

Министерство образования Российской Федерации
ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Гашев Сергей Николаевич

**МЛЕКОПИТАЮЩИЕ
В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА
(на примере Тюменской области)**

03.00.16 - экология

Автореферат

Тюмень-2003

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Организация мониторинга окружающей среды - как построение комплексных пространственно-временных рядов трансформации различных биогеоценозов под действием естественных и антропогенных факторов на основе системы наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, продолжает оставаться на достаточно низком уровне. Причина этого кроется в отсутствии единого методологического подхода и комплексного осуществления программ мониторинга отдельных сред, факторов влияния и компонентов биоты. Следствием чего является непонимание причинно-следственных связей наблюдаемых явлений. Основанием для решения рассматриваемой проблемы в Российской Федерации являются решение Правительства РФ № 1229 от 24 ноября 1993г. “О создании Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ)”, а в пределах отдельных регионов - решения местных органов власти. Наличие этих документов ставит перед соответствующими органами и научно-исследовательскими организациями конкретные задачи. Однако, ни общепризнанного методологического, ни методического подхода к решению поставленных задач на настоящий момент нет. Это с полным правом может быть отнесено и к проведению мониторинга биоразнообразия (как части экологического мониторинга), а также к использованию в качестве объектов мониторинга наряду с другими компонентами биоты млекопитающих. В качестве конкретного шага по реализации указанных выше решений в области разработки методов использования млекопитающих в экологическом мониторинге может быть рассмотрена настоящая работа, которая в методологическом плане является составной частью комплексной методики ведения регионального экологического мониторинга, разработанной под эгидой Тюменского областного комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов.

Цель и задачи работы. Целью настоящей работы является разработка комплексных методов использования млекопитающих в системе оценки качества среды обитания при региональном экологическом мониторинге.

В связи с этим перед нами ставились следующие задачи.

1. Исследовать фауну млекопитающих Тюменской области с учетом исторических и зоогеографических особенностей региона.
2. Разработать конкретные методические приемы оценки состояния сообществ млекопитающих и популяций их отдельных видов, предполагающие комплексность,

многоуровненность и всесторонность исследований, включающие в себя и лабораторные тесты.

3. Изучить вопросы, связанные с проблемами антропогенного воздействия на популяции животных, с механизмами адаптации млекопитающих к этим воздействиям, а также с возможностью зооиндикации трансформаций в различных экологических системах, а также с прогнозированием их дальнейшей судьбы.

4. Исследовать вопросы трансформации сообществ млекопитающих в ходе восстановительных сукцессий нарушенных местообитаний.

5. Продемонстрировать конкретные приемы использования предложенных подходов в системе локального и регионального экологического мониторинга состояния окружающей среды.

Новизна исследований. В работе для оценки состояния сообществ млекопитающих наряду с традиционными показателями предлагаются и оригинальные, основанные на видоспецифичности входящих в сообщество видов. Кроме того, в системе экологического мониторинга предложено применение характеристик устойчивости сообществ млекопитающих, основанных на термодинамических и информационных процессах в этих системах. Впервые для Тюменской области проведено териогеографическое районирование территории, описана фауна области с плейстоцена по современность. Рассмотрены вопросы динамики численности мелких млекопитающих за 30-ти летний период в разных природных зонах региона. Впервые осуществлен комплексный подход при изучении вопросов влияния различных антропогенных факторов на сообщества млекопитающих и популяции отдельных видов.

Теоретическая и практическая значимость работы. С теоретической точки зрения предложенные оригинальные показатели сообществ млекопитающих (индексы антропогенной адаптированности сообществ, показатели упругой, резистентной и общей устойчивости, обобщенный показатель благополучия и др.) позволяют не только с новых позиций подойти к вопросу оценки качества среды обитания животных в системе экологического мониторинга, но и рассмотреть их использование в других системах (сообществах насекомых, птиц и т.д. или сборных групп - наземных позвоночных животных и др.). Важное теоретическое значение имеют исследования фаунистического состава млекопитающих Тюменской области в историческом и зоогеографическом аспектах, которые позволяют оценить процессы

трансформации фаунистических комплексов под действием ряда абиотических и биотических факторов. Особый интерес представляет изучение адапционных механизмов в сообществах млекопитающих и в популяциях их отдельных видов под действием различных антропогенных факторов, имеющих стрессовую или дистрессовую (по Г.Селье) нагрузку. Практическое значение работы определяется, в первую очередь, непосредственным использованием разработанных методологических и методических подходов при создании системы экологического мониторинга, имеется два акта о внедрении работы.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. В течение исторического периода (с XIV века) наряду с исчезновением ряда видов териофауна области пополнялась новыми видами, в результате чего видовое богатство региона возросло, список млекопитающих исторического периода насчитывает 96 видов, из которых в настоящее время встречаются 92.
2. Важное значение при мониторинге наряду с традиционными должно придаваться интегральным показателям сообществ млекопитающих: таким как устойчивость и стабильность, основанным на термодинамических и информационных процессах в природе, показателю антропогенной адаптированности сообществ и ряду других.
3. При воздействиях, снижающих роль видов-эдификаторов, отмечаются коренные перестройки состава и структуры сообществ млекопитающих на фоне относительной стабильности морфофизиологических характеристик популяций; при сохранении эдификаторных свойств и общего облика ценоза структура сообществ долгое время остается стабильной, что достигается напряжением морфофизиологических характеристик популяций и лишь при достижении нагрузкой дистрессовых величин отмечается резкое изменение состава сообществ и их структурных характеристик.
4. Под воздействием возмущающих факторов на первых этапах восстановительной сукцессии на месте сообществ с высоким биологическим разнообразием формируются более бедные и наоборот.

Реализация результатов исследования. По предлагаемым автором методикам заложена сеть постоянных пробных площадей экологического мониторинга районов интенсивной добычи нефти в Среднем Приобье, в настоящее время по заказу областного комитета по экологии ведутся работы по организации подобной сети в г. Тюмени и пригородах (имеется акт о внедрении).

Разработаны программы для расчета статистических показателей и показателей сообществ млекопитающих - «STATAN-98» и «Mammalia». Создана электронная база данных «Териофауна Тюменской области» в СУБД MS Access 97.0. Полученные результаты работы используются при чтении курсов по зоологии позвоночных, зоогеографии, методике организации экологического мониторинга и ряду других в Тюменском государственном университете (имеется акт о внедрении).

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на II Международной конференции приполярных университетов (Тюмень, 1991), на Международных конференциях «Освоение Севера и проблемы рекультивации» и др. (Сыктывкар, 1991, 2002; Syktyvkar, 1994, 1997, 1998), на Международной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы охраны окружающей среды» (Томск, 1995), на I, II, III Межгосударственных конференциях по безопасности жизнедеятельности в Сибири и на Крайнем Севере (С-Петербург, 1992; Тюмень, 1995, 1997), на Международных совещаниях «Состояние териофауны в России и ближнем зарубежье» (Москва, 1996, 2003), на Международной конференции по биологии насекомых млекопитающих (Кемерово, 1999), на Международной конференции по экологии и рац. природопользованию (Томск, 2000), на Всесоюзных конференциях «Экология нефтегазового комплекса» (Надым, 1988) и «Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды» (Ленинград, 1991), на V и VI Съездах ВТО (Москва, 1990, 1999), на Всероссийских конференциях «Биологическое разнообразие животных Сибири» (Томск, 1998) и «Проблемы региональной экологии» (Новосибирск, 2000), а также на двух десятках региональных конференциях, совещаниях и семинарах.

Публикации. Материалы исследования опубликованы в более чем 80 печатных работах, в т.ч. 4 монографиях и 12 работах в изданиях из списка ВАК. Общий объем публикаций более 40 п.л.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы, включающего 745 наименований, и 6 приложений. Работа изложена на 340 страницах машинописного текста и проиллюстрирована 73 таблицами и 39 рисунками. Общий объем 393 с.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Во введении показана актуальность и новизна исследований, указаны цель и задачи настоящей работы, приведена нормативная база по разработке системы экологического мониторинга в Тюменской области.

I. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

Термин «мониторинг» появился перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 5-6 июня 1972 г.). Под экологическим мониторингом принято понимать систему повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой (Mann, 1973).

Таким образом, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ - это система наблюдений, оценки и прогноза СОСТОЯНИЯ природной среды (Израэль, 1979). В этом плане система экологического мониторинга принципиально отличается от систем формирования комплексных территориальных кадастров природных ресурсов и мероприятий по нормированию нагрузки на природные системы.

В качестве основного предмета рассмотрения является экологический мониторинг, включающий в себя две крупных составляющих части: 1) факторный или геофизический мониторинг (подразумевает слежение за изменениями естественных и антропогенных абиотических факторов среды), обеспечиваемый физико-химическими методами; 2) биологический мониторинг (мониторинг ответных реакций биоты на воздействия отдельных абиотических факторов или их комплексов), обеспечиваемый биологическими методами. Биологический мониторинг, в свою очередь, включает в себя мониторинг биологического разнообразия (видовой состав, соотношение отдельных видов и их распределение на той или иной территории) и мониторинг биологических систем (сообществ организмов, популяций отдельных видов на исследуемой территории). На наш взгляд, рассмотрение в экологическом мониторинге биологических систем ниже рангом, чем популяции, исключено в связи с тем, что именно последние, несмотря на многочисленность взглядов и определений (Тимофеев-Ресовский и др., 1973; Одум, 1986; Шилов, 1997 и т.д.) являются, по мнению С.С.Шварца (1967, 1972 а), элементарной формой существования видов в природе. Это, однако, не исключает

использование в целях мониторинга организменных, органных, тканевых (гистологических), клеточных (цитологических) и более мелких показателей в иерархии живых структур, но рассматриваемых в преломлении через популяции конкретных видов. Системы факторного и биологического мониторинга (и их совокупность - экологический мониторинг) по целому ряду принципов могут быть разделены на несколько групп. По особенностям воздействия факторов среды (в первую очередь, антропогенных) на экосистемы выделяются фоновый (для экосистем с минимальным воздействием) и импактный (для экосистем, подверженных влиянию тех или иных факторов или их комплексу). В экологическом мониторинге, как правило, целесообразно использовать обе эти составляющие в методологическом единстве.

Глава II. МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Глава начинается описанием общих положений методологии комплексного мониторинга, связанным с выбором основных блоков и пространственно-временных комплексов для наблюдений. Предлагается иерархия таких систем и оптимальная периодичность проведения наблюдений. Далее рассматриваются критерии для выбора объектов экологического мониторинга, обосновывается возможность использования в этих целях млекопитающих. Предлагается использовать как показатели сообществ млекопитающих исследуемых территорий, так и популяционные показатели доминирующих видов или видов-индикаторов, исходя из положений некоего подобия популяций и сообществ животных в соответствии с теорией фракталов (Гелашвили, Раозенберг, 2002). Основная часть данной главы посвящена описанию конкретных методических приемов, использование которых рекомендуется автором при организации системы экологического мониторинга.

Для характеристики сообществ млекопитающих наряду с распространенными (индекс видового богатства, видового разнообразия и т.д.) предлагается использовать ряд новых оригинальных характеристик сообщества. Связано это с тем, что показатели видового разнообразия, на наш взгляд, не дают исчерпывающей характеристики сообществ организмов в аспекте их антропогенной адаптированности и устойчивости к внешним воздействиям. В основу предлагаемых показателей ложится индекс антропогенной адаптированности отдельных видов, входящих в сообщество, отражающий их качественное своеобразие. Все виды млекопитающих

Тюменской области (в фауну которой входит подавляющее большинство видов всей Западной Сибири) разнесены по градациям 5 шкал, которые приведены в приложениях к работе: индекса К-г-ориентированности вида (Kг) (от г-стратегов через г-ориентированных, г=К-стратегов и К-ориентированных видов к К-стратегам -1, 2, 3, 4 и 5 баллов, соответственно); степени антропофобии (А) (от эвсинантропов через синантропов, антропофилов и «нейтралов» к антропофобам -1-5 баллов); степени консументии (Б) (от поедателей семян и плодов через поедателей вегетативных частей растений, всеядных и поедателей беспозвоночных к плотоядным -1-5 баллов); предпочитаемой влажности (В) и закрытости (Г) местообитаний (от сухого через влажное к мокрому и от открытого через полуоткрытое к закрытому -1-3 балла в каждой). Для каждого i -го вида индекс I_i определяется по формуле: $I_i = \{1/[A+B+Kг+((B+Г)/2)]\} * 100$. На основании этих индексов (I_i) и обилия конкретных видов (W_i) в сообществе млекопитающих рассчитываются его оригинальные экологические характеристики: показатель эвсинантропии: I_s ; индекс антропогенизации: I_a ; показатель антропофилии: I_f ; индекс естественности: I_e ; показатель ранимости: I_r ; индекс антропогенной адаптированности сообщества мелких млекопитающих: $IAA = (I_f - I_r) / I_e * 100\%$ (при $I_e = 0$ IAA принимается за 100%). Это - интегральная характеристика сообщества. Таким образом, общая антропогенная адаптированность сообщества будет тем выше, чем больше в нем видов из групп эвсинантропов, синантропов и антропофилов с более высокими индивидуальными индексами I_i и чем меньше в его составе «нейтралов» и антропофобов.

Приведенные выше характеристики сообществ млекопитающих дополняются показателями его упругой, резистентной и общей устойчивости, которые были предложены нами ранее (Гашев, 1998) и основываются на индексе видового разнообразия Симпсона, индексе видового богатства и ряде коэффициентов, специфичных для отдельных зональных типов экосистем суши Земли, природно-климатических зон и подзон (Табл. 1), а также сукцессионной стадии развития конкретной экосистемы или сообщества живых организмов той или иной группы (в том числе - млекопитающих). Общая устойчивость может быть рассчитана по формуле: $U = 0.09 e^{(D(2G+3T)/G)} + 0.9 D(1+K/R)$, где первое слагаемое - упругая устойчивость, а второе - резистентная. В пионерных и молодых сообществах величина U будет определяться в основном ее резистентными свойствами, а в зрелых и климаксных - упругими, тогда как резистентность возрастает незначительно. В

целом же, необходимо отметить, что устойчивость экологических систем в нашей интерпретации является их внутренним свойством, основанным на их термодинамических особенностях, и в этом контексте резистентная устойчивость системы в корне отличается от стабильности системы по В.Д.Федорову и С.А.Соколовой, где последняя выступает как характеристика состояния системы во времени или пространстве и является натурным проявлением свойств экосистемы при определенных условиях внешней среды.

Таблица 1.

Шкала значений «вязкости» (K) и «упругости» (G) окружающей Среды для основных зональных типов экосистем суши Земли

K	G	Основные зональные типы экосистем суши
1	1.0	Вечный снег, ледники (в том числе в горах)
2	0.9	Арктическая пустыня, гольцы в горах, тропические и субтропические пустыни
3	0.8	Тундры (в том числе горные), пустыни умеренного пояса
4	0.7	Северная и средняя тайга, полупустыни умеренного пояса и субтропические полупустыни
5	0.6	Южная тайга и подтайга, степи, опустыненные саванны (тропические полупустыни)
6	0.5	Лиственные леса и лесостепь, субтропическая гемигиля
7	0.4	Субтропическая степь, жестколиственные субтропические леса и кустарники
8	0.3	Сухие саванны, экваториальные лесные болота
9	0.2	Дождевые субтропические леса, экваториальный лес, светлые тропические леса и лесистые саванны, сильно заболоченный экваториальный лес
10	0.1	Средне заболоченный экваториальный лес

Примечание: для территории России с учетом ее природно-климатического зонирования можно использовать следующие значения K и G: тундра: арктическая (2.5 и 0.85); типичная (3.0 и 0.80); южная (3.2 и 0.78); лесотундра (3.5 и 0.75); тайга: северная (4.0 и 0.70); средняя (4.5 и 0.65); южная (5.0 и 0.60); подтайга (5.5 и 0.55); лесостепь: северная (6.0 и 0.50); средняя (5.8 и 0.53); южная (5.5 и 0.55).

