейный (+0,28), вид тяготеет меньше. Индифферентен к сосняку багульниковому (-0,07), избегает сосняк брусничный (-0,62) и болото (-0,87) (табл. 1).

Sorex caecutiens Laxm. – Средняя бурозубка. В общих уловах заповедника составляет 2,5%, в районе комбината – 3,9%. Среди насекомоядных видов занимает второе место на фоновой территории и третье на антропогенной территории. Средняя многолетняя численность – 0,2 экз. на 100 ловушко-суток (0 – 0,84 экз. на 100 ловушко-суток), в импактной зоне комбината численность изменяется от 0 до 0,6 экз. на 100 ловушко-суток. Отдает предпочтение ельнику приручейному с доминированием в напочвенном покрове зеленых мхов (+1,15), несколько меньше плотность в сосняке брусничном (+0,36) и в смешанном лесу (+0,28).

Sorex isodon Turon. – Равнозубая бурозубка. Редкий вид. На фоновой территории средняя численность – 0,06 экз. на 100 ловушко-суток, на антропогенной – 0,38 экз. на 100 ловушко-суток. Вид занесен в Красную книгу Республики Карелия (2007) с категорией 4 (DD) – недостаточно изученный. В заповеднике «Пасвик» численность вида 0,3 экз. на 100 ловушко-суток

(Макарова и др., 2003). На фоновой территории вид предпочитает селиться в ельнике приручейном (+1,56) и в смешанном лесу (+1,13), на антропогенной территории вид индифферентен ко всем биотопам.

Таблица 1

Биотопическое распределение мелких млекопитающих в бесснежный период в коренном (К) и антропогенном (А) ландшафтах по результатам учета ловушками (экз. на 100 ловушко-суток) в период с 1999 по 2010 г.г.

Вид		Луг	Сосняк багуль-никовый	Сосняк брус-ничный	Сосняк чернич-ный	Ельник чернич-ный	Ельник приру-чейный	Болото	Смешан-ный лес
Cl.g.	К	+0,14	-0,05	-0,61	+0,43	+0,25	+0,49	-1,15	+0,66
	А				-0,03	+0,27	+0,34	-0,91	+0,28
S.a.	К	+0,59	-0,07	-0,62	+0,31	+0,61	+0,02	-0,87	+0,33
	А				+0,24	+0,36	+0,28	-0,27	+0,98
S.c.	К	-	-0,79	+0,36	-0,08	-0,04	+0,09	-	+0,28
	А				+0,12	-0,29	+1,15	-0,24	-0,11
M.a.	К	+1,55	-0,40	-0,55	-0,44	-	+0,24	+0,75	-0,29
	А				-0,54	-0,40	-	-0,07	-
S.m.	К	-0,34	-0,08	-0,19	+0,21	-0,26	+0,52	+0,09	-0,08
	А				+0,83	-0,05	-0,05	-0,05	+1,16
S.ms.	К	+0,94	-	-	-	-	+0,50	+0,50	-
	А				-	-	-	-	+1,49
S.i.	К	-0,05	-	-	-0,17	+0,13	+1,56	-	+1,13
	А				-0,05	-0,39	-0,02	-0,57	-0,49
C.rf.	К	-0,2	+0,22	+1,25	-	-0,36	+0,02	-	-0,45
	А				-	-	+1,79	-	-
Mys.	К	-	+0,66	-0,10	+0,11	-0,11	+0,46	-0,49	+0,45
	А				-	-	-	-	-
M.oe.	К	+0,73	-	-	-	-0,56	+0,46	+1,7	-
	А				-	-	-	+1,79	-
N.f.	К	-	-	-	-	-	+1,7	+0,08	+1,79
	А	-	-	-	-	-	-	-	+1,79
M.m.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.r.	А				-	-	+1,79	-	+1,79

Примечание: К – массивы коренного леса; А – массивы леса, трансформированные антропогенным воздействием. Cl.g. – рыжая полевка; Cl.rf. – красно-серая полевка; С.г. – красная полевка; М.а. – темная полевка; Мое. – полевка-экономка; Мус. – лесной лемминг; N.f. – водяная кутора; S.a. – обыкновенная бурозубка; S.c. – средняя бурозубка; S.i. – равнозубая бурозубка; S.m. – малая бурозубка; S.ms. – крошечная бурозубка.

