

*На правах рукописи*

САЗОНОВА Наталья Александровна

**ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ  
ЗАЛЕЖНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЮГА  
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

03.00.16 - экология

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

Тюмень – 2004

Работа выполнена на кафедре зоологии и ихтиологии Тюменского государственного университета.

- Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент  
ГАШЕВ Сергей Николаевич
- Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
СТАРИКОВ Владимир Павлович  
кандидат биологических наук, доцент  
ШАПОВАЛОВ Сергей Игоревич
- Ведущая организация: Институт проблем освоения Севера СО РАН

Защита состоится \_\_\_\_ марта 2004 г. в \_\_\_\_ ч. на заседании диссертационного совета Д 212.274.08 по присуждению ученой степени кандидата биологических наук при Тюменском государственном университете по адресу: 625043, Тюмень, ул. Пирогова, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Тюменского государственного университета.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » февраля 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

С.Н. Гашев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Одна из важнейших задач современной экологии состоит в изучении состояния и функционирования экосистем в условиях антропогенного воздействия. Наиболее широко распространенным видом хозяйственной деятельности человека является сельскохозяйственная трансформация территорий, ведущая к возникновению агроландшафта. Однако в связи с социально-экономическими процессами последних десятилетий в нашей стране резко возросла общая площадь брошенных пахотных земель – залежей. Только в Тюменской области она составляет более миллиона гектар. В связи с этим изучение сообществ животных на нарушенных и восстанавливающихся сельскохозяйственных землях приобретает большой научный и практический интерес. Актуальность данной темы объясняется еще и тем, что изучение сукцессий и прогноз изменений экосистем – важнейший элемент экологического мониторинга. При изучении восстановительных процессов на агроландшафтах традиционно большее внимание оказывают сукцессионным изменениям фитоценозов (Миркин, Наумова, 1984; Лебедев, 1992; Richter, 1997; Миркин и др., 2002), тогда как изучению фауны посвящены немногочисленные работы (Ердаков и др., 1991; Tattersall at all., 1999) и практически ничего не известно об изменениях в животном населении сопровождающих восстановление трансформированных территорий.

Выбор в качестве объекта исследований мелких млекопитающих связан с их значительной ролью в экосистемах, широким распространением, высокой чувствительностью к воздействиям, что в совокупности и определяет данную группу животных как весьма перспективный объект экологического мониторинга (Ивантер, Ивантер, 1981; Пястолова, 1987; Гашев, 2000).

**Цель исследования:** изучить фауну и экологию мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель юга Тюменской области.

Для достижения поставленной цели решали следующие **задачи**:

1. Изучить видовое разнообразие и состояние сообществ мелких млекопитающих на залежных землях, целинных участках и полях зерновых культур юга Тюменской области с помощью традиционных и оригинальных показателей.

2. Исследовать демографическую и территориальную структуру внутривидовых групп доминирующих видов и сообществ мелких млекопитающих на землях, подвергавшихся сельскохозяйственному воздействию.

3. Оценить влияние сельскохозяйственной трансформации земель на морфофизиологические особенности внутривидовых групп доминирующих видов в сообществах мелких млекопитающих.

4. Провести экологический анализ зараженности мелких млекопитающих экто- и эндопаразитами на землях с разной степенью антропогенной нагрузки.

**Научная новизна.** Впервые получены данные о структуре и состоянии сообществ мелких млекопитающих и морфофизиологических особенностях узкочерепной полевки (*Microtus gregalis* Pall., 1779) и полевой мыши (*Apodemus agrarius* Pall., 1778) на залежных сельскохозяйственных землях в сравнении с целинными территориями и агроценозами в данном регионе; проведен сравнительный анализ различных способов расчета индексов органов. Отмечена гипертрофия селезенки для узкочерепной полевки (*Microtus gregalis* Pall., 1779), ранее указанная только для лесных полевок рода *Clethrionomys* (Оленев, Пасичник, 1999).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Переход агроценозов в залежи сопровождается восстановлением сообществ мелких млекопитающих в ходе демулационной сукцессии, что выражается в разновекторном изменении основных показателей состояния сообществ.

2. Молодые залежные участки характеризуются в целом неблагоприятными для мелких млекопитающих условиями обитания; на старых залежных участках формируются более благоприятные условия, что приводит к возрастанию численности животных и, как следствие, к повышению стрессовости физиологического состояния животных.

**Практическая значимость работы.** Полученные результаты могут быть использованы для прогноза изменения видового состава и численности мелких млекопитающих на землях, выведенных из сельскохозяйственного использования на юге Тюменской области, что в современных условиях продолжает оставаться актуальным в аспекте контроля численности грызунов-вредителей сельского хозяйства. Учитывая происходящее в последние годы перераспределение фонда земель сельскохозяйственного использования, полученные данные о сообществах мелких млекопитающих и их зараженности паразитами могут иметь значение для прогноза возможных природноочаговых заболеваний.

Показатели относительной численности мелких млекопитающих в исследованных

местообитаниях внесены в банк данных лаборатории зоологического мониторинга Института систематики и экологии животных СО РАН г. Новосибирска. Результаты исследования используются при чтении лекций и проведении практических занятий по дисциплинам специализации «Экология животных» в ТюмГУ.

Примененный в исследовании подход использования качественных и количественных показателей сообществ мелких млекопитающих рекомендуется для мониторинговых исследований степени нарушенности биоценозов.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации представлены на конференции молодых ученых «Биосфера и человечество», посвященной памяти Н.В.Тимофеева-Рессовского (Екатеринбург, 2000); XXXIV Международной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 2001); IV и V Региональных научно-практических конференциях «Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда» (Барнаул, 1999, 2002); XIV и XV Всероссийских научно-практических краеведческих конференциях «Словцовские чтения» (Тюмень, 2002, 2003); Международном совещании «Териофауна России и сопредельных территорий» (VII съезде териологического общества) (Москва, 2003); на заседаниях кафедры зоологии и ихтиологии Тюменского государственного университета (2001-2003).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 5 статей и 6 тезисов.

**Структура диссертации.** Диссертация включает введение, четыре главы, выводы, список литературы и 3 приложения. Работа изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 16 рисунков, 38 таблиц. Список литературы включает 266 источников, из них 36 на иностранных языках. Общий объем работы составляет 177 страниц.