Репродуктивные процессы предлагается оценивать показателем успешности размножения (URZ), выражаемым как процент от того количества детенышей, которое потенциально могли бы произвести 100 самок в данных условиях за одну генерацию.

Показатель консервативности (IKV) складывается из долей наиболее консервативных групп в популяциях мелких млекопитающих: самок и зимовавших зверьков.

Важным показателем, на наш взгляд, является территориальная структура сообщества, который мы оцениваем показателем агрегированности. Показатель

агрегированности вслед за Ю.Одумом (1986) предлагается вычислять по формуле: $AG=d/m$, где m - среднее арифметическое значение обилия особей на изучаемой площади (по отдельным площадкам), d - дисперсия. Однако, напомним, что увеличение агрегированности организмов может вызываться как локальным увеличением обилия зверьков при общей постоянной численности за счет улучшения условий обитания в этих локусах, так и за счет снижения общего обилия при сохранении зверьков только в некоторых участках территории, более благоприятных при данных (в общем неблагоприятных) условиях. Именно с учетом второго случая нами для оценки качества среды предлагается показатель «плохой» агрегированности: $BAG=AG/N$ (Гашев, 2002 а).

Для интегральной оценки нами выбраны: показатель общей устойчивости сообщества (U), показатель консервативности (IKV), индекс антропогенной адаптированности сообщества (IAA) и успешность размножения млекопитающих в сообществе (URZ). После их индексирования обобщенный показатель благополучия сообщества (SSS) определяется по формуле:

$$SSS = U + 0.1 IKV + 0.01 IAA + 0.01 URZ + (0.1/BAG).$$

При изучении популяций отдельных видов в целях экологического мониторинга предлагается использовать целый ряд традиционных показателей:

1. относительная численность данного вида, плотность, динамика численности;
2. половая структура популяций мелких млекопитающих;
3. возрастная структура популяции;
4. пространственная структура популяций мелких млекопитающих: соотношение резидентов и мигрантов;
5. репродуктивные процессы;
6. морфофизиологические и биохимические особенности;
7. зараженность эндо- и эктопаразитами;
8. цитогенетические особенности;
9. наличие уродств и т.д.

Особое место занимают методы исследования состояния животных из природных популяций в лабораторных тестах. При этом, в ходе исследований, безусловно, должна быть выработана оценочная шкала для определения СТЕПЕНИ отклонения состояния окружающей среды от фоновых или исходных значений (I. в пределах нормы, II. слабое изменение, III. изменение средней степени, IV. сильное

(или критическое) изменение окружающей среды). Может быть использован, такой показатель отклонения для каждого параметра: $D = (\Delta X/X_{\phi}) \times 100 \%$, где ΔX - отклонение значения параметра от фонового (или исходного); X_{ϕ} - фоновое значение параметра. Общее состояние экосистемы, отражающее качество окружающей среды, может быть представлено как средневзвешенное из показателей отклонения наиболее информативных параметров ряда объектов мониторинга:

$S = (\sum k_i D_i)/N$, где k_i - коэффициент значимости i -го объекта мониторинга в системе, N - количество используемых для анализа объектов.

Особое место в методологии экологического мониторинга отводится использованию целого ряда статистических показателей, таких как коэффициент вариации, асимметрия и эксцесс распределения признаков, кривые аллометрического роста органов, показатель билатеральной асимметрии и др. В качестве обязательного инструментария предлагаются корреляционный, дисперсионный, регрессионный и кластерный анализы. В заключение приводятся основные принципы экологического прогнозирования (Большаков, 1983), которое должно рассматриваться как один из заключительных этапов работ по мониторингу: 1. Не все связи в экосистеме существенны, и нет необходимости измерять все, однако, выявить наиболее важные связи принципиально необходимо.

2. Структура экосистемы важнее для правильного прогноза, чем количественные характеристики ее компонент (численность, биомасса и т.д.). Эту мысль можно развить, процитировав В.Д.Федорова (1983), который выдвигает три постулата: I - в ходе процессов деградации экосистем их структура разрушается относительно скорее, чем изменяется состав; II - в ходе процессов деградации экосистем уровень функционирования экосистем падает относительно медленнее, чем изменение их состава и, соответственно, изменение структуры; III - в ходе процессов деградации экосистем надежность функционирования (экологическая упругость) следует за изменением структуры.

3. Изменения одной переменной могут повлечь за собой неожиданные изменения других переменных и в другом месте.

4. Последствия воздействий не обязательно сказываются мгновенно и постепенно ослабевают; возможно существенное запаздывание в проявлении эффекта действия того или иного фактора.

Вообще же А.М.Бейм с соавторами (1985), на наш взгляд - справедливо, утверждают, что количественное детальное долгосрочное прогнозирование состояния экосистемы, подвергающейся антропогенному воздействию, на современном этапе развития экологических исследований и математических методов прогнозирования бессмысленно. Детальным имеет смысл делать только краткосрочные (в крайнем случае - среднесрочные) прогнозы.

Глава III. КРАТКАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В главе приводится физико-географическая характеристика Тюменской области и подробно рассматривается экологическая обстановка в различных природных зонах и подзонах, связанная с развитием тех или иных народно-хозяйственных комплексов.

Глава IV. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наши исследования в плане экологического мониторинга состояния природных систем Тюменской области проводились в период с 1980 по 2002 г. Маршрутами экспедиций и районами стационарных исследований охвачены все природные зоны и подзоны Тюменской области (Рис.1). Исследовано влияние на териофауну всех основных антропогенных факторов и их комплексов, связанных с развитием тех или иных народно-хозяйственных комплексов (газодобыча, нефтедобыча, сельское хозяйство, урбанизация). При этом рассматривался как аспект мониторинга биоразнообразия млекопитающих, так и реакция сообществ и популяций на антропогенные воздействия. В общей сложности заложено 300 пробных площадей, отработано около 28500 ловушко-суток, отловлено 3552 мелких млекопитающих. Отловы мелких млекопитающих дополнялись зимними маршрутными учетами охотничье-промысловых видов зверей.

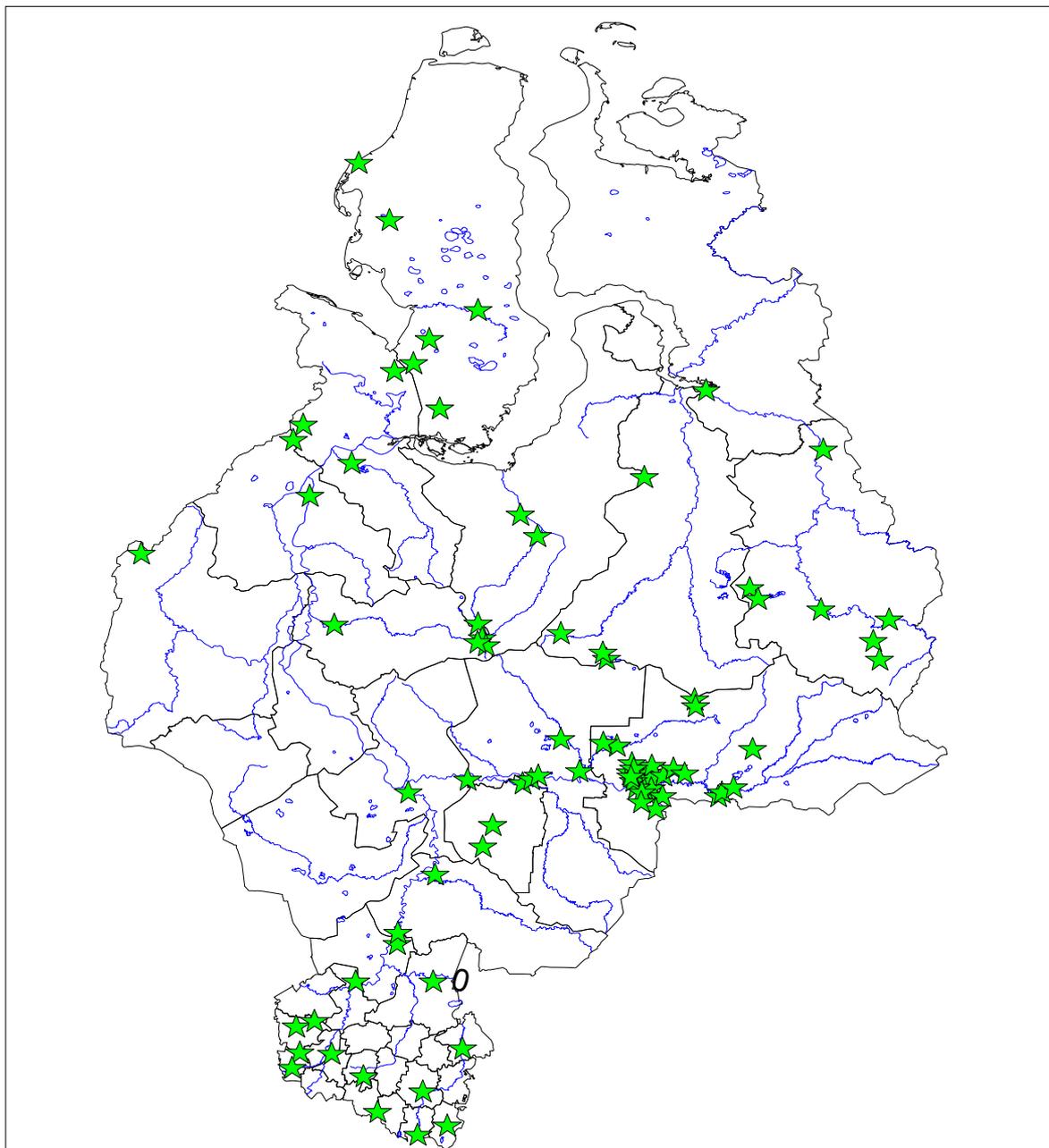


Рис.1. Расположение районов проведения исследований.

Сопряженно с исследованием фауны и экологии мелких млекопитающих нарушенных территорий изучалось состояние живого напочвенного покрова, древостоя и естественного возобновления хвойных пород. Использовались данные А.В.Соромотина по состоянию почвенной мезофауны. Материал подвергнут статистической обработке с использованием как широко распространенных, так и авторских пакетов программ для ЭВМ.

Глава V. МОНИТОРИНГ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Для Тюменской области нами проведено зоогеографическое районирование территории. Установленные границы ландшафтных зон и подзон достаточно хорошо согласуются с северными или южными границами ареалов ряда вида позвоночных животных (амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих), но в ряде случаев несколько

отличаются от принятого деления исследуемой территории (например, по лесорастительному принципу), однако, на наш взгляд, точнее отражают именно зоогеографическое районирование области. Выделенные подразделения в еще большей степени коррелируют с набором соответствующих фаунистических комплексов, на основе которых ареалогическим методом и методом кластеризации выделены зоогеографические провинции.

На территории современной Тюменской области по имеющимся находкам в позднем плейстоцене обитало около пяти десятков видов млекопитающих, два десятка из которых в настоящее время можно считать вымершими. Еще часть видов из позднеплейстоценового списка к концу 20 столетия исчезла с территории области.

Всего в фаунистическом списке области для исторического периода (с XIV века) нами указывается 96 видов, но поскольку на исследуемой территории некоторые виды животных из этого списка за последнее столетие не встречались, а численность их в сопредельных районах существенно сократилась, не оставляя надежд на существенное расширение ареала и появление в пределах области, мы считаем их «вероятно исчезнувшими» в историческое время. Таким образом, в *современный* фаунистический список области включено 92 вида млекопитающих из 8 отрядов. Более трети всех видов составляют грызуны, второе и третье места принадлежат соответственно хищным и насекомоядным (Рис. 2). Фауна млекопитающих Тюменской области имеет смешанный европейско-восточносибирский характер, представляя комплекс видов европейских бореальных лесов, видов восточносибирского происхождения и североатлантических видов. Процесс проникновения видов на территорию Тюменской области с востока и с запада продолжается и в настоящее время, а благодаря все большему освоению этой территории человеком, наметился вектор заселения европейскими видами и более северных территорий. По числу видов в Тюменской области доминируют представители европейского типа фауны, кроме северной тайги, где их сменяют сибирские виды (при высокой степени транспалеарктических видов), а в Субарктике эти особенности фауны ослабевают, уступая место циркумполярным закономерностям. Видов-эндемиков в териофауне Тюменской области нет. Существенный вклад в трансформацию фауны вносит и деятельность человека, особенно с появлением в Сибири белого населения. Причем, нельзя сказать, что фауна в результате этого фактора однозначно становится беднее.

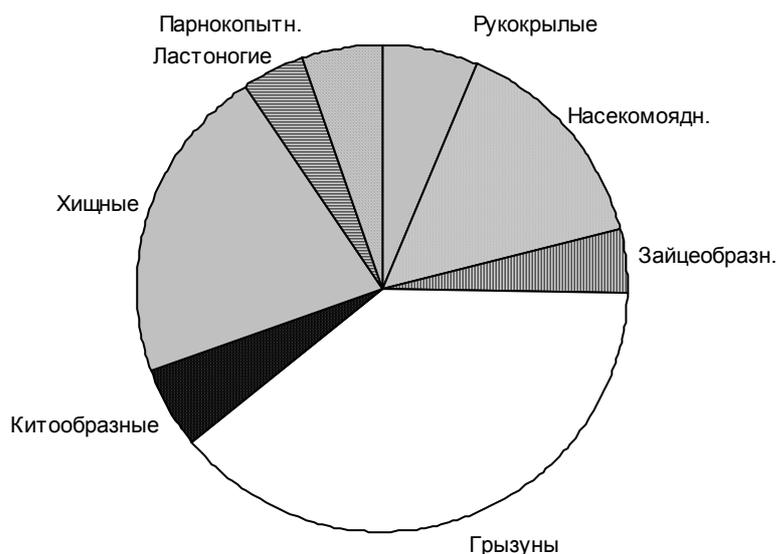


Рис. 2. Доля представителей отдельных отрядов млекопитающих в териофауне Тюменской области.

Из таблицы 2 видно, что за четыреста лет в целом с территории нынешней Тюменской области исчезло лишь 7 видов позвоночных и из них 4 вида млекопитающих (хотя численность многих сохранившихся резко сократилась и судьба этих видов вызывает тревогу!), в то же время появилось 40 новых видов, 11 из которых - млекопитающие. Современная фауна позвоночных животных Тюменской области, в целом, и млекопитающих, в частности, обогатилась синантропами и антропофилами, что, повышает общий уровень ее устойчивости к антропогенным факторам.

Таблица 2.

Фауна позвоночных животных территории Тюменской области в 16-20 вв.

Классы позвоночных	16 – 17 века	Конец 20 века	Исчезло видов	Появилось видов
Млекопитающие	85	92	4	11
Всего позвоночных:	517	550	7	40

Интересен тот факт, что большая часть видов млекопитающих Тюменской области относится к так называемым r-стратегам или r-ориентированным видам, т.е. видам с высоким биологическим потенциалом и ставкой в жизненной стратегии на интенсификацию размножения. Такие виды отбираются обычно в ненасыщенной или неопределенной среде, подверженной периодическим стрессам.