Sorex minutus L. – Малая бурозубка. Встречается повсеместно, но в учетах давилками их доля мала. Ежегодно отлавливается от 1 до 5 особи. На фоновой территории средняя многолетняя численность – 0,17 экз. на 100 ловушко-суток. Максимальная численность отмечалась в 2005 и 2008 гг. и составила 0,8 экз. на 100 ловушко-суток. В районе комбината средняя многолетняя численность по сравнению с фоновой территорией ниже – 0,07 экз. на 100 ловушко-суток.

Таблица 2

Средняя численность мелких млекопитающих в различных местообитаниях по результатам учета ловушками (экз. на 100 ловушко-суток) в период с 1999 по 2010 гг.

вид	Луг	Сосняк багульниковый	Сосняк брусничный	Сосняк черничный		Ельник черничный		Ельник приручейный		Болото		Смешанный лес		Сосняк лиственный
	К	К	К	К	А	К	А	К	А	К	А	К	А	К
Cl.gl.	6,74	7,1	3,42	8,64	5,05	7,8	5,37	8,86	5,9	0,43	1,42	9,26	3,46	3,1
S.a.	2,99	2,10	0,78	2,76	2,39	2,56	2,28	1,9	2,4	0,50	1,78	2,47	1,1	-
S.c.	*	0,46	0,26	0,28	0,41	0,18	0,13	0,23	0,53	-	0,1	0,39	0,08	-
M.a.	3,5	0,05	0,02	0,29	0,03	-	0,22	0,64	-	1,8	0,58	0,09	1,12	-
S.m.	0,08	0,06	0,02	0,13	0,13	0,13	0,05	0,44	0,1	0,16	0,05	0,11	-	-
S.ms.	0,06	-	*	-	-	-	-	0,04	-	0,05	-	-	-	-
S.i.	0,06	-	*	0,02	0,22	0,04	0,17	0,41	0,6	-	0,04	0,02	1,1	-
C.rf.	0,11	0,20	0,18	-	-	0,03	-	0,03	0,3	-	-	0,09	-	-
Mys.	-	0,40	0,08	0,21	-	0,09	-	0,24	-	0,11	-	0,46	-	-
M.oe.	0,03	-	-	-	-	0,03	-	0,02	-	0,05	0,05	-	-	-
N.f.	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	0,02	-	0,02	0,44	-
C.g.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,67	-	-	-	0,67	-
Всего видов	8/9	7	7/9	7	6	8	6	11	7	8	7/8	10	7	1
Σ обилие	13,57	10,37	4,76	12,33	8,23	10,37	8,22	13,0	10,5	3,12	4,02	12,91	7,97	3,1

Примечание: К – массивы коренного леса; А – массивы леса, трансформированные антропогенным воздействием. Cl.g. – рыжая полевка; Cl.rf. – красно-серая полевка; C.g. – красная полевка; M.a. – темная полевка; M.oe. – полевка-экономка; Mys. – лесной лемминг; N.f. – водяная кутора; S.a. – обыкновенная бурозубка; S.c. – средняя бурозубка; S.i. – равнозубая бурозубка; S.m. – малая бурозубка; S.ms. – крошечная бурозубка; * – вид отлавливался канавками.

Sorex minutissimus Zimm. – Крошечная бурозубка. По результатам учета ловушками на фоновой территории вид в общих уловах занимает 10 место, при средней численности 0,02 экз. на 100 ловушко-суток. Подъем численности пришелся на годы «пика» общей численности мелких млекопитающих (1999, 2007 и 2008 гг.). В импактной зоне комбината вид отсутствует. Предпочитает селиться на лугу (+0,94), а также в биотопах с повышенной влажностью (болото, ельник приручейный).

Neomys fodiens Pennant. – Водяная кутора. Стенобионтный вид, тяготеющий к околотовным местообитаниям. Предпочитает селиться в ельнике приручейном (+1,7), на болотах (+1,79) и в смешанном лесу при наличии ручья (+1,79). Вид отлавливается не ежегодно, добыто 14 экз., из них 4 экз. в районе комбината в смешанном лесу. Средняя многолетняя численность на фоновой и антропогенной территориях 0,04 и 0,06 экз. на 100 ловушко-суток.