Автор выражает искреннюю благодарность д.б.н. Ю.С.Равкину, к.б.н. И.В.Пак, к.б.н. О.Н.Жигилевой, к.б.н. Н.А.Алексеевой, к.б.н. О.Н.Лепуновой, И.В.Кузьмину за методическую помощь и содействие на различных этапах работы, к.б.н. А.Ю.Левых за помощь в сборе материала.

### **Введение**

Во введении обосновывается актуальность, научная новизна и практическая значимость исследования, ставятся цели и задачи, формулируются положения, выносимые на защиту.

## **Глава 1. Литературный обзор**

В главе приводится анализ публикаций, монографий, обзорных и оригинальных статей отечественных и зарубежных авторов по вопросам влияния сельскохозяйственной трансформации земель на мелких млекопитающих, а также сукцессионных изменений в растительных и животных сообществах агроценозов.

## **Глава 2. Характеристика района исследований**

В главе представлены основные сведения о рельефе, почвах, климате района исследований. Дана характеристика растительного покрова и указана степень сельскохозяйственной трансформации района исследований.

## **Глава 3. Материалы и методы исследования**

Исследование фауны и экологии мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель проводили в 1998-99, 2001-2003 гг. в зоне развития агропромышленного комплекса Тюменской области: на территории Нижнее-Тавдинского, Тюменского, Заводоуковского, Ишимского и Сладковского административных районов. В исследовании структурных особенностей сообществ мелких млекопитающих выбран региональный масштаб, в котором находят воплощение процессы как локального, так и широкого биогеографического масштаба. В каждом из исследованных районов заложено несколько пробных площадей, принадлежащих к 4 местообитаниям – поля яровых зерновых культур (значительно трансформированные биотопы), заброшенные поля зерновых культур 1-5 лет - молодые залежи (начальная стадия сукцессии), заброшенные поля зерновых культур 6-12 лет - старые залежи (заключительная стадия сукцессии) и целинные участки (ненарушенные биотопы).

Отловы животных во всех исследуемых районах проводились по стандартной методике (Коренберг, Кучерук, 1964) - линиями капканов Геро. В целях исключения влияния на результаты исследований сезонной динамики, сбор материала проводили по схеме, предусматривающей проведение отловов в четырех исследуемых местообитаниях в течение 8-10 дней.

Всего за 5 лет исследований заложено 43 пробных площади (на 10 из них проводились многолетние исследования), отработано 9380 ловушко-суток, отловлено более 1100 мелких млекопитающих, относящихся к 18 видам (табл.1).

Изучение степени концентрации животных на исследуемых участках проводили,

используя показатели агрегированности (Одум, 1986) и «плохой» агрегированности (Гашев, 2002).

Таблица 1

## Общий объем исследованного материала

Показатели \ Местообитание	Поле	Молодая залежь	Старая залежь	Целина	Всего
Кол-во пробных площадей, ед.	11	12	10	10	43
Кол-во отловленных животных, экз.	114	171	405	411	1101
Кол-во видов, шт	10	9	11	14	18
Кол-во отработанных лов.-сут.	1910	2345	1950	3175	9380
Относительное обилие, экз./100 лов.-сут.	5,97	7,29	20,77	12,94	11,74

Для комплексной оценки сообществ мелких млекопитающих использовали традиционные (Одум, 1986) и оригинальные (Гашев, 2000) показатели биоразнообразия. Морфометрическое и морфофизиологическое обследование животных проводили в соответствии с методикой С.С. Шварца с соавторами (1968). Помимо традиционных индексов внутренних органов были использованы квадратичные (Межжерин и др., 1991). Колориметрическая оценка окраски меха проводилась по оригинальной методике С.Н.Гашева (1999, 2003).

Для более полного исследования физиологического состояния животных готовили мазки крови и исследовали лейкоцитарную формулу. Уровень хромосомной мутабельности грызунов в различных местообитаниях определяли, используя метод оценки микроядер (Ильинских и др., 1988). В работе также учитывалась зараженность зверьков экто- и эндопаразитами. Определение эктопаразитов проведено научным сотрудником зоологического музея ТюмГУ И.В.Кузьминым. Определение эндопаразитов было проведено к.б.н. О.Н.Жигилевой.

#### **Глава 4. Фауна и экология мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель юга Тюменской области**

##### **Показатели видового разнообразия сообществ мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель юга Тюменской области**

Разрабатываемая в последнее время концепция биоразнообразия тесно связана с синэкологией и предполагает всесторонний анализ показателей качественных и количественных характеристик различных групп организмов (Литвинов, Панов, 1998). Как известно, на пессимизацию среды в первую очередь реагируют показатели суммарного обилия видов мелких млекопитающих в сообществе. Наибольшее количество видов характерно для целинных участков (табл.2). На нарушенных и

Таблица 2

Видовой состав и оценка количественной представленности отдельных видов в сообществах мелких  
млекопитающих исследованных местообитаний

Местообитание	Поле			Молодая залежь			Старая залежь			Целина		
	Кол-во особей, экз	%	Оценка по 5-ти балльной шкале*	Кол-во особей, экз	%	Оценка по пятибалльной шкале*	Кол-во особей, экз	%	Оценка по пятибалльной шкале*	Кол-во особей, экз	%	Оценка по пятибалльной шкале*
<b>Отряд Грызуны (Rodentia)</b>												
Мышь полевая ( <i>Apodemus agrarius</i> Pall., 1778)	76	66,7	5	106	62,0	5	112	27,7	4	103	25,1	4
Полевка узкочерепная ( <i>Microtus gregalis</i> Pall., 1779)	10	8,8	3	21	12,3	3	121	29,9	4	83	20,2	4
Полевка обыкновенная ( <i>Microtus arvalis</i> Pall., 1779)	7	6,1	3	10	5,8	3				31	7,5	3
Мышь лесная ( <i>Sylvemus uralensis</i> Pall., 1811)	1	0,9	1	10	5,8	3	3	0,7	1	10	2,4	2
Полевка красная ( <i>Clethrionomys rutilus</i> , Pall., 1779)				1	0,6	1	24	5,9	3	81	19,7	4
Мышь домовая ( <i>Mus musculus</i> L., 1758)	2	1,8	1				1	0,2	1			
Полевка темная ( <i>Microtus agrestis</i> L., 1761)				1	0,6	1				12	2,9	3
Полевка-экономка ( <i>Microtus oeconomus</i> Pall., 1776)							4	1,0	2	5	1,2	2
Полевка красно-серая ( <i>Clethrionomys rufocanus</i> Sund., 1847)										6	1,5	2
Хомяк обыкновенный ( <i>Cricetus cricetus</i> L., 1758)	8	7,0	3							1	0,2	1



