

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

На правах рукописи

УДК 574:591.5:599.15/571.1/
504.54.05

ГАШЕВ Сергей Николаевич

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ФАУНУ И ЭКОЛОГИЮ
МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

03.00.16 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Свердловск – 1991

Работа выполнена на Тюменской лесной опытной станции Всесоюзного Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства и в Институте экологии растений и животных Уральского отделения Академии Наук СССР.

Научный руководитель – академик АН СССР

В.Н.Большаков

Официальные оппоненты: доктор биологических наук

О.А.Пястолова

кандидат биологических наук

Д.А.Кузьминых

Ведущее учреждение: Тюменский государственный университет

Заседание состоится "26" XI 1991 г. в 14 часов
на заседании специализированного совета Д 002.05.01 по защите
диссертации на соискание ученой степени доктора наук в Институте
экологии растений и животных УрО АН СССР по адресу:
620219 ГСП-511 г.Свердловск, ул. 8 Марта, 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
экологии растений и животных УрО АН СССР.

Автореферат разослан "23" X 1991 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

кандидат биологических

М.Г.Нифонтова

Актуальность. Несовершенство технологий добычи, транспорта и переработки нефти приводит к систематическому попаданию её в окружающую среду. Масштабы нефтяного загрязнения естественных биогеоценозов растут с каждым годом. В связи с этим возникает потребность изучения влияния нефтяных разливов на все компоненты биогеоценозов. Это диктуется не только необходимостью проведения мероприятий экологического мониторинга состояния нарушенных природных сообществ (Израэль, 1979), но и необходимостью создания научной теории экологических основ охраны и рационального использования биосферы (Шварц, 1972; Исаченко, 1980; Блехцин, Минеев, 1981 и др.). В связи с этим изучение состояния отдельных компонентов биогеоценозов, в частности популяций мелких млекопитающих, принадлежащих к различным трофическим уровням, в условиях жесткого антропогенного воздействия как специфических, так и неспецифических факторов даёт незаменимый материал для исследования процессов адаптации животных к ним, для изучения степени устойчивости как отдельных популяций, так и сообществ животных в целом.

Цель и задачи. Основной целью наших исследований было изучение влияния нефтяного загрязнения на фауну и экологию мелких млекопитающих районов интенсивной добычи нефти Среднего Приобья. При этом перед нами стояли следующие задачи:

1. Оценить степень влияния нефтяного загрязнения среды на природные сообщества мелких млекопитающих в целом комплексе антропогенных изменений естественных биогеоценозов, обусловленных интенсивной добычей нефти.
2. Изучить видовой состав, разнообразие и обилие мелких млекопитающих на нефтезагрязненных и неизмененных территориях.
3. Изучить качественные и количественные реакции популяций мелких млекопитающих, принадлежащих к разным трофическим уровням, на нефтяное загрязнение среды различной степени с учетом динамики численности животных.

4. Исследовать процессы деградации и восстановления сообществ мелких млекопитающих нефтезагрязнённых территорий.

5. Выявить наиболее удобные объекты и критерии для проведения мероприятий экологического мониторинга в районах интенсивной добывчи нефти в Среднем Приобье.

Научная новизна. В ходе выполнения поставленных задач исследования влияния нефтяного загрязнения на фауну и экологию мелких млекопитающих впервые проводились в тесной взаимосвязи с изучением реакции на загрязнение нефтью других компонентов биоценоза (растительности и почвенной мезофауны), что позволило в определённой степени оценить не только непосредственное, но и опосредованное действие нефти на мелких млекопитающих. Новизна работы заключается и в том, что в ней даётся достаточно подробная характеристика самого загрязнителя: его токсических свойств, распространения и трансформации в нарушенных биогеоценозах. Впервые реакция мелких млекопитающих на загрязнение исследуется в связи с конкретной степенью загрязнения ценоза, определяемой концентрацией загрязнителя в верхнем слое почвы (а не условной цифрой количества вылитой на единицу площади нефти, трудно поддающегося учёту, или глубиной проникновения нефти в почву, в значительной степени зависящей от механических свойств почвы и наличия в ней различного рода барьёров). В работе проведён комплексный популяционный анализ населения мелких млекопитающих нефтезагрязнённых и ненарушенных (контрольных) территорий. При этом важное значение придаётся изучению консументов разных порядков: грызунов, насекомоядных и мелких куниц, что позволяет оценить специфику и силу влияния нефтяного загрязнения не только на различные виды, но и на различные биологические группы животных.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных в результате исследований данных в организации мероприятий экологического мониторинга, биодиагностики и эко-

экологического нормирования и прогнозирования (Гашев и др., 1988; 1989). Данные по динамике численности и общему обилию мелких млекопитающих, особенно грызунов – как вредителей лесного хозяйства, чрезвычайно важны при планировании мероприятий биологической рекультивации нефтезагрязненных территорий путём посева трав, древесных пород, путём создания лесных культур или организации мер содействия естественному возобновлению древесных пород. Определённый интерес представляет работа и в плане организации мероприятий при ведении охотничье-промышленного хозяйства на территории эксплуатируемых месторождений нефти. Результаты работы могут быть использованы в лекционных курсах по экологии и охране окружающей среды в высших учебных заведениях.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на совещании по программе "Урал-экология" (Свердловск, 1988), на I Всесоюзной конференции "Экология нефтегазового комплекса" (Надым, 1988), на семинаре "Актуальные проблемы экологии: экологические системы в естественных и антропогенных условиях среды" (Свердловск, 1989), на У Съезде Всесоюзного териологического общества АН СССР (Москва, 1990), на республиканской научно-практической конференции "Экология, труд и здоровье нефтехимиков" (Уфа, 1990), на II Региональной конференции "Спасение Оби – спасение Сибири" (Тюмень, 1991), на I Молодёжной конференции "Проблемы рационального использования, воспроизводства и экологического мониторинга лесов" (Свердловск, 1991) и других.

