

На правах рукописи

КОЛЕСНИКОВ ВЯЧЕСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ

**Ресурсы и управление популяциями
степного (*Marmota bobak*), серого (*M. baibacina*) и
монгольского (*M. sibirica*) сурков**

06.02.09 звероводство и охотоведение

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Киров 2011

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова Россельхозакадемии

Научный консультант доктор биологических наук, профессор
Машкин Виктор Иванович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, старший научный
сотрудник, **Горшков Юрий Александрович**

доктор биологических наук, профессор,
Дмитриев Александр Иванович

доктор биологических наук, профессор,
Заболотских Юрий Степанович

Ведущая организация: **Прикаспийский институт биологических ресурсов
ДАЦ РАН**

Защита состоится 22 декабря 2011 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.024.01, ГНУ Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова Россельхозакадемии 610035, г. Киров, ул. Энгельса, д.79, тел. (8332) 38-11-30, факс (8332) 64-72-26; 64-22-57, e-mail: vniiioz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М.Житкова

Автореферат разослан « ____ » _____ 2011г.

Ученый секретарь
диссертационного советаСергеев А. А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность. Байбак или степной сурок (*Marmota bobak* Muller, 1776), серый или алтайский сурок (*M. baibacina* Kastschenko, 1899), тарбаган или монгольский сурок (*M. sibirica* Radde, 1862) очень близкие виды как внешне, так и благодаря своей стратегии освоения экологического пространства. Такая стратегия нашла отражение в их ресурсах – это наиболее многочисленные виды из сурков Евразии (в дальнейшем, если это не оговорено в тексте, при использовании слова «сурки» будут иметься в виду эти три вида сурков). Эти виды, живущие в степях, оказались в одной из наиболее привлекательных для освоения человеком природных зон - в степях.

В связи с интенсификацией хозяйственной деятельности человека существенно возросло антропогенное давление на животных и среду их обитания. Так, состояние группировок охотничьих животных зависит сегодня и от прямого преследования в процессе нерациональной добычи, и от изменения местообитаний. Усиление антропогенного влияния происходит достаточно бурно, и адаптивные приспособления для успешного выживания традиционно охотничьих видов не успевают возникнуть и закрепиться. Так, например, байбак был вытеснен с территории большинства европейских стран, таких как Франция, Германия, Польша, и память об его пребывании там осталась в основном в археологических находках (Румянцев, Бибииков, 1994).

Сурки всегда привлекали внимание человека как доступный ресурс и удобный объект охоты. Они, безусловно, и сегодня перспективны для охотничьего хозяйства.

Актуальность исследования также определена разумной предпочтительностью перехода от простой добычи к контролируемому способу управления популяциями сурков, который может осуществляться с применением имитационных моделей для прогноза развития популяций и подбора оптимальных режимов их эксплуатации.

Кроме того, актуальность работы обосновывается необходимостью выполнения международных принципов экосистемного подхода к сохранению биологического разнообразия (так называемые «Малавские» принципы (Решение V/6, 2000)), а также «Аддис-Абебских принципов и руководящих указаний по использованию биологического разнообразия» (Решение VII/12 2004 г.), которые предполагают рациональное использование диких животных как залог устойчивого существования их популяций. Поэтому изучение и творческое развитие опыта традиционного использования ресурсов охотничьих животных (и сурков в частности) в свете современных условий являются важной проблемой и актуальной задачей охотоведения.

Теоретические основы прогнозируемого управления популяциями колониальных грызунов актуальны для многих видов, вовлеченных в хозяйственную деятельность человека.

Благодаря своей активной средообразующей деятельности, сурки имеют еще и большое биоценотическое значение, поэтому являются объектом

многостороннего научного изучения.

Целью работы является разработка теоретических и методологических основ оценки ресурсов степного, серого и монгольского сурков и технологий прогнозирования развития их колоний для управления популяциями этих зверей.

Задачи исследования:

1. Изучить объемы ресурсов степного, серого и монгольского сурков, закономерности их распределения и возможности их использования;
2. Изучить основные причинные факторы и масштабы изменения численности сурков в обозримом прошлом;
3. Определить минимальный размер жизнеспособной группировки сурков для обоснования разумных пределов возможного использования ресурсов этих зверей;
4. Изучить закономерности изменения активности воспроизводства в колониях сурков;
5. Разработать систему прогнозирования изменений демографической ситуации в группировках сурков для субъектов управления их популяциями.

Методологическая и теоретическая основа исследования: учёт сурков (Машкин, Челинцев, 1989), определение возраста (Машкин, Колесников, 1990), мечение долговременными метками (Машкин, 1985), описание зверей (Новиков, 1953), исследование вокализации зверей (Никольский, 1984), анкетный опрос местного населения, имитационное моделирование (Коросов, 2002), статистические и математические методы анализа (Вознесенский, 1969; Ивантер, 1979).

Информационные базы исследований - полевые исследования сурков в России, Казахстане, Украине и Монголии.

Научная новизна исследований состоит в том, что автором впервые рассмотрена проблема управления ресурсами сурков комплексно и системно. Выявлены параметры, способствующие решению проблем управления популяциями сурков.

На основе изучения динамики популяционных показателей выявлены разные типы группировок сурков. В результате анализа такой динамики впервые сделана оценка минимального размера жизнеспособной популяции сурков, способной к прогрессивному развитию (Kolesnikov, 2007), что необходимо для контролирования процесса использования ресурсов этих зверей. Впервые описано агрессивное выселение взрослеющих сурков из родительских семей доминирующими членами семейной группы (Колесников, Свиных, 2010). Это имеет основополагающее значение для построения алгоритма прогнозной модели. Математически описана зависимость успешного существования популяций сурков от интенсивности выпаса скота в их

местообитаниях, что позволяет использовать параметры регрессии для прогноза развития группировок сурков.

Предложено и апробировано применение контролируемых осенних палов, как альтернативы интенсивного выпаса скота для охотпользователей в местообитаниях байбаков.

Впервые описана ключевая обратная закономерность регулирования активности размножения в зависимости от количества взрослых особей в колонии, обеспечивающая устойчивость существования сообщества сурков и закономерность разрушения репродуктивных пар под действием элиминации. Эти две закономерности являются основой для создания прогнозной модели популяции сурков. Построен рабочий образец имитационной модели популяции сурков для прогнозирования реакции исследуемых популяций на внешние воздействия и диагностирования состояния колоний сурков (Колесников, 2008).

Впервые на всей территории Монголии удалось в течение одного сезона обследовать местообитания сурков, оценить разнообразие условий их обитания и численность (Колесников и др., 2010). Составлены электронные базы данных по численности и морфометрическим данным сурков (Колесников, 2010).

Разработана экспресс-методика определения возраста сурков по рисунку стертости жевательной поверхности коренных зубов (Машкин, Колесников, 1990)

Практическая значимость работы. Большинство ресурсных исследований было проведено по инициативе местных природопользователей, что подчёркивает необходимость и значимость ресурсных исследований. Практические рекомендации по рациональному использованию ресурсов сурков нашли отражение в брошюре «Промысел сурков в Казахстане. Методическое пособие для охотников и специалистов» (Машкин, Зарубин, Колесников, 1991) и в коллективных монографиях «Управление популяциями охотничьих животных» (1999), «Акклиматизация и биотехния в системе управления популяциями охотничьих животных» (2001), «Экология, поведение и использование сурков Евразии» (Машкин, Батулин, Колесников, 2010). Пользуются спросом у охотников и специалистов рекомендации по добыче и переработке сырья, описанные в этих работах. Материалы диссертации используются в ФГОУ Вятская государственная сельскохозяйственная академия в процессе преподавания учебных дисциплин: «Биология охотничьих животных», «Экология», «Методы воспроизводства охотничьих животных», «Воспроизводство биологических ресурсов» и др. (акт внедрения ФГОУ Вятской ГСХА). Материалы диссертационной работы использованы в итоговой научно-технической документации по НИР ВНИИОЗ Россельхозакадемии, Института биологии Монгольской академии наук,

Положения, выносимые на защиту:

1. Ресурсы степного, серого и монгольского сурков составляют около 12 миллионов особей.

2. Наиболее масштабные изменения численности сурков связаны с действием антропогенного фактора. В нем можно выделить наиболее важные составляющие:
 - а) прямое преследование (отстрел, отлов, истребление);
 - б) изменение среды обитания в результате распашки;
 - в) опосредованное влияние через интенсивность выпаса скота.
3. Минимальным размером способной к развитию группировки сурков является колония сурков из 6-8 семей.
4. Активность воспроизводства сурков в большей мере зависит:
 - а) от плотности населения взрослых зверей в колонии;
 - б) от сохранности семейных пар;
 - в) от выживаемости зверей.
5. Инструментом прогнозирования развития конкретной колонии сурков может служить имитационная модель популяции сурков.

Публикации. По теме диссертации автором опубликовано 50 научных работ (в том числе 15 работ в изданиях, рекомендованных ВАК, очерки в коллективных монографиях, получено 2 свидетельства Роспатента).

Апробация результатов исследования. Материалы обсуждались на 9 Российских и 26 международных конференциях: Биология, экология, охрана и рациональное использование сурков: Всесоюзн:совещ (Суздаль, 1991); Сурки северной Евразии: сохранение биологического разнообразия: II Международное совещания по суркам стран СНГ (Чебоксары, 1996); Вопросы прикладной экологии (природопользования), охотоведения и звероводства: Международная Конференция посвященной 75-летию ВНИИОЗ (Киров, 1997); Возрождение степного сурка: Международный семинара по суркам стран СНГ (с:Гайдары Харьковской области, Украина, 1997); Сурки Голарктики как фактор биоразнообразия: III международная конференция по суркам (Чебоксары, 1997); Сурки Палеарктики: биология и управление популяциями: III Международное (VII) совещание по суркам стран СНГ (Бузулук, 1999) ; VI съезд териологического общества (Москва, 1999); Изучение и охрана биологического разнообразия природных ландшафтов русской равнины: Международная научная конференция (Пенза, 1999); Биологические ритмы: Международная научно-практическая конференция (Брест, 1999); Проблемы региональной экологии: Всероссийская конференция (Томск, 2000); Экологические и хозяйственные основы ведения охотничьего хозяйства: Всероссийская конференция (Нижний Новгород, 2000); Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении исчезающих степей Евразии: II международная конференция (Чебоксары, 2002); IV Международная конференция по суркам (Монтрё, Швейцария, 2002); Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию ВНИИОЗ (Киров, 2002) ; Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях

хозяйственного освоения Европейского Севера: Международная конференция (Сыктывкар, 2002); Проблемы охотничьего хозяйства России: I Всероссийское научно-практическое совещание (Москва, 2003); Териофауна России и сопредельных государств: VII съезд Териологического общества (Москва, 2003); Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения: Международная конференция ВНИИОЗ (Киров, 2004); Млекопитающие как компонент аридных экосистем (ресурсы, фауна, экология, медицинское значение и охрана): Международное совещание в рамках программы отделения биологических наук РАН "Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами" (Саратов, 2004); Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана: Всероссийская научно-практическая конференция (Киров, 2005); Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России: Научно-практическая конференция (Москва, 2005) ; Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов: Международная научно-практическая конференция, посвященная 55-летию выпуска биологов-охотоведов Иркутского сельскохозяйственного института (Иркутск, 2005); 5 Международная конференция по суркам (Ташкент, Узбекистан, 2005); Сурки в антропогенных ландшафтах Евразии: IX Международное совещание по суркам стран СНГ (Кемерово, 2006); Териофауна России и сопредельных территорий: VIII съезд Териологического общества (Москва, 2007); Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Международная научно-практической конференция, посвященная 85-летию ВНИИОЗ (Киров, 2007); Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России: 2-ая Международная научно-практическая конференция (Москва, 2006); Глобальные и региональные особенности трансформации экосистем Байкальского региона: Международное совещание (Улан-Батор, Монголия, 2008) ; Сурки в изменяющемся мире: 6 Международная конференция по суркам (Коне, Италия, 2008); XXIX Международный конгресс биологов-охотоведов (Москва, 2009); Современные научные тенденции в животноводстве: Международная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения П.Г.Петского (Киров, 2009); Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию Вятской ГСХА и 45-летию подготовки биологов-охотоведов (Киров, 2010); Прошлое, настоящее и будущее сурков Евразии и экологические перспективы расселения сурков в Байкальском регионе: X международное совещания по суркам стран СНГ (Улан-Удэ, 2010); Экологические последствия биосферных процессов в экотонной зоне Южной Сибири и Центральной Азии (Улан-Батор, Монголия, 2010); Териофауна России и сопредельных территорий: IX съезд Териологического общества при РАН, Международное совещание (Москва, 2011).

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов и списка литературы, включающего 278 источник, из которых 21 – на

иностранном языке. Работа иллюстрирована 33 таблицами и 41 рисунком. Объем основной части составляет 225 с.