Крыса серая ( <i>Rattus norvegicus</i> Berkenhout, 1769)	1	0,9	1	1	0,6	1						
Полевка рыжая ( <i>Clethrionomys glareolus</i> Schreber, 1780)	1	0,9	1				1	0,2	1			
<b>Отряд Насекомоядные (<i>Insectivora</i>)</b>												
Бурозубка обыкновенная ( <i>Sorex araneus</i> L., 1758)	5	4,4	2	15	8,8	3	99	24, 4	4	59	14, 4	4
Бурозубка тундрная ( <i>Sorex tundrensis</i> Merriam, 1990)	3	2,3	2	6	3,5	2	24	5,9	3	9	2,2	1
Бурозубка средняя ( <i>Sorex caecutiens</i> Laxmann, 1788)										9	0,2	2
Бурозубка равнозубая ( <i>Sorex isodon</i> Turov, 1924)										1	0,2	1
Бурозубка малая ( <i>Sorex minutus</i> L., 1766)							1	0,2	1	1	0,2	1
Бурозубка крупнозубая ( <i>Sorex daphenodon</i> Thomas, 1907)							1	0,2	1			

\* По Ю.А.Песенко (1982) характеристика обилия (в баллах): 1 – единично, 2 – мало, 3 – средне, 4 – много; 5 – очень много.

восстанавливаемых участках среднее количество видов значительно меньше, чем на целинных: в полях зерновых культур на 48%, на молодых залежных участках - 54%, на старых залежных участках - 10% (табл.3). Относительное обилие максимально на старых залежных участках и убывает в ряду старая залежь – целина – молодая залежь – поле.

Таблица 3

Общие показатели видового состава и обилия животных в сообществах мелких млекопитающих различных местообитаний

Местообитание / Показатели	Поле (n=16)	Молодая залежь (n=19)	Старая залежь (n=16)	Целина (n=18)
Кол-во видов, ед.	2,13±0,36 <sup>••••</sup>	1,89±0,25 <sup>••••</sup>	3,69±0,42	4,11±0,58
Относительное обилие, экз./100 лов.-сут.	9,28±1,7 <sup>••</sup>	10,52±1,98 <sup>••</sup>	21,02±3,26	15,88±2,91

Примечание: ●- статистические достоверные отличия со старой залежью;

\*- с целиной. Два условных знака – отличия достоверны при P<0,01.

*Видовая структура* является отражением степени восстановительных процессов на трансформированных территориях. В исследуемых сообществах выявлены следующие виды-доминанты: в полях зерновых культур и на молодых залежах - полевая мышь; на старых залежах - полевая мышь, узкочерепная полевка, обыкновенная бурозубка; на целинных участках, помимо выше перечисленных видов, большого обилия достигает красная полевка (табл.2). Таким образом, сельскохозяйственное преобразование ландшафтов оказывается благоприятным для распространения полевой мыши, что было показано также работами других авторов (Башенина, 1977; Карасева, Тихонова, 1990; Тихонова, Тихонов, 1993; Шубин, 1991; Тупикова и др., 2000). По мере восстановления нарушенных участков, по нашим данным, увеличивается количество видов, при этом в общем обилии животных возрастает доля красной полевки и обыкновенной бурозубки.

Для анализа *видового разнообразия* применялись два широко распространенных подхода: сравнения, основанные на индексах разнообразия и сравнения, базирующиеся на формах кривых доминирования-разнообразия (Одум, 1986). В исследуемых сообществах индексы видового разнообразия Симпсона и Шеннона имеют достоверно меньшее значение на молодых залежных участках и полях по сравнению с сообществами мелких млекопитающих старых залежных и целинных участков (табл.4). На уменьшение индексов видового разнообразия на полях зерновых культур также указывают работы многих авторов (Рева, 1997; Flowerdew, 1997; Bryja, Rehak, 1998; Kaufman at all., 2000).

Таблица 4

Индексы видового разнообразия и выравненности сообществ мелких  
млекопитающих различных местообитаний

Местообитание / Показатели	Поле	Молодая залежь	Старая залежь	Целина
Кол-во результативных отловов	16	19	16	18
Видовое богатство	1,37±0,37*	1,08±0,24 <sup>•***</sup>	1,96±0,22	2,56±0,32
Индекс видового разнообразия Шеннона	0,49±0,12**	0,41±0,09 <sup>•***</sup>	0,79±0,11	1,01±0,12
Индекс видового разнообразия Симпсона	0,31±0,06**	0,26±0,05 <sup>•***</sup>	0,42±0,06	0,54±0,05
Индекс доминирования Симпсона	0,7±0,06**	0,74±0,05 <sup>•***</sup>	0,58±0,06	0,47±0,05
Индекс выравненности Пиелу	0,55±0,1	0,48±0,1	0,61±0,06	0,74±0,07

Примечание: ● - статистические достоверные отличия со старой залежью; \* - с целиной. Один условный знак – отличия достоверны при  $P < 0,05$ , два знака - при  $P < 0,01$ , три знака - при  $P < 0,001$ .

В целом, можно говорить о постепенном снижении индекса доминирования на фоне увеличения выравненности в ряду сообществ мелких млекопитающих молодой залежи, поля, старой залежи и целинных участков.

Построение кривой доминирования-разнообразия несколько изменило градиент уменьшения доминирования в сравниваемых сообществах животных (рис.1).