Нами отмечено увеличение видового богатства млекопитающих при продвижении с севера на юг в пределах Тюменской области (в т.ч. и в горных районах Урала)(Рис. 3) от арктической акватории (0) до средней лесостепи (10). Нахождение максимума видового богатства млекопитающих в целом и мелких млекопитающих в зонах подтайги и лесостепи отмечено для всей Западной Сибири (Равкин и др., 1998).

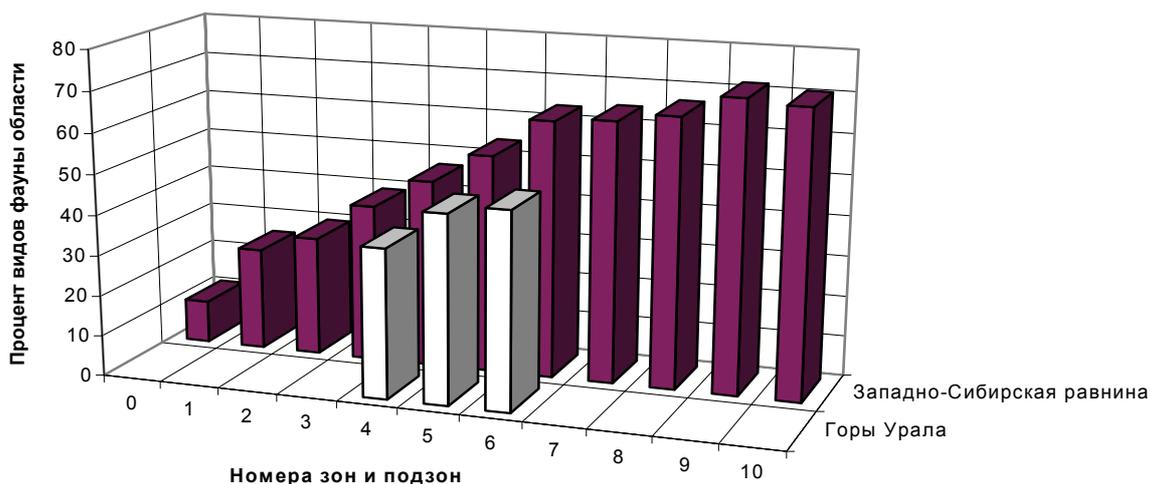


Рис. 3. Распределение видов млекопитающих по зоогеографическим зонам и подзонам.

Изучение *динамики* численности животных само по себе, уже по определению, является мониторингом. Однако, принимая как аксиому тот факт, что динамика численности наряду с популяционными механизмами саморегуляции зависит от условий окружающей среды, мы можем рассматривать особенности ее в качестве критерия оценки этой среды, подверженной трансформациям под действием естественных или антропогенных факторов. В этом смысле динамика численности животных является важным объектом экологического мониторинга не только в прикладном, но и в теоретическом плане.

В Тюменской области флуктуации численности мелких млекопитающих прослежены более чем за 30 лет: с 1970 по 2002 гг. (Рис. 4). Анализируя картину в целом, можно отметить, что за этот период отмечалось 10 депрессий (1971-72; 1974; 1977-78; 1981; 1984; 1986-87; 1989; 1992-93; 1996; 1999-2000) и 10 пиков численности (1970; 1973; 1975-76; 1979-80; 1982-83; 1985; 1988; 1991; 1994-95; 1998). Периодичность колебаний составила около 3 лет (в среднем 2.9 года). Хорошо видно, что, несмотря на некоторые смещения сроков пиков и спадов в

разных природных зонах, общая картина сохраняется везде. Бросается в глаза, что в наиболее экстремальных условиях среды (тундра и лесотундра (данные по Балахонов и др., 1997)) выраженность колебаний выше по амплитуде. При анализе этого материала мы отмечаем, что еще более правильную периодичность имеют не пики или депрессии численности мелких млекопитающих, а точки перехода кривой динамики численности через среднюю многолетнюю - это происходит строго через 2 года на третий (Рис.5). Выявленная закономерность, безусловно, может быть использована при прогнозировании всплеск численности мелких млекопитающих при проведении ежегодных контрольных учетов в рамках экологического мониторинга. Динамика численности мелких млекопитающих в разных биогеоценозах близка, хотя в ряде из них, играющих роль «стаций переживания» (в Среднем Приобье это - спелые зеленомошно-кустарничковые кедровники), численность меняется не так значительно, оставаясь достаточно высокой даже в годы депрессий. При попытке установить корреляционные зависимости численности красной полевки и обыкновенной бурозубки с различными морфофизиологическими характеристиками в предшествующий вегетационный сезон наиболее сильная положительная связь отмечена с индексом печени самок-сеголеток ($r = 0.72 \pm 0.40$ и 0.91 ± 0.24 при $P < 0.05$ соответственно для каждого вида). Корреляционной связи обилия названных выше доминирующих в таежной зоне видов с успешностью их размножения или с солнечной активностью (в предыдущий сезон) в период 1987-97 гг. нами не установлено.

Для целей экологического мониторинга должны быть использованы данные специальных учетов (а не данные заготовок), причем, учитывая наличие у животных естественных циклов колебания численности популяций (у грызунов в 3-4 года, а, например, у лося - в десятилетия), лучше использовать средние многолетние данные, скажем, по десятилетиям у крупных видов или по пятилетиям у более мелких. Так, например, такое усреднение указывает на достоверный рост численности лося или зайца-беляка в период 1991-97 гг. по сравнению с предшествующим десятилетием, хотя колебания численности этих видов за исследуемый период значительны и не демонстрируют четкой закономерности (Рис.6).

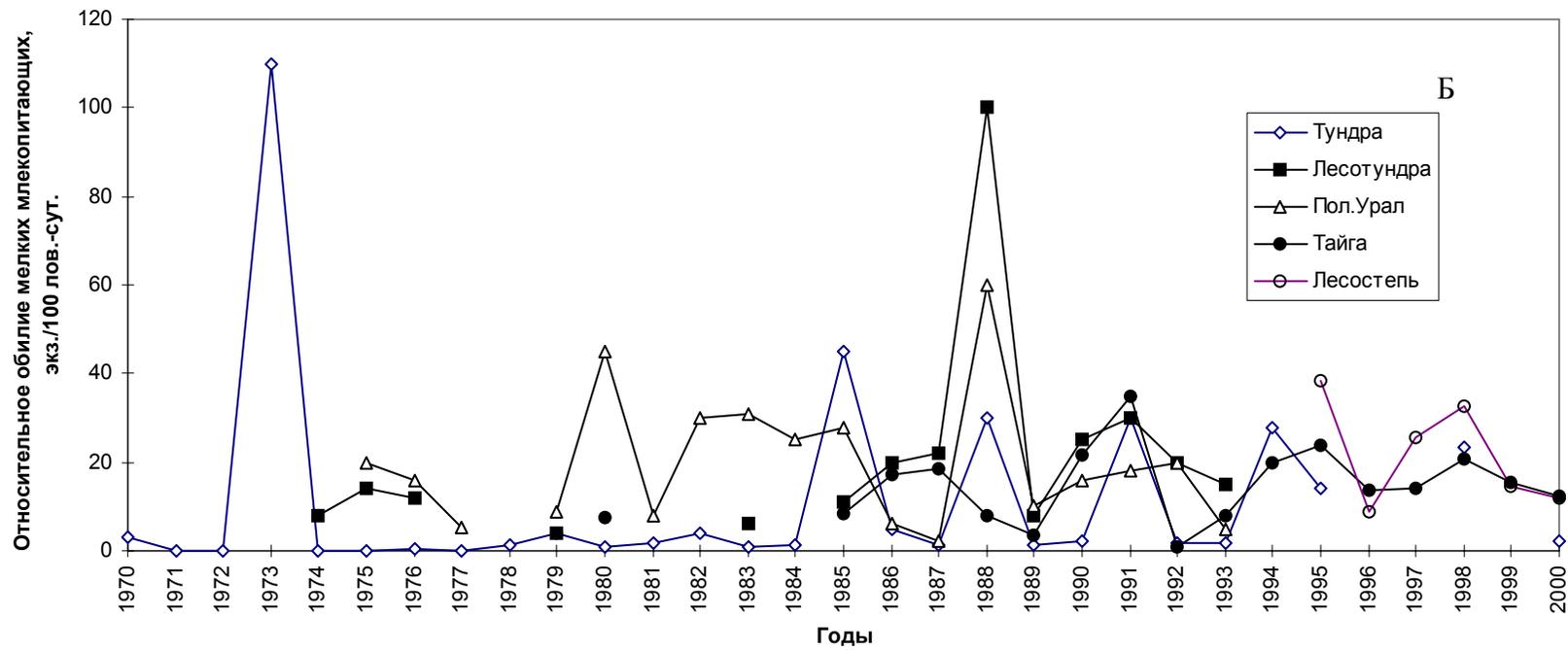
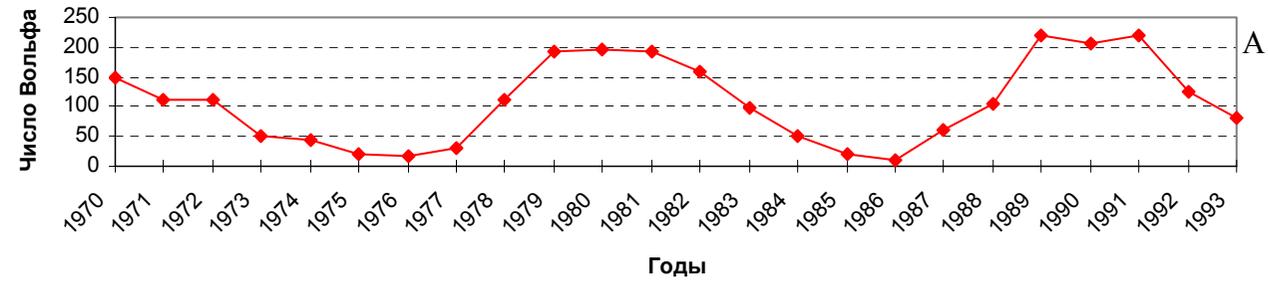


Рис. 4. Солнечная активность (А) и динамика численности мелких млекопитающих в разных природных зонах Тюменской области (Б).

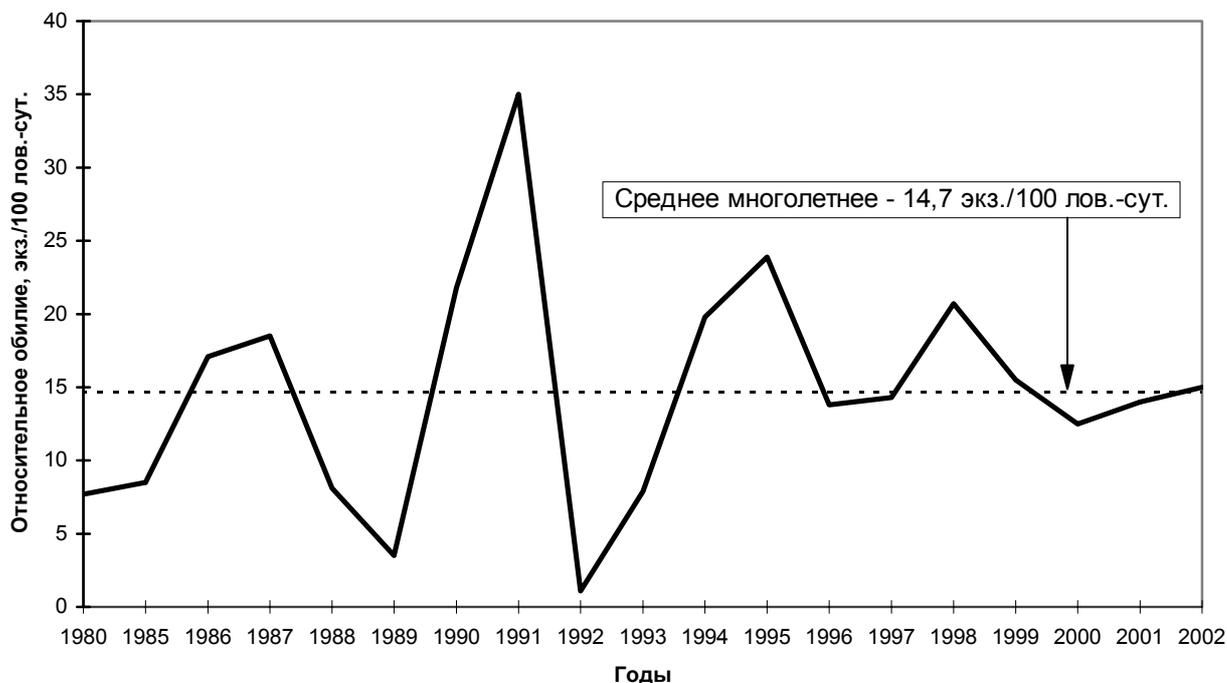


Рис. 5. Динамика численности мелких млекопитающих в таежной зоне Тюменской области.

Все же в ряде случаев ретроспективные данные по добыче ряда видов за длительный период времени позволяют выявить важные закономерности. Так, например данные по заготовкам белки, соболя и лисицы в Октябрьском районе Тюменской области с 1910 (Охотничье..., 1999) года позволяют утверждать, что несмотря на существенную роль нефтедобычи в снижении численности этих видов в последнее время, она отнюдь не является единственной причиной наблюдаемого явления, которое имело место и до 1960 года, когда нефть здесь даже не была обнаружена (Табл. 3).

Таблица 3 .

Динамика заготовок ряда промысловых видов зверей в Октябрьском районе Тюменской области (по Охотничье..., 1999)

Вид животного	1910 г.	1940 г.	1960 г.	1970 г.	1998 г.
Белка обыкновенная	312612	173727	6904	5247	2478
Соболь	810	222	385	136	13
Лисица обыкновенная	660	427	234	20	11

Примечание: добыча видов приведена в экземплярах.