Публикации результатов работы. Основное содержание диссертации опубликовано в 13 работах, 2 работы находятся в печати.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов, списка литературы, включающего 160 источников, в том числе 42 на иностранных языках, приложения. Работа изложена на 120 страницах, иллюстрирована 20 рисунками и 18 таблицами.

I. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Естественные выходы нефти на поверхность с давних времён отмечались в Южной Калифорнии, в районах Ближнего Востока и других точках Земли, но поистине глобальные масштабы попадание нефти в окружающую среду приобрело в результате добычи её человеком, которая возрастила в геометрической прогрессии. Несовершенство технологий добычи, транспорта и переработки нефти приводит к потере от 1 до 16,5 % от добычи этого ископаемого (Панов и др., 1986), причем, около половины потерь приходится на сушу (Рябчиков, 1974). Больших масштабов нефтяное загрязнение биогеоценозов приобрело в районе Среднего Приобья, где добывается около 50 % нефти в СССР.

I.1. Токсикология нефтяного загрязнения.

Вопросы токсикологии нефтяного загрязнения широко рассматриваются в литературе в приложении к гидробионтам, высшим растениям, птицам и морским млекопитающим. Но практически все работы посвящены исследованиям токсических, канцерогенных или мутагенных свойств отдельных компонентов нефти, чаще всего в лабораторных условиях. Обзор этой литературы даётся в настоящем разделе. Вопросы же комплексного действия сырой нефти на наземных млекопитающих в природе изучены недостаточно.

I.2. Влияние нефтяного загрязнения на фауну и экологию млекопитающих.

Работ, посвященных влиянию нефтяного загрязнения на мелких млекопитающих, пока очень немного. В.М.Шапошников с сотрудниками (Шапошников, 1980; Шапошников и др., 1980; Шапошников, 1983) проводили исследования на нефтепромыслах Куйбышевской области по влиянию нефтяного загрязнения на грызунов, В.С.Балахонов и др. (Балахонов, Лобанова, 1985; Балахонов и др., 1987; Балахонов, 1988; Балахонов, Лобанова, 1988) исследовали фауну грызунов и насекомоядных нефтяных бедлендов в Тюменской области.

Анализируя имеющийся литературный материал, можно заключить, что

проблема нефтяного загрязнения, его влияния на фауну и экологию мелких млекопитающих нуждается в дальнейших исследованиях. Особое внимание следует уделить вопросам популяционной экотоксикологии и изучению процессов естественного восстановления нарушенных биоценозов. Представляет интерес и использование мелких млекопитающих в качестве индикаторов степени нарушенности биоценозов в результате нефтяного загрязнения.

2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на территории Нефтеюганского, Сургутского и Нижневартовского административных районов Тюменской области.

На основании литературных данных в главе приведены основные сведения о рельефе, климате, почвах и растительности района исследований. По данным метеостанции г. Сургута даётся описание погоды 1987-1990 г.г. (посезонно).

3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящей работы послужили результаты полевых исследований, проведённых в летние сезоны в период 1987-1990 г.г. в районе Среднего Приобья, а также результаты лабораторных экспериментов на грызунах, выполненных в виварии Тюменской ЛОС ВНИИЛМ.

В ходе исследований заложена 61 пробная площадь в различных биотопах, загрязнённых нефтью, на 7 из них проводились многолетние исследования.

Пробные площади по степени загрязнения разделены на 3 группы: слабое загрязнение (менее 15 % нефти в лесной подстилке), среднее (15-45 %) и сильное (более 45 %).

По срокам загрязнения пробные площади делились на очень свежие разливы (до 1 года), свежие (до 4 лет), старые (от 4 до 10 лет) и очень старые (более 10 лет).

Отлов животных на пробных площадях проводился давилками Геро, выставляемыми по 50 штук в ловчую линию на площадках, подвергши-

хся в той или иной степени нефтяному загрязнению, и на контрольных площадках, заложенных в тех же биотопах в пределах до 0,5 км от опытных. Отработано 11820 ловушко-суток. Поймано 1073 зверька (442 - на загрязнённой и 631 - на чистой территории), принадлежащих к отрядам грызунов, насекомоядных и хищных.

Зимние маршрутные учеты мелких куньих и белки проводились как на территории разрабатываемых месторождений нефти, так и в местах, не подвергающихся влиянию нефтедобычи, служащих контролем. Учеты проводились по общепринятым методикам (Ларин, 1954; Кузякин, 1979 и др.). Данные автора дополнены материалами Нижневартовского РООиР.

Изучались численность, видовой состав, половая, возрастная структура популяций доминирующих видов мелких млекопитающих. Популяционный подход был принят нами за первостепенный при изучении вопросов, связанных с воздействием факторов антропогенной природы на животных. Данный подход оперирует с населением особей, суммарные характеристики в целом отражают совокупную реакцию животных на факторы воздействия. Для анализа морфо-физиологических особенностей популяций мелких млекопитающих загрязнённых территорий использовался метод, предложенный С.С.Шварцем, В.С.Смирновым и Л.Н.Добриным (1968). Пространственная структура популяций доминирующих видов изучалась методом мечения (ампутацией первых фаланг пальцев) и повторных отловов системой ловчих канавок. Оценка плотности населения оседлых и величины потока нетерриториальных животных при учётах с безвозвратным изъятием проводилась по методике Н.А.Шипanova (1990).