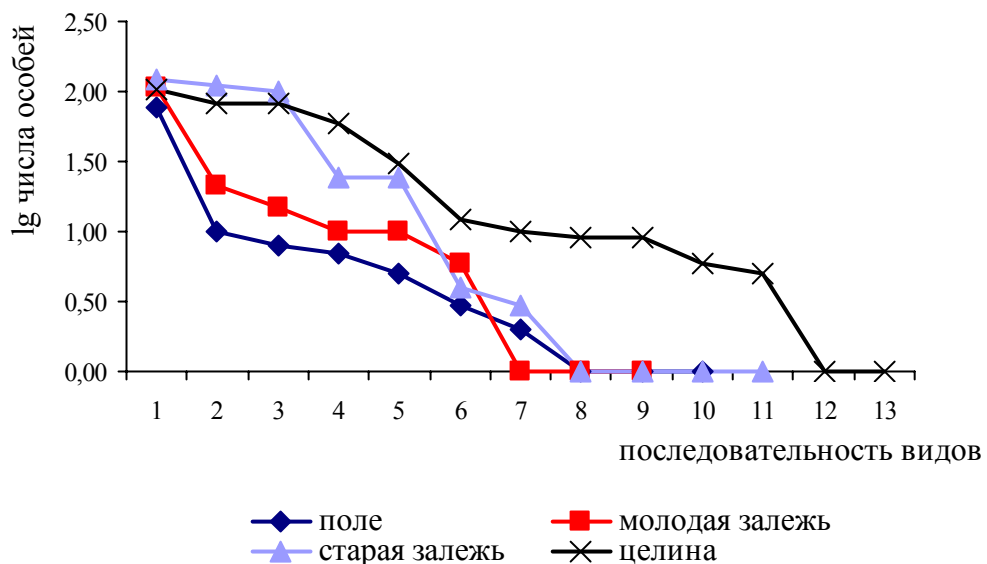


Рис.1. Кривые доминирования-разнообразия сообществ мелких млекопитающих исследованных местообитаний

По мере уменьшения антропогенного воздействия в ряду поле – молодая залежь – старая залежь – целина кривая становится более пологой и высокой, что говорит о

постепенном снижении стрессовости условий (Одум, 1986). Таким образом, в ходе восстановительных процессов показатели видового разнообразия сообществ увеличиваются, но не достигают контрольных значений.

### **Демографическая структура сообществ мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель.**

В данном разделе рассмотрены *половая и возрастная структура* внутривидовых групп полевой мыши и узкочерепной полевки. Показано, что демографическая структура сообществ мелких млекопитающих в целом представляет собой наиболее общую характеристику и может быть использована при индикации изменений среды.

Для территорий, подверженных сильному антропогенному воздействию, таких как поля и молодые залежи, характерно значительное преобладание самцов по сравнению с самками (1,45:1 и 1,50:1 соответственно). На старых залежных участках и целине половая структура более сбалансирована (соотношение полов 1,01:1 и 1,11:1 соответственно). Причиной этого может являться специфика формирования населения нарушенных участков, проявляющаяся в превалировании здесь мигрирующих особей, среди которых преобладают самцы (Евдокимов, 1978; Лукьянова, Лукьянов, 1998).

В полях зерновых культур значительно преобладают сеголетки по сравнению с зимовавшими – в 4,75 раза, на залежных участках количество зимовавших особей мелких млекопитающих увеличивается, и в контроле соотношение данных возрастных групп составляет 2,01:1. О вытеснении сеголетков в биотопы с менее благоприятными условиями свидетельствуют, например, работы Н.Л.Добринского (1990), К.З.Омарова (1999).

Было показано также, что сельскохозяйственная трансформация земель оказывает значительное влияние на половую и возрастную структуру отдельных популяций грызунов и сообществ мелких млекопитающих в целом как в годы снижения, так и во время увеличения общей численности животных.

Дальнейшая судьба любого сообщества млекопитающих во многом зависит от его *репродуктивных характеристик*, которые чутко реагируют на изменение условий местообитания и могут быть использованы для индикации антропогенного воздействия на биоценозы (Дмитриева и др., 1990). Особенности репродуктивных

процессов выражаются в уменьшении доли беременных самок, количества эмбрионов на беременную самку и как следствие – общей успешности размножения в полях зерновых культур (табл. 5). По мере восстановления нарушенных участков на залежах разного срока давности указанные характеристики изменяются и становятся по значению ближе к контрольным целинным участкам.

Таблица 5

**Особенности репродуктивных процессов сообществ мелких млекопитающих исследованных местообитаний**

Показатели \ Местообитание	Поле	Молодая залежь	Старая залежь	Целина
Доля беременных самок, %	26,76±10,00	36,55±7,55	32,25±9,03	37,07±6,26
Кол-во эмбрионов на беременную самку, шт.	2,9±0,99*	5,2±0,86	4,67±0,89	5,79±0,79
Процент резорбции эмбрионов, %	1,94±1,34	5,48±5,26	2,41±1,61	-
Успешность размножения, отн.ед.	26,00±9,82	33,30±7,77	30,89±8,73	37,07±6,26

Примечание: \*- статистически достоверные отличия с целиной при  $P < 0,05$

**Особенности территориальной структуры сообществ мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель**

Использование показателей агрегированности и «плохой агрегированности» показало, что распределение животных в старых залежах и целинных участках более равномерно, по сравнению с распределением зверьков в поле и на молодых залежах.

**Общие характеристики состояния сообществ мелких млекопитающих**

Общая оценка состояния сообществ организмов в условиях воздействия различных возмущающих факторов является одной из главных задач экологического мониторинга. Использование такой интегральной характеристики как индекс антропогенной адаптированности сообщества (Гашев, 2000) в нашем исследовании показало, что общая антропогенная адаптированность сообществ мелких млекопитающих поля на порядок (88,21) выше, по сравнению с сообществами старых залежей (8,61) и целинных участков (8,04). Следовательно, по мере снижения антропогенного прессинга происходит уменьшение в сообществах доли видов из групп эвсинантропов, синантропов и антропофилов с более высокими индивидуальными индексами антропогенной адаптированности и увеличением в их составе «нейтралов» и антропофобов.

Сообщества мелких млекопитающих, формирующиеся в полях зерновых культур и на молодых залежных участках, характеризуются также очень низкой общей

устойчивостью. По мере дальнейшего восстановления нарушенных земель данный показатель значительно увеличивается. В молодых сообществах животных устойчивость определяется в основном резистентными свойствами, а в зрелых – упругими (табл.6).

Таблица 6

Показатели устойчивости сообществ мелких млекопитающих различных местообитаний

Местообитание Показатели	Поле (n=16)	Молодая залежь (n=19)	Старая залежь (n=16)	Целина (n=18)
Упругая устойчив-ть сообществ	0,67±0,22***	0,43±0,08***	2,91±0,89*	11,63±3,88
Резистентная устойчив-ть сообществ	1,18±0,23	1,02±0,21*	1,42±0,15	1,61±0,19
Общая устойчив-ть сообществ	1,86±0,37***	1,45±0,27***	4,32±0,99*	13,24±3,99

Примечание: ● - статистические достоверные отличия со старой залежью;  
\* - с целиной. Один условный знак – отличия достоверны при  $P < 0,05$ ,  
два знака - при  $P < 0,01$ , три знака - при  $P < 0,001$ .