Clethrionomys glareolus Schr. – Рыжая полевка. Многочисленный вид, на фоновой территории – 7,44 экз. на 100 ловушко-суток, в импактной зоне комбината численность несколько ниже: 5,44 экз. на 100 ловушко-суток. Заселяет все возможные биотопы, но численность ее выше в смешанном лесу (9,26 экз. на 100 ловушко-суток, индекс верности биотопу +0,66, в ельнике приручейном (8,86 экз. на 100 ловушко-суток) и в сосняке черничном (8,64 экз. на 100 ловушко-суток). Избегает заболоченные и сухие биотопы (болота, сосняки брусничные и лишайниковый). Вместе с тем, в зоне техногенного воздействия политопность рыжей полевки выражена слабее. Здесь нет высоких показателей обилия. В годы «депрессии» общей численности мелких млекопитающих (2002, 2003, 2006 и 2007) в коренном ландшафте средняя годовая численность рыжей полевки составила 3,45 экз. на 100 ловушко-суток, при весенней численности 0,99 экз. на 100 ловушко-суток к осени численность увеличивалась в 8 раз (8,44 экз. на 100 ловушко-суток) (табл. 3). В годы «пика» численности (1999, 2000, 2004, 2005 и 2008) средняя годовая – 9,2 экз. на 100 ловушко-суток, весной – 3,78 экз. на 100 ловушко-суток, к осени поднималась до 17,16 экз. на 100 ловушко-суток, а в 2005 г. – 28,7 экз. на 100 ловушко-суток. При практически одинаковой весенней численности в годы «депрессии» темпы роста полевки с загрязненной территории уступают коренным ландшафтам. В районе техногенного загрязнения в популяции рыжей полевки прослеживается тенденция увеличения доли самцов, снижение доли перезимовавших особей и увеличение сеголетов. Средняя величина помета на пике численности на фоновой территории и в районе комбината не отличалась (соответственно, 4,9 и 4,8). На фоновой и антропогенной территориях в годы «пика» численности резорбция эмбрионов на уровне 20%. Таким образом, не обнаруживается зависимости эмбриональной смертности от расстояния от комбината.

Clethrionomys rufocanus Sund. – Красно-серая полевка. Распространенный, но малочисленный вид. В сборах заповедника составляет 0,8%, в районе комбината – 1,3%. В пределах заповедника за период исследования отловлено 25 экземпляров, из них 10 особей в 2005 г. в сосняке брусничном. Среднегодовая численность в коренном и антропогенных ландшафтах – 0,08 экз. на 100 ловушко-суток.

Clethrionomys rutilus Pall. – Красная полевка. Известна по 7 экз. в сборах экспедиции МГУ в северной части заповедника, подверженной незначительному влиянию человека (Отчет..., 1992; Поздняков, 1997б). В более поздних сборах вид отмечен на антропогенной территории в 2005 и 2006 гг. в ельнике приручейном (1 экз.) и березняке (4 экз.).

Microtus oeconomus Pall. – Полевка-экономка. Малочисленный вид. В сборах ранних лет присутствовали две молодые особи, пойманные в августе 1987 г. на лугу и в октябре того же года на болоте (Поздняков, 1997б). В наших сборах вид известен по 5 экз., отловленным в заповеднике, и 2 экз., отловленным около комбината, в ельнике приручейном, на осоко-сфагновом

болоте и на лугу. Средняя многолетняя численность 0,013 экз. на 100 ловушко-суток.

