

На правах рукописи

**Сорокина Наталья Владимировна**

**АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
СЕВЕРО-ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
(на примере Надымского района)**

Специальность 03.00.16 – экология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Тюмень – 2003

Работа выполнена в институте криосферы Земли СО РАН.

**Научные руководители:** доктор географических наук,  
главный научный сотрудник  
Москаленко Наталия Георгиевна  
кандидат географических наук, доцент  
Емельянова Людмила Георгиевна

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
Голубева Елена Ильинична  
кандидат биологических наук, доцент  
Шаповалов Сергей Игоревич

**Ведущая организация:** Институт проблем освоения Севера СО РАН

Защита диссертационной работы состоится «\_\_\_» февраля 2003 г. в \_\_\_ часов на заседании диссертационного Совета К.212.274.03 по присуждению ученой степени кандидата биологических наук Тюменского государственного университета, по адресу: 625048, г.Тюмень, ул. Пирогова, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменского государственного университета.

Автореферат разослан «\_\_\_» января 2003 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

С.Н. ГАШЕВ

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Интенсивное освоение и разработка газовых месторождений севера Тюменской области делает актуальным изучение антропогенного влияния на окружающую среду.

Среди широкого круга различных антропогенных воздействий на экосистемы, характерных для криолитозоны Западной Сибири, особый интерес вызывают техногенные трансформации ландшафтов при строительстве газопроводов. Техногенные воздействия на большинстве нарушенных площадей при прокладке газопровода носят импульсный (разовый) характер, но со временем, при эксплуатации газопровода, последствия (тепловое влияние горячих участков газопроводов на многолетнемерзлые грунты) начинают накапливаться и приводить к изменению параметров экосистем. При строительстве газопроводов прямому воздействию подвергаются такие компоненты экосистем как растительность, почва, рельеф и верхние горизонты горных пород. Благодаря тесным связям, существующим между компонентами природной среды, опосредованное антропогенное воздействие испытывают снежный покров, гидрологический и гидрогеологический режимы и теплообмен в приземном слое атмосферы, которые в дальнейшем, в свою очередь, влияют на растительность, почву, микрорельеф. Нарушение условий теплообмена деятельной поверхности с атмосферой приводит к изменению температурного режима грунтов, мощности сезонноталого и сезонномерзлого слоев, ослаблению или усилению ряда экзогенных геологических процессов. Перечисленные изменения компонентов экосистем не могут не влиять на формирование растительных сообществ и сообществ животных после нарушения. Поэтому важной научной проблемой является изучение антропогенных изменений экосистем. Один из путей решения этой задачи - внедрение в систему экологического мониторинга методов комплексного исследования экосистем. Выявление тенденций в изменении внутренней организации структуры экосистем под влиянием антропогенного воздействия позволяет оценить отклонения основных параметров экосистем от нормы. При этом растительность и сообщества мелких млекопитающих выступают надежными индикаторами состояния экосистем и степени их трансформации в результате антропогенных воздействий. Комплексное исследование экосистем позволяет получить более полную картину их антропогенных изменений.

Влияние антропогенного воздействия на растительность криолитозоны Западной Сибири изучали И.И.Шилова (1977), М.А. Магомедова и др. (1988), Н.Г. Москаленко (1999), Е.Г.Мяло (2000) и др. Большинство исследований фауны мелких млекопитающих севера Тюменской области проведены либо в зоне тундры (Дунаева, Кучерук, 1948; Балахонов, 1978; Копеин, Оленев, 1978; Тупикова, 1983), либо в

типичной северной тайге (Стариков, 1985; Вартапетов, 1982; Рамазанова, 1984; Юдкин, 1996; Гашев, 1996), а вблизи северной границы северной тайги, в переходной биоклиматической зоне, имеются лишь единичные работы (Лаптев, 1958). Особый интерес вызывают антропогенные воздействия в исследуемой подзоне, т.к. для данной территории характерно островное распространение многолетнемерзлых пород. Поэтому при трансформации окружающей среды формируются экосистемы с различными параметрами, а следовательно, неоднозначно меняются условия обитания мелких млекопитающих.

Несмотря на имеющийся фактологический материал, следует подчеркнуть, что большинство работ, касающихся влияния антропогенных воздействий на сообщества мелких млекопитающих, проведены в условиях, связанных со значительными нарушениями (разливы нефтепродуктов, территории поселков и месторождений, разработки полезных ископаемых), в то время как исследований по выявлению изменений экосистем, сформировавшихся в результате антропогенной трансформации ландшафта при строительстве магистральных газопроводов, проведено не было. Это и определяет актуальность проведенного исследования.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – выявление антропогенных изменений северо-таежных экосистем Западной Сибири на примере Надымского района Тюменской области, нарушенных в результате трансформации ландшафта при строительстве и эксплуатации магистральных газопроводов, с использованием в качестве индикаторов изменения среды растительного покрова и сообществ мелких млекопитающих.

Исходя из указанной цели исследования, его основными **задачами** являлись:

- изучение методологии комплексного экологического мониторинга, выбор методов исследования и проведение наблюдений;
- изучение природных условий района исследования;
- проведение инвентаризации антропогенных изменений района исследований;
- исследование отдельных фитоценологических и геоэкологических характеристик экосистем и выявление их изменений под влиянием техногенной трансформации ландшафта при строительстве и эксплуатации газопроводов;
- исследование биоразнообразия северо-таежных экосистем;
- уточнение видового состава сообществ мелких млекопитающих района исследований и уровня обилия видов, выявление изменений характеристик сообществ мелких млекопитающих под влиянием техногенной трансформации ландшафта при строительстве и эксплуатации газопроводов;
- выявление экологических связей между биотическими и абиотическими параметрами экосистем.

**На защиту выносятся** следующие результаты научного исследования:

- растительный покров и сообщества мелких млекопитающих экосистем неоднозначно реагируют на одинаковые антропогенные воздействия в различных геокриологических условиях;
- существуют экологические связи сообществ мелких млекопитающих с антропогенными изменениями геокриологических параметров и растительного покрова экосистем;
- комплексный анализ растительного покрова и сообществ мелких млекопитающих, существующих в различных геокриологических условиях, может служить основой для выявления антропогенных изменений северо-таежных экосистем;
- видовой состав сообществ мелких млекопитающих района исследований следует дополнить новым видом (*Micromys minutus* Pallas, 1771).

**Научная новизна работы** заключается в исследовании влияния техногенной трансформации ландшафтов в различных геокриологических условиях при строительстве и эксплуатации газопроводов на биотические параметры северо-таежных экосистем. Впервые проведено комплексное исследование антропогенных изменений северо-таежных экосистем Надымского района. Это позволило в определенной степени выявить не только непосредственное, но и опосредованное воздействие антропогенных факторов на растительный покров и сообщества мелких млекопитающих.

**Практическая значимость работы.** Результаты проведенных исследований позволили:

- получить комплексную характеристику современного состояния ненарушенных и нарушенных северо-таежных экосистем Надымского района;
- внести вклад в исследование биологического разнообразия северо-таежных экосистем, а именно: уточнить видовой состав и уровень обилия мелких млекопитающих и пополнить научную коллекцию.

Кроме того, результаты исследований могут быть использованы для сравнительного анализа при проведении мониторинга аналогичных экосистем, а также для прогноза экологического состояния территорий на этапах проектирования, строительства и эксплуатации магистральных газопроводов и для разработки рекомендаций по охране северо-таежных экосистем.