Благодарности. Автор глубоко признателен за помощь научному консультанту д.б.н., профессору Машкину Виктору Ивановичу. Искреннюю благодарность выражаю д.б.н. Никольскому Александру Александровичу, д.б.н. Адъяа Ясанджаву, к.с-х.н. Зарубину Борису Евгеньевичу, к.б.н. Брандлеру Олегу Владимировичу, к.б.н. Капитонову Владимиру Ивановичу, к.б.н. Бадмаеву Баиру Бальджиевичу и другим зоологам, охотоведам, егерям и охотникам, оказавшим помощь в сборе и обработке материала. Спасибо всем коллегам, проявившим интерес к моей работе, родным и друзьям, без чьей поддержки она не была бы завершена.

Часть работы проведена при поддержке грантов РФФИ:

№ 04-01-00309-а - Развитие математических методов описания эколого-биологических объектов на 2004-2006 гг.;

№ 08-04-90208-Монг_а - Комплексное изучение генетической, пространственной, демографической структуры и экологических характеристик видов рода *Marmota*, обитающих на территории Монголии на 2008-2009 гг.;

№ 08-04-90208-Монг_а – Комплексное изучение генетической, пространственной, демографической структуры и экологических характеристик видов рода *Marmota*, обитающих на территории Монголии 2008-2009; 10-04-93177-Монг_а - Изменчивость наземных беличьих (*Sciuridae*) – компонент биологического разнообразия степных экосистем Монголии 2010-2011.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Литературный обзор

В главе сделан обзор литературных источников по изученности проблем по теме диссертации и по описанным изменениям ресурсов сурков.

Глава 2. Материал и методы исследований

Материал собран во время научных экспедиций в 1987-2009 гг. с целью комплексного изучения сурков: в Казахстане в Акмолинской (бывшей Целиноградской) области (1987-1991 гг.), на Украине - Харьковской (1991-1993 гг.) и Луганской (1991-1992 гг.) областях, в России - Воронежской (1993-1995, 2004 гг.), Кировской (1994-1995, 2007 гг.), Нижегородской (1998 г.), Самарской (2003 г.), Волгоградской (2004 г.), Ульяновской (2004 г.), Оренбургской (2005 г.) областях, Республиках Татарстан (1994, 1998 гг.), Чувашия (1998 г.), Удмуртия (2000-2002 гг.), Башкирия (2005 г.) и в Монголии (2007-2009 гг.). Изучались распространение байбака, серого сурка и тарбагана, их ресурсы, влияние антропогенных факторов, состояние и влияние промысла, возможности рационального использования ресурсов байбака, особенности территориальной структуры, качество товарной продукции, технология животолова, состояние и итоги искусственного расселения сурков.

Экспедиционные исследования проводились с мая по сентябрь. Общая продолжительность полевых работ более 29 месяцев (867 дней).

Учёт сурков проводился по методике В.И. Машкина и Н.Г. Челинцева (1989). Для оценки плотности населения сурков использовались результаты маршрутных учётов семейных участков на автомобиле и пешком (в горных условиях). По этой методике основной показатель (плотность населения) определяется по встречаемости семейных участков в хорошо обозримой полосе учета, а средний состав семей подсчитывается для каждой градации плотности. Ширина учетной полосы маршрутов составляла в зависимости от характера рельефа от 50 до 400 м. Пространственные характеристики обследованной территории (начало и конец маршрута, высота над уровнем моря, границы учётных площадок) фиксировались с помощью GPS-навигаторов и физико-географических карт масштабов 1:500000 и 1:200000.

Объем материалов этих учётов приведён в таблице 1.

Таблица 1.

Объем используемого материала учётов сурков.

Административное образование, область, республика	Годы	Дней учётов	Длина маршрутов, км	Учёт состава семей		
				семей	площадок, шт.	время, часов
Акмолинская	1989	30	3626	4261	355	486
	1990	24	4248	3823	319	437
	1991	7	74	110	9	12
Харьковская	1991	9	716	661	50	68
	1992	7	574	211	19	26
	1993	6	263	132	11	15
Луганская	1991	14	820	369	32	44
	1992	8	948	327	24	33
Воронежская	1993	29	1382	684	57	78
	1994	14	26	112	11	15
	2004	7	747	243	20	22
Волгоградская	2003	5	14	53	7	8
Ульяновская	2004	4	58	58	6	6
Самарская	2003	14	115	88	7	8
Нижегородская	1998	3	4	38	4	3
Чувашия	1998	6	45	75	7	9
Удмуртия	2001	4	28	42	10	12
Татарстан	1999	5	50	138	12	12
Оренбургская	2006	3	34	146	9	10
Кировская	2008	1	3	2	1	2
Монголия	2007-09	137	2438	449	42	463
Сумма	20 лет	337	16213	12022	1012	1769

В работе использовались материалы Всесоюзного учёта сурков (Ресурсы сурков...,1985), организованного ВНИИОЗ, и литературные данные. В

результате исследований были составлены карты-схемы и описано распределение сурков по регионам, где работал автор.

Во время экспедиций при обследовании поселений сурков в Казахстане, Украине, России и Монголии собрана информация об использовании продуктов добычи сурков. Для этого применялись анкетирование и опрос местного населения, инструментальные методы исследований и сотрудничество с медиками из ожоговых и онкологических центров Кирова и Саратова.

Данные по учётам заносились автором в электронные базы данных и обрабатывались на ПЭВМ с помощью пакетов программ DRACON, QUATTRO PRO 4.0, MS EXCEL 1985-2003, MS ACCESS 1992-2003, STATISTICA 6.0, BIOSTAT.

Многолетние исследования были организованы на стационарах в Казахстане, Украине, Монголии и России. Стационар в Казахстане находился в Ерментауском районе Акмолинской области, в Украине - в Великобурлукском районе Харьковской области, в Монголии – в Булганском самоне Баян-Улгийского аймака, в России - в Кантемировском районе Воронежской области, в Каракулинском районе Республики Удмуртия и в Беляевском районе Оренбургской области.

Наблюдения за поведением сурков осуществлялись с использованием 10-22-кратных биноклей и фиксировались в полевых дневниках.

Картирование нор, семейных участков, колоний степного сурка проводилось на картах и планах масштаба 1:10000 и космоснимках с использованием GPS-навигаторов. Картирование распространения сурка, подсчёт площадей местообитаний проводилось с использованием картосхем масштабов 1:50000, 1:100000, 1:250000, 1:500000. При составлении контуров поселений картографические данные сводились на картосхемах более мелких масштабов. Составлены картосхемы структуры ареала сурка всех регионов исследований и общая карта ареала степного, серого сурков и тарбагана.

Для наблюдений за перемещениями зверей и их поведением было закартировано в общей сложности 45376 семей в 43 колониях. По методике криомечения (Машкин, 1985) помечено долговременными метками 202 сурка В метках была закодирована информация о половой принадлежности, месте отлова и возрасте в момент мечения. Для наблюдения за помеченными зверями в год отлова их метки дублировали, дополнительно окрашивая волосяной покров в черный цвет. Для мечения зверей отлавливали ногозахватывающими капканами с резиновыми губками на дугах (во избежание травмирования лап зверей). При этом дежурили у настороженных капканов и вынимали зверей, как только они попадали в самолов. Место отлова фиксировали с использованием GPS-навигаторов для каждого зверя.

Возраст сурков определяли по слоистым структурам зубов (Клевезаль, Клейненберг, 1967; Машкин, Кривошеин, 1984). Всего сделано гистосрезов зубов Pm1 от 414 байбаков из ерментауской популяции и от 412 из донской популяции, а также от 264 серых сурков и от 38 сурков Мензбира (сборы

Машкина В.И.). По результатам этих исследований была разработана экспресс-методика определения возраста по рисунку стертости жевательной поверхности зубов (Машкин, Колесников, 1990). Рисунки-эталоны были сделаны автором по 94 черепам байбаков известного возраста и 16 черепам серых сурков. Эта методика удобна для определения возраста в полевых условиях.

Кроме возраста и пола у отловленного зверя фиксировали место отлова, стацию, массу зверя, длину тела, длину хвоста, длину стопы, длину уха, массу снятого жира, массу мясной продукции, товароведческие характеристики шкуры (размер шкуры, сорт, зачет по качеству, способ консервирования шкуры, ее массу на разных стадиях обработки), состояние генеративных органов, способ добычи и календарную дату добычи.

Морфометрические показатели тела сурков производились по общепринятым методикам (Новиков, 1953) металлической измерительной лентой с ценой деления 1 мм и штангенциркулем, прошедшими метрическую поверку. Массу определяли с точностью до 5 г. на весах ВНЦ13У "Тюмень" и электронном безмене, прошедших метрологическую поверку.

Собрана коллекция черепов байбаков, тарбаганов, серых сурков, а также, возможно, межвидовых гибридов в количестве 259 шт., использованных для краниометрических исследований. Черепа коллекции измеряли по 20 показателям.

У отловленных особей определяли репродуктивное состояние (у самцов – состояние половой зрелости по прощупыванию семенников в скротальной полости, у самок - по состоянию сосков). Дополнительным признаком репродуктивного состояния считали окраску меха генитальной области и морды. Конечно, этот признак достаточно индивидуален. Известно, что в результате самомаркировки половозрелые особи размазывают мочу и секреты желез по волосяному покрову указанных мест (Rausch, Bridgens, 1989; Машкин, Батурин, 1993, и др). От этого волосяной покров приобретает темный цвет (от коричневого до черного). У вскрытых самок репродуктивное состояние определяли по количеству и виду плацентарных пятен на матке (Новиков, 1953).

Всего, таким образом, было описано более 10 тысяч сурков из различных регионов, а информация занесена в электронную базу данных «Морфометрия сурков» (свидетельство госрегистрации № 2010620520). Обработка данных осуществлялась на ПЭВМ с помощью прикладных пакетов программ PARADOX 4.0, QUATTRO PRO 4.0, MS EXCEL 1985-2003, MS ACCESS 1992-2003, STATISTICA 6.0, BIOSTAT.

Определение показателей рождаемости и выживаемости для отдельных половозрастных классов проводили по результатам наблюдений за мечеными зверями на исследовательских стационарах и методом суммирующих таблиц по сглаженным кривым по методике Г. Коли (1979).

Экспериментальный отлов сурков проводился ногозахватывающими капканами №№ 5, 3 и 2 по специально разработанной схеме. В основном

применялась обычная для промысловиков тактика отлова: на каждую семейную нору устанавливался, как правило, 1 капкан, время экспозиции - трое суток с обязательной проверкой два раза в сутки. Реакцию на одинаковую промысловую нагрузку фиксировали по результатам послепромысловых учетов и учетов на следующий год.

Эксперименты в Казахстане проводились на 18 площадках, объединённых в 6 участков с различной стратегией промысла (около 730 семей): неопромышляемые более четырех лет; опромышляемых в течение одного сезона после 3-х лет отсутствия охоты; опромышляемых в течение одного сезона после 2-х лет отсутствия охоты; опромышляемых через год; опромышляемых два сезона подряд после 1-го года отсутствия охоты; опромышляемых подряд 4 года после 1-го года отсутствия охоты. Площадки одного участка облавливались в разные годы по очереди. Поэтому, в каждый сезон были обловы на всех фазах изучаемых циклов освоения группировки зверей. После завершения 4-5-летнего эксперимента рассчитывали средние многолетние значения фиксируемых показателей, представленных в относительной форме (доля семей, участвующих в размножении; среднее количество зверей в семье и т.д.).

Во время отлова отмечали также пойманных “мигрантов”. Обычно это были крупные звери в возрасте 2-3 года (реже 4, ещё реже 5 лет), упитанность их была “ниже средней”. На шкуре, как правило, регистрировали много укусов, сделанных другими сурками, эти следы чаще встречаются на задней части спины, огузке и бедренной части лап. Самцы - “мигранты” отличаются более чётко, чем самки. Тестисы по размерам приближаются к тестисам взрослых сурков, принимавших участие в размножении и имеют голубой цвет и нечетко выделяющиеся кровеносные сосуды (Машкин, 1991). У самок-“мигрантов” на матке не бывает плацентарных пятен, но довольно часто встречаются самки с несколько увеличенными сосками.

Анализ космических снимков в Монголии был сделан по десяти снимкам разрешением 60 см в одном пикселе (на снимках меньшего разрешения сурчины неразличимы) для территории 5x5 км каждый. Все снимки сделаны в весеннем и раннелетнем аспекте. Имеющиеся снимки охватывали следующие ландшафты: равнины и долины рек (участки на 5-ти из 10-ти снимков), пологие склоны с уклоном не более 15° (7), крутые склоны с уклоном 20-45° (4), вершины гор (2), крупнокаменистые осыпи (участки на 3-х снимках). Закартированные сурчины разделялись на три категории в зависимости от величины площади выброса и заметности на поверхности Земли. Категории 1 соответствуют норы более 5 м в диаметре, 2- от 3 до 5 м, 3 - до 3м. Обследовано 10 модельных площадок, которые имеются на космических снимках, расположенных в горных ландшафтах Монгольского Алтая, Хангая, в окрестностях Улан-Батора и в степных выровненных ландшафтах по левому и правому берегу Керулена.

Мы провели обработку некоторых имеющихся снимков. Предварительно

во время полевых работ мы определили координаты ориентиров на местности с применением GPS-навигатора для дешифровки космических снимков. Были зафиксированы координаты сурчин с разной степенью использования их зверями. Проведено обследование поселений сурков с подсчетом жилых и нежилых семейных участков, определением типа местообитаний, их границ и режима сезонного использования участка семейными группами сурков на пробных площадях, охваченных снимками.