Методики проведения лабораторных экспериментов по изучению влияния нефти на грызунов приводятся в соответствующих разделах.

Сопряжённо с исследованием фауны и экологии мелких млекопитающих нефтезагрязнённых территорий изучалось состояние живого напочвенного покрова, древостоя и естественного возобновления хвойных пород. Для этого на тех же разливах нефти и в контроле закладыва-

лись пробные площади (10×10 м в трёхкратной повторности). На каждой площадке делали геоботаническое описание и проводили подсчёт деревьев и подроста хвойных пород с учётом их состояния (Гашева, Гашев, Соромотин, 1990) в соответствии с принятыми методиками.

Изучение влияния нефтяного загрязнения на почвенную мезофауну проводилось А.В.Соромотиным (Соромотин, Гашев и др., 1989).

4. БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

4. I. Краткая характеристика нефтяного загрязнения; характеристика нефтяных разливов.

По масштабам воздействия на биогеоценозы загрязнение территории нефтью и химическими реагентами, используемыми при бурении и обслуживании скважин, занимает ведущее место из всех остальных антропогенных факторов, сопутствующих нефтедобыче: на его долю приходится 42,3 % всех нарушенных территорий Среднего Приобья (Захаров, 1989).

Наши исследования показали, что ландшафтные физико-географические особенности районов расположения того или иного месторождения нефти определяют и ряд различий в характере нефтяного загрязнения на каждом из них. Обследование были подвергнуты три месторождения: Аганское, Мысхпайское и Мегионское, расположенные в основных типах ландшафтов Среднего приобья: на увалах со значительными перепадами высот, в районе обширных верховых олиготрофных болот и в пойме р. Оби – соответственно. Первое характеризуется большим количеством мелких (до 0,15 га) и средних (до 1,0 га) по площади разливов. На втором и третьем возрастает доля крупных (более 1,0 га) разливов, хотя общее количество разливов снижается в 2 и более раза.

Процент нефтеагрязненной территории от обследованной площади месторождения зависит и от времени эксплуатации последнего, характеризуя в определённой степени экологическую нагрузку нефтедобы-

чи на конкретный регион.

Различия лесо-растительных, биотопических условий и характера распределения нефти в разных ландшафтных зонах обуславливают и различия в биотопической приуроченности нефтезагрязненных территорий.

Характер антропогенного воздействия на естественные биогеоценозы при нефтедобыче отличается от такового в зоне действия выбросов металлургических или химических комбинатов. Если в последнем случае формируется техногенный ландшафт со сравнительно равномерным на большой площади распределением поллютантов, то в первом – загрязнение подвергаются небольшие по площади участки, образующие более или менее плотную мозаику на территории эксплуатируемого месторождения нефти. Это накладывает отпечаток и на характер ответных реакций тех или иных компонентов биогеоценозов, в частности, мелких млекопитающих.

4.2. Трансформация сырой нефти на загрязненной территории.

На основании анализа литературных данных и анализа молекулярно-массового распределения н-алканов в нефтепродуктах, выделенных из почв с разных по давности разливов нефти, рабочая гипотеза развития процессов деградации нефти на поверхности почвы представляется нам следующим образом: сырая нефть, содержащая до 50 % лёгких, наиболее токсичных фракций, подвергается в первую очередь физико-химическому воздействию: испарение, УФ-облучение, вымывание и др. В результате этого лёгкие и водорастворимые углеводороды, разлагаясь, мигрируют с места разлива. Остаточный тяжёлый битуминизированный нефтепродукт подвергается биохимической деградации, причём интенсивность этого процесса находится в зависимости от концентрации нефти в субстрате и от времени, прошедшего с момента разлива. Результаты исследования трансформации сырой нефти на поверхности почвы были учтены нами при выделении градаций среди разливов нефти по степени и давности загрязнения.

4.3. Биогеоценотические изменения среды обитания мелких млекопитающих, сопутствующие нефтяному загрязнению.

Исследуя влияние нефтяного загрязнения на фауну и экологию мелких млекопитающих, необходимо принимать во внимание и тот факт, что нефтяное загрязнение оказывает часто более существенное влияние на другие компоненты биогеоценоза, которые, в свою очередь, накладывают отпечаток на исследуемое явление. Таким образом, нефтяное загрязнение обладает ещё и опосредованным действием на мелких млекопитающих.