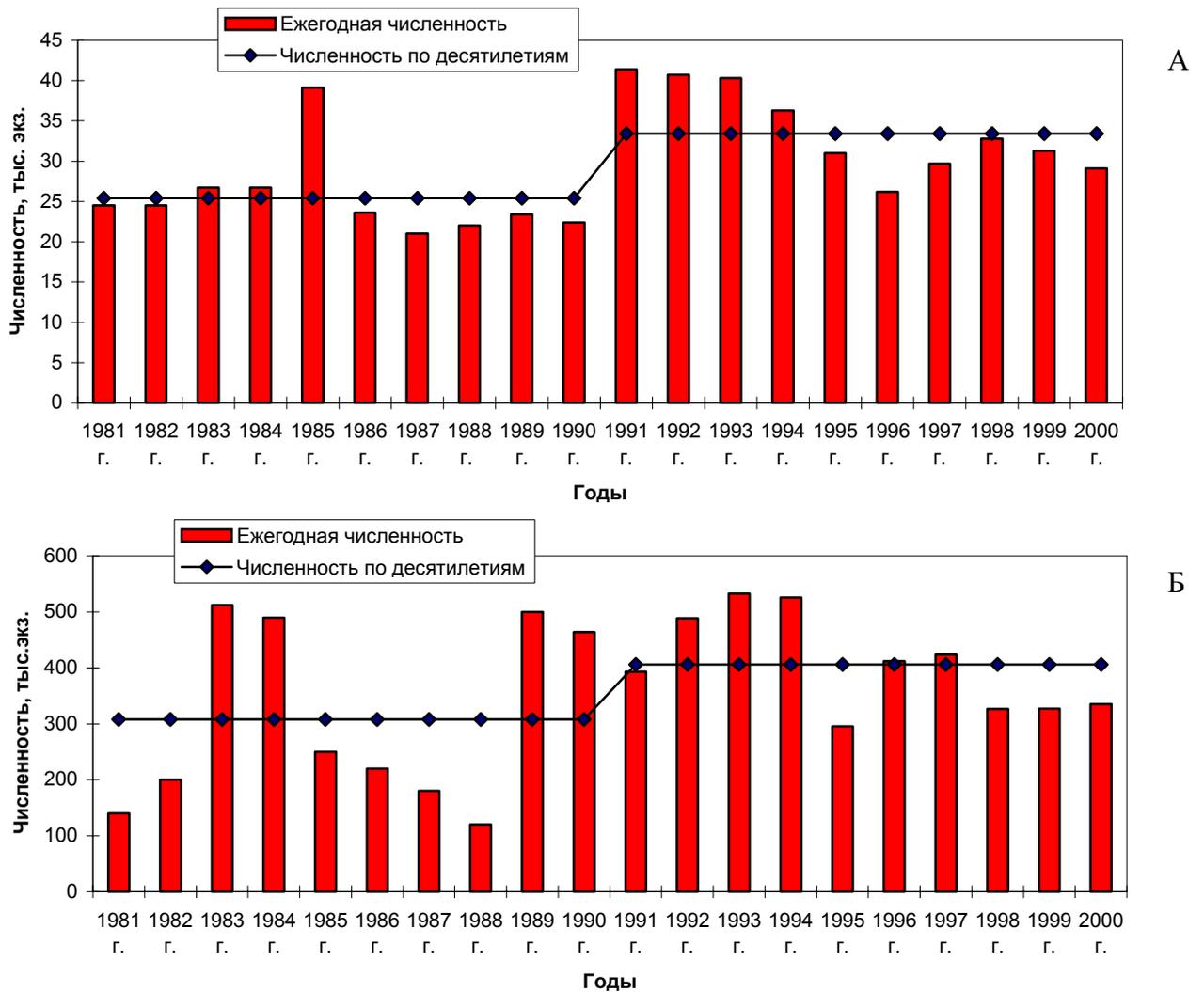


Рис. 6. Динамика ежегодной численности лося (А) и зайца-беляка (Б), выровненная по десятилетиям.

В конце главы приводятся данные по редким видам млекопитающих в Тюменской области, 7 видов из которых включены в Красную книгу РФ. Обсуждаются меры их охраны. Предлагается схема использования сети ООПТ в системе экологического мониторинга. Аннотированный список всех видов млекопитающих Тюменской области приведен в Приложении 4 диссертационной работы.

Глава VI. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СООБЩЕСТВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Предложенный нами комплекс методических приемов оценки состояния сообществ млекопитающих или популяций отдельных видов был применен для оценки различных антропогенных факторов: нефтяного, солевого загрязнений и связанных с ними опосредованным образом нарушений биогеоценозов, а также

влияние сжигания не утилизируемых компонентов нефти и газа в факелах в Среднем Приобье, строительства объектов газодобычи, урбанизации и рекреационного воздействия в Тюмени и ряде других крупных городов Тюменской области, хронического действия загрязнителей на юге области. Отдельно методика применялась для изучения процессов восстановления сообществ мелких млекопитающих после рекультивации нефтезагрязненных земель, а также после выведения пахотных земель из сельскохозяйственного оборота и восстановления на них прежних сообществ через стадию залежных земель.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

В ходе работ были исследованы фоновые сообщества мелких млекопитающих, показано, что и в естественных условиях имеют место сильные трансформации среды обитания животных (в частности, после сильных лесных пожаров) и как следствие - изменения в самих сообществах. Крупноплощадные горельники в среднетаежной зоне Тюменской области можно отнести к территориям, где териофауна в результате катастрофического воздействия существенно деградирует в первые моменты после катаклизма. Однако, восстановление сообществ млекопитающих на горях идет успешно - численность на небольших горях восстанавливается через 1-2 года. Наши исследования свидетельствуют о том, что запасы мелких млекопитающих на обширных кедровых горях через 9 лет после пожара не уступают таковым в естественных нетронутых насаждениях (даже в самых продуктивных из них)(Табл. 4).

Гораздо более длительные деградационно-восстановительные процессы характерны для антропогенно-трансформированных биогеоценозов. Влияние нефтяного загрязнения на мелких млекопитающих Среднего Приобья подробно было рассмотрено нами в нашей кандидатской диссертации (Гашев, 1991). Результаты этих и дальнейших исследований показали, что, в целом, численность мелких млекопитающих на загрязненной нефтью территории ниже, чем в контроле в течение всех лет исследований, но наибольшие различия отмечены в годы высокой численности животных, а наименьшие - в годы минимальной численности. Относительное обилие насекомоядных на загрязненных участках в течение всех лет

было вдвое и более раз меньше такового на контрольных площадях, свидетельствуя о большей чувствительности их по сравнению с грызунами к загрязнению (Табл. 5).

Таблица 4.

Фауна мелких млекопитающих на крупноплощадных горельниках
в среднетаежной зоне Тюменской области

Показатели	Гарь кедровника долгомошного	Гарь кедровника зеленомошного (с сан. рубками)	Гарь кедровника зеленомошного (без рубок)
Число видов (шт.)	4	4	3
Виды:	Бурозубка обыкн. Бурозубка средняя Полевка красная Полевка-экономка	Бурозубка обыкн. Полевка красная Полевка рыжая Полевка пашенная	Полевка красная Полевка рыжая Полевка пашенная
Относительное обилие (экз./100лов.сут.)	44.0	48.0	64.0
Доля грызунов, %	54.5	83.3	100.0
Относ. обилие грызунов (экз./100 лов. сут.)	24.0	40.0	64.0
Абсолютное обилие грызунов (экз./га)	79.2	132.0	211.2
Биомасса грызунов (кг/га)	2.2	3.6	5.8
Доля красной полевки (%)	9.1	50.0	87.5

На загрязненной территории в сравнении с контролем не наблюдается отличий в годовой динамике численности зверьков, однако уменьшение емкости среды загрязненных участков несколько «сглаживает» популяционные циклы численности. Относительное обилие мелких млекопитающих зависит от степени загрязнения почвы нефтью: $\eta = 0,72 \pm 0,09$. Сила связи этих показателей для грызунов и насекомоядных практически одинакова (соответственно: $\eta = 0,73 \pm 0,09$ и $\eta = 0,72 \pm 0,10$). Прочная корреляционная связь существует между общим проективным покрытием живого растительного напочвенного покрова и относительным обилием грызунов ($r = 0,56 \pm 0,11$) (Рис. 7 а). Еще более тесная связь существует между численностью почвенной мезофауны и общим обилием насекомоядных ($r = 0,71 \pm 0,11$) (Рис. 7 б). На нефтезагрязненной территории отловлено 17 видов мелких млекопитающих, а в контроле - 22. Индекс видового разнообразия Шеннона в контроле на 11,8% больше, чем на загрязненной территории, при этом индекс выравненности Пиелу на загрязненной территории составляет 94,1% от контроля. На загрязненных участках отмечено появление видов-синантропов (*Mus musculus* и *Rattus norvegicus*),

отсутствующих в контроле, что может быть вызвано и общим антропогенным изменением ландшафта.

Таблица 5.

Видовой состав и количество зверьков, отловленных на нефтезагрязненной территории (числитель) и в контроле (знаменатель)

Вид животного	Количество зверьков, экз.				
	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991-93 гг.
Бурозубка обыкновенная	16/37	24/38	5/5	16/66	9/37
Бурозубка плоскочерепная	2/3	-/2	-/1	1/4	1/4
Бурозубка тундряная	-/-	2/2	-/-	-/-	-/-
Бурозубка крупнозубая	-/-	-/-	-/-	-/1	-/1
Бурозубка равнозубая	-/-	-/-	-/-	-/1	-/-
Бурозубка средняя	1/2	-/6	-/4	1/5	1/4
Бурозубка малая	1/-	-/1	-/-	1/3	2/3
Бурозубка крошечная	-/-	-/1	-/-	1/1	-/-
Кутора водяная	-/-	-/-	-/1	-/-	-/-
Мышь домовая	1/-	-/-	1/-	1/-	-/-
Крыса серая	2/-	-/-	-/-	1/-	-/-
Мышь-малютка	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1
Полевка рыжая	3/1	-/-	-/-	1/-	-/-
Полевка красная	91/101	77/79	39/39	69/105	28/33
Полевка обыкновенная	1/2	-/-	-/-	-/-	-/-
Полевка-экономка	13/21	34/37	-/-	-/-	4/7
Полевка пашенная	-/-	4/5	3/2	1/-	1/1
Полевка водяная	-/4	-/-	3/3	-/1	-/2
Ондатра	-/-	-/-	-/1	-/-	-/-
Бурундук	2/6	13/24	4/4	3/8	1/3
Белка	-/-	-/-	1/1	1/1	-/-
Летяга	-/-	-/1	-/-	-/-	-/-
Мышовка лесная	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
Ласка	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1
Горностай	-/-	-/-	-/1	-/-	-/1
Всего зверьков	133/177	155/196	56/62	98/196	47/96
Отработано ловушко-суток	950/950	2400/2400	1660/1660	900/900	725/725

Смены доминантов не отмечено. Доминирующими видами практически во всех исследованных загрязненных биотопах как и в контрольных является красная полевка из грызунов и обыкновенная бурозубка из насекомоядных. В целом, на загрязненной территории индекс доминирования Симпсона на 27,3% выше, чем в контроле.

Деградиционно-восстановительные процессы в сообществах мелких млекопитающих нефтезагрязненных биогеоценозов во многом определяются не только степенью загрязнения, но и характеристиками исходных сообществ. Так если резистентная устойчивость исходных сообществ определяет скорость деградации и глубину «деградационной ямы» при прочих равных условиях (в первую очередь, при одинаковых степенях загрязнения), то упругая устойчивость определяет скорость релаксации (кроме случаев со слабыми загрязнениями, когда, как будет показано

ниже, имеет место маятникообразное изменение характеристик импактных сообществ).

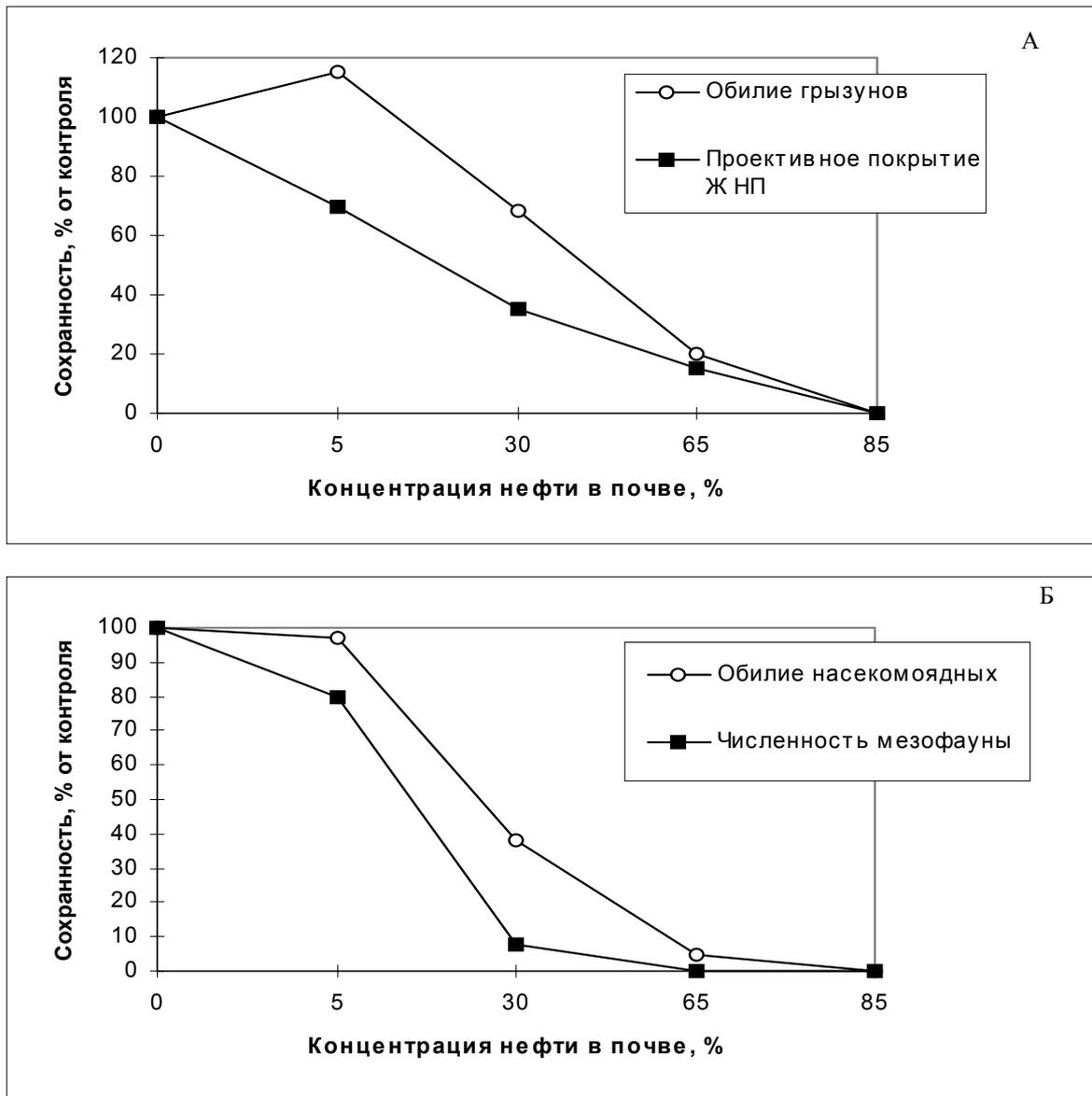


Рис.7. Зависимость сохранности основных компонентов лесных биоценозов от содержания нефти в лесной подстилке.