Таблица 3

Средняя многолетняя численность рыжей полевки в годы «депрессии» и «пика» численности в коренном и антропогенном ландшафтах (экз. на 100 ловушко-суток)

Параметры	Весна «депрессия»	Осень «депрессия»	Годовая	Весна «пика»	Осень «пика»	Годовая
Коренной						
M	0,99	8,44	3,45	3,78	17,16	9,2
lim	0-2,57	4,57-18,3	1,71-8,65	1,1-7,4	4,9-28,7	3,0-14,0
S	1,01	5,3	2,4	2,29	7,8	3,6
Антропогенный						
M	1,95	4,55	2,52	1,4	7,66	4,6
lim	0-8,0	1,67-10,4	1,67-4,8	0,5-2,0	2,0-14,8	2,4-6,3
S	3,1	3,21	1,2	0,64	4,5	1,5

Microtus agrestis L. – Темная полевка. Вид приурочен к трансформированным стациям (бывшим сельскохозяйственным угодьям). В заповеднике по численности и доминированию в уловах темная полевка занимает третье место (7%). В заповеднике темная полевка отлавливается на разнотравном лугу бывшей деревни Йэхримянваара, а также в ельнике приручейном с обилием поваленных деревьев и гнилых пней. Средняя численность на лугу – 3,5 экз. на 100 ловушко-суток, на территории заповедника – 0,75 экз. на 100 ловушко-суток, на антропогенной территории – 0,34 экз. на 100 ловушко-суток. Всплеск численности отмечен в период общего «пика» численности мелких млекопитающих (1999-2000 гг.), тогда численность достигла уровня в 2,3-3,0 экз. на 100 ловушко-суток. С 2001 по 2010 года наблюдается продолжительный период низкой численности с колебаниями по годам от 0,1 до 0,9 экз. на 100 ловушко-суток. В биотопическом размещении вид отдает явное предпочтение открытым местообитаниям: луговой ассоциации (+1,55), болоту (+0,75) и несколько меньше ельнику приручейному (+0,24), что соответствует размещению вида по Карелии.

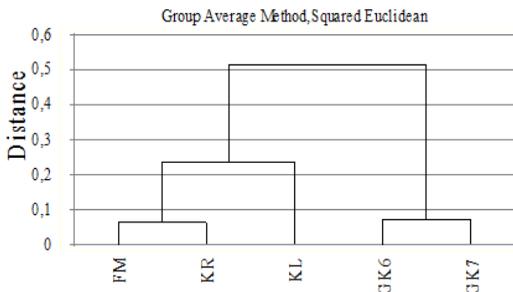
Myopus schisticolor Lill. – Лесной лемминг. Малочисленный, отлавливается не ежегодно. В импактной зоне комбината вид в учетах отсутствует. Средняя многолетняя численность – 0,19 экз. на 100 ловушко-суток. В отдельные годы численность лемминга увеличивалась до 0,62 экз. на 100 ловушко-суток. Предпочитает селиться в сосняке багульниковом (+0,66), ельнике приручейном (+0,46) и смешанном лесу (+0,45), избегает болот.

Глава 5. Биоценотические группировки мелких млекопитающих

Методом кластерного анализа биоценотические группировки мелких млекопитающих из районов, различающихся по степени антропогенного нарушения природных комплексов, были объединены в 2 группы (рис. 4). В первую группу объединены площадки, расположенные на фоновой территории (FM, KR, KL), с

доминированием коренного ландшафта. Ко второй группе отнесены площадки, расположенные в непосредственной близости от комбината (GK6 и GK7).

Рис. 4. Ось ординат – шкала расстояния между объектами (Distance); ось абсцисс – площадки, расположенные в порядке сходства.



Наиболее плотно населены и богаты видами мелких млекопитающих ельник приручейный (лог) и биотопы, возникшие в результате преобразования человеком коренного леса (луг, смешанный лес). В ельнике приручейном учтено 11 видов для фоновой территории и 7 для антропогенной. На фоновой территории в уловах отсутствовала красная полевка. Плотность населения зверьков на фоновой территории – 13,0 экз. на 100 ловушко-суток, на антропогенной территории – 10,5 экз. на 100 ловушко-суток (табл. 2). Доля рыжей полевки в общих уловах коренного ландшафта – 68,2%, антропогенного ландшафта – 59,3%. Численность обыкновенной бурозубки в коренном ландшафте – 1,9 экз. на 100 ловушко-суток, в антропогенном – 2,4 экз. на 100 ловушко-суток.