По результатам исследования создана база данных по мелким млекопитающим и растительному покрову северо-таежных экосистем Надымского района.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы докладывались на Международной конференции «Экология и рациональное

природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы» (Томск, 2000г.), Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов» (Москва, 2001г.), конференции молодых ученых ИКЗ СО РАН (Тюмень, 2001г.), Международной конференции «Консервация и трансформация вещества и энергии в криосфере Земли» (Пушино, 2001г.), на первом международном рабочем совещании «Биоразнообразие и динамика экосистем Северной Евразии: информационные технологии и моделирование» (Новосибирск, 2001г.), на Международной конференции «Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения» (Архангельск, 2002 г.), на заседании комиссии биогеографии Московского центра Русского Географического общества (Москва, 2002 г.).

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 9 печатных работ, в том числе 5 статей и тезисы 4-х докладов на конференциях. Материалы по теме исследований изложены также в двух научных отчетах, выполненных по целевым программам ИКЗ СО РАН (гранты Тюменской области).

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, основных выводов и приложений; содержит 28 таблиц, 16 рисунков и 2 приложения. Содержание диссертации изложено на 126 страницах машинописного текста. Список использованной литературы включает 164 наименования.

Автор выражает искреннюю благодарность научным руководителям д.г.н. Н.Г.Москаленко и к.г.н. Л.Г.Емельяновой за научную и методическую помощь и постоянную поддержку в работе, автор приносит благодарность академику СО РАН В.П.Мельникову за содействие на всех этапах работы, д.б.н. В.А.Долгову за уточнение сборов землероек-бурозубок, автор признателен к.б.н. С.Н.Гашеву и д.б.н. Ю.С.Равкину за ценные замечания и рекомендации при выполнении диссертационной работы, автор выражает благодарность С.Г.Пыхову за помощь при сборе материалов.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Введение**

Во введении обоснована актуальность исследования проблемы антропогенной трансформации экосистем при строительстве и эксплуатации магистральных газопроводов и ее практическая значимость.

## **1. Теоретические основы комплексного экологического мониторинга**

Вопросам научного обоснования и организации комплексного экологического мониторинга посвящено немало работ (Сукачев, Дылис, 1974; Израэль, 1978, 1984; Соколов, 1977; Пузаченко, 1978; Филипова, 1985 и др.). В данной главе анализируются подходы к организации комплексного экологического мониторинга, структура и методология комплексного экологического мониторинга.

Из анализа литературы следует, что объектом комплексного экологического мониторинга является фиксация изменений экосистем под влиянием антропогенных факторов на фоне естественной изменчивости изучаемых экосистем (Гашев, 2000), выявление и объяснение причин этих изменений и их прогноз.

Для проведения комплексного экологического мониторинга требуется осуществление широкой программы экспериментальных исследований, включающей в себя как мониторинг биологических систем, так и мониторинг абиотических факторов. При этом отмечается, что программа комплексного экологического мониторинга как система наблюдений, оценки и прогноза антропогенных изменений экосистем нуждается в оптимизации с точки зрения его целей в каждом отдельном случае. Цели и методы комплексного экологического мониторинга различны на разных уровнях: локальном, региональном, глобальном. Это обуславливает специфические подходы к организации экологического мониторинга.

Многими авторами подчеркивается значимость биоиндикации в комплексном экологическом мониторинге, как основной части подсистемы биологического мониторинга. В связи с этим, особое внимание в настоящей работе уделено биологической части комплексного экологического мониторинга - биоиндикационным исследованиям, а также составу наблюдений и ряду вопросов по организации соответствующих наблюдений.

Надежными индикаторами антропогенных изменений экосистем являются мелкие млекопитающие (Пястолова, 1987; Большаков, 2001 и др.) и растительный покров (Горчаковский, 1979), как компоненты экосистем, наиболее удобные для проведения комплексного экологического мониторинга.

## **2. Характеристика природных условий района исследований**

Надымский район Тюменской области расположен в подзоне северной тайги Полуь-Надымского междуречья. Исследования проводились в пределах Надымского стационара, расположенного в 30 км южнее г. Надыма (65° 18' с.ш., 72° 51' в.д.).

Природные условия исследуемого района характеризуются суровыми климатическими условиями: большой продолжительностью зимнего периода,

низкими температурами, обилием осадков и низким уровнем поступления солнечной радиации. Равнинность и особенности климата района исследований обуславливают высокую заозеренность и заболоченность.

Почвообразующие породы представлены озерно-аллювиальными отложениями с прослоями и линзами суглинков и супесей. Современные биогенные отложения представлены торфом. В северо-таежной подзоне преобладают подзолистые и глеево-подзолистые почвы на дренированных песчаных участках, таежные поверхностно-глеевые почвы на суглинистых грунтах и сопутствующие им таежные подзолисто-болотные почвы.

Район исследования расположен в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород. Острова многолетнемерзлых пород приурочены к торфяникам, буграм и грядам пучения.

Зональным типом растительности в Надымском районе являются березово-лиственничные и березово-сосновые кустарничково-лишайниковые редколесья, а также лиственничные кустарничково-моховые редины, развитые в приречных частях равнины. Большие площади на плоской поверхности центральной части равнины заняты морошково-багульниково-сфагново-лишайниковыми торфяниками, пушицево-осоково-сфагновыми и кустарничково-осоково-моховыми болотами. Для бугров пучения характерны кедровые багульниково-лишайниковые и багульниково-сфагновые редины.

### **3. Методика исследований и материалы**

Основой исследования является методология комплексного экологического мониторинга. В процессе исследования изучались связи растительного покрова и сообществ мелких млекопитающих с антропогенными изменениями геоэкологических параметров экосистем.

Структурная схема, отображающая комплексный подход к процессу исследования, приведена на рис. 1.

В основу работы положены материалы трехлетних полевых исследований автора в экспедициях Московского отделения ИКЗ СО РАН, проведенных в Надымском стационаре, расположенном на Полуй-Надымском междуречье Западно-Сибирской провинции в подзоне северной тайги на участке трассы магистрального газопровода Надым-Пунга, построенного в 1972 г.

Объектом исследования являются природные и антропогенно измененные экосистемы (лесные, болотные, тундровые), развитые в различных геоэкологических условиях.

Сложность комплексной оценки состояния окружающей среды в условиях динамики антропогенного воздействия неизбежно приводит к избирательному подходу в организации экологического мониторинга. В связи с этим наибольшее значение приобретает выбор таких компонентов экосистем, которые характеризуются доступностью для оперативной оценки и диагностики, реагентными и индикационными свойствами (Пястолова, 1984).

Для выявления антропогенных изменений северо-таежных экосистем были выбраны:

- растительный покров, как индикатор антропогенных изменений северо-таежных экосистем и особенностей других компонентов экосистем – увлажнения, геоэкологических условий, рельефа и др.;

- сообщества мелких млекопитающих, как наиболее удобный объект для проведения экологического мониторинга. По мнению О.А.Пястоловой (1987), они удовлетворяют всем основным требованиям, предъявляемым к мониторинговым видам: широкое распространение в природе, весомость вклада в обмен веществ и энергии в экосистемах, представительность консументов двух порядков, высокая чувствительность к воздействиям, быстрота ответной реакции на изменение окружающей среды, доминирование, возможность проведения лабораторных экспериментов.