Анализ акустических характеристик сигнала проводился с помощью программы SpectraLab 4.32.17. В качестве видоспецифических признаков использовались временные и частотные характеристики сигналов *M. baibacina* и *M. sibirica*, описанные ранее (Никольский, 1976, 1984), а именно: наличие или отсутствие паузы между низко- и высокочастотными составляющими сигнала и характер модуляции высокочастотного компонента.

Пространственное распределение сурков, с каждым из двух типов сигнала, в зоне симпатрии анализировалось с помощью космического снимка с разрешением 30 метров в пикселе, предоставляемого в свободном доступе компанией Google (США), и топографических карт масштаба 1:20000 и 1:10000, на которые в программах OziExplorer и MapInfo 9.5 наносились точки нахождения животных с указанием видовой принадлежности их звукового сигнала.

Предупреждающий об опасности звуковой сигнал сурков был записан в полевых условиях с помощью цифрового магнитофона "Marantz-PM660" (Япония) и конденсаторного микрофона "AudioTechnica AT897" (Япония) в несжатом цифровом формате Wave (WAV) с частотой дискретизации 48 кГц. Акустическую реакцию провоцировал человек, стоящий на некотором расстоянии от животного или медленнодвигающийся по направлению к нему. Координаты мест нахождения кричащих животных определялись с помощью GPS-навигатора. Основным критерием для включения конкретной записи в анализ служило качество фонограмм. Всего проанализированы записи сигналов 69 особей из зоны контакта *M. baibacina* и *M. sibirica* на Монгольском Алтае в верховьях р. Улагчин-Гол (левый приток р. Булган), сделанные с 20 июня по 7 июля 2008 г. на участке площадью 25 км² с координатами центральной точки 47°27'31" с.ш., 90°52'40" в.д.

Данные о погодных условиях (среднедекадные, среднемесячные температуры и количество осадков) разных лет были взяты в Областных управлениях гидрометеослужбы и в Министерстве природных ресурсов Монголии.

При изучении особенностей пространственного распределения зверей в зависимости от интенсивности выпаса, учитывали нагрузку на пастбища в условных единицах крупного рогатого скота (усл. гол. КРС).

Моделирование популяций сурков в форме детерминистской имитационной модели осуществлялось программированием на языке VBA в среде MS Excel (Коросов, 2002). Для корректировки модели применительно к

конкретным популяциям использовали данные наблюдений на учетных площадках и пробные отловы в местах стационаров. Результаты моделирования проверялись на адекватность (Коросов, 2002).

Статистическая обработка данных проведена с использованием методов критерия Стьюдента, «хи-квадрат», корреляционного и регрессионного анализа, проверки на нормальность распределения выборки (Вознесенский, 1969; Ивантер, 1979). Анализ проводили с помощью пакета компьютерных программ Statistica 6.0. Во всех случаях, если об этом не указывается специально, принят уровень значимости 0,05.

Глава 3. Краткое описание объектов и мест исследования

Используемые термины. Пространственно и по размерам популяции сурков разделяют на три основные категории: колония, поселение и географическая популяция. Эти понятия соответствуют категориям типов популяций (Наумов, 1955).

Колония (элементарная популяция) - группировка сурков, ландшафтно объединённая, посредством возможных зрительных и звуковых контактов. В них входят сурки, живущие в одной долине, овраге, ложбинке, склоне холма и т.п., которые могут видеть и слышать друг друга. Внутри колонии обмен генетической информацией происходит постоянно.

Поселение (экологическая популяция) - группировка сурков, обитающая на пространственно неразорванной площади местообитаний сурков, либо группа колоний, расположенных на преодолимом для сурка расстоянии (менее 10 км). Поселения сурков объединяют в 4 основных типа: диффузный (сплошной), очаговый, ленточный (балочный) и сетчатый (по границам культурных полей) (Бибиков, 1989; Румянцев, 1991; Машкин, 1996). Обмен генетической информацией внутри поселения (экологической популяции) происходит достаточно часто.

Географическая популяция - совокупность поселений, объединенных географическим пространством и имеющих сходные условия обитания, отделенная непреодолимыми препятствиями. Обмен генетическим материалом между географическими популяциями может происходить только в случае искусственной интродукции.

Основная и самая простая структурная единица популяции - семья или, точнее, семейная группа сурков. Это несколько сурков (2-20 особей) разного возраста, совместно использующих определенный кормовой участок, с сетью нор, троп, наблюдательных холмиков и совместно защищающих границы своего участка от вторжений «чужих» особей, при этом родство членов семейной группы – не обязательное условие (Машкин, 1996).

Резиденты – взрослые члены семейной группы, использующие и охраняющие территорию своего семейного участка.

Мигранты – взрослые (половозрелые) сурки, покинувшие родительскую семью и занятые поиском или завоеванием свободного места для оседлого

проживания.

Сурчина (или «бутан») – хорошо заметные многолетние выбросы грунта у входа в нору, характерные для сурковых нор. У постоянных нор выражены холмиком грунта высотой до полутора метров и диаметром до 20 м.

Описание объекта исследований. Род сурков - *Marmota* Blumenbach, 1779 относится к семейству беличьих - *Sciuridae* Gray, 1821, отряду грызунов - *Rodentia* Bowdich, 1821. В работе рассматриваются три из девяти видов евроазиатских сурков.

Степной сурок (байбак) *M. bobak* Muller, 1776. У байбаков выделяют три подвида: европейский (*M.b.bobac* Muller,1776), распространенный в европейской части страны от Харьковской до Оренбургской области; казахстанский (*M.b.schaganensis* Bashanov, 1930), распространенный от Саратовской и Оренбургской областей на восток до Павлодарской и Карагандинской и приволжский (*M.b.kozlovi* Fokanov, 1966), распространенный в Саратовской области и, считающийся самым крупным среди байбаков (Семихатова, 1965; Фоканов, 1966). По нашим материалам, выделение приволжского подвида спорно (Колесников и др., 1996).

Серый сурок или алтайский сурок (*M. baibacina* Kastschenko, 1899) похож на байбака и тарбагана, но его шерсть длиннее и мягче, чем у них. Образует 4 слабо дифференцированных подвида. *M. b. baibacina* Kastschenko, 1899 распространен на Алтае, Сауре, Тарбагатае, Казахском мелкосопочнике. Сурки Казахского мелкосопочника иногда выделяются в самостоятельный подвид — *M. b. aphanasievi* Kuznetsov 1965. *M. b. ognevi* Skalon, 1950 по размерам и интенсивности окраски занимает промежуточное положение между предыдущими подвидами. Распространен в высокогорье Алтая. *M. b. centralis* Thomas, 1909 обитает в горах Тянь-Шаня.

У **тарбагана** или монгольского сурка (*M. sibirica* Radde, 1862) выделяют два подвида, также слабодифференцированных. Обыкновенный тарбаган (*M. s. sibirica* Radde, 1862) населяет Восточную Монголию, Китай, Российское Забайкалье. Хангайский тарбаган *M. s. caliginosus* обитает в Тыве, Западной и Центральной Монголии.

Сурки рассматриваемых видов обитают в степях, остепненных участках горных систем и альпийских лугов Евразии.

Внешне эти виды очень сходны. Различаются они небольшими отличиями в окраске. Размеры этих сурков уменьшаются с запада на восток.

Сурки - моногамы, живут семьями и колониями, поэтому элементарной репродуктивной ячейкой популяции байбаков надо считать семейные пары. Для оценки внутривидовых механизмов регулирования численности необходимо рассматривать совокупность семейных групп - колонию сурков.

Сурки тесно привязаны к своему семейному кормовому участку.

Спаривание и размножение у сурков происходит в норе до выхода на поверхность после спячки. Подготовка гонад к весеннему размножению у сурков начинается в конце лета до залегания в спячку;

В семье сурков размножается только одна пара взрослых сурков;

Структура семьи сложна, помимо доминантных взрослых особей в семье могут жить дети в возрасте старше 1 года («квартиранты»). «Квартиранты» - еще неполовозрелые звери; созрев, «квартиранты» не могут ужиться с родителями в одной семье и уходят искать себе пару и семейный участок. Покинув родительскую нору, они становятся «мигрантами»;

В балочном типе поселения перераспределение и расселение мигрантов имеет ряд преимуществ (направленность вдоль водотоков, возможность использовать субоптимальные уголья, как станции переживания) перед диффузным типом поселения.

Глава 4. Ресурсы степного, серого и монгольского сурков

Данные других исследователей свидетельствуют о том, что грандиозные изменения ресурсов байбака отмечались со времен формирования вида. По археологическим свидетельствам в доисторический период, некоторыми авторами (Зими́на, Герасимов, 1971,1974,1980; Динесман, 1982, 1983; Капитонов, 1966) отмечались взлеты и падения численности под влиянием естественных природных катаклизмов. В период с XVII в. до середины XX в. шло антропогенное вытеснение байбака из европейских степей (Браунер, 1923; Кириков, 1966, 1980, 1983; Варшавский, 1967). В современный период под влиянием антропогенных факторов происходят два разнонаправленных процесса - увеличение ресурсов европейского байбака и сокращение ресурсов казахстанского байбака (Абеленцев, 1975; Шубин и др., 1978; Токарский и др., 1991, и мн. др.). Масштабы сокращения ресурсов байбака в результате освоения целинных земель Казахстана были оценены автором как шестикратные (Колесников, 1997).

К настоящему времени ресурсы байбака остаются значительными, несмотря на сильное их сокращение в результате хозяйственной деятельности человека. Всего численность байбака составляет не менее 3206 тысячи особей, из них европейский байбак насчитывает около 414 тысяч, а казахстанский - 2792 тысячи особей.

По учетам 1961-1965 гг. (Бибиков, 1965; Капитонов, 1966), в Казахстане обитало около 300 тысяч серых сурков. В целом ресурсы серого сурка еще значительны, особенно в сыртовых зонах Киргизии и Алтая (Деревщиков, Ешелкин, 1989; Осадчий, 1993), где имеются массивы с промысловой плотностью. По материалам 60-х годов прошлого столетия, ресурсы серого сурка оценивались в 1,6 млн. особей (Бибиков, 1967).

Ресурсы серого сурка не претерпели значительных изменений. По материалам Всесоюзного учета сурков (Ресурсы сурков...,1985) и учетным работам в Монголии (2007-2009 гг.), суммарно ресурсы серого сурка можно оценить в 1567 тысяч особей.

Расчеты ресурсов тарбаганов в Монголии позволяют оценить их общую

численность в размере около 7 млн. особей, а возможно существовавшую в оптимальные периоды численность (в результате суммарной оценки жилых и нежилых семейных участков сурков) – около 20 млн. особей. Она согласуется с данными других авторов по численности на начало 90-х гг. прошлого столетия (Wingard, Zahler, 2006). В России обитает около 90 тысяч особей этого вида.

Суммарные ресурсы тарбагана составляют около 7113 тысяч особей.

Обширные материалы по распределению сурков изучаемых видов позволяют экстраполировать их на необследованные части ареалов. С привлечением литературных данных (Бибиков, Зими́на, 1983; Бибиков, 1989; Машкин и др., 2010, и мн. др.), они позволяют оценить в целом ресурсы степного, серого сурков и тарбагана в конце XX и начале XXI столетий (табл. 2). Несмотря на существенное сокращение в исторически обозримом прошлом, ресурсы сурков изучаемых видов довольно велики. Ориентировочное соотношение ресурсов евроазиатских сурков показывает, что на долю степного, серого сурков и тарбагана приходится более 90% численности всех сурков, обитающих на материке (рис. 1).

Таблица 2

Общая оценка численности степного, серого сурков и тарбагана

	<i>M. bobak</i>	<i>M. baibacina</i>	<i>M. sibirica</i>
Россия	382000	236500	90000
Украина	139000		
Казахстан	2685000	129500	
Монголия		930000	7023000
Киргизия		271000	
Итого	3206000	1567000	7113000
Всего	11886000		

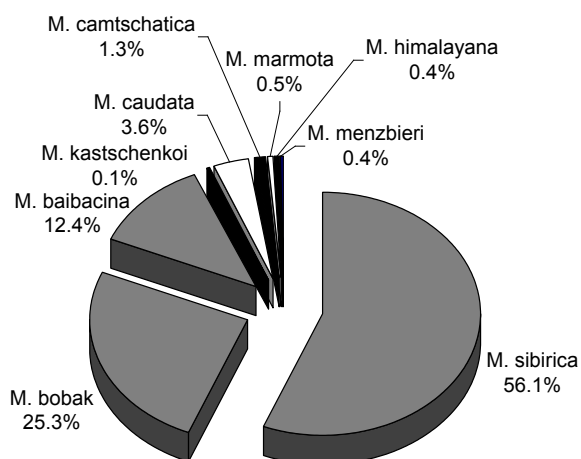


Рис. 1. Соотношение ресурсов сурков разных видов в Евразии.

Глава 5. Использование сурков

Сурки обладают многими полезными для человека свойствами. Помимо красивой, теплой и хорошо имитируемой под различные меха шкуры, зверек имеет легко усваиваемое, с высокими гастрономическими свойствами мясо. Высокие лечебные свойства имеют жир, желчь, бурый жир, печень и другие продукты этих грызунов (Машкин и др., 2010).