Луговые ассоциации и смешанный лес занимают второе место по разнообразию фауны мелких млекопитающих. По сравнению с коренными типами леса, здесь выше как плотность населения (13,57 и 12,91 экз. на 100 ловушко-суток), так и разнообразие видов. Фауна мелких млекопитающих луга включает 9 из 11 видов, отмеченных в заповеднике. Наряду с доминирующими видами – рыжей полевкой и обыкновенной бурозубкой – в биотопическом комплексе луга в обилии отлавливается темная полевка (25,9 %).

Смешанный лес и лиственное мелколесье в районе исследования встречаются редко: это вырубки, участки вдоль обочин дорог, по берегам ручьев и озер вблизи пустошей. Средняя многолетняя численность зверьков в березняках коренного ландшафта уступает лишь луговой ассоциации и ельнику приручейному. Средняя многолетняя численность зверьков смешанном лесу в заповеднике – 12,91 экз. на 100 ловушко-суток, в районе комбината – 7,97 экз. на 100 ловушко-суток. Видовое разнообразие также ниже около комбината (соответственно 10 и 7). Колебание численности зверьков сильнее в коренных ландшафтах (4,0-26,6 экз. на 100 ловушко-суток), в районе комбината (2,0-14,0 на 100 ловушко-суток). В районе промышленного загрязнения с фрагментацией местообитаний снижается видовое разнообразие мелких млекопитающих до 7 видов, из которых 4 вида насекомоядные. Снижается доля рыжей полевки на 20%, увеличивается доля темной полевки, обыкновенной и равнозубой бурозубок.

Условия обитания в сосняке багульниковом для мелких млекопитающих намного лучше, чем в лишайниковых сосняках и на болоте. Обилие *Micromammalia* в сосняках багульниковых аналогично сосняку брусничному и сосняку черничному, но выше, чем на болоте и в сосняке брусничном. Амплитуда годовых колебаний численности – 3,34-14,28 экз. на 100 ловушко-суток, что ниже, чем в коренных стациях. По обилию рыжая полевка преобладает над всеми другими видами и ее доля в уловах давилками составляет 68,5%. Численность обыкновенной бурозубки 2,10 экз. на 100 ловушко-суток, что соответствует численности в основных стациях (луг, сосняк черничный, ельник черничный и лиственный лес). Третье место принадлежит средней бурозубке (4,4%). У двух видов (лесной лемминг и красно-серая полевка) индексы верности биотопу выше нуля, что говорит о предпочтении к этому биотопу (соответственно, +0,22 и +0,66). Рыжая полевка и обыкновенная бурозубка доминируют здесь по численности особей, тем не менее, заселяют этот биотоп не так охотно, как другие местообитания.

Зеленомошные леса и болота занимают промежуточное положение по видовому разнообразию и плотности населения зверьков. В сосняке брусничном отловлено 9 видов. Крошечная и равнозубая бурозубки добыты канавками. По результатам учета ловушками красно-серая полевка оказывает явное предпочтение этому биотопу, по данным учета канавками – равнозубая бурозубка. Рыжая полевка и обыкновенная бурозубки, доминирующие по численности, избегают данный биотоп.

В сосняке черничном на фоновой территории учтено 7 видов, в районе комбината – 6, здесь отсутствует лесной лемминг. В антропогенном ландшафте доля рыжей полевки – около 60%, обыкновенной бурозубки – около 30%, тогда как в коренном ландшафте доля рыжей полевки 70%, а обыкновенной бурозубки 22,4%. Остальные виды малочисленны. По сравнению с другими биотопами, численность насекомоядных здесь одна из самых низких. В годы «депрессии» количество видов снижается до 2-3. Обилие мелких млекопитающих сосняка черничного на антропогенной и фоновой территориях достоверно отличается ($F_{(0.17, 3, 39)}=3.82$; $F_{t}=2,84$).