Для индикации антропогенного воздействия на растительный покров и сообщества мелких млекопитающих в зоне строительства газопровода Надым-Пунга пробные площади были заложены попарно: в ненарушенных и нарушенных аналогичных экосистемах в пределах до 0,5 км друг от друга в различных геоэкологических условиях. Отлов мелких млекопитающих и сбор фитомассы растительного покрова проводился в период полевых сезонов 2000-2002 гг. (с 15 августа по 15 сентября) на 31 постоянной пробной площадке. Отлов проводился методом ловчих канавок (20 м, 2 конуса) и ловушками «Геро», выставляемых по 25 штук в линию. Пересчет особей произведен по стандартной методике (на 10 канавко-суток и на 100 ловушко-суток). В 2001 и 2002 годах отлов канавками дублировался отловом ловушко-линиями. Всего отработано 1470 канавко-суток и 3850 ловушко-суток и добыто 860 мелких млекопитающих из двух отрядов: грызуны и насекомоядные.

Запасы наземной фитомассы определяли методом укусов. Сбор фитомассы выполнялся с площадок, на которых закладывались учетные квадраты размером 0,25 м<sup>2</sup> с 4-х кратной повторностью. Срезанный наземный покров взвешивался и определялся сырой вес травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового покровов. После высушивания укусов и разборки их по видам измерялся сухой вес слагающих

их видов и определялась фитомасса трав, кустарничков, мхов, лишайников и опада. Всего собрано 100 укосов.

Данные обрабатывались по общепринятым методикам математической статистики (Плохинский, 1970; Лакин, 1980) с использованием пакетов программ Excel-2000, Statistika и Statan.

При инвентаризации антропогенных воздействий, характерных для северо-таежных экосистем Надымского района при строительстве и эксплуатации магистральных газопроводов, использована схема дифференциации антропогенных воздействий (Голубева, 1999) (рис.2).

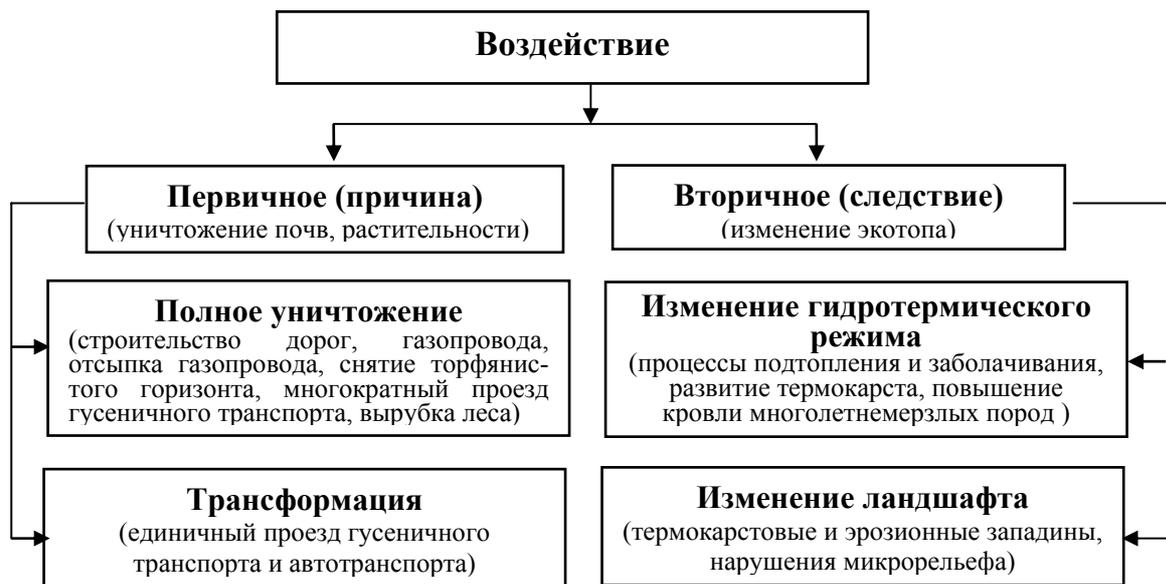


Рис.2. Типы антропогенных воздействий

Все пробные площадки дифференцированы с учетом антропогенного воздействия и геокриологических условий следующим образом: ненарушенные талые (лесные, болотные) и ненарушенные мерзлые (тундровые), нарушенные талые (лесные, болотные) и нарушенные мерзлые (тундровые) (рис. 3). Под термином «талые» подразумевается отсутствие многолетнемерзлых пород, под термином «мерзлые» - наличие многолетнемерзлых пород, местами подвергшихся деградации в результате нарушения. Каждой экосистеме свойственны определенные, отличающие ее от других экосистем экологические условия, обусловленные геокриологическими условиями, трансформацией ландшафта или ее отсутствием, и связанная с этим специфика восстановления или формирования растительного покрова.