Отчетливо выражены возрастные различия количества продукции от одной особи. Сравнительно мало накапливают жир сеголетки (табл. 3), что обусловлено продолжающимся ростом их тела. Перед спячкой у сеголеток отношение массы жира к массе тела, по сравнению с другими возрастными группами зверей, меньше в 2-2,5 раза и составляет около 15%.

Далеко не все продукты промысла сурка участвуют в товарообороте. Однако, если выделить те, которые закупаются, можно рассчитать стоимость получаемой продукции от одного добытого сурка). Норма изъятия в зависимости от мощности колонии сурков может составлять до 6 – 18%, то есть, ресурсы в размере 12 миллионов сурков позволяют добывать до 1,2-1,8 миллионов особей в год,

Таблица 3

Масса сурков за 3-20 дней до залегания в спячку, г.

Регион	Возраст*	Особей	Масса			Особей	Масса		
			тела	жира	мясной тушки		тела	жира	мясной тушки
			Самцы				Самки		
Воронежская область	0+	63	2954±966	557±286	1100±285	66	2729±636	484±204	967±205
	1+	24	5880±1063	1563±323	2150±303	23	5451±714	1613±484	1884±313
	Ad	66	6791±1232	1826±571	2579±306	48	6025±1064	1667±692	2139±362
Харьковская область	0+	259	3444±875	431±357	1257±490	266	3422±814	457±233	1202±285
	1+	30	6942±1203	1569±577	2501±385	24	6436±713	1699±526	2060±251
	Ad	223	7593±947	1675±458	2826±416	150	6652±821	1872±506	2201±283
Республика Татарстан	0+	39	2377±423	383±98	1132±72	42	2313±415	310±136	1018±173
	1+	9	6696±716	1669±334	2395±321	12	6614±782	1091±264	2235±428
	Ad	53	7505±1202	1827±430	3097±535	44	8428±888	1827±455	2351±297
Целиноградская область, Казахстан	0+	162	2146±54	171±36	771±17	153	2098±53	183±49	603±28
	1+	243	3399±64	755±31	1458±52	265	3263±76	780±68	2098±56
	Ad	1365	4997±25	963±86	2236±46	1378	4369±104	880±116	1804±89

* 0+ (сеголетки); 1+(годовалые); Ad (≥2 лет)

Глава 6. Предпосылки управления популяциями сурков

Выживаемость. Судить о благополучии колонии сурков можно по величине воспроизводства и выживаемости. В идеальной ситуации со стабильными условиями можно предположить, что убыль и прирост популяции равны. Однако, в реальности мы имеем дело с изменяющимися условиями среды и в результате сталкиваемся с флуктуациями численности стабильных популяций, с примерами прогрессирующих и регрессирующих группировок.

Многолетние наблюдения за помеченными байбаками позволяют определить средний уровень выживаемости сурков для ряда популяций и сравнить их.

Сурков различных возрастов можно объединить по уровню выживаемости в несколько групп (рис. 2), поскольку этот показатель связан с важнейшими этапами в жизни зверя.

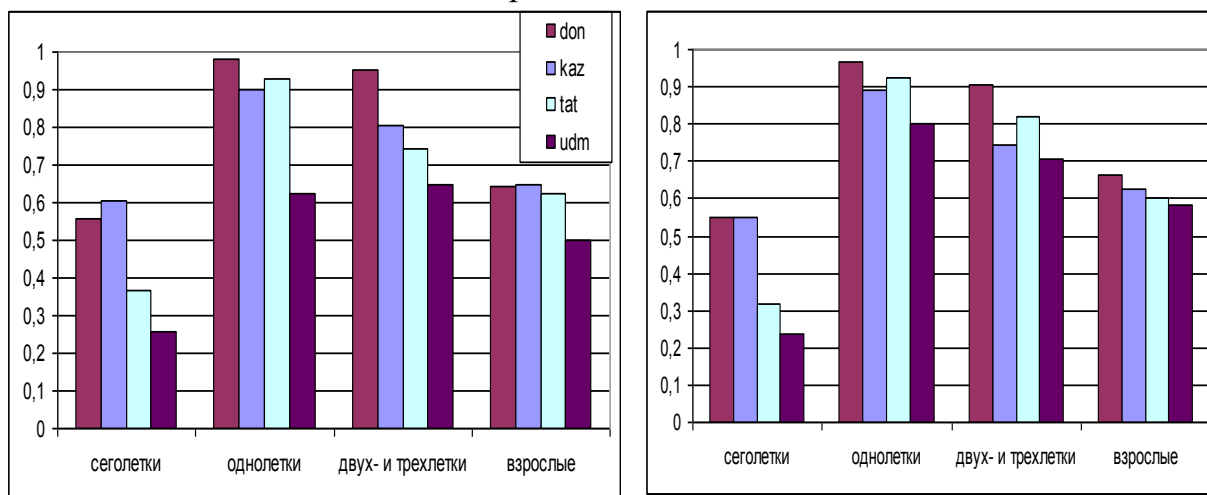


Рис. 2. Выживаемость половозрастных групп различных популяций байбаков. Слева – самцы; справа самки. don – Россия, Воронежская область, Кантимировский район; kaz – Казахстан, Акмолинская область, Ерментауский район; tat – Россия, Татарстан, Азнакаевский район; udm – Россия, Удмуртия, Каракулинский район.

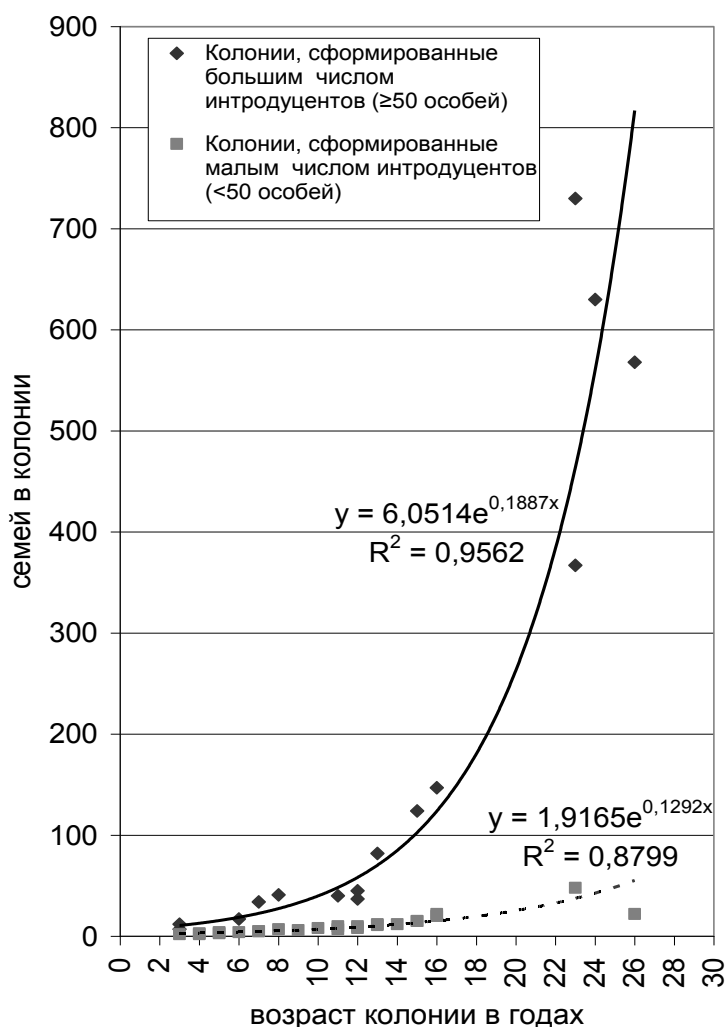
Можно предположить, что возможности выживания байбаков находятся примерно в пределах между таковыми донских и удмуртских популяций. Определение пределов этого показателя имеет принципиальное значение для моделирования популяций байбаков и могут быть применимы по отношению ко многим представителям рода *Marmota*.

Анализируя выживаемость сурков, можно заключить, что условия их жизни довольно стабильны. Наиболее ощутимый урон поголовью сеголетков наносят естественные враги и климатические явления. Так, в 1988-1989 гг. в Целиноградской области от хищников и других причин в первое лето жизни погибло 28% от числа родившихся байбачат. Аналогичные результаты получены по серому сурку на Тянь-Шане А.А. Михайлютой (1988). У тарбагана до 34,2% сеголетков погибают от хищников до своей первой спячки (n=22 семьи). По данным наших исследований, общие потери популяций сурков от хищников оцениваются как: 4,7-5,2% у европейского байбака, 9,2-10,1% у казахстанского байбака, 4,9-9,4% у серого сурка, до 12,6% у тарбагана.

Размер минимальной жизнеспособной группировки. Проблема определения размера минимальной жизнеспособной группировки очень важна для сбережения ресурсов диких животных в целом и сурков в частности. Понимание того, каким должен быть размер устойчивой группировки, дает возможность контролировать ситуацию. Это один из ключевых моментов,

характеризующих пластичность вида и его способность к выживанию.

Обращает на себя внимание различная динамика развития новых колоний. Искусственные колонии байбака растут вначале довольно медленно и малозаметно. В одних случаях примерно с 12-го сезона наблюдается бурный рост, в других – колония почти не растет, а иногда, внезапно, прекращает свое существование. В качестве примера, в диссертации приводятся данные, полученные в двух группировках, которые находятся практически в одинаковых условиях, а места их локализации отстоят друг от друга на расстоянии 90 км и находятся на одной широте. Отличаются они исходным числом переселенцев – основателей колонии – первая началась с 7, вторая – с 2 семей. Динамика развития колоний сильно отличалась. В первом случае через 23 года колония разрослась до 271 семьи, другая за 18 лет – до 6 семей. Второй случай расселения нельзя назвать неуспешным, но различия роста количества семей в поселении существенные.



Чтобы подтвердить существование таких двух типов развития, мы сравнили размеры разновозрастных колоний байбака. Для достоверного сравнения отобраны случаи с примерно равными условиями переселения, когда сурки выпускались однократно в подготовленные места с интенсивным выпасом скота (около 100 условных голов крупного рогатого скота на 1 км²). Искусственные колонии разных возрастов, сгруппировались в две различные группы, отличающиеся количеством интродуцентов (Рис. 3).

Рис. 3. Зависимость размера искусственных колоний в Донских степях России от их возраста

Наилучшим образом динамика численности растущих колоний описывается экспонентой ($y=ae^{bx}$), где первый коэффициент показывает стартовое значение - количество семей образованных в начале. Исходя из этого,

можно предположить, что бурно развивающиеся поселения произошли примерно от 6 (5-8) семей, а вяло развивающиеся - от 2-3 семей. Очевидно, 2-3 семьи не достаточно для обеспечения хорошего развития колонии и, в лучшем случае, образованные поселения балансируют на грани существования. Интересно то, что даже если колония дорастает до «критической массы» в 6 семей, она не меняет динамику развития.

Мы полагаем, что здесь существенно вмешивается влияние факторов разнообразия имеющегося генофонда. В пользу этого предположения свидетельствует полезность повторных выпусков, повышающих генетическое разнообразие. Эта гипотеза объясняет практическое отсутствие неудач переселения при повторных подпусках.

Особенности расселения. По результатам наблюдений меченых сурков в зоне симпатрии серого и монгольского сурков (Монголия, Баян-Улгийский аймак), можно высказать предположение, что подрастающие и взрослеющие особи вытесняются основателями семей на верхние ярусы рельефа (рис. 4).

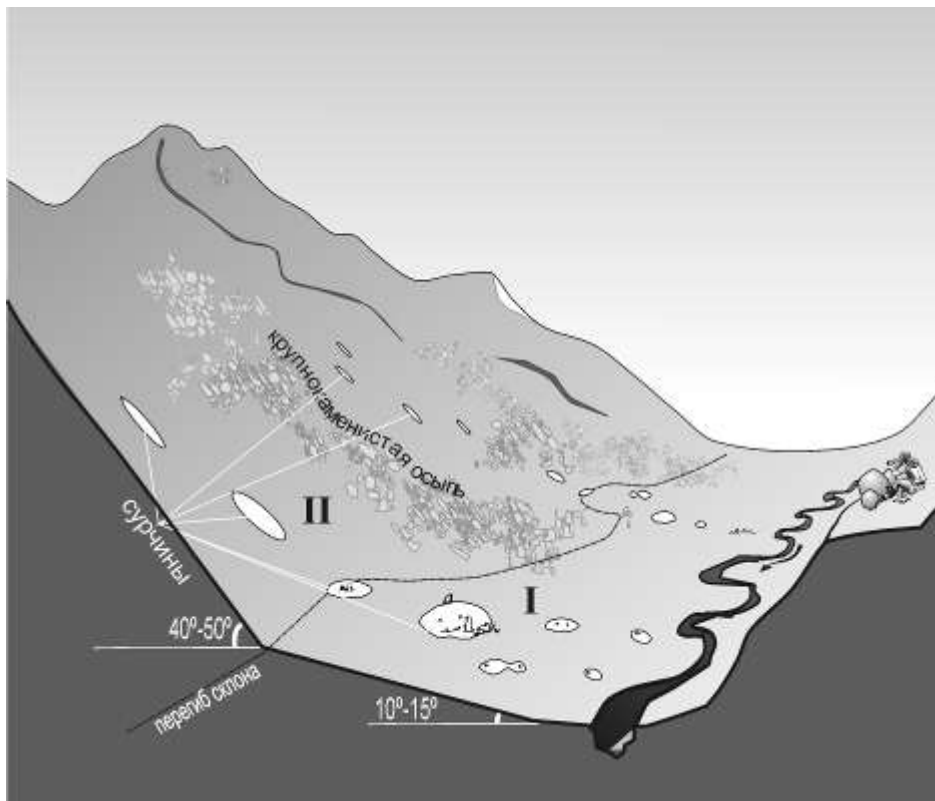


Рис. 4. Типичный вариант использования рельефа долины горной реки сурками. I – нижняя часть участка, II – верхняя часть участка.