После индексации описанных выше параметров рассчитан обобщенный показатель благополучия сообщества. Он достоверно увеличивается от молодой залежи к старой ( $2,33 \pm 0,28$  и  $4,79 \pm 0,96$  соответственно), при этом на целине показатель почти в 3 раза выше, чем в среднем на залежных участках ( $13,71 \pm 3,93$ ). В полях зерновых культур обобщенный показатель благополучия сообществ мелких млекопитающих несколько выше ( $2,94 \pm 0,37$ ), чем полученный для сообществ молодых залежных участков.

Следует обратить внимание на то, что представленные выше характеристики для сообществ мелких млекопитающих поля часто имеют промежуточное значение, в сравнении с залежами разного срока давности и целиной. Это объясняется наличием в сообществах животных агробиоценозов собственного сукцессионного развития в течение вегетационного периода (от мая до сентября).

Оценивая влияние какого-то одного фактора на фауну и экологию мелких млекопитающих, мы, в той или иной степени, пытаемся выделить его из целого комплекса факторов, воздействующих на популяции животных. Для оценки степени воздействия совокупности таких факторов, как год исследования, природная зона, степень увлажнения биотопа применялся дисперсионный анализ по всему комплексу описанных параметров. Было показано, что фактор «восстановленности» оказывает

значительное влияние (15-65%) на рассмотренные выше экологические характеристики сообществ, за исключением показателей репродуктивных процессов, которые в большей степени связаны с особенностями отдельных лет исследований.

Таким образом, комплексное изучение сообществ мелких млекопитающих поля, залежей разного срока давности и целинных участков на юге Тюменской области свидетельствует о том, что сельскохозяйственная трансформация земель приводит к значительному изменению большей части изученных параметров сообществ животных.

### **Использование характеристик сообществ мелких млекопитающих в мониторинге качества среды на залежных землях**

Мысль о возможности использования в целях биоиндикации отдельных видов мелких млекопитающих высказывалась многими авторами (Ивантер, Ивантер, 1981; Исенов и др., 1987; Пястолова, 1987; Богач, 1988; Катаев, 1988; Гашев, 1997). В то же время сообщество животных как исторически сложившийся комплекс видов, с одной стороны, формируется в соответствии с условиями среды, с другой стороны - стабилизирует среду собственного существования (Вахрушев, Раутиан, 1993) и представляет, таким образом, коадаптивный комплекс видов, тесно связанный со средой обитания. Следовательно, изменение характеристик сообщества животных также может свидетельствовать об опасности различных воздействий, в том числе антропогенных, на экосистемы. Нами показано, что восстановительные процессы в сообществах приводят к закономерному увеличению общего количества видов, видового разнообразия, общей устойчивости, эффективности механизмов стабилизации (коэффициента компенсации) в сообществах (рис. 2).

Коэффициенты корреляции таких интегральных характеристик, как индекс антропогенной адаптированности сообщества и обобщенный показатель благополучия с факторами среды, действующими при восстановлении залежных земель, составили соответственно  $-0,88 \pm 0,33$  и  $0,95 \pm 0,23$ , что свидетельствует о значительном влиянии сукцессионных процессов на качественные характеристики и общее благополучие сообществ мелких млекопитающих, формирующихся на данных участках.

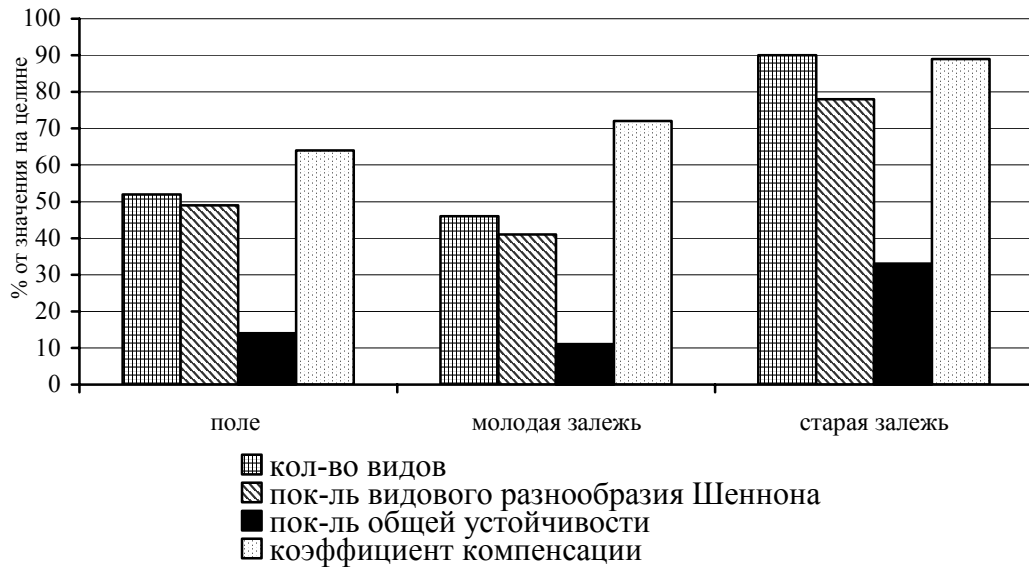


Рис.2. Изменение некоторых характеристик сообществ мелких млекопитающих в ряду изучаемых местообитаний

Известно, что при значительных изменениях среды обитания неминуемо происходит сокращение одних видов, и вместе с тем, численность других может увеличиваться. В сообществах мелких млекопитающих это может объясняться циклическими процессами динамики численности отдельных видов, а также реакцией видов животных, связанной с их неодинаковой индивидуальной адаптированностью, в частности, к антропогенным факторам. Выводы о состоянии экосистемы на основании изучения состояния популяций отдельных видов в таком случае могут несколько исказить результаты. Кроме того, данный подход в большей степени соответствует концепции экологического мониторинга, которая в качестве основных требований к естественным экосистемам предусматривает некоторые изменения видового состава животных при условии сохранения экосистем и высокого качества окружающей среды (Израэль, 1979).

Немаловажным преимуществом использования в целях биоиндикации именно сообществ животных является устранение целого ряда трудностей, связанных со сбором достаточного для статистической обработки материала, возникающих при изучении популяций отдельных видов особенно в значительно трансформированных экосистемах. На примере проведенного исследования можно отметить, что численность даже такого антропогенно адаптированного вида, как полевая мышь, в сильно нарушенных участках была достаточно низкой.