Население ельника черничного на фоновой территории представлено 8-ью видами и 6-ью на антропогенной. Соотношение рыжей полевки и обыкновенной бурозубки на территории с разным уровнем антропогенного влияния существенно не отличается. В отличие от южной и средней Карелии, где в фауне ельников зеленомошных преобладает малая бурозубка (Ивантер, 1975; Курхинен, 2006), третье место на севере в ельнике черничном занимает средняя бурозубка (1,7%). В импактной зоне комбината средняя бурозубка уступает по численности темной полевке. Темная полевка в отловах в коренном ландшафте в ельнике черничном отсутствует. В целом, среднее значение численности для этого биотопа составляет 9,3 экз. на 100 ловушко-суток. Амплитуда колебаний численности по годам варьирует от 0,64 до 32,67 экз. на 100 ловушко-суток. Зверьки избегают сильно затененных участков со слабо развитой кустарничковой растительностью и обилием в напочвенном покрове зеленых мхов. Таким условиям соответствует площадка

№ 5, расположенная в антропогенном ландшафте. Здесь за годы учетов отловлено 4 вида мелких млекопитающих, среднегодовая численность – 8,87 экз. на 100 ловушко-суток. Напротив, в ельниках с разреженным древостоем и развитой кустарничковой растительностью среднемолоднятия численность *Micromammalia* составила 15,3 экз. Из 9 видов, только 3 (рыжая полевка, обыкновенная бурозубка и средняя бурозубка) оказывают этому биотопу предпочтение (+0,25; +0,61; +0,49). Численность видов мелких млекопитающих лишайниковых боров ограничивается одним видом – рыжей полевкой, при средней численности 3,1 экз. на 100 ловушко-суток.

Биоценотические группировки мелких млекопитающих с фоновой и антропогенной территориями были объединены кластерным анализом в две группы. Биотопы в импактной зоне комбината (сосняк черничный, ельник черничный) объединены в одну группу. Эти же биотопы, но с фоновой территории, – во вторую группу. Ельники приручейные не были объединены, очевидно, данный биотоп качественно отличается от других биотопов.

Глава 6. Влияние антропогенных факторов на население мелких млекопитающих

В районе исследования за последние 30 лет усилился антропогенный пресс на окружающую среду со стороны промышленности, транспортных сетей и лесозаготовителей. Это привело к локальной трансформации территории и, как следствие, к структурным изменениям внутри биогеоценозов. Поступающие в атмосферу элементы, осаждаясь на поверхность природных компонентов, включаются в цепи питания, что не может не отразиться на населении мелких млекопитающих. Снижение видового биоразнообразия служит первым признаком нарушения нормального функционирования экосистем (Курхинен и др., 2006). В зоне локального загрязнения комбината отмечено снижение биоразнообразия лишайников (Фадеева, 2001), афиллофоровых грибов (Бондарцева и др., 2001), уменьшается микробное население, увеличивается доля ослабленных деревьев. Мелкие млекопитающие не являются исключением.

Амплитуда колебания численности мелких млекопитающих по годам на фоновой территории имеет более высокие значения в годы «пика» численности по сравнению с районом локального загрязнения (рис. 3). В годы «депрессии» численности суммарное обилие видов находится на одном уровне. В антропогенном ландшафте не наблюдается значительного прироста численности зверьков от весны к осени, по сравнению с фоновой территорией. Вероятно, это обусловлено низким потенциалом роста популяций в зоне интенсивного антропогенного воздействия.

С уменьшением обилия видов на антропогенной территории также изменяется соотношение видов, что, очевидно, обусловлено изменением кормовой базы для ряда зверьков. В условиях техногенного загрязнения в населении мелких млекопитающих увеличивается доля насекомоядных и уменьшается доля зеленоядных видов. На фоновой территории доля зеленоядных видов 68,3%, на антропогенной 57,6%, доля насекомоядных соответственно 24,45% и 37,5%. Перестройку населения мелких млекопитающих под воздействием антропогенных факторов

отмечали многие авторы (Семенов-Тянь-Шанский, 1970, Коросов, 1987; Поздняков, 1997; Катаев, 2008).

Удлинение популяционного цикла не является следствием деятельности комбината, поскольку одновременно отмечено на фоновой и на антропогенной территориях. Данное предположение подтверждается синхронностью изменения численности рыжей полевки и обыкновенной бурозубки на фоновой и антропогенной территориях.