При наличии комплекса достаточных условий для обитания сурков в верхней части склона, там образуются новые семейные участки. Верхние ярусы занимают

сурками не регулярно, что, казалось бы, можно объяснить сезонными вертикальными перемещениями сурков по склону вслед за вегетирующей растительностью. Однако, иногда обитаемые семейные участки отмечали и на верхнем и на нижнем ярусе одновременно в течение всего периода наблюдений (1,5-2 месяца). Очевидно, освоение малопригодных местообитаний в верхних этажах долин осуществляется повзрослевшими детьми резидентов лучших (нижних) участков. В тоже время отмечено, что выселяемые звери, при первой возможности, предпочитают занимать нижние участки, освобождаясь в

результате естественной убыли среди резидентов оптимальных местообитаний. Такое поведение дает предпосылки для дифференциации долин горных рек, в условиях отсутствия преследования со стороны человека, на более предпочтительные (нижние части склонов) и менее предпочтительные (верхние) местообитания для сурков.

Наблюдаемые элементы агонистического поведения между доминантными особями и взрослеющими детьми дают основание предположить, что отселение из семейных групп происходит не добровольно, а по агрессивной инициативе доминирующих особей. В литературе не встречено обсуждения этого момента жизнедеятельности изученных видов, за исключением похожих форм поведения у американских полигамных желтобрюхих сурков (Webb, 1961).

Корма. В кормовых предпочтениях сурков не выявлено специфичности по видовому составу. Сурки - типичные зеленояды. Кормовая специализация заключается в избирательном поедании отдельных частей растений, находящихся в начальной стадии роста и развития. Особенно охотно сурки поедают отаву. Анализ питания диких сурков байбаков в различных частях их ареала показал, что при хороших кормовых условиях взрослый сурок потребляет максимально до 700 ккал обменной энергии и 35-50 г переваримого протеина. В среднем же в сутки они получают от 300 до 500 ккал обменной энергии и 15-35 г переваримого протеина (Евреинов, 1993). Установлено, что сезонная потребность семьи сурков (на примере тарбаганов) из 5-6 взрослых особей составляет 81-97 кг (сухая масса) корма, содержащего 20-28% "сырого" протеина, 3-4% жира, около 45% безазотистых экстрактивных веществ и 20-25% клетчатки (Мухамедьянов, 1990; Середнева, 1991).

Под влиянием антропогенных факторов изменяется структура растительного покрова. На Украине (в Луганской области) и в Воронежской области России хорошо прослеживается действие антропогенных факторов на видовую структуру растительного покрова (Лавренко, Дохман, 1933; Алексеев, 1946; Гребенщиков, 1973), а через нее - на кормовые условия местообитаний и, наконец, на плотность населения семей. В ежегодно распахиваемых местообитаниях средняя плотность населения семей наиболее низка - около 7 семей/км². Со времени первоначальной распашки (конец 50-х - начало 60-х гг.) к концу 80-х гг. более 90% семейных участков в этих местообитаниях были заброшены сурками. Сохранившиеся участки размещаются в понижениях рельефа, где благодаря сравнительно хорошей влагообеспеченности создаются удовлетворительные кормовые условия. Размещение семей сурков на полях подчиняется тем же закономерностям, что и на целине (рис. 5).

В удовлетворительных (периодически выкашиваемых) местообитаниях средняя плотность населения семей составляет 20 семей/км², изредка встречаются заброшенные участки. В хороших (с выпасом скота) местообитаниях плотность населения семей наиболее высока - до 30 семей/км², причем все семейные участки постоянно заняты.

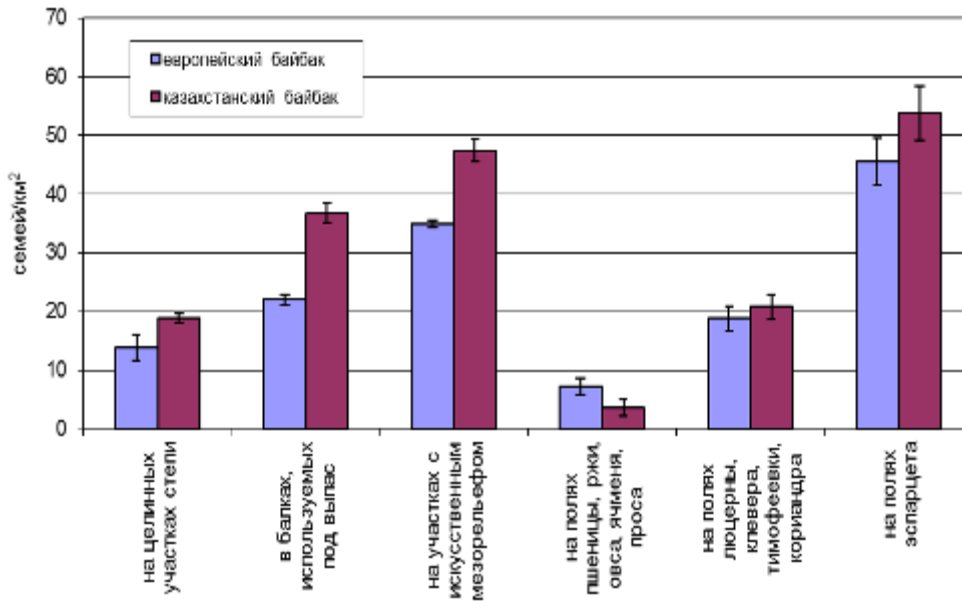


Рис. 5. Показатели средней плотности населения байбаков в различных местообитаниях.

Влияние выпаса скота. Связь сурков степей с интенсивным выпасом скота неоднократно отмечалась в наших публикациях (Колесников, 1997; Kolesnikov, 2007; Машкин, Батулин, Колесников, 2010) и работах других авторов (Абеленцев, Самош, Динесман, 1971; Бибикив, 1967, 1989; Токарский и др., 2006, и мн. др.)

В результате проведенных исследований удалось установить зависимость плотности населения местообитаний сурков от интенсивности выпаса (рис. 6) и зависимость активности размножения от интенсивности выпаса. Например, в Воронеже она описывается линейной зависимостью с уравнением $y = 0.1732x + 25.56$ (коэффициент аппроксимации $R^2 = 0.9$), что дает возможность прогнозировать влияние интенсивности выпаса скота на колоний сурков.

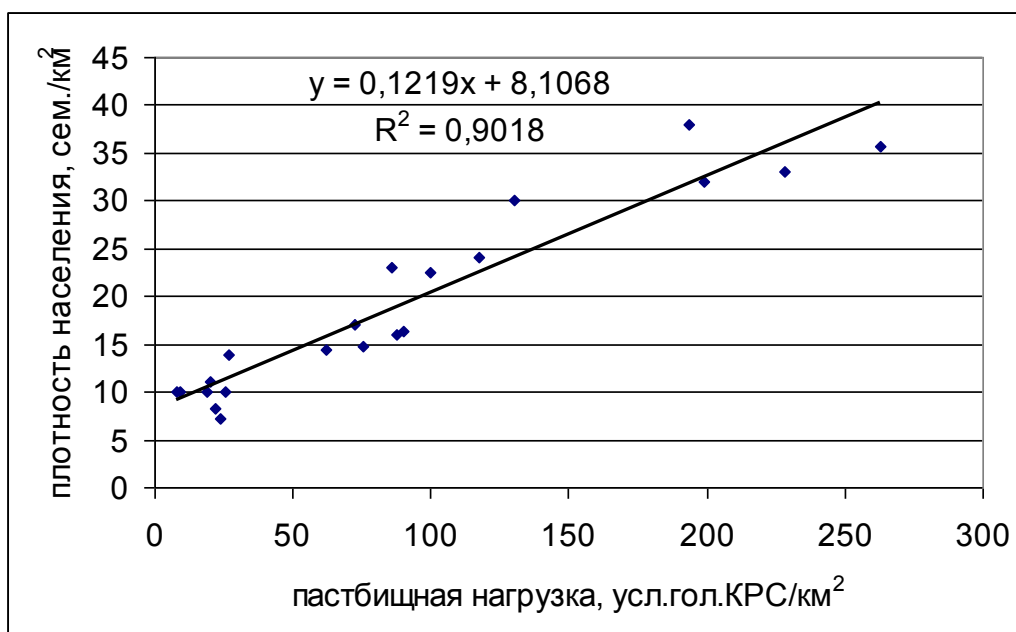


Рис. 6. Зависимость пастбищной нагрузки в Воронежской области и плотности населения байбаков

Эксперименты по замещению этого фактора (интенсивного выпаса скота) на

другой (позднеосенние контролируемые палы) прошли успешно и достигли похожих результатов. Это дает возможность субъектам управления популяциями сурков не зависеть от сокращения поголовья скота.

Влияние охоты. Экспериментальные исследования на промысловых участках выявили обратную зависимость активности размножения семейных пар изученных видов сурков от плотности населения взрослых особей в колонии (рис. 7)

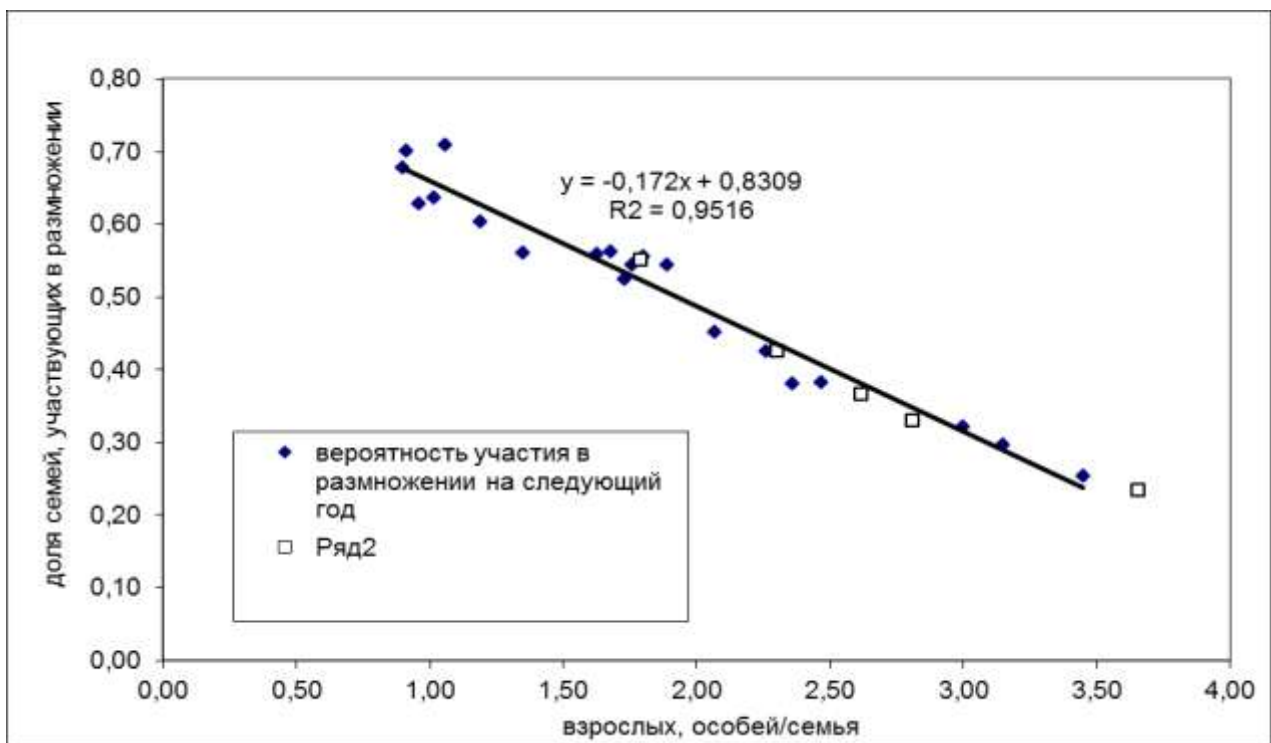


Рис. 7. Зависимость вероятности размножения брачных пар сурков от среднего количества взрослых сурков в популяции перед спячкой (промысловая популяция в Ерментауском районе Целиноградской области). Ряд 2 - показатели для группировок сурков других видов и из других локализаций.