На рисунке 8 показана динамика относительного обилия мелких млекопитающих (в процентах от контроля) двух сообществ, отличающихся по величине исходных показателей резистентной и упругой устойчивостей (общая устойчивость их примерно равна: 5.06 и 5.09 соответственно) при одинаковой степени загрязнения (около 45 %). Видно, что сообщество с меньшей резистентной устойчивостью быстрее и сильнее более быстрому восстановлению по сравнению со вторым сообществом. «обваливается», однако, большая величина его упругой устойчивости приводит к

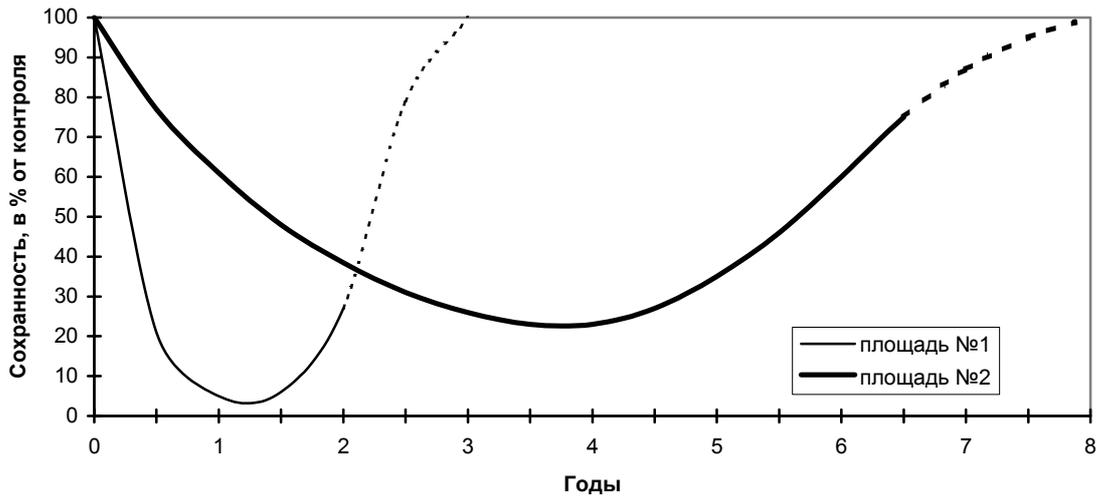


Рис. 8. Дegradационно-восстановительные процессы относительного обилия животных в различных сообществах мелких млекопитающих с нефтезагрязненных территорий средней степени.

Характеристики сообществ:	площадь №1	площадь №2
Упругая устойчивость	3.73	3.43
Резистентная устойчивость	1.33	1.65
Общая устойчивость	5.06	5.09
Индекс антропог. адаптирован.	0.73	0.29

Половая структура популяций доминирующих видов на загрязненной территории в годы высокой численности животных (1987 и 1990) характеризуется большей долей самцов по сравнению с контрольными участками. Но если соотношение этого показателя между загрязненной территорией и контролем у красной полевки мало меняется по годам (различия, будучи недостоверными, имеют определенную тенденцию), то в популяциях обыкновенной бурозубки на фоне практически не изменяющейся доли самцов в контроле, наблюдается резкое снижение ее на загрязненной территории по мере снижения численности животных (Табл. 6).

При исследовании возрастной структуры популяций красной полевки и обыкновенной бурозубки отмечена тенденция к увеличению доли сеголеток на нефтезагрязненной территории по сравнению с таковой в контроле. Разница по этому показателю в годы высокой численности животных была максимальной, тогда как в год низкой численности - отсутствовала (Табл. 6). Анализ материала по влиянию нефтяного загрязнения на морфофизиологические показатели исследованных групп зверьков показал различную реакцию их у разных видов.

Некоторые демографические параметры популяций мелких
млекопитающих нефтезагрязненной территории (числитель)
и контроля (знаменатель)

Вид животного	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.
Доля самцов в популяции, %				
Красная полевка	55.0(87)/49.0(99)	54.5(77)/ 58.2(79)	59.0(39)/56.0(39)	60.9(64)/53.4(103)
Бурозубка обыкновенная	50.0(16)/40.5(37)	39.0(23)/ 35.9(39)	20.0(5) / 40.0(5)	53.3(15) / 44.4(54)
Полевка экономка	38.5(13)/ 66.7(21)	38.2(34)/ 45.9(37)	-	-
Доля сеголеток в популяции, %				
Красная полевка	87.4(87)/79.8(99)	62.8(77)/ 64.9(79)	59.0(39)/59.0(39)	88.2(64)/ 82.5(103)
Бурозубка обыкновенная	93.8(16)/83.8(37)	95.7(23)/ 87.2(39)	80.0(5) / 80.0(5)	80.0(15)/ 74.1(54)

Примечание: в скобках приведено общее количество животных

Наибольшей чувствительностью обладают насекомоядные, которые, являясь консументами более высокого порядка, чем грызуны, испытывают большее отрицательное влияние загрязнения нефтью (Табл. 7). Относительный вес тела у самок обыкновенной бурозубки на загрязненной территории достоверно снижается по сравнению с контролем, у самцов отмечена лишь тенденция. Это обусловлено, в первую очередь, резким снижением на загрязненной территории доли беременных самок. То же самое наблюдается и у самок красной полевки.

Об ухудшении условий существования, кормовой базы животных, свидетельствует достоверное уменьшение индекса печени у самцов обыкновенной бурозубки на загрязненной территории. В то же время у самок обоих видов, доминирующих на загрязненной территории, происходит достоверное увеличение этого показателя, что можно рассматривать как защитную реакцию организма, связанную с накоплением запасных питательных веществ в печени, свойственную для животных, несущих большую физиологическую нагрузку. Отмечено достоверное увеличение индексов сердца и почки у самок обыкновенной бурозубки и индекса почки у обоих полов красной полевки на загрязненной территории, свидетельствующее о повышении подвижности животных и уровня метаболизма их организма. О неблагоприятной в целом для обыкновенной бурозубки обстановке на загрязненной территории свидетельствует увеличение индекса надпочечника как у самцов, так и у самок. Если у самцов обыкновенной бурозубки

гепатосупраренальный коэффициент имеет тенденцию к снижению на загрязненной территории, то у обоих полов красной полевки - к увеличению, что может свидетельствовать о лучшем физиологическом состоянии последних по сравнению с первыми.

Таблица 7.

Морфофизиологические показатели сеголеток красной полевки и обыкновенной бурозубки с нефтезагрязненной территории и контроля

Показатели	Самцы		Самки	
	Контроль	Загрязнение	Контроль	Загрязнение
Красная полевка				
	n=77	n=76	n=71	n=72
Относит. вес тела, г/см ³	0.32±0.002	0.32±0.003	0.33±0.003	0.32±0.002**
Индекс сердца, ‰	7.0±0.17	6.8±0.17	6.5±0.17	6.6±0.18
Индекс печени, ‰	58.0±1.90	59.0±1.40	60.0±0.90	63.0±1.20 *
Индекс почки, ‰	6.7±0.01	6.9±0.09 *	6.6±0.12	7.1±0.20 *
Индекс надпочечника, ‰	0.26±0.014	0.23±0.011	0.47±0.068	0.46±0.045
Индекс селезенки, ‰	2.9±0.24	2.8±0.15	3.1±0.22	2.7±0.20
Кол-во гемоглобина, г/л	124.3±9.2	113.1±11.8	117.5±14.1	102.0±9.1
Гепатосупраренальный коэффициент	25.6±1.60	30.7±2.27	14.3±1.97	17.4±1.21
Бурозубка обыкновенная				
	n=28	n=16	n=44	n=24
Относит. вес тела, г/см ³	0.31±0.005	0.30±0.005	0.32±0.004	0.31±0.003 *
Индекс сердца, ‰	10.0±0.30	10.0±0.20	9.7±0.10	10.0±0.10 *
Индекс печени, ‰	73.0±1.0	70.0±1.0 *	66.0±2.0	75.0±3.0 *
Индекс почки, ‰	8.7±0.15	8.6±0.10	8.9±0.15	9.5±0.13 **
Индекс надпочечника, ‰	0.36±0.015	0.42±0.020 *	0.40±0.002	0.41±0.003 **
Индекс селезенки, ‰	9.1±0.35	8.2±0.20 *	7.9±0.03	8.1±0.05 **
Кол-во гемоглобина, г/л	135.3±2.1	111.3±4.3 **	102.8±3.3	87.5±2.2 **
Гепатосупраренальный коэффициент	24.9±0.78	22.1±1.47	17.2±1.13	17.3±3.09

Примечание: различия между загрязненной территорией и контролем достоверны: * - при $P < 0.05$; ** - при $P < 0.01$

Выявлена стойкая тенденция к уменьшению уровня гемоглобина в крови красной полевки и достоверное снижение его в крови обыкновенной бурозубки, обитающих на загрязненной нефтью территории. Отмечено достоверное увеличение индекса селезенки у самок обыкновенной бурозубки нефтезагрязненных территорий. Это увеличение может быть вызвано токсическим действием сырой нефти. Кроме того, гипертрофия селезенки, играющей важную роль в борьбе организма со злокачественными опухолями, может быть следствием действием на организм

канцерогенных веществ, содержащихся в нефти. Однако, нами отмечено достоверное снижение индекса селезенки у самцов обыкновенной бурозубки и тенденция к этому у обоих полов красной полевки загрязненных территорий. Явление это может быть защитной реакцией на снижение уровня гемоглобина в крови и объясняться выбросом депонированной в селезенке крови в кровоток.

Таким образом, видно, что одинаковый уровень загрязнения среды у одних групп животных может вызвать гомеостатические реакции организма, а у других - приводить к патологии. Общей закономерностью исследованных видов является увеличение масштаба морфофизиологических изменений в организме животных в ответ на загрязнение среды по мере роста степени консументности зверьков или их физиологической роли в популяции.

Хотя количество эмбрионов, приходящихся на одну беременную самку, на загрязненной территории у красной полевки выше, чем в контроле, больший процент резорбции эмбрионов и меньший процент беременных самок нивелируют этот эффект. Успешность размножения (выражается в процентах от того количества эмбрионов, которое потенциально произведут в контроле 100 самок за одну генерацию) красной полевки на загрязненной территории практически не отличается от контроля - 93,4%. Размножение обыкновенной бурозубки отмечено на загрязненной площади с давностью разлива не менее 7-8 лет, когда восстановление исходного сообщества мелких млекопитающих практически закончилось. В целом, процент беременных самок бурозубки на загрязненной территории в 3,5 раза меньше, чем в контроле. Количество эмбрионов, приходящихся на одну беременную самку, на территории, загрязненной нефтью, у обыкновенной бурозубки как и у красной полевки выше, чем в контроле, но процент резорбции эмбрионов намного превосходит контрольный уровень. Успешность размножения обыкновенной бурозубки на нефтезагрязненной территории составляет лишь 12,2% от потенциально возможной (контрольной).

В целом, отклонение обобщенного показателя благополучия сообщества мелких млекопитающих от контроля составляет 86,8 % при сильном нефтяном загрязнении и 41,3 % - при слабом.

Количество мелких млекопитающих, зараженных эндопаразитами, уменьшается до определенной степени загрязнения (15-20% нефти в лесной подстилке), при

дальнейшем повышении загрязнения - увеличивается. В целом, на загрязненной территории процент зверьков, зараженных эндопаразитами, составляет лишь 80 % от контроля, что может свидетельствовать о противопаразитарном системном действии отдельных компонентов сырой нефти. Снижение зараженности эндопаразитами, может вызываться также снижением обилия и плотности зверьков, препятствующим распространению инвазии. В то же время, процент животных, зараженных эктопаразитами, на загрязненной территории выше, чем в контроле. Этот факт может быть объяснен общим ослаблением животных при том, что прямое контактное действие нефти на эктопаразитов практически отсутствует.

Достаточно удобными в целях мониторинга показали себя такие статистические параметры, как коэффициент вариации, асимметрия и эксцесс распределения признаков, аллометрические кривые роста органов.

Проведенные экспериментальные исследования влияния нефти на лабораторных животных позволили выявить составляющую непосредственно нефтяного загрязнения (репеллентное и токсическое действие) и составляющую, опосредованную изменением среды обитания животных. Это позволяет рекомендовать лабораторные эксперименты в качестве составной части системы экологического мониторинга.

На основании анализа данных, полученных на постоянных пробных площадях экологического мониторинга в бассейне р.Ватинский Еган (Среднее Приобье) приводятся результаты интегральной оценки влияния нефтедобычи на сообщества наземных позвоночных и млекопитающих в частности.

ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ФАУНУ И ЭКОЛОГИЮ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Интересные данные были получены и при изучении влияния урбанизации на сообщества млекопитающих. Так на территории г.Тюмени отмечено обитание 202 видов наземных позвоночных животных, из них 27 млекопитающих, принадлежащих к 5 отрядам. Наибольшее число видов обнаружено в лесопарке (10) на окраине города, а наименьшее (1) - в центральном городском саду. Из ряда критериев характер доминирования в урбаноценозах тех или иных групп видов представляется

нам необходимым и достаточно убедительным критерием для оценки степени урбанизированности конкретных местообитаний, районирования территории города по степени антропогенной нагрузки и нормирования последней (Табл. 8). По доминирующим видам и характеру доминирования городская территория четко делится на 4 зоны, которые совпадают с выделенными нами функциональными зонами г.Тюмени. В многоэтажной застройке безусловными доминантами являются эвсинантропные виды (мышь домовая, крыса серая), доля которых от общего числа отловленных зверьков составляет 89 и 11% соответственно. В частной застройке удельный вес эвсинантропов снижается до 21%, тогда как резко возрастает процент синантропных видов (мышь полевая, полевка обыкновенная)- 71%. В парках, скверах, кладбищах отмечен высокий процент синантропных видов - 79%, в лесопарках доля их снижается, уступая место «диким» видам с антропофильной направленностью (рыжая и красная полевки, буроzubка обыкновенная и др.) -53.6 %.

Таблица 8.

Деление городской территории по степени урбанизированности

Функц. зоны	1 зона	2 зона	3 зона	4 зона
Тип местообитания (по 10 пробных площадей в каждом)	многоэтажная застройка	частная застройка	пром. зоны, кладбища, лесополосы	лесопарки
Общее число видов	2	5	9	10
Ср. число видов на пробной площади	1.5±0.5	2.6±0.4	2.2±0.2	3.3±0.7
Ср. число особей на пробной площади	4.5±2.5	4.8±1.0	10.2±1.2	12.0±2.1
Относит. обилие (экз./100 лов.-суток)	18.0±1.0	19.0±4.1	41.0±4.8	48.0±8.6
Доминирующие группы	эвсинантропы	эвсинантропы= синантропы	синантропы	«дикие» виды
Степень урбанизированности	типичные урбаноценозы	урбанизированные биоценозы	техногенно-трансформир. сообщества	сообщества, близкие к естествен.
Индекс антропогенной адаптированности, %	100	100	100	30.03
Общая устойчивость сообщества	1.30	4.16	2.33	9.56
Обобщенный показатель благополучия (SSS)	3.1±0.1	3.95±0.1	3.79±0.2	4.26±0.1

Индекс антропогенной адаптированности сообществ мелких млекопитающих всех зон, кроме лесопарковой равен 100 %, это вполне объяснимо с учетом длительного воздействия антропогенных факторов в этих зонах, что привело к

приспособлению популяций животных к существованию в таких условиях. Однако, общая устойчивость сообществ мелких млекопитающих самая высокая именно в лесопарковой зоне, вдвое ниже - в зоне частной застройки, достаточно близкой к естественным биотопам, а самая низкая - в наиболее трансформированных станциях многоэтажной застройки.

Результаты кластерного анализа по фаунистическому составу разных зон города позволяют констатировать, что наибольшее сходство имеют две селитебных зоны, что обусловлено заселением их видами эвсинантропами и синантропами (Рис. 9).

Корреляционное отношение между расстоянием от природных биотопов и видовым богатством составляет 0.76 ± 0.17 . Распределение числа видов по градиенту расстояния от природных биотопов описывается функцией вида: $y = -0.09x + 2.65$. Корреляционное отношение индекса выравненности Пиелу и расстояния от природных биотопов составило 0.78 ± 0.17 и эта связь описывается степенной функцией вида: $y = 0.752x^{0.033}$. Корреляционное отношение индекса видового богатства и степени антропогенной нагрузки в баллах составляет 0.718 ± 0.186 . Отмечена обратная зависимость этих показателей, а характеризующее ее уравнение имеет вид: $y = -0.15x + 2.70$. Аналогичная картина отмечается и для показателя упругой устойчивости сообществ млекопитающих в градиенте антропогенной нагрузки: $\eta = 0.59 \pm 0.22$, $y = -8.59x + 1.33$. Но наиболее показательным опять оказывается характер доминирования: коэффициент корреляции индекса доминирования со степенью техногенной нагрузки равен 0.96 ± 0.12 .