Одним из основных дополнительных факторов, безусловно, является изменение фитоценоза на загрязненной территории. Гибель дрёвостоя, являющегося ядрификатором сообщества, находится в тесной связи с концентрацией нефти в почве ($\eta = 0,76 \pm 0,16$ при $P < 0,001$). Повреждение листвы на деревьях, а также вываливание самих деревьев приводит к осветлению. Захламлённость нефтяных разливов за счёт цветровала среди погибших деревьев увеличивается на 30-50 %, что приводит к образованию дополнительных возможных путей перемещения мелких млекопитающих по загрязнённой территории. Процент жизнеспособного подроста основных лесообразующих пород, во многом определяющий судьбу лесного сообщества, также тесно связан с концентрацией нефти в почве ($\eta = 0,70 \pm 0,12$ при $P < 0,001$). Изучение состояния живого напочвенного покрова не только даёт возможность выделить дополнительные индикаторные элементы, свидетельствующие о той или иной степени нарушенности лесного биоценоза, но и характеризует качественное и количественное изменение кормовой базы растительноядных мелких млекопитающих. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова устойчиво снижается с увеличением концентрации нефти ($\eta = 0,66 \pm 0,12$ при $P < 0,001$). Видовое разнообразие его также снижается ($r = -0,58 \pm 0,20$ при $P < 0,01$), при этом меняется состав и соотношение видов, появляются не свойственные для таёжных биотопов виды. С увеличением концентрации нефти в лесной подстил-

ке доля злаков, осок и ситниковых в общем проективном покрытии живого напочвенного покрова увеличивается, доля мхов уменьшается, а доля твёрдого разнотравья остаётся примерно постоянной.

Вопросы деградации и восстановления растительности загрязненных нефтью биоценозов рассмотрены в одной из наших работ (Гашев и др., 1990).

Увеличение солнечной радиации на поверхности почвы в результате освещения приводит к некоторому повышению температуры и снижению влажности почвы по сравнению с контролем. Температура подстилки и почвы под ней на глубине 5 см на нефтезагрязнённой территории достоверно ($P<0,01$) на 20 % и 40 % соответственно выше, чем в контроле. Если распределение грызунов не связано с термикой почвы, то насекомоядные оказываются зависимыми от гидротермических условий почвы (Серышев, Кремер, 1988). Эта зависимость объясняется количественными и качественными характеристиками почвенных беспозвоночных. Нефтяное загрязнение оказывает существенное отрицательное воздействие на почвенную мезофауну: при слабой степени загрязнения общая численность педобионтов составляет 80,0 % от контроля, при средней – 7,0 % от контроля. Если структура численности важнейших групп почвенной мезофауны после загрязнения нефтью не меняется, то в соотношении биомасс имеются различия: на чистых землях доминируют дождевые черви ($4,8 \text{ г}/\text{м}^2$), на разливах максимальная биомасса у насекомых ($0,2 \text{ г}/\text{м}^2$) (Соромотин, Гашев и др., 1989).

Помимо прямого токсического действия некоторых углеводородов важное значение может иметь и накопление в живых организмах на разливах нефти тяжёлых металлов, ПАУ, обладающих также и канцерогенным действием. Наличие в нефти урана (до 10–15 мг/100 г нефти) (Пильковский, 1988), приуроченного к смолисто-асфальтеновой фракции или пластовым водам, по нашим данным, приводят к повышению суммарного уровня γ -излучения на нефтяных разливах Среднего Приобья на $23,4 \pm 3,5 \%$ по отношению к контролю.

Определённый интерес представляет и засоление почвы минерализованными пластовыми водами, часто сопутствующее нефтяному загрязнению, и выделение различных газов около устьев скважин или пунктов подготовки и первичной переработки нефти, которые могут быть темой специального исследования.

5. ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ФАУНУ И ЭКОЛОГИЮ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

5.1. Видовой состав, общее обилие мелких млекопитающих нефтезагрязнённых территорий.

Численность мелких млекопитающих в целом на загрязнённой нефтью территории была ниже, чем в контроле в течение всех лет исследований, но наибольшие различия отмечены в год высокой численности животных, а наименьшие – в год минимальной численности. Общее обилие насекомоядных на загрязненных участках в течение всех лет было вдвое и более раз меньше такового в контроле, свидетельствуя о большей чувствительности их к загрязнению по сравнению с грызунами (табл. I).

Таблица I.
Общее обилие мелких млекопитающих нефтезагрязнённых территорий (числитель) и контроля (знаменатель)

Показатели	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.
Отработано ловушко-сут.	950/950	2400/2400	1660/1660	900/900
Поймано зверьков, шт.	133/177	155/196	56/62	98/196
Общее обилие мелких млекопит. (шт./100лов-сут.)	14,0/18,6	6,4/8,2 4,1/5,9 3,4/3,7	10,9/21,8 R	
из них: грызунов	11,9/14,2	5,3/6,1 3,8/4,7 3,1/3,0	8,7/12,8	
насекомоядных	2,1/4,4	1,1/2,1 1,3/12,0 0,3/0,7	2,2/9,0	

На загрязненной территории в сравнении с контролем не наблюдается отличий в годовой динамике численности мелких млекопитающих, но уменьшение ёмкости среди загрязнённых участков несколько "сглаживает" популяционные циклы численности.

Учеты численности бурундуков на территории нефтяных разливов по-

казали резкое снижение её – до 33–35% по сравнению с контролем в годы высокой численности зверьков (1987, 1990 гг.), тогда как в год депрессии (1989 г) различия полностью отсутствовали.

Сравнение численности белки на территории разливов и в контроле на основании летних визуальных наблюдений и отловов свидетельствует об отсутствии достоверных различий. Однако, результаты зимних маршрутных учетов на территории эксплуатируемых месторождений и в ненарушенных местообитаниях показывают, что численность её в первом случае в годы высокой численности достоверно ниже, чем во втором. Это может свидетельствовать о том, что определяющим фактором в падении численности белки является не столько непосредственное нефтяное загрязнение, сколько биоценотические изменения на территории нефтепромыслов и, в первую очередь, смена спелых коренных насаждений кедра, ели и сосны на лиственные молодняки.