Реальная активность воспроизводства (A) в популяции, кроме вероятности участия в размножении, во многом зависит от доли уцелевших в результате промысла семей:

$$A=V/D, \quad \text{где}$$

V - вероятность размножения семейной пары сурков, D - доля семей уцелевших от промысла.

При промысле разрушение пар может зависеть от многих причин: от исходного возрастного состава поселения, от количества изъятых взрослых сурков и т.п. Однако, в конечном итоге важно, сколько взрослых сурков останется в колонии после промысла. Эта зависимость, по нашим данным, носит экспоненциальный характер, поскольку наилучшим образом (коэффициент аппроксимации равен 0,9) описывается уравнением $y=1,2686e^{-x}$

$0.8331x$, где y - доля разрушенных семейных пар, x - среднее количество взрослых особей на семью (рис. 8).

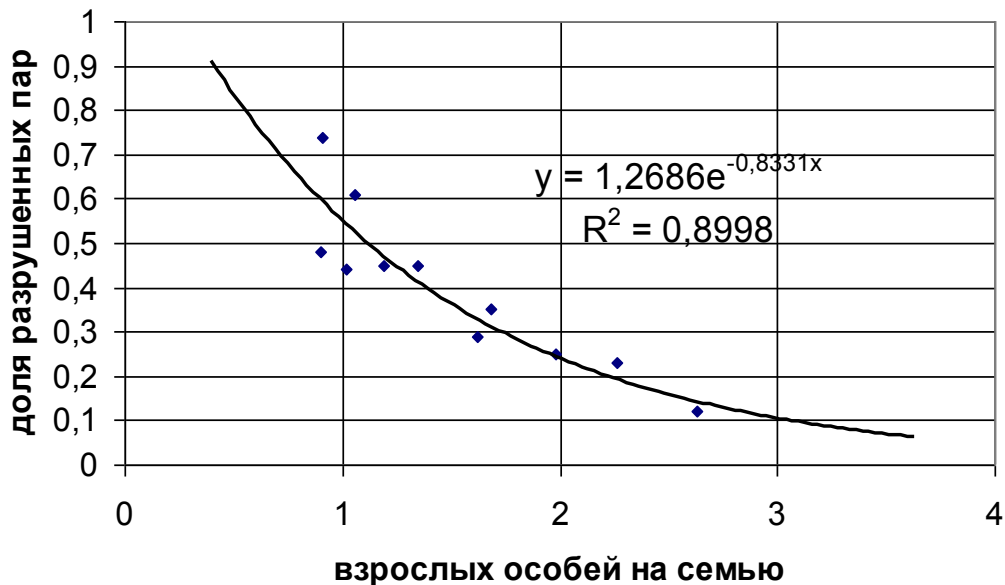


Рис. 8. Зависимость доли разрушенных промыслом семейных пар сурков от среднего количества взрослых особей в семьях (y - доля разрушенных семейных пар, x - среднее количество взрослых особей на семью, R^2 - величина достоверности аппроксимации).

Глава 7. Построение имитационной модели популяции

Модели довольно успешно используются для изучения различных процессов в экосистемах, организмах и популяциях (Вольтерра, 1976; Орлов и др., 1986, Коросов, 2002). Сурок, как оседлый зверь, «привязанный» к своему семейному участку и колонии очень удобен для прогнозирования с помощью имитационной модели популяции. Попытка моделирования для сурка была предпринята А.В. Дежкиным (1993), но она показала невозможность построения модели без учета популяционных механизмов, принципов ротации особей в поселении, закономерностей воспроизводства и прочих составляющих. Применение имитационных моделей популяций (Жигальский, Белан, 2006а, 2006б; Коросов, 2002, и др.) редко касалось эксплуатируемых группировок охотничьих животных. Между тем, такой инструмент прогнозирования мог бы существенно помочь субъектам управления популяциями сурков (охотпользователям, реакклиматизаторам, работникам заповедников и пр.)

Создание модели популяции сурков в среде MS Excel позволяет количественно прогнозировать изменения численности и возрастной структуры на несколько лет вперед. При этом необходимо: разделить популяцию на функционально-возрастные классы, достаточные для описания ротации особей в популяции; отразить в модели популяционные механизмы саморегуляции

численности; описать алгоритмы основных динамических процессов, обеспечивающих существование и развитие популяции.

Самой важной структурной единицей является семья. На эту ячейку (на семью) удобно соотносить количество зверей всех классов, то есть структуру колонии можно выражать как среднее количество зверей i -того класса, приходящегося на одну семью.

В модели популяции сурков были выделены функционально-возрастные категории (классы). В дальнейшем показатели классов обозначены цифровыми и буквенными индексами.

Первая категория образована сеголетками (0). Вторую категорию образуют годовалые особи (1) – особи прошлого года рождения.

Наибольшую сложность представляет выделение категорий среди двух- и трехгодовалых особей. Они могут оставаться жить с родителями, могут стать мигрантами и могут стать партнерами репродуктивных пар. Термин «мигрант» вполне понятен и удобен для обозначения зверей, покинувших родительскую семью и еще не образовавших репродуктивные пары. В противоположность им, зверей, остающихся в родительских семейных группах, условно назовем «квартирантами». Поэтому третью и четвертую категории образуют квартиранты: зверьки в возрасте двух ($2K$) и трех ($3K$) лет. Если особь созревает в половом отношении, то она покидает родительскую семью и становится мигрантом. Мигранты образуют пятую, шестую и седьмую категории, куда входят зверьки в возрасте двух ($2M$), трех ($3M$) и четырех ($4M$) лет. Восьмую, девятую и десятую категории образуют зверьки в возрасте двух (2), трех (3) лет и старше (ad), образующие воспроизводственное ядро популяции (семейные пары).

Для каждого из этих функционально-возрастных классов используются усредненные показатели выживаемости и строительной способности (т.е. способности строить норы).

По результатам многолетних наблюдений на стационарах за мечеными зверьями установлено, что количество «квартирантов» на семью в популяции близко из года в год. Поэтому, показатель количества зверей классов $2K$ и $3K$ на одну семью в неопромышленной популяции условно принято за константу (ID_{iK}).

Динамику модели популяции обеспечивают несколько процессов:

1) Процесс выживания. Особенности выживания сурков изучались многими исследователями (Фаранд и др., 1997; Oli, Armitage, 2002; Kolesnikov, 2003, и др.). Поскольку выживаемость – вероятность выжить в какой-то период времени, процесс можно описать как произведение количества особей и показателя выживаемости.

$$N_i^t = N_i^{t-1} \cdot SW_i, \text{ где}$$

N_i^t - количество особей i -того класса после спячки; N_i^{t-1} - количество особей i -того класса до спячки; SW_i - выживаемость i -того класса во время

спячки;

Для обозначения летней элиминации необходимо ввести летнюю выживаемость (SS).

$$N_i'' = N_i \cdot SS_i, \text{ где}$$

N_i'' - количество особей i -того класса перед предстоящей спячкой;
 N_i - количество особей i -того класса после весеннего перераспределения;
 SS_i - выживаемость i -того класса в период сезона наземной активности.

На этом этапе в модель можно вводить подток или отток мигрантов, действие охоты или отлова для дальнейшего расселения, вводя значения переменных показателей для соответственных функционально-возрастных классов с нужным знаком.

2) Процесс перераспределения.

Цель моделирования весеннего перераспределения – определение количества особей в функционально-возрастных классах для текущего сезона наземной активности от момента появления молодняка до периода подготовки к спячке.

Выжившие после зимней спячки особи становятся старше на один год и стремятся занять новое место в популяционной структуре (повысить или удержать социальный статус). В первую очередь восстанавливаются разрушенные семейные пары. У членов брачных пар самый высокий статус и для восстановления репродуктивных пар используются взрослеющие сурки возрастов 3 (N_{3K}^I), 2 (N_{2K}^I) и перезимовавшие однолетки (N_1^I). Перезимовавшие сеголетки (N_0^I) становятся однолетками (N_1).

Оставшиеся после восстановления репродуктивных пар звери N_1^I переходят в классы квартирантов возраста 2 (N_{2K}) и мигрантов возраста 2 (N_{2M}). Размер N_{2K} ограничивается пределом той максимальной доли, которая встречалась в стабильных неэксплуатируемых популяциях (ID_{2K}), а оставшиеся после этого N_1^I переходят в N_{2M} .

Оставшиеся после восстановления репродуктивных пар квартиранты возраста 2 (N_{2K}^I) точно так же перераспределяются в N_{3K} (в соответствии с ID_{3K}) и N_{3M} .

Звери N_{3K}^I , не участвовавшие в восстановлении репродуктивного ядра популяции, становятся N_{4M} .

Для описания перераспределения, по результатам наших исследований, необходимо ввести величину Q – показатель недостатка основателей семей (партнеров репродуктивной ячейки) в результате элиминации:

$$Q = (N_{ad}'' + N_3'' + N_2'') - (N_{ad}' + N_3' + N_2')$$

При перераспределении Q могут восполнить звери возрастов 4 (Q_4 формирующиеся из N_{3K}^I), 3 (Q_3 из N_{2K}^I), 2 (Q_2 из N_1^I), то есть:

$$Q = Q_4 + Q_3 + Q_2$$

В итоге результаты перераспределения определяются по формулам:

$$N_{ad} = N_{ad}^I + N_3^I + Q_4,$$

если $Q_4 = Q$, то остаток N_{3K}^I (если он есть) переходит в N_{4M} . Если $Q_4 < Q$, то все N_{3K}^I без остатка идут на восстановление репродуктивных пар.

$$N_3 = N_2^I + Q_3,$$

если $Q_4 + Q_3 = Q$, то остаток N_{2K}^I (если он есть) переходит в N_{3K} (не превышая ID_{3K}) и N_{3M} . Если $Q_4 + Q_3 < Q$, то все N_{2K}^I идут на восстановление репродуктивных пар.

$$N_2 = Q_2,$$

Если $Q_4 + Q_3 + Q_2 = Q$, то остаток N_{1I}^I (если он есть) переходит в N_{2K} (не превышая ID_{2K}) и, если еще остались перезимовавшие однолетки, они переходят в N_{2M} . Если $Q_4 + Q_3 + Q_2 < Q$, то все N_{1I}^I идут на восстановление репродуктивных пар.

Для оставшихся классов перераспределение зверей в модели идет по формулам:

$$N_{3K} = N_{2K}^I - Q_3 - N_{3M}; \quad N_{2K} = N_1^I - Q_2 - N_{2M}; \quad N_{4M} = N_{3K}^I - Q_4; \quad N_{3M} = N_{2K}^I - Q_3 - ID_{3K}; \\ N_{2M} = N_1^I - Q_2 - ID_{3K}; \quad N_1 = N_0^I.$$

Осеннее перераспределение происходит по тем же принципам. Оно имеет большое значение только для искусственно создаваемых поселений (после выпуска или дополнительного подпуска зверей) и популяций, где ведут отлов. Отлов или подселение зверей подставляем на место летней выживаемости, а перераспределение происходит аналогично весеннему. Все перераспределения в среде Excel описываются с помощью логических функций. На схеме (рис. 9) представлены возможности перехода сурков в процессе взросления из одного функционально возрастного класса в другой.

3) Создание новых семей.

Сурки, как правило, предпочитают обитать в границах своей колонии, занимая освобождающиеся семейные участки, но при наличии свободных подходящих территорий постепенно их осваивают. В частности, последние полвека этот процесс прогрессирует в Европе, особенно в результате реакклиматизации не только байбака, но и альпийского сурка (Le Varre, 1994).

Выжившие мигранты, объединяясь попарно, образуют семьи в новых построенных норах. Поэтому важным процессом в динамике популяции является строительство новых семейных зимовальных нор, обживание новых семейных участков и создание новых семей.

Строительная способность (B) выражает возможность особи за сезон создать нору с некоторой степенью завершенности. Способность особей строить норы изменчива и зависит от нескольких факторов: структуры грунта, его влажности, количества помех в строительстве и пр. Этот показатель можно сделать регулируемым вручную для подбора нужной величины.