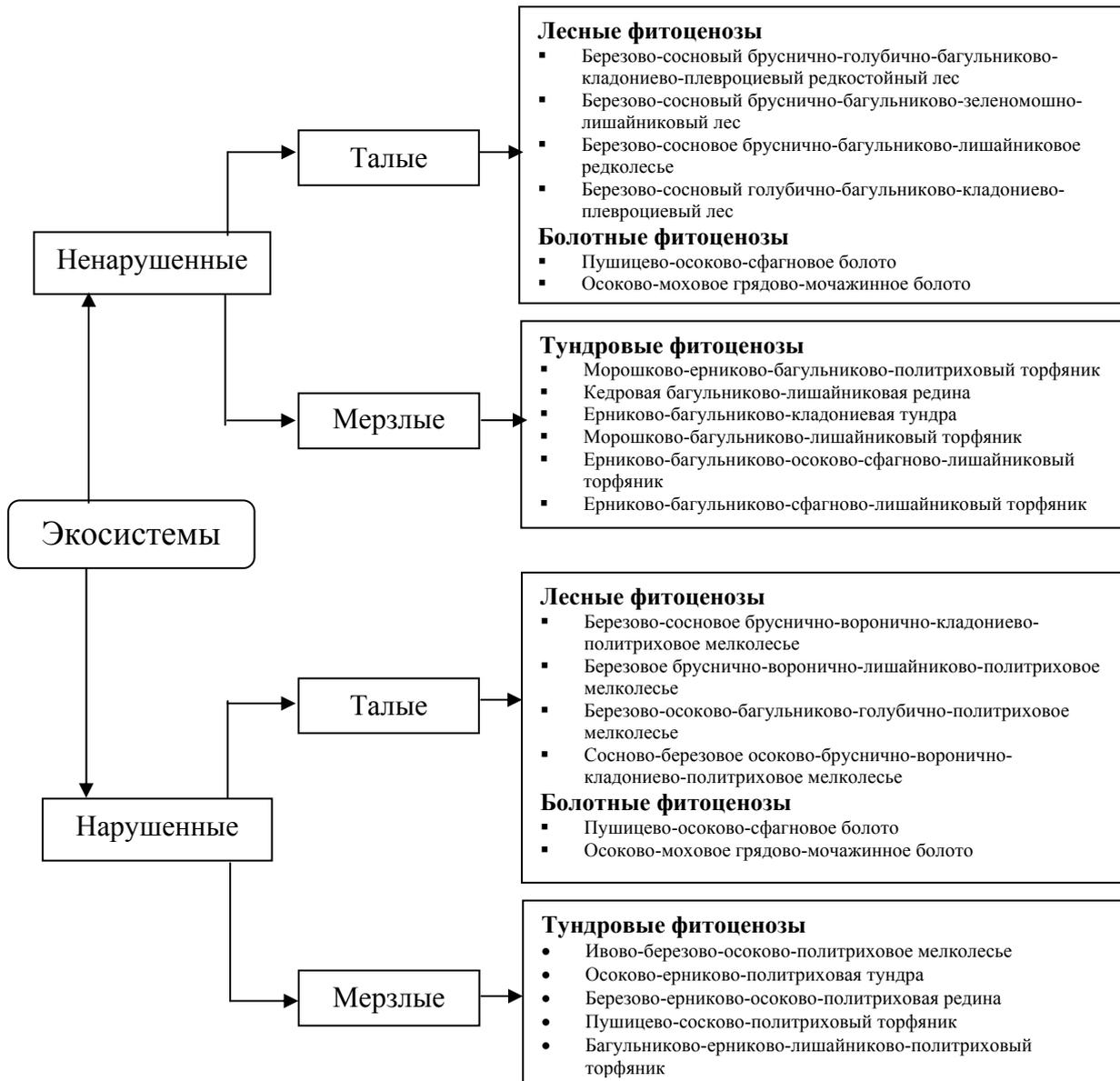


Рис.3. Структура дифференциации экосистем

#### 4. Антропогенные изменения растительного покрова северо-таежных экосистем

Изучение геокриологических условий ненарушенных и нарушенных экосистем показало, что под влиянием антропогенных воздействий наблюдается (табл.1):

- в лесных нарушенных - увеличение мощности сезонномерзлого слоя, температуры почв и изменение распределения влажности почв по глубине;

- в болотных нарушенных - незначительные изменения геокриологических условий, температуры почв;

- в тундровых нарушенных - понижение кровли многолетнемерзлых пород, реже деградация маломощной мерзлоты, повышение температуры почв и изменение распределения влажности почв по глубине.

## Геоэкологические условия северо-таежных экосистем

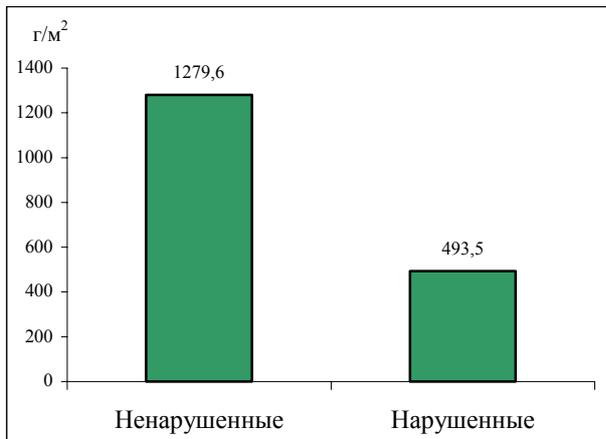
Параметры	Лесные		Болотные		Тундровые	
	ненарушенные	нарушенные	ненарушенные	нарушенные	ненарушенные	нарушенные
Распространение многолетнемерзлых пород (ММП)	Отсутствуют	Отсутствуют	Перелетки ММП	Отсутствуют	Сплошное	Понижение кровли ММП до 6 м
Мощность деятельного слоя, м	СМС 1,0	СМС 1,0 - 1,5	СМС 0,8 - 1,0	СМС 0,7 - 0,9	СТС 0,5 - 1,2	СМС 1,0 - 1,5
Средняя температура почв, °С (сентябрь), на глубине						
0,2 м	7,8	9,8	9,9	10,1	3,8	9,1
0,5 м	5,5	9,5	9,8	9,5	3,6	8,3
1,0 м	4,4	8,7	7,8	8,5	2,1	6,5

Примечание: СМС - сезонномерзлый слой, СТС – сезонноталый слой

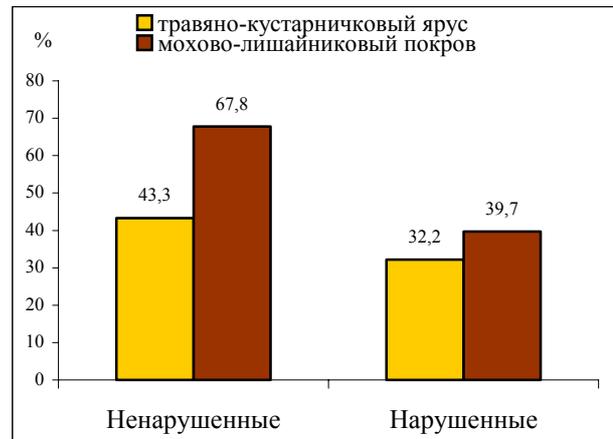
Изучение растительного покрова ненарушенных и нарушенных экосистем проводилось с использованием следующих стандартных фитоценологических показателей: видовой состав, запас надземной фитомассы, проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса и мохово-лишайникового покрова. По мнению Е.И.Голубевой (1999), наряду с абсолютными значениями фитомассы необходимо учитывать и структуру фитомассы, как отражение смены экосистемной стратегии. Поэтому дополнительно использован показатель компонентного состава растительного покрова, выраженный в процентах, как отношение запаса фитомассы одной жизненной формы к общему запасу фитомассы растительного покрова экосистемы. Данный показатель позволил более четко представить и сравнить компонентные составы растительного покрова ненарушенных и нарушенных экосистем.

Исследование растительного покрова **лесных экосистем** показало, что под влиянием антропогенных воздействий в нарушенных экосистемах отмечено незначительное изменение видового состава за счет внедрения новых видов (*Polytrichum strictum*, *Carex rotundata* и др.). Также наблюдается достоверное снижение запасов надземной фитомассы в 2,6 раза (рис. 4а) в результате изменения фитомассы отдельных жизненных форм и, следовательно, изменения в компонентном составе растительного покрова, а именно: достоверное увеличение доли кустарничков и трав за счет видов, устойчивых к нарушению (*Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum nigrum* и *Carex globularis*), и достоверное снижение доли мхов и лишайников, не восстановивших свои позиции в результате нарушения (рис.4в-4г). Все различия достоверны при  $P < 0,05$ . Кроме того, отмечено снижение проективного покрытия

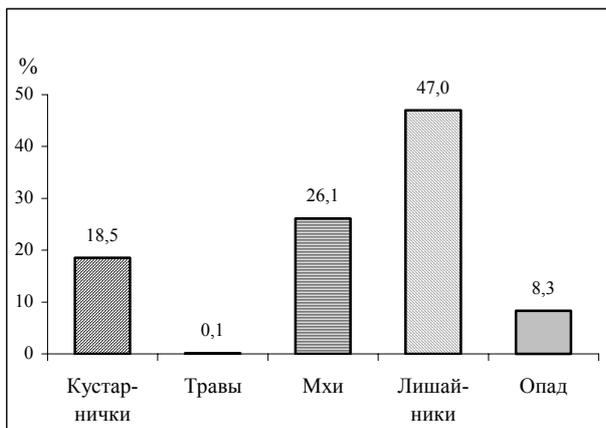
травяно-кустарничкового яруса на 25,6% и мохово-лишайникового покрова на 41,4% (рис.4б).