Учеты численности куньих также свидетельствуют о снижении её по сравнению с контролем на территории месторождений, мозаично загрязнённой нефтью; в годы высокой численности животных в 3–30 раз. Принимая во внимание мнение о том, что виды стенофаги и аврибионты (ласка, горностай) зависят в основном от состояния численности их кормов (Libois, 1983), это не кажется нам случайным.

Общее обилие мелких млекопитающих зависит от степени загрязнения почвы нефтью: $r = -0,72 \pm 0,09$. Сила связи этих показателей для грызунов и насекомоядных практически одинакова (соответственно: $\eta = 0,73 \pm 0,09$ и $\eta = 0,72 \pm 0,10$).

Но помимо прямого влияния на животных нефть оказывает и целый комплекс опосредованных биоценотических воздействий. Так прочная связь существует между общим проективным покрытием живого растительного покрова и обилием грызунов ($r = 0,56 \pm 0,11$). Ещё более тесная связь существует между численностью почвенной мезофауны и общим обилием насекомоядных ($r = 0,71 \pm 0,11$).

На нефтезагрязнённой территории отловлено 17 видов мелких ме-

копитающих, а в контроле -20. Индекс видового разнообразия Шеннона в контроле на 11,8 % выше, при этом индекс выровненности Пиелу на загрязнённой территории составляет 94,1 % от контроля. На загрязненных участках отмечено появление видов-сиантропов (мышь домовая, крыса серая), отсутствующих в контроле. Характерно большее разнообразие видов на тех пробных площадях, где контроль представлен бедным биотопом (сосняки сфагновый, лишайниковый), когда на разливе под воздействием ряда факторов происходит благоприятное для мелких млекопитающих изменение ландшафта (увеличение захламлённости, разнообразия кормов и т.д.). Но там, где ведущую роль играет загрязнение или контроль представлен сравнительно богатым биотопом, наблюдается снижение видового разнообразия.

Характерна более сильная элиминация животных, связанных с водной средой обитания (кутара, ондатра, водяная полёвка), подверженных большему воздействию загрязнителя, чем сухопутные млекопитающие. Так если в пойменных биотопах, ежегодно промыаемых паводковыми водами, численность и разнообразие наземных мелких млекопитающих вблизи нефтедобывающих кустов велико (Балахонов, Лобанова, 1985), то численность ондатры в таких местах достоверно в 1,5-2 раза ниже, чем в удаленных от промысла.

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.

5.2. Деградационно-восстановительные процессы фауны мелких млекопитающих нефтезагрязненных территорий.

Существенным фактором, оказывавшим влияние на связь общего обилия мелких млекопитающих со степенью загрязнения почвы нефтью является давность разлива нефти.

Отмечено, что при слабой степени загрязнения общее обилие мелких млекопитающих по отношению к контролю лишь в первые месяцы по-

сле разлива нефти снижается до 50–60 %, но уже через год достигает 100 %. Это связано, в первую очередь, с репеллентным действием сырой нефти, исчезающим в связи с испарением наиболее летучих углеводородов в течение первого года после разлива нефти (Соромотин, Ганев и др., 1989). В дальнейшем может наблюдаться превышение численности животных на разливе по сравнению с контролем в течение ряда лет, обусловленное, в первую очередь, изменением кормовой базы, за счет уменьшения доли мхов и увеличения доли злаков и осок. Этим же можно объяснить и возрастание в 2–3 раза доли серых полёвок в фауне мелких млекопитающих на таких площадях. Через 8–9 лет после разлива наблюдается полное восстановление исходного сообщества.

На площадях со средней степенью загрязнения преобладание деградационных процессов над восстановительными наблюдается в течение 3–4 лет после разлива, при этом величина деградационной ямы достигает 60–70 %. Полное восстановление исходного сообщества отмечено на 8–9 год после разлива. Доля серых полевок по сравнению с контролем неуклонно снижается в течение по крайней мере семи лет после разлива, насекомоядные исчезают через 3–4 года после разлива нефти.

На площадях с сильной степенью загрязнения уже в течение 1–2 года после разлива нефти наблюдается полное исчезновение мелких млекопитающих. Восстановительные процессы крайне растянуты: даже через 10–14 лет происходит восстановление обилия мелких млекопитающих лишь до 30 % от контроля.

Если исключить влияние фактора давности разлива нефти, величина связи между концентрацией нефти в почве и общим обилием мелких млекопитающих несколько возрастает: $r = -0,79 \pm 0,17$, коэффициент детерминации равен 0,62.

5.3. Половая структура популяций доминирующих видов мелких млекопитающих на загрязнённой территории.

Половая структура популяций доминирующих видов на разливах нефти в годы высокой численности животных характеризуется большей долей самцов по сравнению с контрольными участками. Но если соотноше-

ние этого показателя между загрязнённой территорией и контролем у красной полевки мало меняется по годам, то в популяциях обыкновенной бурозубки на фоне практически неизменяющейся доли самцов в контроле, наблюдается резкое снижение её на загрязненной территории по мере снижения численности животных (табл.2). Тенденция к преобладанию самцов на разливах вызвана резким сокращением на ней абсолютного количества самок, тогда как количество самцов поддерживается более постоянным, возможно за счет транзитных особей, в силу большей подвижности самцов. Популяции субдоминирующего вида: полевки-экономки – наоборот, характеризуются тенденцией к уменьшению доли самцов на территории, загрязнённой нефтью, по отношению к контролю.

Наши данные подтверждают вывод о том, что влияние загрязнения на половую структуру популяций зависит как от степени и характера изменения среды, так и от видовой специфики и исходного состояния популяций (Большаков, Кубанцев, 1984).