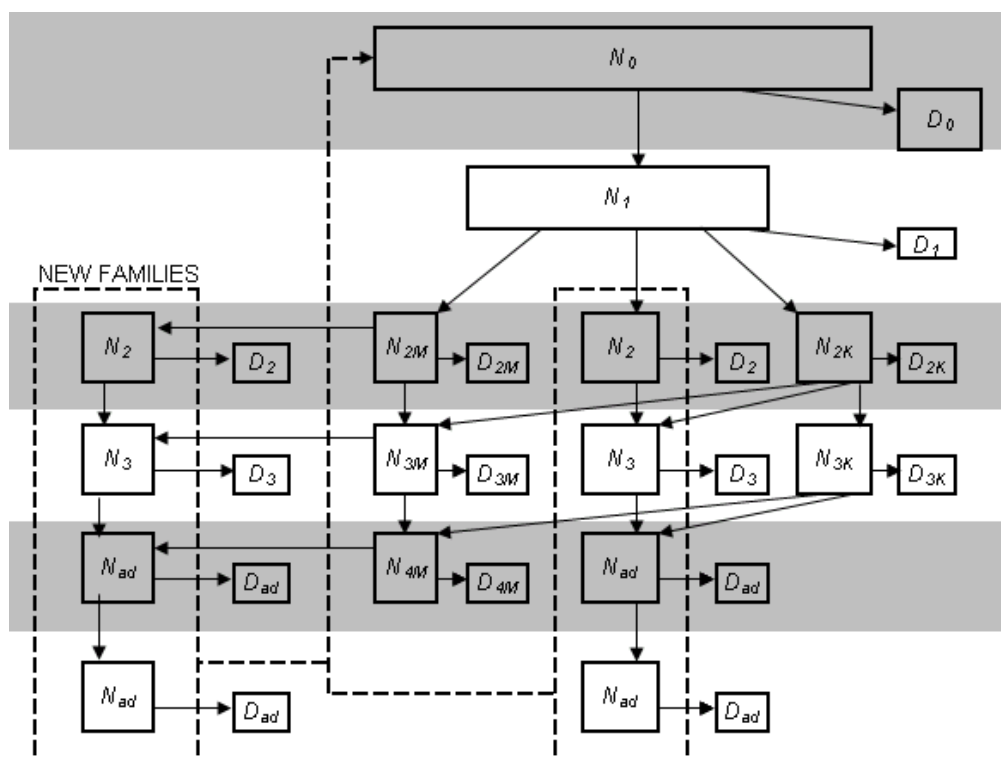


Рис. 9. Схема возможных переходов сурков из одного функционально-возрастного класса в другой при естественной ротации стада. N_i – когорта i -того класса; D_i – элиминация.

Исходя из наших наблюдений, наибольшую активность в строительстве новых нор проявляют мигранты 2-х, 3-х летнего возраста. Эти молодые энергичные зверьки в некоторых случаях успевали построить зимовальную нору с достаточной степенью завершенности. От этого максимального значения (1 зимовальная семейная нора за сезон наземной активности) можно выражать строительную способность остальных классов, как долю от лучших строительных способностей.

Итоги процесса строительства нор подводятся в модели к осени, поскольку важно определить, какая часть мигрантов станет резидентами и повысит свою выживаемость перед спячкой.

После заполнения емкости местообитания популяции (колонии) выживаемость мигрантов к весне сводится к нулю. Они либо покидают территорию популяции, либо погибают. Это важный популяционный механизм регулирования численности через отторжение "лишних" зверей (Глушков и др., 1999).

Накопление построенных нор (ND) описывается формулой.

$$ND = \sum (N_i \cdot B_i), \text{ где}$$

B_i – строительная способность i -того класса

4) Воспроизводство

Для описания закономерности размножения автором был проведен сложный многолетний эксперимент. Принцип этой закономерности определен механизмами гуморального регулирования численности популяции (Дэвис, Христиан, 1974).

В модели воспроизводство может рассчитываться на основе двух функций: линейной функции вероятности размножения в неразрушенных

семьях $f_1(x)$ и экспоненциальной функции разрушаемости семейных пар в популяции $f_2(x)$.

Число рожденных вычисляется по формуле

$$N_0 = F G f_1(x) f_2(x), \text{ где}$$

F – число воспроизводственных ячеек (семей); G – средний размер выводка (в нашем примере равен 4,244); x – среднее число взрослых на одну семью; $f_1(x)$ – функция, описывающая вероятность размножения брачных пар байбаков; $f_2(x)$ – функция, описывающая долю разрушенных семейных пар.

Все описанные элементы были включены в блок-схему годового цикла социально-демографических процессов в нужной последовательности, установлены были и регулирующие операнды.

Схема цикла начинается с осени, поскольку для определения количества новорожденных необходимо знать плотность взрослых и полувзрослых зверей в популяции перед залеганием в спячку. Поэтому начальной численностью будет N^{H-1} – численность популяции перед спячкой.

Существуют переменные, необходимые только для отдельных случаев. Важной переменной из них является показатель рассредоточения («разбегаемость») сурков после выпуска. Эта переменная плохо прогнозируется и сильно отличается в каждом конкретном примере. Даже при соблюдении всех инструкций и рекомендаций по выпуску зверей пока нельзя быть уверенным, какая часть сурков разбежится, а какая – останется. Зверей в таком состоянии условно можно назвать вынужденными мигрантами (i_{CM}). В модель эти переменные показатели можно ввести как летнюю выживаемость вынужденных мигрантов.

В модели необходимы операнды, контролирующие соответствие выживаемости мигрантов с наличием свободного места для новых семейных участков. Условно считается, что если количество семей достигает порогового значения, все мигранты покидают колонию – для этой колонии они элиминируют полностью (выживаемость равна нулю).

Для удобства и наглядности динамики в модели вводится необходимый «счетчик семей» (F), который на всех этапах подсчитывает количество семей в популяции и отражает это в удобном для оператора месте. При его создании необходимо учесть, что количество новых семей должно определяться не только количеством построенных нор, но и количеством возможных пар половозрелых сурков в колонии. Если у нас будет нечетное количество половозрелых зверей, то число семей, соответственно, будет

$$F = \frac{(N_p - 1)}{2}, \text{ где } N_p - \text{ число основателей семей}$$

В том случае, если нор построено меньше этого количества, то лишние звери, не имеющие убежищ, станут мигрантами. Если же нор больше, чем нужно, то остаток нор переходит в следующий цикл.

Блок-схема одного годового цикла имеет вид, отраженный в рис.10.

Чтобы исследовать алгоритмы модели, нужны значения стартовых

показателей модели, ориентируясь на которые в дальнейшем будет осуществляться оценка адекватности модели. Получение таких данных достаточно трудоемко из-за того, что большую часть времени сурки проводят в норах и недоступны для наблюдения. Наблюдения за мечеными зверями позволяют определить такие данные. Здесь приводится для примера только один набор «стартовых показателей» (табл. 4), рассчитанный по результатам наблюдений за колонией сурков в 122-126 семей на протяжении 5 лет.

Таблица 4

Средние показатели популяции сурков (Казахстан, Целиноградская обл., Ерментауский р-н), необходимые для построения имитационной модели

Функционально-возрастной класс	Структура популяции, особ./сем. (n=619)	Доверительный интервал для уровня значимости 0,05	п, особей	Выживаемость к весне (SW)	Доверительный интервал для уровня значимости 0,05	п, особей	Выживаемость к осени (SS)	Доверительный интервал для уровня значимости 0,05	Строительная способность* (B), зимовальных нор/сезон
0	1,40±0,44	0,0347	84	0,486±0,134	0,029	88	0,744±0,201	0,042	0,006
1	0,68±0,36	0,0284	44	0,932±0,040	0,012	46	1,0		0,03
2K	0,63±0,03	0,0024	31	0,903±0,027	0,01	31	0,981±0,012	0,004	0,04
3K	0,07±0,01	0,0008	12	0,822±0,030	0,017	12	0,923±0,021	0,012	0,04
2	-		31	0,903±0,028	0,01	31	0,944±0,024	0,008	0,04
3	0,18±0,03	0,0024	12	0,822±0,106	0,06	12	0,913±0,066	0,037	0,04
ad	1,82±0,04	0,0032	67	0,887±0,098	0,032	67	0,983±0,016	0,032	0,02
2M	0,32±0,18	0,0142	35	0,451±0,231	0,077	35	0,610±0,222	0,074	1
3M			26	0,400±0,204	0,078	26	0,610±0,222	0,085	1
4M			4	0,443±0,096	0,094	4	0,610±0,222	0,218	0,5
0CM	по результатам выпуска		54	0,304±0,148	0,039	55	0,825±0,115	0,03	0,15
1CM	по результатам выпуска		22	0,465±0,108	0,045	24	0,545±0,237	0,043	0,75
2CM	по результатам выпуска		20	0,451±0,124	0,054	18	0,330±0,195	0,09	1
3CM	по результатам выпуска		18	0,400±0,178	0,082	18	0,330±0,195	0,09	1
adCM	по результатам выпуска		32	0,443±0,243	0,084	35	0,330±0,195	0,065	0,5

*- экспертная оценка

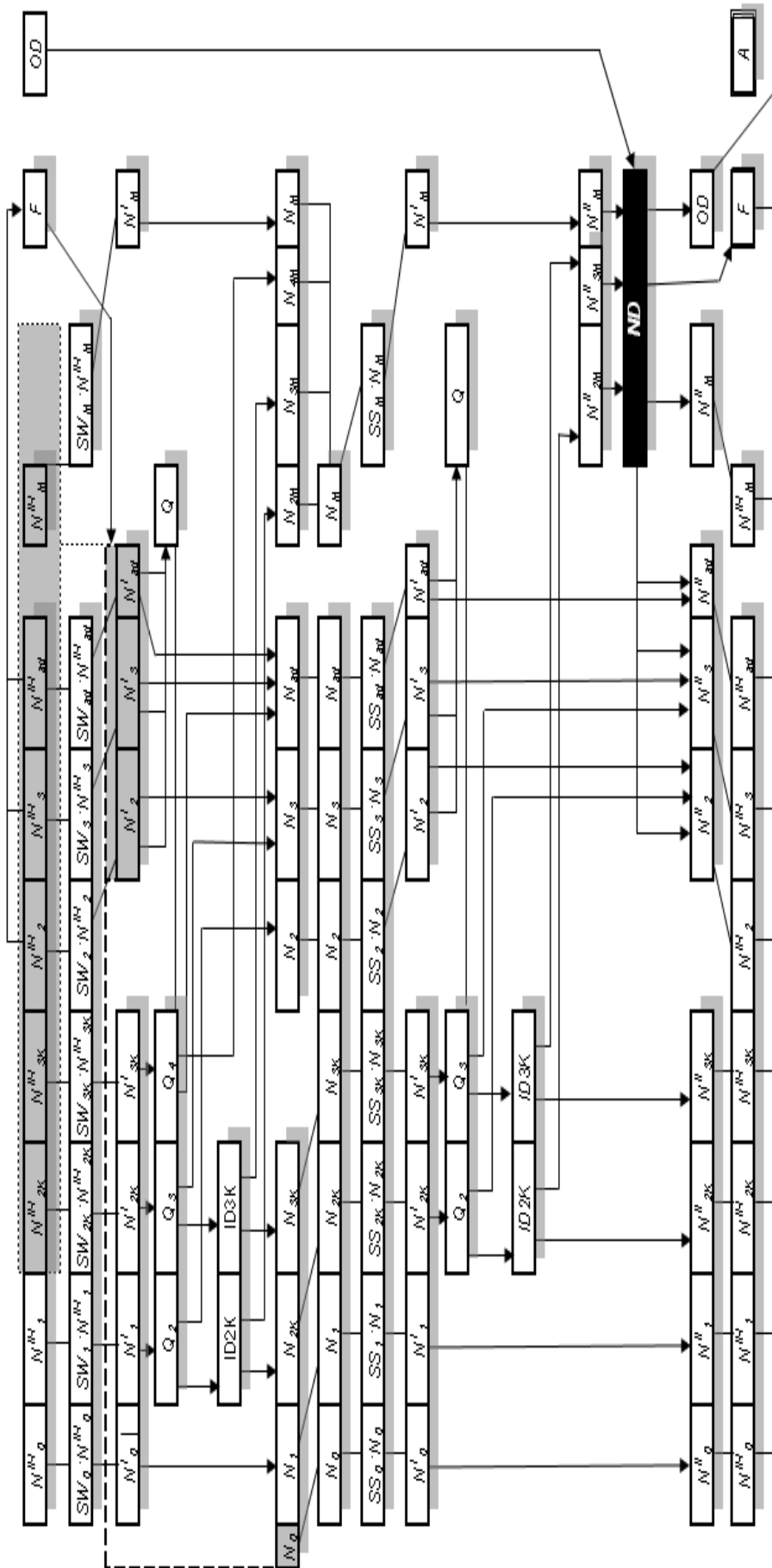


Рис. 10. Принципиальная блок-схема годового цикла имитационной модели популяции сурков. NP_i - количество особей i -того класса до спячки; Ni - количество особей i -того класса после спячки; SW - выживаемость i -того класса после спячки; NPi - количество особей i -того класса перед предстоящей спячкой; Ni - количество особей i -того класса после весеннего перераспределения и появления молодняка; SSi - выживаемость i -того класса в период сезона наземной активности; $IDiK$ - предельное количество квартирантов в семье; Q - недостаток основателей семей (вакансии); $Q4$ - вакансии, занимаемые четырехлетками; $Q3$ - вакансии, занимаемые трехлетками; $Q2$ - вакансии, занимаемые двухлетками; ND - накопление построенных зимовальных нор; OD - остаток зимовальных нор; F - счетчик количества семей; A - контроль адекватности модели; стрелками обозначены отношения при перераспределении; линиями - прямой переход, пунктирной линией - отношения, влияющие на воспроизводство.

Правильно построенный блок ячеек (формулы), соответствующий одному циклу (рис. 8) в среде Excel можно дублировать, получая следующий год развития колонии. Прделав это многократно, можно получить сценарий прогноза развития популяции.

При разрастании колония полностью заполнит емкость местообитания, ее структура должна стремиться к "идеальной" (установленной в самом начале) структуре (табл. 4). Если этого не происходит, то надо искать ошибку в синтаксисе программы.