Как показали учеты, наиболее плотно населены и богаты видами мелких млекопитающих биотопы, возникшие в результате преобразования человеком коренного леса (луг, смешанный лес). По сравнению с коренными типами леса, луговые ассоциации и смешанный лес имеют более разнообразную фауну мелких млекопитающих. Напротив, видовое разнообразие мелких млекопитающих листовенного и мелколиственного лесов в импактной зоне комбината не отличается большим разнообразием видов. Смешанный лес в районе антропогенного влияния по видовому разнообразию уступает смешанному лесу фоновой территории (10 против 7). Второй причиной снижения численности зверьков в антропогенном ландшафте, вероятно, является фрагментация ландшафта. В непосредственной близости от учетных площадок проходят автодороги, что может препятствовать миграции мелких млекопитающих между биотопами.

Тем не менее, изменения в населении мелких млекопитающих не имеют катастрофического характера.

Заключение

В ходе проведенного исследования дана оценка состоянию населения мелких млекопитающих коренного и трансформированного ландшафтов. Полученные результаты позволяют говорить об умеренном влиянии деятельности комбината на население мелких млекопитающих. Определена численность видов, биотопическое распределение и видовое разнообразие мелких млекопитающих в коренных и антропогенных ландшафтах. На основе использования метода кластерного анализа выделены группы биотопов, различающиеся по уровню антропогенного влияния, что позволило подтвердить отличие населения мелких млекопитающих коренного леса от населения мелких млекопитающих антропогенной территории.

Проведенное исследование позволило расширить имеющиеся представления о численности, биотопическом распределении и динамике численности мелких млекопитающих в условиях различного уровня антропогенного влияния. Тем самым работа помогает раскрыть понимание процессов, происходящих в ходе трансформации коренных ландшафтов. Полученные данные могут служить в качестве исходных данных при поведении дальнейшего мониторинга состояния населения мелких млекопитающих в районе горно-обогатительного комбината.

Полученные результаты могут быть использованы при организации мероприятий по охране ресурсов окружающей среды и для создания системы практических рекомендаций по сохранению ценных местообитаний с целью поддержания видового разнообразия на территории заповедника и его охранной зоны.

Выводы

1. Изученный регион относится к северо-карельскому зоогеографическому району, в связи с чем фауна населяющих его мелких млекопитающих характеризуется общей видовой бедностью и низкой численностью. К доминирующим видам относятся: обыкновенная бурозубка, рыжая и темная полевки (в сумме 92,2% населения); лесной лемминг, средняя и малая бурозубки – второстепенные виды, составляющие в сумме 5,75%; красно-серая и красная полевки, полевка-экономка, водяная кутора, равнозубая и крошечная бурозубки – редкие виды, встречающиеся на исследованной территории не регулярно.

2. В коренных лесах отмечено 11 видов зверьков с преобладанием таежных форм (включая лесного лемминга и красно-серую полевку), а на трансформированной территории 10 видов, среди которых преобладают виды-убиквисты и выходцы из зоны европейских лесов. Уровень численности мелких млекопитающих региона характеризуется общим уменьшением (в среднем на 30-50% ниже показателей средней полосы). Каждый из видов как в коренных лесах, так и в местах, подверженных антропогенным воздействиям, сохраняет специфические особенности биотопического распределения.

3. Экологическая структура популяций видов отличается достоверным преобладанием прибылых самцов. Полученные данные по размножению видов подтверждают закономерное увеличение плодовитости и общей интенсивности репродукции зверьков по направлению к северу.

4. Антропогенные изменения растительных ассоциаций северной тайги (вырубки, придорожные пространства, луга, мелколесье) меняют показатели численности и характер биотопического распределения мелких млекопитающих. Численность темной полевки и всех бурозубок в этих условиях достоверно выше, а рыжей полевки – ниже, чем в девственных таежных ассоциациях. Специфичен и приобретаемый в условиях антропогенной среды характер многолетних изменений численности – появляется аритмичность, удлиняются депрессии, уменьшается амплитуда колебаний.

5. Костомукшский горно-обогатительный комбинат является для населения землероек и грызунов локальным источником загрязнения. В то же время его воздействие на этих животных может быть оценено как умеренное, не приобретающее катастрофический характер. Выбрасываемые в атмосферу соединения V, Fe, Ni, As и агрегаты сажевых частиц осаждаются в непосредственной близости от комбината. Выпадающие Pb, Zn, Cd, Sb, As, K, Rb, Ni, Cu и Co являются результатом дальнего переноса из промышленных центров Европы и России. Концентрации названных элементов в целом остаются на территории заповедника на уровне фоновых значений.