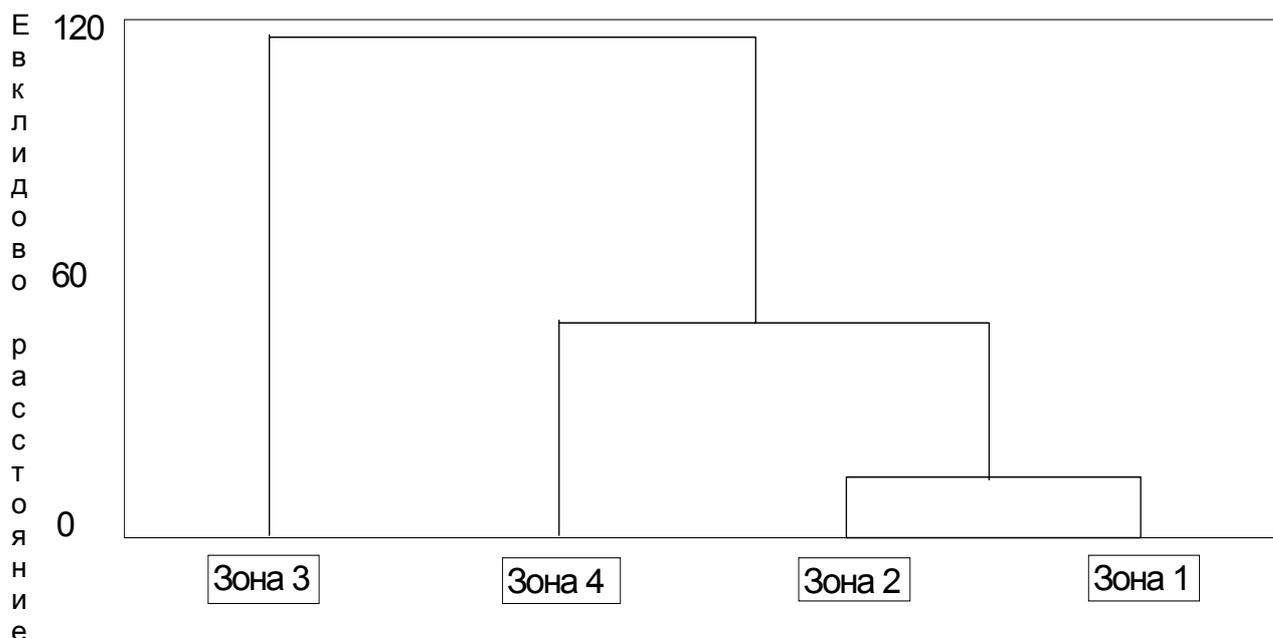


Рис. 9. Дендрограмма сходства различных функциональных зон города.

Анализ влияния урбанизации на сообщества млекопитающих в разных природных зонах области показал, что коэффициент корреляции между числом видов в городе и числом видов в природной подзоне равен 0.75 ± 0.47 (табл. 9). Коэффициент корреляции особенно велик между числом видов в городе и долей антропофильно-положительных видов в естественных биотопах подзоны, а также между числом видов в селитебной части и тем же показателем: 0.996 ± 0.065 и 0.919 ± 0.280 , соответственно. Для первого корреляционного соотношения функциональная связь описывается уравнением: $y = (0.73x - 9.91) \pm 0.52$.

Морфофизиологические показатели свидетельствуют о существенном повышении антропогенной нагрузки и общего уровня стрессированности при продвижении от пригородной зоны городов к их центру (табл. 10). При этом структура популяций доминирующих видов мелких млекопитающих и их морфофизиологические особенности в значительной степени зависят от территориально-архитектурных особенностей города, его конкретных зон, а также от видоспецифической реакции отдельных видов на различные антропогенные факторы. Даже в менее затронутых урбанизацией местах - в рекреационных зонах, отмечается существенная трансформация сообществ по большинству из предлагаемых нами критериев оценки состояния сообществ. Показано, что сообщества млекопитающих «зеленой» и парковой зон претерпели ряд существенных перестроек по сравнению с таковыми за пределами рекреационной зоны города, но в достаточной степени

адаптировались к новым условиям, в результате чего популяции входящих в них видов, как правило, не испытывают дистрессовых воздействий.

Таблица 9.

Характеристика видового богатства урбаносистем разных природных зон Тюменской области

Показатель	Лесотундра	Сев. тайга	Сред. тайга	Подтайга
Общее число видов	6	6	11	20
в т.ч. «Ан+» видов	3	4	6	12
доля «Ан+» видов	50 %	66.7 %	54.5 %	60.0 %
Число видов в селитебных зонах	2	2	2	5
Насыщенность видами природных биотопов (Σ видов)	29	31	31	32
в т.ч. «Ан+» видов	6	7	9	13
доля «Ан+» видов	20.7 %	22.6 %	29.0 %	40.6 %

Примечание: «Ан+» виды-эвсинантропы, синантропы и антропофилы.

В условиях же чрезмерной рекреационной нагрузки природные сообщества мелких млекопитающих начинают необратимо распадаться или трансформируются в эвсинантропные монодоминантные сообщества урбаноценозов.

Отдельно нами был рассмотрен вопрос о путях адаптации к существованию в урбаноценозах такого вида-эвсинантропа, как домовая мышь. Применение комплекса биологических и статистических показателей позволило выявить существенные различия между внутривидовыми группами мышей, обитающих в постройках человека и выселяющихся из них в летнее время. Учитывая очевидно большую стрессовость среды обитания домовых мышей в постройках человека, чем вне их, показанную с применением метода морфофизиологических индикаторов, можно предположить, что в условиях юга Тюменской области синантропия данного вида является скорее вынужденным явлением, направленным на переживание суровых зимних условий.

Таблица 10.

Основные морфофизиологические показатели сеголеток полевой мыши в зонах г.Тюмени с разной степенью антропогенной нагрузки
(в числителе - слабая нагрузка, в знаменателе - сильная)

Параметры	$X \pm m$		$CV \pm m$	
	Самки n=15/7	Самцы n=11/7	Самки	Самцы
Индекс хвоста	0.808±0.044	0.848±0.030	21.09±3.85	11.73± 2.50
	0.858±0.048	0.840±0.042	14.80± 3.96	13.23± 3.54
Индекс ступни	0.224±0.011	0.210±0.010	19.02± 3.47	15.79± 3.37

	0.244±0.004	0.232±0.020	4.34± 1.16	22.81± 6.10
Индекс уха	0.110±0.014	0.134±0.008	49.29± 9.00	19.80± 4.22
	0.126±0.005	0.173±0.031	10.50± 2.81	47.41±12.67
Относительный вес тела	0.332±0.005**	0.331±0.003	58.32±10.65	3.01± 0.64
	0.301±0.008	0.311±0.004	70.32± 18.79	3.40± 0.91
Индекс сердца, ‰	7.254±0.322 ^k	7.378±0.395	17.19± 3.14	17.76± 3.79
	8.040±0.222	7.480±0.402	7.31± 1.95	14.22± 3.80
Индекс печени, ‰	51.70±7.71***	63.09±2.54	57.76±10.55	13.35± 2.85
	33.9±0.38	51.13±6.95	2.93± 0.78	35.96± 9.61
Индекс почки, ‰	8.992±0.391*	7.911±0.854	16.84± 3.07	35.80± 7.63
	11.780±0.948	7.700±1.709	21.29± 5.69	58.72±15.69
Индекс надпочечника, ‰	0.101±0.015	0.115±0.008*	57.52±10.50	23.07± 4.91
	0.112±0.023	0.175±0.025	54.33±14.52	37.80±10.10
Индекс селезенки, ‰	3.292±0.491	3.833±0.603	57.77±10.55	52.18±11.12
	2.975±0.542	3.020±0.731	48.20±12.88	64.04±17.12

Примечание: различия достоверны при: k - P<0.10; * - P<0.05; **-P<0.01; ***-<0.001.

Это косвенно подтверждается и имеющимися данными о выселении в природу в летнее время и даже размножении вне построек человека домовых мышей не только на юге Тюменской области, но и в средне- и северотаежной зоне (Гашев, 1992; 1996), и даже тундре (Шварц, 1959). Именно способность к обитанию в человеческих постройках позволяет домовый мыши не только освоить практически все пространство тропических, субтропических и большей части умеренных широт, но и расселяться в высокие широты, проникая в области далеко за пределами ареалов остальных представителей семейства Мышиных.

ВЛИЯНИЕ СЛАБОГО ХРОНИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОГЕОЦЕНОЗОВ НА ФАУНУ И ЭКОЛОГИЮ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Если действие катастрофических факторов на сообщества млекопитающих описаны достаточно широко, то слабые хронические воздействия практически не исследованы, хотя с теоретической точки зрения и не менее ценны. Интересные результаты получены нами при сравнении сообществ юга Тюменской области, подверженных слабому хроническому действию ряда загрязнителей (окрестности оз.Кучак), с фоновыми, контрольными сообществами (окрестности д.Мазурово). Нами изучено влияние хронического (более 30 лет) загрязнения полипропиленом и минеральными удобрениями местообитаний в подтаежной зоне области.

Исследования показали, что между импактными и контрольными сообществами мелких млекопитающих имеются значительные различия по относительному обилию (21.7 и 12.4 шт./100 ловушко-суток соответственно - за счет доминирующего вида!).

Импактные сообщества имеют более высокие показатели индексов видового богатства, видового разнообразия, индекса выравненности. Индекс доминирования здесь несколько уступает по величине таковому в контроле, а индексы устойчивости сообществ импактной и фоновой территорий практически равны (Табл. 11).

Таблица 11.

Средние многолетние показатели видового разнообразия и устойчивости сообществ мелких млекопитающих окрестностей оз. Кучак и фоновых территорий (биостанция в д. Мазурово)

Показатель	оз. Кучак (n=140)	д.Мазурово (n=90)
Индекс видового богатства	3.73	3.34
Индекс видового разнообразия Шеннона	-1.21	-1.06
Индекс видового разнообразия Симпсона	0.56	0.50
Индекс доминирования Симпсона	0.44	0.51
Индекс выравненности Пиелу	-0.63	-0.59
Устойчивость сообщества	2.40	2.45

Сравнение половой структуры популяций показало некоторое преобладание самок над самцами в импактном сообществе (55.5 и 45.5 % соответственно)(факт, демонстрирующий высокую степень резидентности населения животных импактной зоны), хотя на фоновой территории самки уступают самцам по численности (39.8 и 60.2 % соответственно). Все это могло бы свидетельствовать не только об отсутствии каких-либо неблагоприятных факторов в зоне загрязнения, но и о более благоприятных условиях обитания здесь мелких млекопитающих. Однако, проведенный анализ морфофизиологических особенностей популяции доминирующих видов - красной и рыжей полевков, показал наличие существенных и достоверных различий по таким показателям как индексы сердца, печени, почек, надпочечников, селезенки между сравниваемыми сообществами - все перечисленные показатели популяций импактной территории выше, чем в контроле (Табл. 12).

Таблица 12.

Морфофизиологические показатели популяций рыжей полевки из окрестностей оз. Кучак (числитель) и с фоновых территорий (знаменатель)

Показатель (в %)	Самцы		Самки	
	Сеголетки (16/14)	Зимовавшие (6/10)	Сеголетки (15/16)	Зимовавшие (6/5)
Индекс сердца	$\frac{6.0 \pm 0.5}{6.1 \pm 0.2}$	$\frac{7.0 \pm 0.7}{6.2 \pm 0.3}$	$\frac{6.6 \pm 0.3^{kp}}{5.8 \pm 0.3}$	$\frac{9.0 \pm 0.8^{**}}{5.2 \pm 0.4}$
Индекс печени	$\frac{115.4 \pm 11.4^{***}}{62.4 \pm 3.4}$	$\frac{74.8 \pm 4.5}{74.7 \pm 9.9}$	$\frac{139.0 \pm 8.8^{***}}{73.9 \pm 3.9}$	$\frac{80.7 \pm 1.0^*}{73.9 \pm 2.3}$
Индекс почки	$\frac{9.0 \pm 0.3}{8.4 \pm 0.3}$	$\frac{10.2 \pm 0.8^*}{7.9 \pm 0.3}$	$\frac{9.5 \pm 0.4^*}{8.5 \pm 0.3}$	$\frac{11.6 \pm 1.0^{***}}{6.2 \pm 0.4}$

Индекс надпочечника	$\frac{0.39 \pm 0.01^{***}}{0.19 \pm 0.02}$	$\frac{0.40 \pm 0.04^{***}}{0.17 \pm 0.03}$	$\frac{0.42 \pm 0.06^{kp}}{0.28 \pm 0.04}$	$\frac{0.40 \pm 0.04^{**}}{0.23 \pm 0.03}$
Индекс селезенки	$\frac{4.4 \pm 0.5^*}{3.0 \pm 0.3}$	$\frac{6.4 \pm 2.0}{2.6 \pm 0.3}$	$\frac{4.2 \pm 0.4}{3.6 \pm 0.4}$	$\frac{15.5 \pm 7.0^{kp}}{4.4 \pm 1.0}$

Примечание: в скобках приведено количество животных

Эти различия свидетельствуют о повышении общей двигательной активности животных, уровня метаболизма, уровня энергетического обмена, неспецифическом токсическом воздействии и общей стрессовости ситуации в исследуемой популяции в загрязненной зоне. Анализ величины варьирования морфофизиологических параметров показал большую изменчивость ряда их в популяциях доминирующих видов импактной зоны по сравнению с контролем, что может свидетельствовать о воздействии на первых каких-то дополнительных возмущающих факторов (Табл. 13).

Кроме того, в популяциях мелких млекопитающих импактной зоны отмечены существенные отклонения в распределении билатеральных признаков организма. Например, показатель билатеральной асимметрии в расположении эмбрионов в правом и левом рогах матки красной и рыжей полевков составил 2.8 и 2.1 (соответственно) по сравнению с 1.56 и 1.76 - на фоновых территориях. Увеличение данной характеристики популяций свидетельствует о наличии каких-то нарушающих влияний со стороны окружающей среды, которые воздействуют на "генетическую стабильность" и стабильность онтогенеза организмов. В импактной зоне, в частности, отмечены животные с врожденными уродствами, что также свидетельствует о присутствии в загрязненных биогеоценозах тератогенных факторов.

Таблица 13.