5.4. Пространственная структура популяций мелких млекопитающих нефтезагрязненных территорий.

На разливах нефти не отмечено увеличения показателя агрегированности животных по сравнению с контролем, как это отмечается для техногенных территорий Среднего Урала (Лукьянова, 1990), что вполне объясняется спецификой нарушений ландшафта в случае нефтяного загрязнения: разливы нефти представляют собой пятна в той или иной степени нарушенных биогеоценозов с мозаично расположенным участками сохранившейся растительности по повышениям микрорельефа, но таких малых размеров, что каждый из них не может служить стацией для обитания зверьков. Поэтому стратегия пространственного освоения нефтезагрязненной территории мелкими млекопитающими рассматривает сеть относительно чистых микроповышений рельефа и бурелома в основном как возможные пути передвижения по или через загрязненную территорию.

Существует определённый градиент концентрации нефти в лесной подстилке, обусловленный растеканием и подтеканием загрязнителя под моховым покровом: отмечено увеличение концентрации нефти при продвижении от границы разлива к его центру и тем большее, чем выше степень загрязнения в центре ($r = 0,98 \pm 0,10$). Обратный градиент отмечен для общего обилия мелких млекопитающих, величина которого также зависит от степени загрязнения почвы в центре разлива ($r = -0,92 \pm 0,22$).

Методика оценки плотности населения оседлых и величины потока нетерриториальных зверьков при учетах с безвозвратным изъятием (Шипанов, 1990) позволила установить, что при практических равных абсолютных величинах потока мигрантов в контроле и на разливе снижение общего обилия мелких млекопитающих за счёт уменьшения числа оседлых особей на загрязненной территории приводит к пропорциональному увеличению относительной величины потока нетерриториальных животных.

В целях выяснения характера перемещений отдельных зверьков по территории, загрязненной нефтью, были проведены полевые исследования с мечением и повторными отловами, результаты которых подтвердили вывод о наличии градиента обилия мелких млекопитающих на территории разлива. При этом величина градиента в 1,4 раза выше у обыкновенной бурозубки по сравнению с красной полевкой. Анализ индивидуальных перемещений зверьков позволяет сделать вывод о наличии связи между территорией разлива и прилегающей к нему территорией, при которой зверьки, обитающие на периферии разлива или рядом с ним, проникают в зону более сильных нарушений ценоза, но достаточно систематично, что отличает их "транзитность" от транзитности мигрантов. По методике Н.А.Шипанова (1990) эти животные попадают в число оседлых – своеобразный краевой эффект.

Обыкновенная бурозубка на территории разлива демонстрирует большую оседłość, чем красная полевка, что наряду с другими факто-

рами (более высокий уровень метаболизма, более тесная топическая связь с загрязненной подстилкой, большая уязвимость при загрязнении их кормовой базы и др.) может обуславливать большую чувствительность к загрязнению по всем основным критериям.

5.5. Возрастная структура популяций доминирующих видов на нефтезагрязненной территории.

Отмечена тенденция к увеличению доли сеголеток на загрязненной территории по сравнению с таковой в контроле для популяций красной полевки и обыкновенной бурозубки. Разница по этому показателю в годы высокой численности максимальна, в год низкой численности – отсутствует (табл.2).

Таблица 2.

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

Вид	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.
Доля самцов в популяции, %				
Красная полевка	55,0/49,0	54,5/58,2	59,0/56,0	60,9/53,4
Бурозубка обыкновенная	50,0/40,5	39,0/35,9	20,0/40,0	53,3/44,4
Доля сеголеток в популяции, %				
Красная полевка	87,4/79,8	62,8/64,9	59,0/59,0	88,2/82,5
Бурозубка обыкновенная	93,8/83,8	95,7/87,2	80,0/80,0	80,0/74,1

Если предположить, что преобладание сеголеток на разливах по сравнению с контролем обусловлено вытеснением расселяющегося молодняка старыми особями в менее благоприятные места обитания, то отсутствие различий в год низкой численности объясняется ослаблением внутрипопуляционного пресса на молодых зверьков.

Изменения возрастной структуры популяций обыкновенной бурозубки на загрязненной территории по отношению к контролю более существенны, чем таковые красной полевки.

5.6. Морфо-физиологические особенности популяций доминирующих видов нефтезагрязненных территорий.

Анализ материала по влиянию нефтяного загрязнения на морфо-физиологические показатели исследованных групп зверьков показал, что наибольшей чувствительностью обладают насекомоядные (обыкновенная бурозубка), которые, являясь консументами более высокого порядка, чем грызуны (красная полевка), испытывают большее отрицательное влияние загрязнения нефтью.

Об ухудшении условий существования, кормовой базы животных, свидетельствует достоверное уменьшение индекса печени у самцов обыкновенной бурозубки на разливах. В то же время у самок обоих видов 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, или как результат увеличения массы мембран эндоплазматического ретикулума в условиях сильного загрязнения (Степанова, 1990).

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 гелатосупраренальный коэффициент имеет тенденцию к снижению на загрязненной территории, то у обоих полов красной полевки – к увеличению, что может говорить о лучшем физиологическом состоянии последних по сравнению с первыми (Оленев, 1988).

Выявлена стойкая тенденция к уменьшению уровня гемоглобина в крови красной полевки и достоверное снижение его у обыкновенной бурозубки, обитающей на загрязненной нефтью территории.