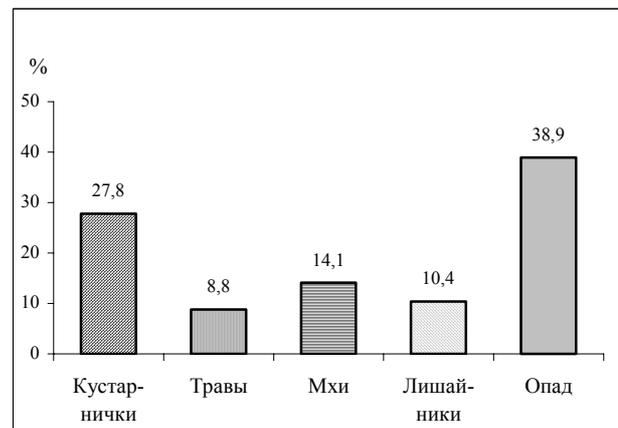
а) запас надземной фитомассы



б) проективное покрытие



в) компонентный состав растительного покрова лесных ненарушенных экосистем



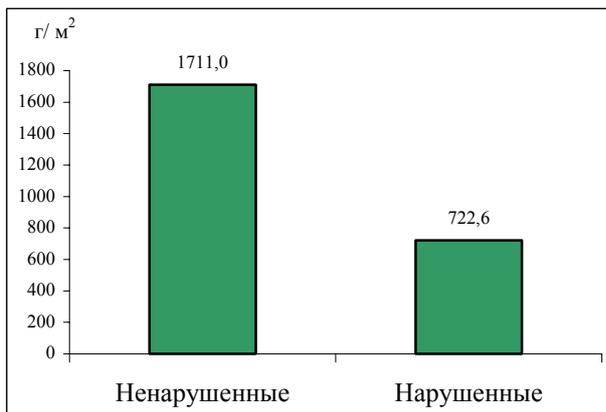
г) компонентный состав растительного покрова лесных нарушенных экосистем

Рис.4. Фитоценотические параметры лесных экосистем

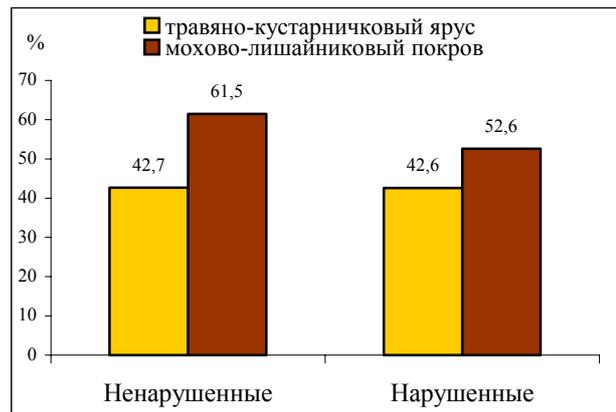
Исследование растительного покрова **болотных экосистем** показало, что под влиянием нарушения наблюдается незначительное изменение видового состава и общего числа видов, снижение запасов надземной фитомассы в 1,5 раза за счет несущественного изменения фитомассы отдельных жизненных форм и компонентного состава растительного покрова, а именно: незначительное снижение доли мхов и увеличение доли трав. Меньшее, чем в лесных экосистемах, снижение запаса надземной фитомассы обусловлено быстрым восстановлением растительного покрова болотных экосистем. Кроме того, отмечено увеличение проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса на 20,6% и снижение проективного покрытия мохового покрова на 19,9%.

Исследование растительного покрова **тундровых экосистем** показало, что под влиянием антропогенных воздействий в нарушенных экосистемах наблюдаются

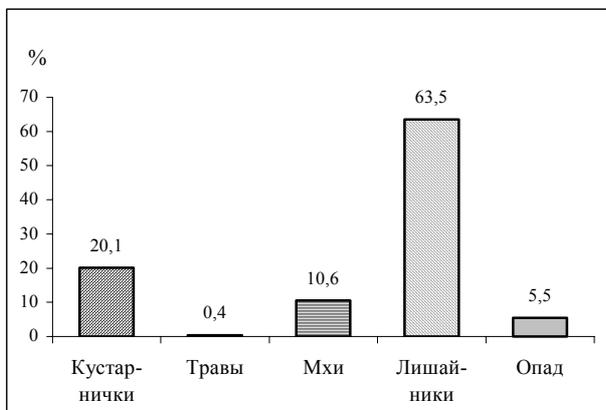
значительные изменения в видовом составе и общем числе видов, в основном связанное с появлением видов – представителей лесных ассоциаций (*Betula tortuosa*, *Salix viminalis*, *Alnus fruticosa* и др.), достоверное снижение запасов надземной фитомассы в 2,4 раза (рис.5а) за счет изменения фитомассы отдельных жизненных форм, а значит и изменения компонентного состава растительного покрова (рис.5в-5г), а именно: достоверное увеличение доли мхов, трав и кустарничков, а также достоверное снижение доли лишайников, которые являются основой фитомассы тундровых экосистем. Все различия достоверны при  $P < 0,05$ .



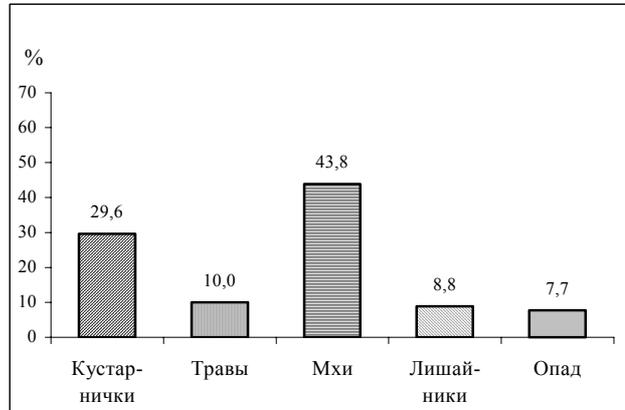
а) запас надземной фитомассы



б) проективное покрытие



в) компонентный состав растительного покрова тундровых ненарушенных экосистем



г) компонентный состав растительного покрова тундровых нарушенных экосистем

Рис.5. Фитоценологические параметры тундровых экосистем

Снижение доли лишайников и увеличение доли мхов, а также появление новых видов связано с изменением параметров экосистем под влиянием антропогенной трансформации ландшафта при строительстве и эксплуатации газопровода, т.е. понижением кровли многолетнемерзлых пород, появлением термокарстовых просадок, в которых в зимнее время накапливается снег, и возникновением мочажин. Увеличение доли кустарничков (*Betula pana*) и трав (р. *Carex*, р. *Eriophorium*, *Calamagrostis langsdorffii*), видимо, обусловлено более благоприятными условиями

произрастания, сформировавшимися в результате нарушения. Также наблюдается снижение проективного покрытия мохово-лишайникового покрова на 14,5%, в проективном покрытии травяно-кустарничкового яруса изменений не отмечено (рис.5б).

Таким образом, антропогенная трансформация северо-таежных экосистем при строительстве и эксплуатации газопроводов и обусловленные ею изменения геоэкологических условий привели к появлению фитоценозов, значительно отличающихся от исходных по таким показателям как видовой состав, запас надземной фитомассы, компонентный состав растительного покрова, проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса и мохово-лишайникового покрова, встречаемость и покрытие растений.

## **5. Антропогенные изменения в сообществах мелких млекопитающих северо-таежных экосистем**

Мелкие млекопитающие, являясь важным компонентом естественных экосистем, широко используются в качестве модельных объектов в экологических исследованиях, которые затрагивают проблемы антропогенной трансформации среды. Эта многочисленная группа животных в силу своего положения в трофических цепях экосистем непосредственно воспринимает давление тех или иных негативных факторов среды и поэтому может служить основой для индикации нарушенности среды (Большаков и др., 2001).