Коэффициенты вариации основных морфофизиологических показателей популяций рыжей полевки из окрестностей оз.Кучак (числитель) и с фоновых территорий (знаменатель)
(CV \pm ошибка репрезентативности)

Показатель (в %)	Самцы		Самки	
	Сеголетки	Зимовавшие	Сеголетки	Зимовавшие
Индекс сердца	$\frac{30.0 \pm 5.3^{kp}}{9.8 \pm 1.9}$	$\frac{25.6 \pm 7.4}{13.6 \pm 3.2}$	$\frac{19.7 \pm 3.6}{16.3 \pm 3.1}$	$\frac{20.6 \pm 6.0}{18.0 \pm 5.7}$
Индекс печени	$\frac{39.6 \pm 7.0^{kp}}{12.2 \pm 3.9}$	$\frac{14.6 \pm 4.2}{37.3 \pm 9.3}$	$\frac{24.5 \pm 4.5}{13.1 \pm 3.8}$	$\frac{30.3 \pm 8.7^{kp}}{7.8 \pm 2.2}$
Индекс почки	$\frac{11.2 \pm 2.0}{12.2 \pm 2.4}$	$\frac{19.0 \pm 5.5}{12.1 \pm 2.7}$	$\frac{14.4 \pm 2.6}{14.7 \pm 2.6}$	$\frac{21.7 \pm 6.3}{15.9 \pm 5.0}$
Индекс надпочечника	$\frac{52.8 \pm 9.3}{47.3 \pm 8.9}$	$\frac{27.2 \pm 7.9}{51.2 \pm 11.4}$	$\frac{51.8 \pm 9.5}{61.8 \pm 10.9}$	$\frac{24.4 \pm 7.0}{32.1 \pm 10.2}$
Индекс селезенки	$\frac{45.4 \pm 8.0}{30.7 \pm 6.0}$	$\frac{75.4 \pm 21.8}{33.7 \pm 7.5}$	$\frac{41.0 \pm 7.5}{45.7 \pm 8.6}$	$\frac{110.2 \pm 31.8^{kp}}{51.0 \pm 16.1}$

Анализ репродуктивных процессов в популяциях доминирующих видов мелких млекопитающих импактной территории также свидетельствует о неблагоприятном воздействии каких-то факторов среды на эмбриональное развитие животных : процент резорбции эмбрионов здесь у красной и рыжей полевков выше, чем в контроле, - что, безусловно, повышает эмбриональную смертность в популяциях импактной зоны, дополняя смертность постэмбриональную, которая (учитывая напряженность большинства морфофизиологических показателей) также должна здесь превышать фоновый уровень. Однако, это вызывает неспецифическую и достаточно характерную адаптивную популяционную реакцию, выражающуюся как в повышении доли самок в популяции импактной зоны, так и процента среди них числа беременных, что не только компенсирует повышенную эмбриональную смертность, но и приводит к увеличению успешности размножения в 1.4-1.5 раза по сравнению с контролем. Именно этим объясняется большее обилие мелких млекопитающих в импактной зоне по сравнению с контролем, а также больший процент молодых животных - в 1.15 раза у рыжей и в 1.36 - у красной полевков по сравнению с контролем.

Полученные результаты демонстрируют достаточно сходную с другими исследованиями реакцию на хроническое загрязнение со стороны практически всех морфофизиологических показателей популяций доминирующих видов мелких млекопитающих. Однако, структура сообщества в целом и его устойчивость характеризуется отличными от других случаев загрязнений (аварийных или хронических, но сильных !) параметрами, свидетельствующими об определенном уровне адаптации к неблагоприятным факторам, действующим в течение более трети века. Популяционные сдвиги у доминирующих видов и характеристика их репродуктивных процессов напоминают типичные для популяций животных в условиях повышенной эмбриональной и постэмбриональной смертности. Таким образом, можно констатировать, что поддержание стабильности сообщества мелких млекопитающих, подверженного слабому хроническому действию загрязнителя, происходит за счет неспецифических адаптивных популяционных механизмов на фоне резкой напряженности всех морфофизиологических характеристик популяций отдельных видов, видимо, не достигающих дистрессовых величин.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СУКЦЕССИЙ

В плане изучения вопросов восстановления сообществ млекопитающих после снятия с них действия каких-либо возмущающих факторов нами рассмотрены в частности сообщества мелких млекопитающих сукцессионного ряда: поле - залежи разного срока давности – целина (Табл. 14).

В целом, прослеживается увеличение количества видов мелких млекопитающих от молодой залежи 1-5 лет к залежи старой: 6-10 лет, и к целинным участкам. В этом же градиенте отмечено увеличение относительного обилия зверьков. Без учета полей коэффициент корреляции относительного обилия животных со степенью нарушенности ценоза довольно высок: $r = 0.93 \pm 0.34$. Дисперсионный анализ показал, что на относительное обилие животных значительное влияние оказывает степень увлажнения биотопов. При этом корреляционная зависимость относительного обилия животных от стадии развития экосистемы в сухих местообитаниях выше, чем во влажных ($r=0,93 \pm 0,26$ и $0,14 \pm 0,06$ соответственно).

Таблица 14.

Характеристики сообществ мелких млекопитающих различных местообитаний в сельхоз. угодьях юга Тюменской области

Показатели	Поле N=14	Молодая залежь N=15	Старая залежь N=13	Целина N=17
Кол-во отловленных зверьков	86	123	309	387
Количество видов	2,21±0,41	1,93±0,3	3,77±0,51	4,12±0,61
Относительное обилие	8,16±1,29	9,67±2,23	18,46±3,01	14,22±2,54
Индекс антропогенизации	0,95±0,03	0,78±0,09	0,48±0,09	0,55±0,08
Индекс антропофилии	0,99±0,02	0,92±4,97	0,55±0,1	0,59±0,08
Показатель естественности	0,015±0,02	0,08±0,05	0,45±0,01	0,41±0,08
Индекс антропогенной адаптированности	93,12±6,88	69,99±11,47	4,15±1,34	2,56±0,58
Индекс видового богатства	1,51±0,41	1,18±0,29	2,05±0,26	2,57±0,34
Индекс видового разнообразия Шеннона	0,53±0,13	0,42±0,1	0,81±0,13	1,00±0,13
Индекс видового разнообразия Симпсона	0,32±6,9	0,33±0,07	0,43±0,07	0,53±0,06
Индекс доминирования Сипмсона	0,68±0,07	0,74±0,06	0,57±0,07	0,47±0,06
Индекс выравненности по Пиелу	0,58±0,11	0,5±0,11	0,62±0,07	0,74±0,07
Упругая устойчивость системы	0,74±0,25	0,37±0,074	3,21±1,07	11,87±4,10
Резистентная устойчивость системы	1,2±0,24	0,99±0,22	1,38±0,17	1,59±0,2
Общая устойчивость системы	1,93±0,41	1,37±0,29	4,59±1,18	13,46±4,14

Доля беременных самок	25,82±10,91	39,06±9,2	36,80±10,69	37,48±6,63
Количество эмбрионов на 1 берем. самку	7,48±0,68	7,77±0,40	6,50±0,57	7,40±0,33
Процент резорбции эмбрионов	6,20±3,88	10,41±9,96	3,63±2,80	-
Успешность размножения	24,95±10,69	35,61±9,51	35,25±10,35	37,48±6,63
Индекс консервативности	0,68±0,12	0,88±0,14	0,76±0,11	0,80±0,047
Показатель «плохой агрегированности»	0,25±0,058	0,38±0,073	0,13±0,05	0,14±0,062
Обобщенный показатель благополучия	3,26±0,45	2,64±0,30	6,25±1,16	14,65±4,16

Использование индекса антропогенной адаптированности для характеристики сообществ в ряду естественной восстановительной сукцессии "поле - молодая залежь - старая залежь - целина" показало, что антропогенная адаптированность сообщества мелких млекопитающих поля наибольшая, затем наблюдается снижение этого показателя. На старых залежах и целинных участках данный показатель на порядок меньше. Такое резкое снижение индекса свидетельствует о снижении удельного веса синантропов и антропофилов при восстановлении исходного типа сообщества.

Упругая и резистентная устойчивости возрастают при восстановлении с/х земель. Общая устойчивость также возрастает от залежи к целине, где она на порядок больше. При этом в молодых сообществах устойчивость определяется в основном резистентными свойствами, а в зрелых — упругими.

Дальнейшая судьба любого сообщества мелких млекопитающих во многом зависит от его репродуктивных характеристик. Нами отмечено, что общая успешность размножения постепенно увеличивается при переходе от сообщества поля к целине.

Интегральной оценкой состояния сообщества является обобщенный показатель благополучия. Обобщенный показатель благополучия в исследованных сообществах мелких млекопитающих достоверно увеличивается от молодой залежи к старой, а на целине он почти в 10 раз выше, чем на залежных участках.

Анализ зараженности эндопаразитами мелких млекопитающих в различных местообитаниях показал, что экстенсивность инвазии животных на целинных участках достоверно выше, чем на залежах разной давности (Табл. 15).

Таблица 15.

Зараженность мелких млекопитающих эндопаразитами в различных местообитаниях

Показатели / Местообитание	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз./особь
----------------------------	---------------------------	-----------------------------------

Поле	26,32 ± 7,14	3,0 ± 1,04
Молодая залежь	20,51 ¹ ± 4,57	2,13 ± 0,79
Старая залежь	22,78 ^{1'} ± 3,34	9,22 ± 4,53
Целина	31,5 ^{1,1'} ± 2,56	17,56 ± 5,06

Примечание : статистически достоверные различия между выборками:
1 и 1' - при P<0,05

По интенсивности инвазии достоверных отличий нет, но наблюдается тенденция увеличения этого показателя. Важное адаптивное значение в связи с этим имеет достоверное увеличение селезенки узкочерепной полевки на целине, по сравнению с залежами. Являясь мультифункциональным органом, селезенка способна осуществлять функциональный ответ в том числе на проникновение в организм различных видов паразитов. По данным наших исследований, разновекторное антропогенное воздействие приводит к уменьшению экстенсивности инвазии эндопаразитов на трансформированных сельскохозяйственным производством территориях. Тенденция же к увеличению интенсивности инвазии и сравнительно большая экстенсивность инвазии на целинных участках может объясняться большей приспособленностью жизненного цикла паразитов к реализации в ненарушенных условиях, ведь именно среда второго порядка обеспечивает существование популяции паразита в целом.

Анализ результатов очесов зверьков показал, что зараженность зверьков эктопаразитами достоверно уменьшается в ряду поле - молодая залежь - старая залежь - целина по мере снижения последствий антропогенного воздействия (Рис. 10). Все это подтверждает тезис С.А.Бэера о том, что антропогенное воздействие способно тормозить процесс выработки взаимных адаптаций паразитов и хозяев. Возникающая при этом ситуация может характеризоваться «загрязнением» животных и растений паразитами, значительно превышающим естественный фон. Это явление носит название «паразитарное загрязнение». Оно возникает в результате деформации среды, например, под влиянием деятельности человека и, в свою очередь, разрушая эволюционно сложившиеся механизмы регуляции паразитарной системы, само выступает как дестабилизирующий фактор среды.

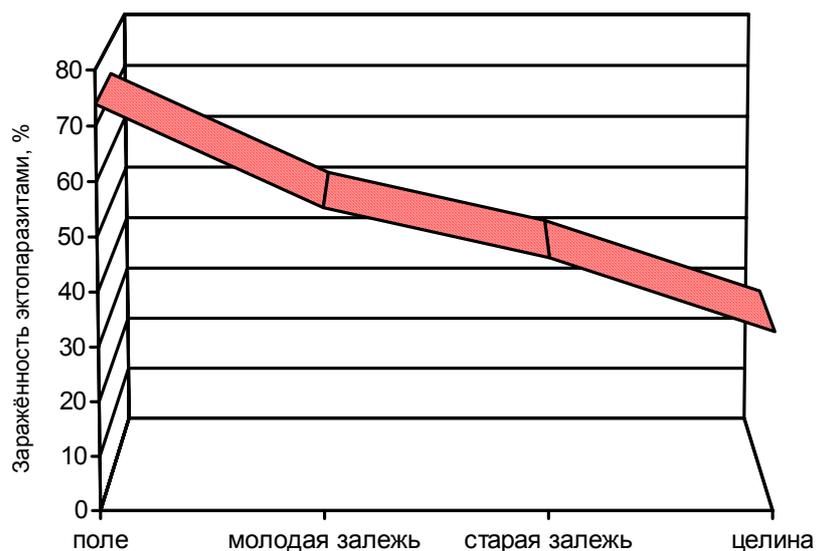


Рис.10. Заражённость эктопаразитами мелких млекопитающих различных исследованных местообитаний.

Все данные свидетельствуют о том, что при снижении антропогенного воздействия на сельскохозяйственные земли и его отрицательных последствий физиологическое состояние популяций мелких млекопитающих улучшается, снижается стрессовость ситуации, что положительно влияет на репродуктивные процессы в сообществах мелких млекопитающих и увеличение их видового разнообразия. В целом же, градиент «поле - молодые залежи - старые залежи - целина» представляет собой ряд естественной восстановительной сукцессии, характеризующий в том числе и восстановление исходного сообщества мелких млекопитающих на нарушенных сельскохозяйственным производством землях.

Такое же местообитание, как возделываемое поле нужно рассматривать в качестве агроценоза (системы, развитие которой каждый год начинается с пионерной стадии и даже в период перед уборкой урожая никогда не достигает климаксного состояния, однако, саморегулирующие свойства такой системы относительно велики).

Подобные же закономерности просматриваются даже на малочисленных выборках при восстановлении сообществ нефтезагрязненных земель после рекультивации последних.

На рекультивированной нефтезагрязненной территории фауна млекопитающих, представленная в год аварии только одним видом - лесной мышью, - наиболее устойчивым к антропогенным воздействиям из всех фоновых видов, через два года

обогатилась обыкновенной полевкой, которой не обнаружено на втором загрязненном участке, что может быть связано с формированием здесь лугового сообщества за счет естественных и сеяных трав. Численность же мелких млекопитающих в 5 раз превышает таковую на загрязненной территории, что также свидетельствует о более благоприятных условиях для грызунов на рекультивированной территории, где рудеральная растительность начинает сменяться луговой. Обилие мелких млекопитающих здесь даже выше, чем в контроле в пределах коридора коммуникаций. Половая структура выборки с преобладанием самок отчасти может свидетельствовать об относительной резидентности здесь лесных мышей и обыкновенной полевки. Об этом же может свидетельствовать и более высокая доля зимовавших зверьков на рекультивированной территории по сравнению с остальными участками. Общая устойчивость сообщества мелких млекопитающих на рекультивированной территории хотя и уступает естественному первоначальному (до прокладки коридора коммуникаций) биогеоценозу, но выше, чем в чистом коридоре. Это вполне объяснимо формированием более устойчивого за счет резистентности лугового сообщества (оно быстрее достигает высоких сукцессионных стадий) на месте мелколиственной поросли (искусственно поддерживаемой работниками «Сибнефтепровода» на стадии молодого сообщества). Высокие же темпы восстановления растительности (и не только травянистой, но и кустарниковой), в дальнейшем приведут к восстановлению териофауны, характерной для трассы коммуникаций, с тем же доминирующим видом, и отличной от фауны прилегающих участков леса с красной полевкой и буроzubками.

ВЫВОДЫ

1. В течение исторического периода (с конца плейстоцена), наряду с исчезновением ряда видов млекопитающих, териофауна Тюменской области постоянно пополнялась новыми видами. С конца 16 столетия под влиянием, главным образом, человека процесс трансформации фауны млекопитающих получил новое ускорение, в результате чего видовое богатство региона возросло, а современный фаунистический список млекопитающих области насчитывает 92 вида.
2. Периодичность динамики численности мелких млекопитающих в Тюменской области составляет около 3 лет (в среднем 2.9 года). В наиболее экстремальных условиях среды (тундра и лесотундра) выраженность колебаний выше по

амплитуде. Более правильную периодичность имеют не пики или депрессии численности мелких млекопитающих, а точки перехода кривой динамики численности через среднюю многолетнюю - это происходит строго через 2 года на третий.