Отмечено достоверное увеличение индекса селезёнки у самок обыкновенной бурозубки загрязненных территорий, которое могло быть вызвано токсическим и канцерогенным действием сырой нефти. Однако мы отмечаем достоверное снижение индекса селезенки у самцов обыкновенной бурозубки и тенденцию к этому у обоих полов красной полевки, что может быть следствием выброса депонированной крови в кровоток при токсической анемии (Комахидзе, 1971).

Таким образом, видно, что одинаковый уровень загрязнения среди у одних групп животных может вызывать гомеостатические реакции организма, а у других – приводить к патологии.

5.7. Репродуктивные процессы в популяциях доминирующих видов на нефтезагрязненной территории.

Одним из показательных критериев интенсивности репродуктивных процессов может служить доля половозрелых особей среди сеголеток в той или иной популяции. Отмечено, что доля половозрелых сеголеток (как самцов, так и самок) красной полевки на загрязненной территории меньше, чем в контроле. При этом разница является более существенной в годы снижения численности и депрессии, а в год подъёма численности животных практически нивелируется. Увеличение доли сеголеток на загрязненной территории, сопровождающееся снижением среди них доли половозрелых, снижает общую интенсивность репродуктивных процессов. В популяциях красной полевки процент беременных самок на загрязненной площади оказался ниже, чем в контроле. Хотя количество эмбрионов на одну беременную самку на разливах выше, чем в контроле, больший процент резорбции эмбрионов нивелирует этот эффект. Успешность размножения красной полевки на загрязненной территории практически не отличается от контрольной. Размножение обыкновенной бурозубки отмечено на разливе с давностью не менее 7–8 лет. Процент беременных самок бурозубки на разливах в 3,5 раза меньше, чем в контроле. Количество эмбрионов на одну беременную самку на загрязненной территории выше, чем в контроле, но про-

цент резорбции эмбрионов намного превосходит контрольный уровень. Успешность размножения обыкновенной бурозубки на загрязненной территории составляет лишь 12,2 % от потенциальной (контрольной).

5.8. Заряженность мелких млекопитающих экто- и эндопаразитами.

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 (Караев, 1965). Но процент животных, зараженных эктопаразитами, на разливах на 30,8 % выше, чем в контроле, что может быть объяснено общим ослаблением животных при том, что прямое контактное действие нефти на эктопаразитов мало.

6. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НЕФТИ НА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

6.1. Репеллентное действие сырой нефти на грызунов.

Лабораторные эксперименты на золотистых хомячках показали, что как запах, так и вкус свежей сырой нефти обладают репеллентным эффектом по отношению к грызунам, снижающим посещение загрязненной территории примерно на 45 %, поедание грязных кормов - на 15-45 %. Существуют возрастные и половые различия репеллентного действия свежей сырой нефти на золотистых хомячков: наибольшее влияние его отмечено на молодых зверьков, минимальное - на самок, принимающих участие в размножении.

6.2. Влияние сырой нефти на некоторые физиологические показатели белых мышей в условиях лабораторного эксперимента.

В разделе приводятся результаты эксперимента по изучению влияния сырой нефти, добавляемой в пищевой рацион в течение 2 месяцев, на некоторые физиологические параметры беспородных белых мышей.

Сравнивая эффект, вызванный экспериментальным воздействием сырой нефти на организмы животных, и данные исследований влияния не-

фтяного загрязнения на морфо-физиологические особенности мелких млекопитающих в природных биогеоценозах, можно констатировать однотипность реакций, имеющих место в том и другом случае. В.И.Шапошников с соавторами (1980) считают, что однотипная реакция органов грызунов на нефтепромыслах и в лаборатории указывает на непосредственное влияние нефтяного загрязнения, а изменения, выявленные у животных только в районе нефтепромысла, вызваны сопутствующими нефтедобыче факторами. Принимая это во внимание, можно предположить, что изменения в морфо-физиологии мелких млекопитающих нефтяных разливов вызваны, в первую очередь, непосредственным действием сырой нефти.

7. МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ КАК ВОЗМОЖНЫЕ ИНДИКАТОРЫ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

В главе на основании литературных данных и результатов собственных исследований влияния нефтяного загрязнения на фауну и экологию мелких млекопитающих рассматривается возможность использования таких показателей как коэффициенты вариации и асимметрии для оценки степени нарушенности и направления изменений сообществ животных нефтяных разливов, уравнений аллометрического роста для фиксации даже незначительных различий между микропопуляциями нарушенных местообитаний и контроля.

Предлагается целый комплекс признаков для оценки степени воздействия нефтяного загрязнения на фауну и экологию мелких млекопитающих в целях экологического мониторинга и нормирования (Гашев, 1989).

В качестве наиболее удобного объекта для биоиндикации степени нарушенности лесных биогеоценозов Среднего Приобья из мелких млекопитающих предлагается использовать обыкновенную бурозубку.

ВЫВОДЫ

I. Нефтяное загрязнение, являясь одним из факторов целого комплекса антропогенных воздействий добычи нефти на биогеоценозы средней тайги, оказывает существенное влияние на фауну и экологию мелких

млекопитающих. Нефтяное загрязнение оказывает как прямое, так и опосредованное (связанное с изменениями кормовой базы, микроклиматических условий и т.п.) воздействие на популяции животных.