Население мелких млекопитающих Тюменской области изучено далеко не полно и главное, неравномерно. На сегодняшний день, по мнению С.Н.Гашева (1996), большая часть Тюменской области (особенно северная) остается территорией, слабо изученной в фаунистическом отношении. Об этом свидетельствует и белое пятно в кадастровой карте по населению мелких млекопитающих и птиц (Емельянова, Брунов, 1987).

По результатам отловов было отмечено 12 видов мелких млекопитающих (табл. 2), из них 10, что составляет 66,7% от всех видов, ареалогически предполагаемых для северной тайги. Также была отловлена мышь-малютка – вид, ранее не отмеченный для данной территории. Находка копытного лемминга ранее была отмечена в литературе (Лаптев, 1958; Гашев, 1997), но мы относим ее также к интересным фаунистическим находкам, т.к. она находится на южной периферии ареала данного вида.

Анализ данных по видовому составу и соотношению видов показывает, что по количеству видов преобладают грызуны - 8 видов, насекомоядные - 4 вида. В целом, основу населения мелких млекопитающих северной тайги в годы проведенных

исследований составляли три рода: *Clethrionomys*, *Microtus* и *Sorex*, на их долю приходится 96,0% от всех добытых зверьков.

Таблица 2

Видовой состав мелких млекопитающих северо-таежных экосистем  
по результатам отловов 2000-2002 гг.

№	Вид	Кол-во особей	В том числе отловленных	
			особей / канавки	особей / ловушки
1	Бурозубка тундряная ( <i>Sorex tundrensis</i> Merriam, 1900)	112	95	17
2	Бурозубка средняя ( <i>Sorex caecutiens</i> Laxmann, 1788)	91	85	6
3	Бурозубка крошечная ( <i>Sorex minutissimus</i> Zimm, 1780)	21	21	0
4	Кутора обыкновенная ( <i>Neomys fodiens</i> Pennat, 1771)	1	1	0
5	Полевка красная ( <i>Clethrionomys rutilus</i> Pallas, 1779)	388	213	175
6	Полевка темная ( <i>Microtus agrestis</i> L., 1761)	205	161	44
7	Полевка-экономка ( <i>Microtus oeconomus</i> Pallas, 1776)	9	9	0
8	Водяная полевка ( <i>Arvicola terrestris</i> L, 1758)	1	0	1
9	Мышь-малютка ( <i>Micromys minutus</i> Pallas, 1771)	13	13	0
10	Копытный лемминг ( <i>Dicrostonyx torquatus</i> Pallas, 1779)	1	1	0
11	Бурундук азиатский ( <i>Eutamias sibiricus</i> Laxmann., 1769)	13	0	13
12	Белка обыкновенная ( <i>Sciurus vulgaris</i> L, 1758)	5	0	5
Итого		860	599	261

Наиболее важными показателями, отражающими степень трансформации, а также качество среды обитания мелких млекопитающих, служат ценоотические, демографические и морфофизиологические группы признаков. Ценоотические признаки представляют собой такие характеристики сообществ мелких млекопитающих, как обилие, видовое разнообразие, доля вида в сообществе. Демографические признаки характеризуют соотношение полов и возрастных групп, показатели воспроизводства популяции. Морфофизиологические признаки традиционно используются для исследования жизнеспособности популяции в условиях среды, подвергшейся воздействию антропогенных факторов. Нами исследованы все вышеперечисленные показатели для выявления различий в сообществах мелких млекопитающих, населяющих ненарушенные и нарушенные экосистемы и использован метод оценки индексов биоразнообразия (Мэгарран, 1992). Согласно Ю. Одуму (1986), видовое разнообразие складывается из двух компонентов: видового богатства и выравненности, основанной на относительных показателях численности и положении в структуре доминирования.

Результаты сравнительного анализа сообществ мелких млекопитающих, населяющих **лесные экосистемы**, показали, что под влиянием антропогенных воздействий в нарушенных экосистемах наблюдается достоверное увеличение индекса видового богатства на 42,5% и индекса видового разнообразия Шеннона

на 30,4% за счет появления полевки-экономки и снижения общей численности мелких млекопитающих в нарушенных экосистемах. Отмечено достоверное снижение обилия мелких млекопитающих в 3,1 раза (табл.3), связанное с более низкой емкостью местообитаний (худшими кормовыми, защитными и микроклиматическими условиями), обусловленной антропогенной трансформацией ландшафта и изменениями растительного покрова.

Таблица 3

Показатели, характеризующие сообщества  
мелких млекопитающих лесных экосистем

Показатели	Лесные экосистемы					
	ненару- шенные	нарушен- ные	P	ненару- шенные	нарушен- ные	P
По результатам отловов	особей/10 канавко- суток			особей/100 ловушко- суток		
Суммарное обилие видов мелких млекопитающих	34,8±1,2	13,9±0,8	*	9,1±0,4	3,3±0,5	*
Обилие грызунов	23,2±1,7	9,2±0,6	*	8,2±0,7	3,3±0,5	*
в т.ч. красная полевка	17,5±0,9	5,9±0,3	*	8,2±0,7	3,3±0,5	*
темная полевка	4,9±0,5	1,9±0,2		0	0	
Обилие насекомоядных	11,6±0,5	4,7±0,4	*	0,9±0,2	0	
в т.ч. тундряная бурозубка	2,7±0,2	2,6±0,3		0	0	
средняя бурозубка	8,1±0,6	1,8±0,2	*	0,9±0,2	0	
Обилие прочих видов	1,6	1,7		0	0	

Примечание: \*- P<0,05

Также отмечено достоверное снижение обилия доминирующих видов (красной полевки и средней бурозубки), что обусловлено снижением количества и качества кормов (семена хвойных пород и ягоды) для представителя группы фитофагов – красной полевки и изменением среды обитания (существенное снижение доли мхов, лишайников и проективного покрытия мохово-лишайникового покрова, а также изменение качества лесной подстилки) для бурозубок. Результаты отлова канавками подтверждаются результатами отлова ловушко-линиями по всем показателям.

Отмечены изменения в структуре доминирования (рис.6): смена субдоминирующего вида – средней бурозубки тундряной бурозубкой, что возможно, обусловлено биотопическим предпочтением средней бурозубкой местообитаний с хорошо развитым мохово-лишайниковым покровом, и снижение доли доминирующего вида - красной полевки.