Таким образом, в соответствии с фрактальным подходом, который нашел широкое



распространение во многих областях науки (Гелашвили, Розенберг, 2002), использование в целях биоиндикации характеристик не популяций отдельных видов, а сообществ животных, в частности мелких млекопитающих, на наш взгляд оправданно и перспективно.

### **Морфофизиологические особенности внутрипопуляционных групп доминирующих видов на залежных землях юга Тюменской области**

Приспособление вида к определенной совокупности факторов среды является по своей сути комплексным явлением (Большаков и др., 1996). Комплекс приспособительных реакций включает в себя морфологические, физиологические и экологические составляющие, детальное изучение которых дает ключ к расшифровке путей и механизмов адаптации популяций в изменчивой нестабильной среде. Жизнедеятельность особей большинства видов млекопитающих протекает на территориях, не сравнимых по размерам с территорией популяции, вследствие чего функционирование популяций мелких млекопитающих, по мнению ряда авторов, основывается на локальном принципе (Bujalska, Grüm, 1980; Шилова, 1999). В связи с этим мы сочли целесообразным изучить специфику существования внутрипопуляционных групп доминирующих видов (полевой мыши и узкочерепной полевки) на залежных сельскохозяйственных землях, используя метод морфофизиологических индикаторов (Шварц и др., 1968). Данный метод позволяет по комплексу экстерьерных и интерьерных признаков оценивать степень благополучия и интенсивность жизнедеятельности естественных совокупностей особей.

В ходе изучения *экстерьерных особенностей* доминирующих видов в агроценозах, целинных участках и землях, выведенных из сельскохозяйственного использования, установлены статистически достоверные различия относительных размеров тела, цветовых характеристик меха животных, свидетельствующие о том, что обитание грызунов в более мягких условиях микроклимата слабонарушенных участков выражается в увеличении относительных размеров выступающих частей тела, в более темной и насыщенной окраске меха.

Анализ *интерьерных характеристик* также показал наличие ряда статистически достоверных отличий у животных, обитающих в поле, целинных участках и залежах разного срока давности (табл. 7), две трети из которых обнаружены у молодых

Морфофизиологические показатели полевой мыши и узкочерепной полевки  
исследованных местообитаний

Показатели	Половозрастные группы	Поле	Молодая залежь	Старая залежь	Целина
		$X_{cp} \pm m$	$X_{cp} \pm m$	$X_{cp} \pm m$	$X_{cp} \pm m$
Полевая мышь					
Относит. вес тела, (г/мм)	♂ сегол.	0,24±0,01	0,21±0,005	0,23±0,01	0,20±0,01
Индекс печени (‰)	♂ сегол.	55,46±2,36	51,45±0,98**	55,97±1,36	53,63±1,56
Квадр. индекс печени (*10 <sup>-3</sup> )	♂ сегол.	62,98±7,07°*	43,64±2,45	63,11±4,63 <sup>ooo</sup>	45,53±3,22**
Индекс сердца (‰)	♂ сегол.	8,33±0,3	8,87±0,21	8,26±0,14	8,32±0,21
Индекс легкого (‰)	♂ сегол.	6,20±0,38°	7,21±0,23	6,13±0,15**	7,16±0,35
Индекс тимуса (‰)	♂ сегол.	1,42±0,17 <sup>oo</sup>	2,03±0,11	1,59±0,13	1,84±0,13
	♀ сегол.	1,34±0,19	0,93±0,16	1,73±0,15	1,58±0,15
Индекс селезенки (‰)	♂ сегол.	4,09±0,28*	3,51±0,17	3,26±0,20*	3,86±0,22
	♀ сегол.	4,05±0,25**	4,09±0,48	3,02±0,22	3,95±0,25
Квадр. индекс селезенки (*10 <sup>-2</sup> )	♂ сегол.	3,65±0,65°	2,20±2,18	2,72±5,54	2,64±0,38
	♀ сегол.	4,14±0,57*	4,95±1,13	2,15±4,95	3,24±0,42
Выборка (экз.)	♂ сегол.	29	51	55	38

	♀	27	22	39	32
	сегол.				
Узкочерепная полевка					
Относи т. вес тела (г/мм)	♀ сегол.	0,21±0 ,03	0,2±0,02	0,23±0,0 1	0,21 ±0,01
Индекс печени (%)	♀ сегол.	66,66± 1,34 <sup>•</sup>	67,22±3,9 4	72,51±1, 92***	62,4 9±1,99
Квадр. индекс печени (*10 <sup>-3</sup> )	♀ сегол.	82,43± 22,92	81,76±19, 16	120,78± 11,93*	88,2 5±7,92
Индекс сердца (%)	♀ сегол.	6,20±0 ,42	7,37±0,47	6,36±0,2 3	6,43 ±0,18
Индекс легкого (%)	♀ сегол.	4,70±0 ,90	7,31±0,73	6,95±0,6 3	6,19 ±0,28
Гепато супра-рен. индекс	♂ сегол.	325,43 ±32,83	507,22±12 6,31	254,05± 19,59	323,00±29,08
Индекс селезен ки (%)	♂ сегол.	4,62±1 ,02	4,41±0,92	3,85±0,2 9	4,81 ±0,42
	♀ сегол.	4,84±0 ,67 <sup>°</sup>	7,33±0,86 ••	4,60±0,3 5**	6,14 ±0,42
Квадр. индекс селезенки (*10 <sup>-2</sup> )	♂ сегол.	4,83±3 ,03	2,52±0,76	2,46±0,4 0	3,83 ±0,65
	♀ сегол.	4,08±0 ,86*	10,36±3,1 4	5,32±0,9 0	7,91 ±1,42
Выборк а (экз.)	♂ сегол.	7	6	25	25
	♀ сегол.	3	9	33	30

Примечание: # - статистические достоверные отличия с полем;

○ – с молодой залежью; ● - со старой залежью; \* - с целиной.

Один условный знак – отличия достоверны при P<0,05,

два знака – при P<0,01, три знака – при P<0,001.

зверьков, по сравнению с зимовавшими особями. Для самцов существенные отличия отмечены в 60% случаев, по сравнению с самками, что свидетельствует о повышенной напряженности существования особей именно этих демографических групп в измененной среде.