2. Уменьшение ёмкости стаций нефтезагрязненных территорий приводит к существенному снижению общего обилия мелких млекопитающих в них, имеющему тесную корреляционную зависимость от степени загрязнения. Отмечается снижение видового разнообразия мелких млекопитающих на загрязненной территории, несмотря на появление в ряде случаев нехарактерных для исходного биотопа видов. Смены доминантов не происходит, индекс доминирования выше, чем в контроле.
 3. Популяции доминирующих видов мелких млекопитающих нефтяных разливов имеют тенденцию к увеличению доли самцов и доли сеголеток по сравнению с популяциями ненарушенных местообитаний.
 4. Изменения экстерьерных и интерьерных параметров мелких млекопитающих загрязненных территорий свидетельствуют о повышении подвижности животных, интенсивности их метаболизма, напряжённости энергетического обмена, нарастании стрессоустойчивости ситуации и токсическом влиянии загрязнителя.
- Однаковый уровень загрязнения среди у одних групп животных может вызывать гомеостатические реакции организма, а у других – приводить к патологии. Самки демонстрируют большую чувствительность к нефтяному загрязнению, чем самцы.
5. Неблагоподучие общей экологической обстановки на разливах нефти приводит к снижению доли половозрелых особей среди сеголеток, удельный вес которых на загрязненной территории увеличивается, к увеличению резорбции эмбрионов. Это обуславливает существенное снижение эффективности репродуктивных процессов у насекомоядных. Увеличение количества эмбрионов на одну беременную самку на территории разливов нефти обеспечивает контрольный уровень успешности репродуктивных процессов у грызунов.
 6. Реакция мелких млекопитающих на действие нефтяного загрязнения

носит видоспецифичный характер. Консументы более высокого порядка демонстрируют большую чувствительность к загрязнению.

7. Наибольшие различия между популяциями мелких млекопитающих загрязненных территорий и контроля по всем показателям отмечены в год высокой численности животных, минимальные – в год депрессии.
8. Полное восстановление исходного сообщества мелких млекопитающих на загрязненной территории отмечено на 8–9 год после разлива нефти (при загрязнении слабой и средней степени) или через более длительные сроки (при загрязнении сильной степени).
9. В качестве индикатора степени нарушенности биоценозов в результате нефтяного загрязнения целесообразно использовать буровузбку обыкновенную. Наиболее показательными и удобными критериями для целей экологического мониторинга являются: общее обилие, морфо-физиологические особенности и репродуктивные процессы в популяциях нефтезагрязненных территорий.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. 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", 3–6 окт. 1988 г., Надым, тез.докл. – И., 1988.- С.134-135.
2. Гашев С.Н., Гашева М.Н., Соромотин А.В. Некоторые аспекты воздействия нефтяного загрязнения на лесные биоценозы//Там же.- С. 210-211.
3. Гашев С.Н. Мелкие млекопитающие как возможные индикаторы нефтяного загрязнения наземных биоценозов//В сб.: Актуальные проблемы экологии: экологические системы в естественных и антропогенных условиях среды.– Свердловск, 1989.- С. 21-22.
4. Гашев С.Н., Соромотин А.В., Гашева М.Н. О необходимости выделения эталонных участков для создания системы мониторинга в зоне интенсивной добычи нефти и газа//В сб.: Охраняемые природные территории Урала и прилегающих районов.- Свердловск, 1989.- С. 21-22.

5. Гашев С.Н., Гашева М.Н., Соромотин А.В. Методические аспекты изучения влияния нефтяного загрязнения на лесные биоценозы Среднего Приобья//Леса и лес.х-во Зап.Сиб./ВНИИ лесовод.и механиз. лес.х-ва. - И., 1989.- С. 51-59.- Деп. в ВНИИЛесрестске 08.02.89, № 764-лх89.
6. Гашева М.Н., Гашев С.Н., Соромотин А.В. Изучение влияния нефтяного загрязнения на состояние лесных фитоценозов Среднего Приобья// В сб.: Актуальные проблемы экологии: экологические системы в естественных и антропогенных условиях среды.-Свердловск, 1989.- С.22-23.
7. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Гашева М.Н., Быкова Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы./Материалы I Всесоюз. конф. "Экология нефтегазового комплекса", вып.1, Ч.2.- И., 1989.- С. 180-191.
8. Гашев С.Н. Влияние нефтяного загрязнения на мелких млекопитающих //5 Съезд Всес.териол.о-ва АН СССР, Москва, 29янв.-2февр., 1990.Т.3. - И., 1990.- С. 142-143.
9. Гашев С.Н. Фауна мелких млекопитающих нефтезагрязненных территорий Среднего Приобья//В сб.: Млекопитающие в экосистемах. - Свердловск, 1990.- С. 18-20.
10. Гашев С.Н., Казанцева М.Н., Рыбин А.В., Соромотин А.В. Деградационно-восстановительные процессы в лесных биоценозах, загрязненных нефтью//В сб.: Экология, труд, здоровье нефтехимиков.- Уфа, 1990. - С. 20-22.
11. 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.
12. Гашев С.Н., Гашева М.Н., Соромотин А.В. Влияние нефти на прорастание семян, рост и развитие проростков сосны обыкновенной//Лесоведение.- 1991.- № 2.- С. 74-77.
13. Гашев С.Н., Казанцева М.Н., Рыбин А.В., Соромотин А.В. Влияние факела по сжиганию неутилизируемых компонентов нефти и газа на лесные биогеоценозы//В сб.:Проблемы раж.использов.,воспроизв.и экол. мониторинга лесов.- Свердловск, 1991.- С. 36-38

Отпечатано кооперативом "ЭРА"
заказ № 194 тираж 100 экз.