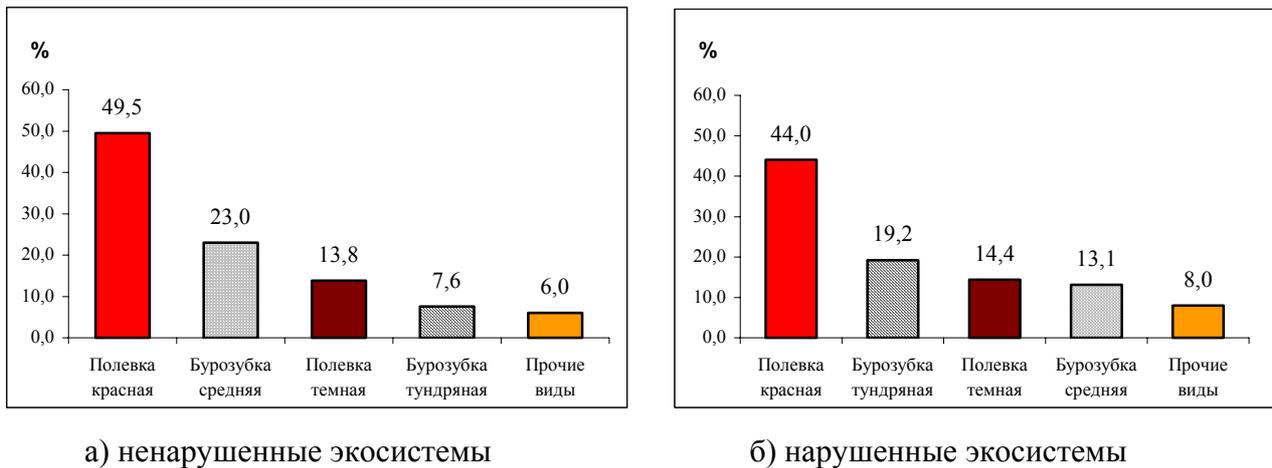


Рис.6. Структура доминирования сообществ мелких млекопитающих лесных экосистем

Анализ морфофизиологических показателей сеголеток красной полевки указывает на наличие достоверных различий по индексу печени, который является общим показателем обеспеченности организма кормами (Шварц и др., 1968) (табл. 4). У самок лесных ненарушенных экосистем индекс печени достоверно выше, чем у самок лесных нарушенных экосистем. Такая же тенденция наблюдается и у самцов. Это свидетельствует о более высокой обеспеченности зверьков кормами в ненарушенных лесных экосистемах, что объясняется указанными выше причинами.

Таблица 4

Морфофизиологические показатели (индекс печени) сеголеток красной полевки лесных экосистем

Экосистемы		Самки	Самцы
Лесные	<u>ненарушенные</u>	$\frac{58,92 \pm 1,68}{52,51 \pm 1,59}$ *	$\frac{57,11 \pm 1,41}{52,05 \pm 1,82}$ *
	нарушенные		

Примечание: \*-  $P < 0,05$

При изучении показателей, характеризующих репродуктивные процессы популяций доминирующих видов, были выявлены различия, свидетельствующие о более благоприятных условиях для размножения в ненарушенных лесных экосистемах красной и темной полевки и средней бурузубки.

Результаты сравнительного анализа сообществ мелких млекопитающих показывают, что антропогенная трансформация **болотных экосистем** оказывает незначительное влияние на видовое разнообразие, суммарное обилие мелких млекопитающих, обилие доминирующих видов и структуру доминирования сообществ.

Сравнительный анализ сообществ мелких млекопитающих, населяющих **тундровые экосистемы**, показал, что под влиянием антропогенных воздействий в

нарушенных экосистемах наблюдается достоверное увеличение индекса видового богатства на 23,6% и индекса видового разнообразия Шеннона на 8,5% при достоверном снижении индекса выравненности Пиелу на 11,6%. Такие изменения индексов биоразнообразия происходят за счет следующих видов: полевки-экономки, куторы и водяной полевки, появление которых в тундровых нарушенных экосистемах связано с большим разнообразием условий обитания, сформировавшихся под влиянием антропогенных факторов, а именно: изменением гидротермического режима почв и формированием более богатых в видовом отношении фитоценозов.

Кроме того, наблюдается достоверное увеличение суммарного обилия видов мелких млекопитающих в 1,7 раза (табл.5), что обусловлено более высокой емкостью местообитаний (увеличение фитомассы кустарничков, осок, злаков, а также появлением деревьев и кустарников в полосе трассы газопровода, которые пополняют кормовую базу зверьков) по сравнению с тундровыми ненарушенными экосистемами.

Таблица 5

Показатели, характеризующие сообщества мелких млекопитающих тундровых экосистем

Показатели	Тундровые экосистемы					
	ненару- шенные	нарушен- ные	P	ненару- шенные	нарушен- ные	P
По результатам отловов	особей/10 канавко- суток				особей/100 ловушко- суток	
Суммарное обилие видов мелких млекопитающих	16,9±1,1	28,1±1,3	*	2,0±0,4	8,4±0,9	*
Обилие грызунов	11,1±0,6	17,5±0,6	*	1,5±0,3	8,2±0,5	*
в т.ч. красная полевка	5,3±0,6	6,6±0,6		1,5±0,3	5,1±0,4	*
темная полевка	5,3±0,5	10,0±0,3	*	0	3,1±0,4	*
Обилие насекомоядных	5,8±0,3	10,6±0,9	*	0,5±0,1	0,2±0,1	
в т.ч. тундряная бурозубка	3,1±0,3	6,8±0,7		0,5±0,1	0,2±0,1	
средняя бурозубка	1,9±0,3	2,1±0,5		0	0	
Обилие прочих видов	1,2	2,7		0	0	

Примечание: \*- P<0,05

Выявлено достоверное увеличение обилия доминирующего вида - темной полевки и сходная тенденция по обилию остальных доминирующих видов. Достоверное увеличение обилия темной полевки (типичной зеленоядной формы) обусловлено увеличением участия травянистых растений (осок, злаков, разнотравья), ягодных кустарничков (брусника, голубика) и мхов (в рационе этого вида присутствуют стебли зеленых мхов (Ивантер, 1975)) в растительном покрове, а также увеличением площади местообитаний, предпочитаемых этим видом (влажные участки по берегам озерков, заросли карликовой березки и травянистых растений).

Результаты отлова канавками подтверждаются результатами отлова ловушко-линиями.

Отмечено изменение структуры доминирования сообществ мелких млекопитающих (рис. 7): увеличение доли темной полевки и доли тундряной бурозубки при снижении доли красной полевки и средней бурозубки, что объясняется трансформацией естественной среды обитания.

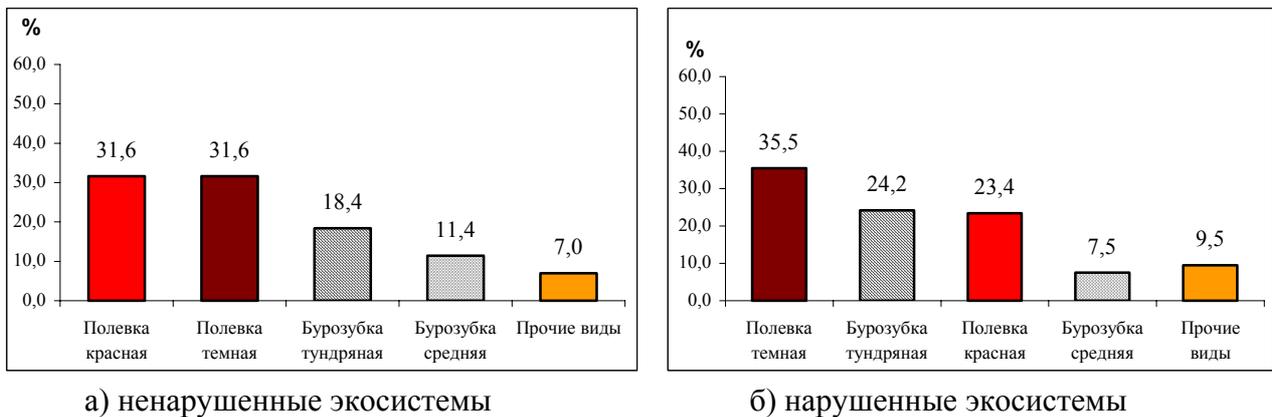


Рис.7. Структура доминирования сообществ мелких млекопитающих тундровых экосистем

Анализ морфофизиологических показателей сеголеток красной полевки указывает на наличие достоверных различий по ряду признаков (табл. 6). Индекс сердца у самцов тундровых ненарушенных экосистем достоверно выше, чем у самцов тундровых нарушенных экосистем. Поскольку индекс сердца является показателем двигательной активности животного (Шварц и др., 1968), то можно предположить, что самцы красной полевки тундровых ненарушенных экосистем ведут более активный образ жизни в связи с низкой емкостью и структурированностью среды. Индекс печени у самок и самцов тундровых нарушенных экосистем достоверно выше, чем у самок и самцов тундровых ненарушенных экосистем, что свидетельствует об отсутствии дефицита кормов в тундровых нарушенных экосистемах.