Изменение индекса тимуса, увеличение индекса сердца, легкого, гепатосупраренального индекса свидетельствуют о нарушении процессов роста, повышенной двигательной активности, ухудшении общего физиологического состояния животных на молодых залежных участках (табл.7). Старые заброшенные земли характеризуются наличием хорошей кормовой базы, о чем свидетельствует повышение относительного веса тела и индекса печени животных. В то же время, уменьшение индекса селезенки косвенно свидетельствует о повышении стрессовости условий среды для грызунов на данных территориях, что может быть связано с большей численностью животных.

Сравнивая различные способы расчета индексов внутренних органов, можно отметить, что резко различной картины при использовании обоих показателей не наблюдается, но на одинаковом материале традиционный подход оказался в 1,5 раза чувствительнее использования квадратичных индексов.

Как известно, сложные нейроэндокринные изменения, характеризующие адаптационные реакции, получают определенное отражение в *морфологическом составе белой крови* (Горизонтов, 1981; Жукова, 1997; Колесникова, Оськина, 2003). Адаптационную реакцию полевой мыши и полевки узкочерепной на старых залежах можно определить как хронический стресс, который характеризуется следующими изменениями в лейкоцитарной формуле: пониженное число лимфоцитов, нейтрофилов – выше нормы, палочкоядерных нейтрофилов, эозинофилов и моноцитов – норма и выше (Гаркави и др., 1990).

Сравнительный анализ показателя *билатеральной асимметрии* свидетельствует о наличии тенденции к повышению асимметрии парных органов животных в слабонарушенных местообитаниях (старая залежь и целина) по сравнению со зверьками, обитающими в молодых залежах и полях зерновых культур. Данные изменения, скорее всего, не имеют адаптивного значения и, возможно, связаны с повышением численности животных в слабонарушенных местообитаниях.

Анализ *индивидуальной изменчивости* морфофизиологических признаков

полевой мыши и узкочерепной полевки не выявил достоверных отличий между животными различных местообитаний. С одной стороны, это может свидетельствовать об однородности выборок, с другой стороны – о сходных процессах варьирования показателей. Данный факт косвенно подтверждает правомочность объединения в нашем исследовании сообществ мелких млекопитающих юга Тюменской области по сходству местообитаний.

Ответные реакции живых организмов на изменение качества среды обитания фиксируются на различных уровнях организации живой материи, в том числе и на клеточном. Одним из методов оценки на данном уровне является *микроядерный тест*, который позволяет судить о стабильности генома (Захаров, Кларк, 1989; Жулева, Дубинин, 1994; Крюков, 1999). По данным наших исследований, полевые мыши, обитающие в полях зерновых культур, отличаются достоверно большим количеством микроядерных гепатоцитов по сравнению с животными других стаций (табл.8). Эти изменения связаны, по-видимому, с большим химическим загрязнением агроландшафтов, а сильный размах данного показателя - с различной интенсивностью химических обработок посевного материала и вегетирующих растений в различных хозяйствах.

Таблица 8

Число клеток с микроядрами в клетках печени и кишечного эпителия полевых мышей, отловленных в различных местообитаниях

Показатели	Местообитание	Поле	Молодая залежь	Старая залежь	Целина
Клетки печени					
Изучено особей, экз.		31	20	20	31
Общее число тестир. клеток, шт		8205	5930	5105	8515
Микроядра, % ± ошибка		4,77±0,67 <sup>○○●</sup>	2,42±0,21	2,99±0,39	2,48±0,20 <sup>##</sup>
CV, % ± ошибка		77,74±9,87	38,30±6,06	58,03±9,18	46,00±5,84
Кишечный эпителий					
Изучено особей, шт		25	19	21	30
Общее число тестир. клеток, шт		6805	5920	5235	7525
Микроядра, % ± ошибка		3,79±0,59*	2,56±0,43	2,89±0,43	2,09±0,18
CV, % ± ошибка		78,04±11,04	72,88±11,82	68,89±10,63	48,29±6,23

Примечание: # - статистические достоверные отличия с полем; ○ – с молодой залежью; ● - со старой залежью; \* - с целиной. Один условный знак – отличия достоверны при P<0,05, два знака - при P<0,01, три знака - при P<0,001.

### **Зараженность эндо- и эктопаразитами мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель**

*Паразиты*, будучи особой формой консументов, оказывают значительное воздействие на состояние животных (Федоров, 1996; Краснощеков, 2000). Учитывая

особое место паразитизма среди многочисленных взаимодействий животных в сообществах, а также то, что антропогенное воздействие оказывает значительное влияние на состоянии паразитарных систем, мы провели анализ зараженности экто- и эндопаразитами мелких млекопитающих в различных местообитаниях.

Наименьшее значение показателя экстенсивности инвазии *кишечными эндопаразитами* характерно для сообществ мелких млекопитающих на молодых залежах – 20%; интенсивность инвазии зверьков на этих участках также имеет достоверно меньшее значение (табл.9). По мере восстановления нарушенных участков, рассмотренные показатели увеличиваются. Сходные результаты получены при исследовании зараженности грызунов техногенных и контрольных территорий (Москвитина, 1998), городской и дикой популяций домовых мышей (Быкова и др., 2003).

Таблица 9

Зараженность кишечными эндопаразитами сообществ мелких млекопитающих в исследуемых местообитаниях

Местообитание		Поле	Молодая залежь	Старая залежь	Целина
Показатели					
Экстенсивность инвазии, % ± ошибка		31,2±5,5	20,3±4,2*•	32,6±2,9	31,3±2,8
Количество зараженных особей, экз.		22	18	85	87
Средняя интенсивность инвазии, экз. на 1 зар. особь. ( $X_{cp} \pm m$ )		23,73±12,25	3,39±0,90*••**	15,32±4,13	14,41±3,65
Мах и min интенсивность инвазии (от – до экз. в 1 особи хозяина)		1-200	1-12	1-280	1-203
Таксономический состав эндопаразитов %	Класс Цестоды (Cestoda)	87	51	79	33
	Класс Нематоды (Nematoda)	4	41	15	65
	Класс Трематоды (Trematoda)	9	8	5,8	2
	Класс Скребни (Acanthocephala)	-	-	0,2	-

Примечание: ●- статистические достоверные отличия со старой залежью;

\*- с целиной. Один условный знак – отличия достоверны при  $P < 0,05$ , два знака - при  $P < 0,01$ .

Причина наблюдаемых изменений может заключаться в различной численности грызунов на исследованных участках. Возможно, что высокая численность приводит к увеличению стрессированности зверьков, это, в свою очередь, способствует выявлению слабореактивных особей, в организме которых прослеживается несколько большее число паразитов по сравнению с остальной частью популяции.