Список основных публикаций по теме диссертации

1. Поздняков С. А., **Замбер Н. С.** Численность мелких млекопитающих 1998-2005 гг. // Научные исследования в заповедниках и национальных парках России за 1998-2005 годы. Выпуск 3. Ч. 1. М.: ВНИИ природы, 2006. С. 187-188.

2. **Замбер Н. С.** Экологические проблемы Костомукшского заповедника // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов IV-й научно-практической конференции с международным участием. Ростов-на-Дону, 2007. С. 142-147.

3. **Замбер Н. С.** Биологическая оценка состояния окружающей среды на территории муниципального округа «г. Костомукша» // Экология – 2007: Материалы докладов Международной молодежной конференции. Отв.ред. чл.-корр. РАН Ф.Н. Юдахин; Институт экологических проблем Севера УрО РАН. –Архангельск, 2007. С.164-165.

4. **Замбер Н. С.,** Шевченко В. П., Поздняков С. А., Покровский О. С., Васюкова Е. В. Влияние эолового переноса загрязняющих веществ на состояние окружающей среды в районе г. Костомукша, Карелия // Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. – М.: 2007. С.233-235.

5. **Замбер Н. С.,** Поздняков С. А. Динамика численности мелких млекопитающих в Костомукшском городском округе за 2000-2007 гг. // Экология-2008: Материалы докладов молодежной научной конференции. Отв.ред.чл.-корр. РАН Юдахин Ф.Н; Институт экологических проблем Севера УрО РАН.- Архангельск, 2008.С. 175-177.

6. **Замбер Н. С.,** Шевченко В. П., Конов К. Г. Мониторинг наземных экосистем в районе Костомукшского горно-обогатительного комбината // Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. «Экологические проблемы. Взгляд в будущее», Ростов-на-Дону, 2008. С. 215-220.

7. Чмеренко А. В., Шевченко В. П., Саввичев А. С., **Замбер Н. С.,** Конов К. Г. Микроэлементный состав эпифитных кустистых лишайников как индикатор степени загрязнения атмосферы // Материалы XIX конференции молодых ученых, посвященная памяти члена-корреспондента АН СССР профессора К.О. Кратца, Апатиты, 2008. С. 149-152.

8. **Замбер Н. С.** Мелкие млекопитающие в условиях антропогенного воздействия // «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения». III-ья всероссийская научная конференция с международным участием. Апатиты, 2010.

9. **Замбер Н. С.,** Никитин В. О., Майорова Л. В. Редкие виды животных и растений в заповеднике «Костомукшский» и его окрестностях // Особо охраняемые природные территории в XXI веке: современное состояние и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2011. С.132-135.

10. Никитин В. О., **Замбер Н. С.** Мониторинг динамики численности некоторых млекопитающих заповедника «Костомукшский» // Многолетние природные процессы в природных комплексах заповедников России. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию Центрально-Лесного ГПБЗ. 2012. С.316-320.

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

11. Виноградова А. А. **Замбер Н. С.** Кутенков С. А. Шевченко В. П. Источники тяжелых металлов, накапливающихся в кустистых эпифитных лишайниках Карелии / [Электронный ресурс] электронная библиотека (Журнал "Современные проблемы науки и образования" №5, 2012 // Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/5/74.pdf>

12. Шевченко В. П., Покровский О. С., Стародымова Д. П., Васюкова Е. В., Лисицын А. П., Дровнина С., **Замбер Н. С.,** Махнович Н. М., Савичев А., Сонке Й. (SonkeJ.). Геохимия эпигейных лишайников водосборного бассейна Белого моря // Доклады Академии наук, 2013, том 450, №1, С.87-93.

13. **Сиккиля Н. С.** Фаунистический анализ мелких млекопитающих заповедника «Костомукшский» // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки, №2 (139). Март, 2014. С.33-35.

Подписано в печать 08.09.14. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Уч.-изд. л. 1,4. Усл. печ. л. 1,4.
Тираж 100 экз. Заказ № 206

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50