3. Для целей экологического мониторинга рекомендуется проводить специальные учеты численности промысловых млекопитающих, а не оперировать только данными заготовок, причем, учитывая наличие у животных естественных циклов колебания численности, лучше использовать средние многолетние данные: по десятилетиям у крупных видов и по пятилетиям у более мелких.

4. Важное значение при мониторинговых наблюдениях должно придаваться не только показателям обилия животных или биологического разнообразия сообществ млекопитающих (в том числе - в историческом аспекте, на палеонтологическом материале), но и их производным, тесно связанным с характеристиками устойчивости и стабильности систем, основанными на термодинамических и информационных процессах в природе.

5. Способность сообщества млекопитающих сопротивляться внешнему воздействию и восстанавливаться после его снятия характеризуется показателями резистентной и упругой устойчивости. Общая устойчивость (сумма двух первых) возрастает в ходе сукцессий, при этом в молодых сообществах она определяется в основном резистентными свойствами, а в зрелых - упругими.

6. При исследовании влияния на сообщества млекопитающих антропогенных факторов, приобретших во второй половине 20 столетия в Тюменской области большое значение, информативным критерием оказался индекс антропогенной адаптированности сообщества, закономерно возрастающий при увеличении степени антропогенного воздействия.

7. Парадигма системности дает возможность детального и точного исследования качества среды обитания организмов на основании изучения ответных реакций на ее изменение со стороны живой составляющей экосистем, и, в том числе, млекопитающих.

8. Под воздействием различных антропогенных факторов слабой степени исходное сообщество млекопитающих чаще всего увеличивает показатели видового разнообразия и обилия; увеличение степени антропогенной нагрузки ведет к

закономерному снижению отмеченных выше показателей, при сильных нагрузках приводя к полной гибели сообществ.

9. Ответные реакции живых систем, имеющие, как правило, адаптивное значение, фиксируются на самых различных уровнях и подуровнях организации живой материи и могут носить как общий, так и специфический характер (в зависимости от вида воздействия или группы исследуемых млекопитающих).

10. Изменения экстерьерных и интерьерных параметров мелких млекопитающих импактных территорий как правило свидетельствуют о повышении двигательной активности животных, интенсивности их метаболизма, напряженности энергетического обмена, нарастании стрессовости ситуации и токсическом влиянии различных загрязнителей. Одинаковый уровень нарушенности среды у одних групп животных может вызывать гомеостатические реакции организма, а у других - приводить к патологии. Самки демонстрируют большую чувствительность к факторам загрязнения среды, чем самцы.

11. Неблагополучие общей экологической обстановки на нарушенных территориях приводит к снижению доли половозрелых особей среди сеголеток, к увеличению резорбции эмбрионов. Все это обуславливает существенное снижение эффективности репродуктивных процессов при дистрессовых нагрузках. Увеличение количества эмбрионов, приходящегося на одну беременную самку, при стрессовых нагрузках обеспечивает практически фоновую (контрольную) успешность размножения.

12. При воздействиях, приводящих к существенному снижению в биогеоценозах роли видов-эдификаторов, наблюдаются коренные перестройки состава и структуры сообществ млекопитающих на фоне относительной стабильности морфофизиологических характеристик популяций; при сохранении эдификаторных свойств и общего облика ценоза под возмущающим действием каких-либо факторов структура сообщества млекопитающих долгое время остается стабильной, что достигается путем напряжения морфофизиологических характеристик популяций составляющих ее видов, и лишь при достижении нагрузкой дистрессовых величин отмечается резкое изменение состава сообщества и его структурных характеристик.

13. Популяции доминирующих видов мелких млекопитающих нарушенных территорий имеют тенденцию к увеличению доли самцов и доли сеголеток по сравнению с популяциями фоновых местообитаний.

14. Наибольшие различия между сообществами млекопитающих и популяциями доминирующих видов импактной и фоновой территорий по всем показателям отмечаются в годы высокой численности животных, минимальные - в годы депрессии.

15. Адекватная интерпретация отмечаемых реакций, гарантированная комплексностью исследований при соблюдении принципов «прочих равных условий» и «необходимой достаточности», основанная на современных статистических методах, позволяет не только оценивать современное состояние среды обитания организмов, но и прогнозировать ее дальнейшее развитие, во многом детерминированное дальнейшей судьбой ее составляющих и, в том числе, - сообществ млекопитающих, являющих собой функциональное единство популяций отдельных видов - консументов различных порядков.

16. Консументы более высоких порядков (хищные, насекомоядные) демонстрируют большую чувствительность к возмущающим факторам по сравнению с консументами низких порядков (грызуны) и могут быть рекомендованы в качестве первоочередных видов-индикаторов.

17. Под воздействием исследованных антропогенных факторов на первых этапах восстановительной сукцессии на месте сообществ с высоким биологическим разнообразием формируются более бедные, а на месте сравнительно бедных - более богатые.

18. В качестве субъединиц, подлежащих мониторинговым исследованиям, предлагаются пространственно-временные экосистемы типа: «водосборные бассейны - сукцессионные ряды», естественным образом включающие в себя сообщества млекопитающих, в зависимости от поставленных задач, набора отслеживаемых факторов и территориальной приуроченности имеющие свои особенности, но, как правило, отражающие изучаемые явления в наиболее интегрированном виде.

19. Важной методологической частью мониторинговых исследований является необходимость применения экспериментальных работ, дающих возможность идентификации реакций системы (или ее компонентов) на отдельные составляющие всего комплекса воздействий абиотических и биотических факторов (в том числе - антропогенных).

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Тюмень: ТюмГУ, 2000. - 220 с.
2. Цибульский В.Р., Валеева Э.И., Арефьев С.П., Мельцер Л.И., Московченко Д.В., Гашев С.Н., Бруснынина И.Н., Шарапова Т.А. Природная среда Ямала. В 2-х томах, Тюмень: ИПОС СО РАН, 1995. - 272 с.
3. Арефьев С.П., Гашев С.Н., Степанова В.Б., Фаттахов Р.Г., Шарапова Т.А., Степанов С.И. Природная среда Ямала. Т.3. Биоценозы Ямала в условиях промышленного освоения. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2000. - 136 с.
4. Клюева В.П., Ульянов В.И., Авдеев Д.А., ..., Гашев С.Н. и др. Тюмень начала XXI века. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2002. – 335 с.
5. Гашев С.Н. Влияние нефтяных разливов на фауну и экологию мелких млекопитающих Среднего Приобья.// Экология, 1992, № 2. - С.40-48.
6. Гашев С.Н. О влиянии приманки на некоторые демографические параметры популяций грызунов и эффективность их отлова.//Сибирский экологический журнал, № 2, 1995. – С. 177-178.
7. Гашев С.Н. Упругая устойчивость экологических систем. //Сибирский экологический журнал, № 5, 2001. - С.645-650.
8. Гашев С.Н. К диагностике лесных полевок (*Clethrionomys*).// Зоологический журнал, Т.LXV, №10, 1986. – С.1588-1589.
9. Гашева М.Н., Гашев С.Н., Соромотин А.В. Состояние растительности как критерий нарушенности лесных биоценозов при нефтяном загрязнении. // Экология. 1990, №2.- С.77-78.
10. Дядечко В.Н., Толстокорова Л.Е., Гашев С.Н. и др. О биологической рекультивации нефтезагрязненных лесных почв Среднего Приобья.// Почвоведение, №9, 1990. – С.148-151.
11. Гашев С.Н. Репеллентное действие сырой нефти на грызунов.//Бюллетень МОИП (отд. биологический), 1993, Т.98, вып. 1. - С.47-50.
12. Гашев С.Н., Сазонова Н.А. Интегральные показатели состояния и устойчивости сообществ млекопитающих для оценки степени антропогенного воздействия.// В сб.: Вестник ТюмГУ, вып. 4, Тюмень:ТюмГУ, 2002. – С. 71-77.

13. Гашев С.Н., Елифанов А.В., Соловьев В.С., Гашева Н.А. Влияние сырой нефти на морфофункциональное состояние организма беспородных белых мышей и крыс. // Бюллетень МОИП, Т.99, вып.6, 1994. - С.23-29.
14. Гашев С.Н., Казанцева М.Н., Соромотин А.В., Рыбин А.В. Влияние факелов на биогеоценозы Среднего Приобья. // Бюллетень МОИП, Т.99, вып. 1, 1994. - С.3-7.
15. Гашев С.Н. Влияние слабого хронического загрязнения биогеоценозов на фауну и экологию мелких млекопитающих. // Вестник ТюмГУ, 1998. - С.163-168.
16. Куликова Ю.А., Сорокина Н.В., Гашев С.Н. Эколого-морфологическая характеристика внутривидовых группировок домовых мышей в урбаноценозах. // Бюллетень МОИП, отд. биологич., Т.105, вып.6, 2000. - С.3-10.
17. Гашев С.Н. Фауна млекопитающих Тюменской области. // В сб.: Ежегодник ТОКМ: 1993. Новосибирск: Наука, 1997. - С.183-202.
18. Гашев С.Н. Устойчивость экологических систем. // В сб.: Региональные проблемы прикладной экологии. Белгород: БГУ, 1998. - С.132-134.
19. Гашев С.Н. К расчету упругой устойчивости экосистем. // В сб. «Безопасность XXI века». Ст.-Пб., 1998. - С.33-34.
20. Гашев С.Н. Показатель «плохой» агрегированности в оценке качества среды обитания животных. // В сб.: Териологические исследования. Вып.1. Ст.-Пб.: ЗИН РАН, 2002. – С.131.
21. Гашев С.Н., Казанцева М.Н., Соромотин А.В. Накопление микроэлементов в различных компонентах загрязненных нефтью биоценозов средней тайги. // В сб.: Механизмы поддержания биологического разнообразия. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 1995. - С.34-37.
22. Гашев С.Н., Иванова Е.А., Муканова А.А. Фауна и экология наземных позвоночных г.Тюмени. // В сб.: Проблемы общей биологии и прикладной экологии. Саратов: СГУ, 1997. - С.44-48.
23. Арефьев С.П., Гашев С.Н., Селюков А.Г. Биологическое разнообразие и географическое распространение позвоночных животных Тюменской области. // В сб.: Западная Сибирь - проблемы развития. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1994. - С.92-116.
24. Арефьев С.П., Арефьева А.В., Гашев С.Н., Ломакин Д.Е., Шарапова Т.А. Исследование закономерностей формирования биоразнообразия

- урбанизированных территорий Тюменского региона.// В сб.: Основные результаты научно-исслед. работ Института проблем освоения Севера за 1996 год. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1997. - С.90-96.
- 25.Гашев С.Н. Экологические характеристики сообществ млекопитающих.// Мат. конф. «Биологическое разнообразие животных Сибири». Томск: ТГУ, 1998. - С.128-129.
- 26.Гашев С.Н. Влияние нефтяного загрязнения на мелких млекопитающих.// Тез. V Съезда ВТО АН СССР, III т., М., 1990. - С.142-143.
- 27.Гашев С.Н. Новые данные о географическом распространении наземных позвоночных животных в Западной Сибири.// В сб.: Биоразнообразие Западной Сибири - результаты исследований. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1996. - С.3-8.
- 28.Гашев С.Н. Состояние фауны мелких млекопитающих Среднего Приобья.//В сб.: Биоразнообразие Западной Сибири - результаты исследований. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1996. - С.9-16.
- 29.Гашев С.Н. О некоторых ресурсах сырья животного происхождения в Тюменской области. // В сб.: Вопросы прикладной экологии (природопользования), охотоведения и звероводства. Киров: ВНИИОЗ, 1997. - С.79-81.
- 30.Гашев С.Н. Редкие и нуждающиеся в охране позвоночные животные Тюменской области. // В сб.: Ежегодник ТОКМ: 1994. Тюмень, 1997. - С.169-181.
- 31.Гашев С.Н. Восточноевропейская полевка - новый вид в списке млекопитающих Тюменской области. //В сб.: Ежегодник ТОКМ - 1996. Тюмень: ТОКМ, 1998. - С.161-165.
- 32.Гашев С.Н. Использование экологических и морфофизиологических показателей популяций позвоночных животных для оценки состояния окружающей природной среды. // В сб.: Отчет о научн. и научн.-орг. деятельности за 1997 г. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1998. - С.57-67.
- 33.Гашев С.Н. Статистический анализ сообществ мелких млекопитающих (Рук-во по использованию программы «Mammalia»). Тюмень: ТюмГУ, 1999. - 19 с.
- 34.Гашев С.Н. Трансформация видового состава позвоночных Тюменской области как показатель антропогенного воздействия с конца 16 столетия.// Матер. Межд. конф. «Экология и рац. природопол. на рубеже веков». Томск: ТГУ, 2000. Т.2.- С. 40-41.

35. Гашев С.Н. Влияние антропогенных факторов на устойчивость сообществ наземных позвоночных животных среднетаежной зоны Западной Сибири. // В сб.: Проблемы взаимодействия человека и природной среды. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2000. - С.112-116.
36. Гашев С.Н. Динамика численности млекопитающих в экологическом мониторинге. // В сб.: Вестник экологии, лесовед. и ландшафтоведения. Вып.1. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2000. - С. 86-95.
37. Гашев С.Н. Обобщенный показатель благополучия сообществ мелких млекопитающих при экологическом мониторинге. // Тез. докл. Междунар. конф. «Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях хозяйственного освоения Европейского Севера», Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2002. – С.14.
38. Гашев С.Н., Гашева М.Н., Соромотин А.В. О необходимости экологического нормирования нефтяного загрязнения лесных почв Западной Сибири. // I Всесоюз. конф. «Экология нефтегазового комплекса» (Надым, 3-6 окт. 1988 г.), М., 1988. - С.134-135.
39. Доний Е.А., Гашев С.Н. Влияние рекреации на сообщества мелких млекопитающих. // Тез. 2 Всерос. конф. «Проблемы региональной экологии». Новосибирск: СО РАН, 2000. - С.54.
40. Елифанов А.В., Гашев С.Н., Ильюк Е.С. и др. О некоторых механизмах адаптации мелких млекопитающих к нефтяному загрязнению. // Научный вестник ТГУ (биология). Тюмень: ТюмГУ, 1996. - С.76-79.
41. Елифанов А.В., Курочкина О.И., Гашев С.Н. Влияние нефтяного загрязнения на состояние заднего нейрогипофиза белых мышей. // Мат. IV Всесюз. конф. «Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды», Л., 1991. - С.84.
42. Казанцева М.Н., Гашев С.Н. Мониторинговые исследования на участке аварийного разлива нефти в подтаежной зоне Западной Сибири. // В сб.: Вестник экологии, лесовед. и ландшафтоведения. Вып.1. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2000. - С. 134-140.
43. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Гашева М.Н., Быкова Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы. // Экология нефтегазового комплекса: Матер. I Всесоюзн. конф. М., 1989, вып.1, ч.2.- С.180-191.

44. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Казанцева М.Н. Солевое загрязнение таежных биogeоценозов при нефтедобыче в Среднем Приобье.// В сб.: Проблемы географии и экологии Западной Сибири. Тюмень: ТюмГУ, 1996. - С.121-131.
45. Gashev S.N. Stability of the ecological systems.// IV Intern. Conf. The development of the North and problems of nature restoration. Syktyvkar, 1998. - P.15-16.
46. Gashev S.N., Kazantseva M.N., Soromotin A.V., Rybin A.V. Choice of objects and criteria for the ecological monitoring of oil-contaminated biogeocenoses of the northern taiga.// Abstr. Int. Conf. «The development of the north and problems of recultivation», Ohio, 1994. - P.98-99.