Немаловажное значение имеет приспособленность жизненного цикла паразитов к реализации в слабонарушенных условиях старых залежных и целинных участков.

Анализ полученного материала также показал, что по мере восстановления нарушенных сельскохозяйственным производством участков увеличивается экстенсивность *зараженности эктопаразитами* как грызунов, так и насекомоядных. Данный показатель для грызунов на молодых залежах равен 41%, на старых – 80%, на целинных участках – 95%. Интенсивность зараженности эктопаразитами животных, обитающих на молодых залежах, также имеет меньшее значение, чем в других местообитаниях, что подтверждается применением индекса обилия. Отмеченные тенденции сохраняются при расчете данных показателей для бурозубок. Однако, в сравнении с грызунами, зараженность эктопаразитами бурозубок в исследованных местообитаниях значительно ниже – экстенсивность варьирует от 8 до 50%, что может отчасти объясняться естественным счесыванием эктопаразитов при разрыхлении животными подстилки или верхнего слоя почвы.

Среди эктопаразитов преобладают клещи, 2/3 которых представлены гамазовыми клещами, а среди насекомых - блохи и вши, что согласуется с работами многих исследователей (Ельшин, 1983; Стариков, 1997; Беспятова, 1999; Бояркин, 1999; Майорова и др., 2003).

Таким образом, сельскохозяйственная трансформация земель, оказывая существенное воздействие на сообщества мелких млекопитающих, морфофизиологические особенности животных, влияет также на паразитарные системы, которые являются важным фактором регулирования состояния отдельных популяций животных и сообществ в целом.

### **Выводы**

1. Переход агроценозов в залежи сопровождается восстановлением сообществ мелких млекопитающих, что выражается в изменении основных показателей состояния сообществ, характеризующих их в аспекте антропогенной адаптированности, видового разнообразия, общей устойчивости и благополучия; территориальное распределение животных по мере восстановления нарушенных участков становится более равномерным.

2. Демографическая структура сообществ мелких млекопитающих закономерно отражает степень сельскохозяйственной трансформации территории: по мере

восстановления нарушенных участков на залежах разного срока давности половая и возрастная структуры сообществ, а также особенности репродуктивных процессов в сообществах мелких млекопитающих становятся по значению ближе к характерным для сообществ целинных участков.

3. Молодые залежные участки характеризуются в целом неблагоприятными условиями обитания, сопровождающимися повышенной двигательной активностью, высоким уровнем метаболизма и ухудшением общего физиологического состояния животных.

4. На старых залежных участках изменение ряда морфофизиологических показателей свидетельствует о повышении стрессовости условий среды для грызунов, что связано с большей плотностью популяции животных в местообитаниях с наименьшей антропогенной нагрузкой при наличии хорошей кормовой базы.

5. Обитание грызунов в более мягких микроклиматических условиях целинных и старых залежных участков сопровождается увеличением относительных размеров выступающих частей тела, уменьшением показателя белизны и увеличением показателя оттенка шкурки.

6. Сельскохозяйственная трансформация земель сопровождается снижением показателей зараженности экто- и эндопаразитами как отдельных видов мелких млекопитающих, так и сообществ их в целом.

#### **Список работ, опубликованных по теме диссертации:**

1. Сазонова Н.А., Гашев С.Н. Фауна и экология мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель в Тюменской области // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда. Тез. докл. IV регион. науч.-практич. конф. Барнаул, 1999. С. 119-121.
2. Гашев С.Н., Сазонова Н.А. Показатели биоразнообразия и устойчивости сообществ мелких млекопитающих в оценке антропогенного влияния на биогеоценозы // Биосфера и человечество. Мат. конф. мол. ученых памяти Н.В.Тимофеева-Рессовского. Екатеринбург: Екатеринбург. 2000. С. 44-48.
3. Гашев С.Н., Сазонова Н.А. Эколого-морфологические особенности сообществ мелких млекопитающих залежных земель юга Тюменской области // Вестник ТГУ. Тюмень: ТГУ. 2000. №3. С. 126-135.



4. Сазонова Н.А. Морфофизиологические и паразитологические показатели популяций мелких млекопитающих в анализе восстановительной сукцессии пахотных земель // Студент и научно-технический прогресс. Мат. XXXIV междунар. студ. конф. Биология. Новосибирский университет. Новосибирск, 2001. Ч.2. С.64.
5. Сазонова Н.А. Сообщества мелких млекопитающих в условиях естественной восстановительной сукцессии // Вестник ТГУ. Тюмень: ТюмГУ. 2002. №4. С. 77-84.
6. Гашев С.Н., Сазонова Н.А. Интегральные показатели состояния и устойчивости сообществ млекопитающих для оценки степени антропогенного воздействия// Вестник ТГУ. Тюмень: ТюмГУ. 2002. №4. С. 71-77.
7. Жигилева О.Н., Хританько О.А., Сазонова Н.А. Популяционно-генетические исследования паразитарных систем мелких наземных позвоночных юга Западной Сибири // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда. Мат. V регион. науч.-практич. конф. Барнаул, 2002. С. 90-99.
8. Сазонова Н.А., Гашев С.Н. Сравнительный анализ способов расчета индексов внутренних органов в ходе изучения естественной восстановительной сукцессии сообществ мелких млекопитающих // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда. Тез. докл. V регион. науч.-практич. конф. Барнаул, 2002. С. 43-44.
9. Сазонова Н.А., Хританько О.А. Популяционно-генетический и эколого-паразитологический анализ сообществ грызунов юга Тюменской области // Словцовские чтения –2002. Мат. докл. и сообщ. XIV Всерос. науч.-практич. краеведческой конф. Тюмень, Изд-во ТюмГУ. 2002. С. 238-239.
10. Гашев С.Н., Сазонова Н.А. Морфологические особенности популяций полевой мыши и узкочерепной полевки на залежных землях юга Тюменской области // Словцовские чтения –2003. Мат. докл. и сообщ. XV Всерос. науч.-практич. краеведческой конф. Тюмень, Изд-во ТюмГУ. 2002. С. 238-239.
11. Сазонова Н.А., Гашев С.Н. Антропогенная трансформация фауны мелких млекопитающих юга Тюменской области // Мат. Междунар. сов.-я Териофауна России и сопредельных территорий. Москва, 2003. С.306-307.