Таблица 6  
Морфофизиологические показатели сеголеток красной полевки тундровых экосистем

Экосистемы		Самки	Самцы
Тундровые	ненарушенные	Индекс сердца	
		$8,88 \pm 0,24$	$9,73 \pm 0,55$ *
	нарушенные	$8,11 \pm 0,26$	$8,31 \pm 0,32$
		Индекс печени	
ненарушенные	$53,67 \pm 0,23$ *	$50,38 \pm 1,69$ *	
	$60,87 \pm 2,58$	$55,87 \pm 1,88$	

Примечание: \*-  $P < 0,05$

При изучении показателей, характеризующих репродуктивные процессы популяций доминирующих видов, были выявлены различия, свидетельствующие о более благоприятных условиях для размножения в нарушенных тундровых экосистемах для красной полевки.

Таким образом, в каждой из изученных экосистем сообщества мелких млекопитающих имеют отличительные особенности, которые обусловлены трансформацией естественной среды обитания мелких млекопитающих под влиянием антропогенных факторов.

## ВЫВОДЫ

1. Техногенная трансформация ландшафтов при строительстве и эксплуатации газопроводов на территории с островным распределением мерзлоты оказывает неоднозначное влияние на биотические параметры лесных, болотных и тундровых экосистем, которая проявляется спустя 30 лет после строительства.

2. В лесных экосистемах, развитых на талых участках, последствия строительства и эксплуатации газопровода приводят к следующим изменениям:

- в растительном покрове - снижение надземной фитомассы растительного покрова в 2,6 раза; изменение компонентного состава растительного покрова, а именно: увеличение доли кустарничков и трав и значительное снижение доли мхов и лишайников; снижение проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса и мохово-лишайникового покрова;

- в сообществах мелких млекопитающих - снижение суммарного обилия видов мелких млекопитающих в 3,1 раза при увеличении биоразнообразия; снижение обилия доминирующих видов и изменение структуры доминирования сообществ мелких млекопитающих; ухудшение физиологических и репродуктивных показателей.

3. Антропогенная трансформация болотных экосистем приводит к незначительным изменениям показателей растительного покрова и сообществ мелких млекопитающих. Видимо, быстрое восстановление растительности болотных экосистем после нарушения и незначительное изменение геоэкологических условий приводит к отсутствию значительных изменений и в сообществах мелких млекопитающих.

4. Антропогенная трансформация тундровых экосистем, приуроченных к торфяникам с многолетнемерзлыми породами, приводит к следующим изменениям:

- в геокриологических характеристиках - понижение кровли мерзлоты, а местами ее деградация, повышение температуры почво-грунтов;
- в растительном покрове - снижение запаса надземной фитомассы растительного покрова в 2,4 раза; изменение компонентного состава растительного покрова, а именно: существенное увеличение доли мхов, кустарничков и трав, значительное снижение доли лишайников; снижение проективного покрытия мохово-лишайникового покрова;
- в сообществах мелких млекопитающих - увеличение суммарного обилия видов мелких млекопитающих в 1,7 раза при увеличении биоразнообразия; увеличение обилия доминирующих видов и изменение структуры доминирования сообществ мелких млекопитающих; улучшение физиологических и репродуктивных показателей.

5. Причинами изменения растительного покрова северо-таежных экосистем является антропогенная трансформация ландшафта при строительстве и обусловленные ею и эксплуатацией газопровода изменения геокриологических условий.

6. Изменения в сообществах мелких млекопитающих обусловлены антропогенными изменениями микрорельефа и самими изменениями растительного покрова, которые привели к трансформации естественной среды обитания мелких млекопитающих.

7. Трансформация тундровых экосистем улучшает трофические условия для большинства мелких млекопитающих и привлекает большее количество животных, чем аналогичные ненарушенные экосистемы. За счет появления мелководных водоемов для некоторых видов животных создаются дополнительные площади, пригодные для обитания.

8. Неоднозначная реакция биотических компонентов экосистем на антропогенное воздействие обусловлена тем, что сочетание геокриологических условий, трансформированных и естественных местообитаний и характер их контакта в различных экосистемах специфичны. Образование новых местообитаний и соответствующих сообществ при сохранении уже существующих увеличивает биоразнообразие северо-таежных экосистем.

**Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:**

1. Сорокина Н.В. Влияние антропогенных факторов на сообщества мелких млекопитающих северной тайги Западной Сибири // Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения: Мат. межд. конф. - Архангельск, 2002. - Т.1. - С.795-799.
2. Москаленко Н.Г., Сорокина Н.В. Фитомасса, биоразнообразие западносибирских северо-таежных экосистем и геокриологические условия // Криосфера Земли. - 2002. - Т.VI, №2. – С.22-28.
3. Сорокина Н.В. Биоразнообразие мелких млекопитающих западносибирских северо-таежных экосистем // Биоразнообразие и динамика экосистем Северной Евразии: информационные технологии и моделирование: Тез. докл. Первого межд. рабочего совещания. - Новосибирск, 2001.- С.87.
4. Куликова Ю.А., Сорокина Н.В., Гашев С.Н. Эколого-морфологическая характеристика внутривидовых группировок домовых мышей в урбанизациях // БМОИП. Отд.биол. – 2000. - Т.105. - Вып.6. - С.3-10.
5. Москаленко Н.Г., Сорокина Н.В. Фитомасса, биоразнообразие западносибирских северо-таежных экосистем и геокриологические условия // Консервация и трансформация вещества и энергии в криосфере Земли: Тез. докл. Межд. конф. - Пущино, 2001. - С.142-143.
6. Сорокина Н.В. Использование показателей варьирования, распределения морфофизиологических показателей для характеристики внутривидовых групп домовых мышей // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы: Мат. Межд. конф. Томск, 2000. – Т.3. - С.75-76.
7. Сорокина Н.В. Состояние популяций мелких млекопитающих западносибирских северо-таежных экосистем // Мат. Межд. конф. студ. и аспиран. по фундамент. наукам. - М., 2001. - Вып.6. - С.42.
8. Сорокина Н.В. Антропогенные изменения северо-таежных экосистем Западной Сибири (на примере Надымского района) // Вопросы биогеографии. - М., - 2003. (в печати).
9. Сорокина Н.В. Интересные фаунистические находки мелких млекопитающих северной тайги Западной Сибири // Вопросы биогеографии. М., - 2003. (в печати).

Л.Р. №071840 от 8 апреля 1999 г., выдана Госкомитетом РФ по печати

Подписано к печати «\_\_\_\_\_» января 2003 г.

Тираж 100 экз.

Объем 1 п.л.

Заказ № \_\_\_\_\_

---

Типография СибНИИНП

625013, г.Тюмень, ул. 50 лет Октября, 118