Переменные параметры (такие, как строительная способность, «разбегаемость», и др.), можно корректировать вручную, но Excel позволяет это делать автоматически с помощью функции сервиса «Поиск решения» или «Подбор параметра» (Коросов, 2002).

Полезен блок контроля адекватности (А) модели (Коросов, 2002). Модель можно тестировать, сравнивая текущую структуру с исходной (идеальной) структурой или с фактическим материалом.

Глава 8. Использование прогнозов модели на практике

Адекватность конкретной имитации проверяли с помощью коэффициентов корреляции (Коросов, 2002). По функционально-возрастным классам коэффициенты изменяются в пределах 0,88-0,99.

Хорошее приближение модели к фактическим данным показывает F-тест (0,83-0,99) и хи-квадрат-тест (0,89-0,99). Мы проверяли адекватность модели, построенной на средних показателях популяции сурков Казахстана, сравнивая ее данные с показателями трех наблюдаемых молодых колоний и с данными других авторов (Машкин, 1991; Шубин, 1991).

Прогноз динамики искусственной популяции, соответствующей северовосточным районам Акмолинской области отображен на рис. 11.

Для проверки модели в других условиях были взяты результаты учетов сурков 1993 и 2004 гг. в Воронежской и Волгоградской областях. В материалах наших учетов были данные о разновозрастных колониях с примерно одинаковыми стартовыми параметрами, созданных искусственно в результате реакклиматизации. Подставив в модель стартовые показатели структуры популяции, получили прогноз роста исследуемых колоний и сравнили его с данными учетов (рис. 12). Это сравнение показывает, что число семей в модели увеличивается с меньшей скоростью, чем в реальных популяциях. Проанализировав динамику развития в модели, мы пришли к выводу, что необходимо сделать поправку для строительной способности, показателя, который достаточно трудно замерить в природных условиях. Его проще подбирать методом перебора или с помощью функции «подбор параметра». Мы предположили, что условия для строительства нор в европейской части ареала более благоприятны, чем в Северном Казахстане, и выполнили автоматическую корректировку. После корректировок была получена модель, адаптированная к условиям жизни придонских популяций.

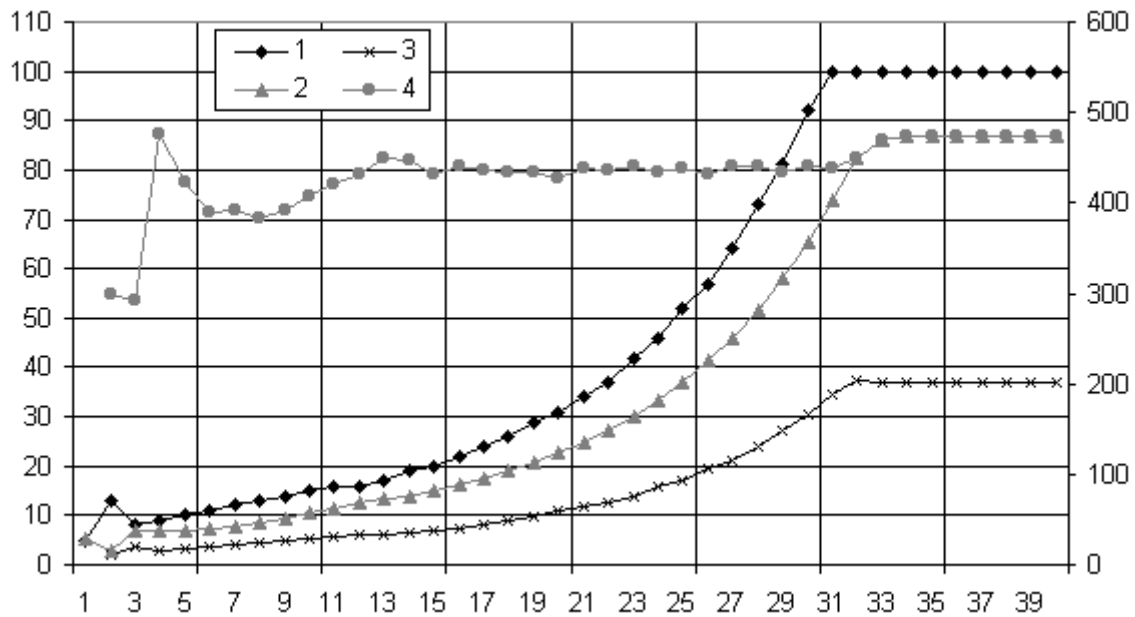


Рис. 11. Демографическая динамика в модельной популяции сурков для северо-восточных районов Акимовской области. Ось абсцисс – годы; I ось ординат – количество семей; II ось ординат – количество особей; кривые: 1 – количество семей в моделируемой популяции, 2 – количество семей с выводком, 3 – количество особей в моделируемой популяции, 4 – средний размер семьи, среднее количество особей/100 семей.

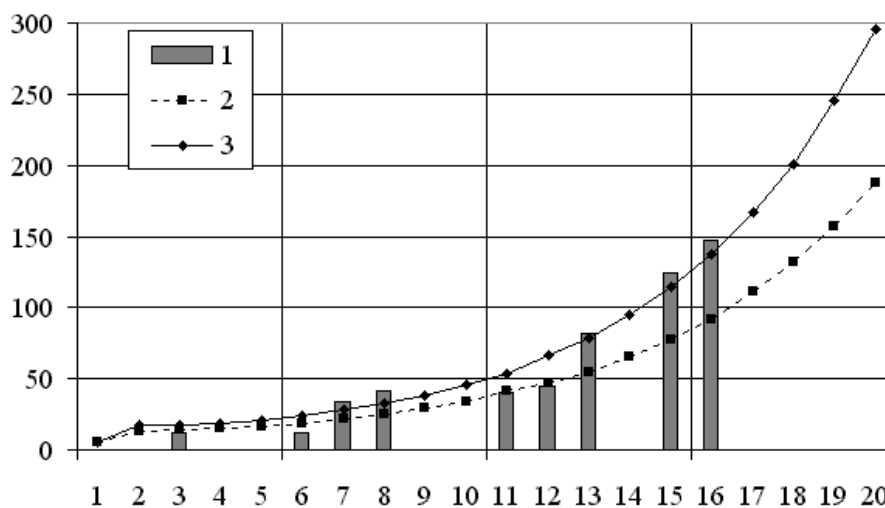


Рис. 12. Сравнение динамики количества семей в модели и размеров реальных колоний сурков разного возраста Воронежской и Волгоградской областей. Ось абсцисс – годы, ось ординат – количество семей, графики: 1 – фактический размер искусственных колоний разного возраста; 2 – скорость роста модельной колонии до корректировки; 3 – скорость роста модельной колонии после корректировки.

Проверка F-тестом прогноза количества семей в модели показала удовлетворительный результат (на уровне вероятности 73%).

В качестве еще одного примера проверки модели можно привести материалы по акклиматизации сурка в Удмуртии (рис. 13). Они интересны тем, что, во-первых, это акклиматизация, в результате которой была создана самое северное поселение байбака, а не реакклиматизация, во-вторых, тем, что, не дождавшись стабилизации колонии, там был проведен отлов сурков для дальнейшего расселения в республике. В связи с этим появилась возможность отработать реакцию модели на искусственное изъятие. Сравнение ожидаемых и фактических величин по критерию χ^2 для таких показателей как количество семей в колонии, количество семей с выводком, количество особей в колонии дали значения 0,999, 0,952, 0,861 соответственно, что значительно меньше критических значений χ^2 при доверительном уровне 0,01 (Вознесенский, 1969). В связи с этим, можно считать, что между прогнозами модели и фактическими данными нет существенных отличий, и мы можем с большой долей вероятности прогнозировать последствия такого вмешательства.

Случай акклиматизации сурка в Удмуртии интересен еще и тем, что отлов сурков проводили два года подряд, вызвав сокращение числа семей в колонии. Тем не менее, эту сложную ситуацию модель симулировала (рис. 11), в результате чего мы имеем возможность воссоздать динамику популяции в годы, когда наблюдений в данном регионе не осуществлялось.

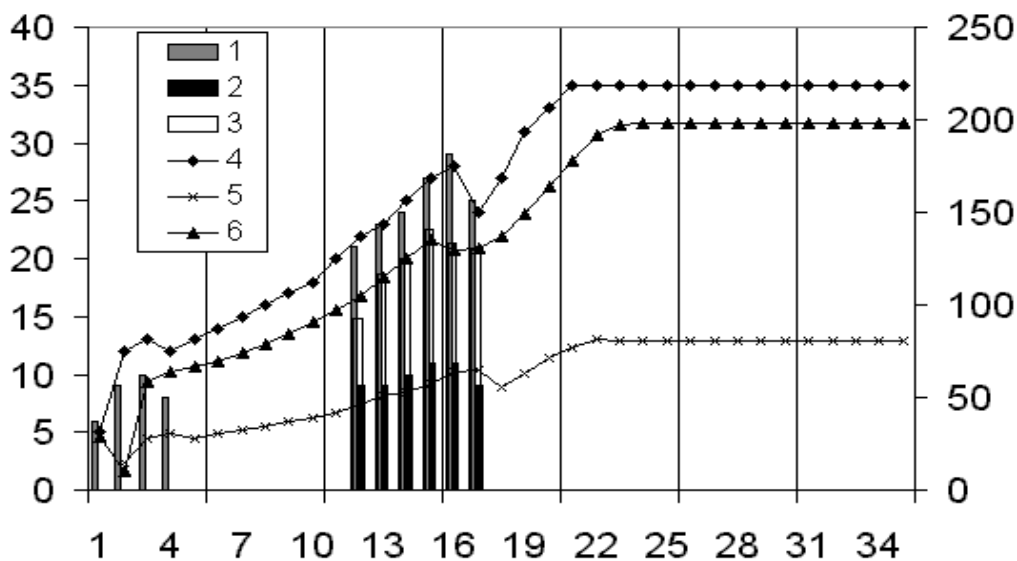


Рис. 13. Сравнение динамики ряда демографических показателей, полученных в результате модельных расчетов с данными популяции акклиматизированных сурков в Удмуртской Республике. Ось абсцисс – годы; I ось ординат – количество семей; II ось ординат – количество особей; графики: 1 – количество семей в популяции, 2 – количество семей с выводком в популяции, 3 – количество особей в популяции, 4 – количество семей в модели, 5 – количество семей с выводком в модели, 6 – количество особей в модели.

Используя модель как инструмент, мы сравнили воспроизводственные возможности популяции монгольских сурков с таковыми у популяций других

видов в сходных виртуальных условиях. Сравнительным сценарием была задана ситуация развития популяции в местообитаниях с предельной емкостью 1000 семей из небольшой партии акклиматизантов (50 особей). Это позволило сравнить воспроизводственный потенциал разных популяций по скорости развития имитаций.

Полученные результаты показывают, что потенциал восстановления тарбагана наибольший из сравниваемых популяций. Преимущества популяций тарбагана в основном заключаются в том, что, во-первых, семейные группы монгольского сурка в среднем чуть меньше по размеру, чем у байбаков. Во-вторых, условия Монголии благоприятны для сурков по режиму использования пастбищ скотоводами этой страны (интенсивный выпас скота – порядка 100-300 условных голов КРС на 1 км²), что очень благоприятно для сурков. Надо учитывать, что на практике восстановление популяций сурков в недавно покинутых местообитаниях проходит легче, чем акклиматизация в новых местх. Все это позволяет популяции тарбаганов освоить емкость местообитаний колонии за меньшее время. Если казахстанская популяция степного сурка освоит предоставленную ей емкость местообитаний в 1000 семейных участков примерно на 38-39-й гг. развития, популяция европейских байбаков - на 30-31-й сезон, то тарбаганы могут справиться с этой задачей на 26-27-й год.

Использование модели, как инструмента ретроспективного описания и анализа данных, при сравнении популяционных показателей абсолютно неопромысляемой популяции и популяции в местах с не подорванной численностью сурков, хотя часть группировки отлавливалась и использовалась монголами традиционно («для еды») показало особенности восстановления эксплуатируемых группировок. Используя функцию подбора параметров, мы подобрали размеры несанкционированного изъятия, которая достроила имитацию. Установлено, что традиционная нагрузка не превышает 10% (в среднем 9,63%) от численности группировки тарбаганов. С такой эксплуатацией колонии тарбагана справляются, чуть увеличив интенсивность производства.

Используя возможности имитационной модели для ретроспективной реконструкции, как это применялось другими исследователями (Жигальский, 1983, 1984), рассмотрен процесс истребления тарбаганов в начале XXI века. Расчеты по модели показали, что при неконтролируемой заготовке шкур сурка на востоке Монголии, среднее ежегодное изъятие составило 42%. Это поставило группировки тарбаганов на грань выживания и, по прогнозам имитаций, если запрет промысла не будет строго выполняться, то оставшиеся поселения исчезнут. При строгой охране имитация прогнозирует восстановление колоний тарбагана примерно к 2023-2026 гг. Однако худшие прогнозы, сделанные в 2007 г. по результатам учетов, подтверждаются наблюдениями 2008-2010 гг.

Любопытно, что суммарное изъятие за 5 лет бурного, неорганизованного промысла примерно равно рациональному изъятию за 8 лет. Если к этим пяти

годам добавить 20-23 сезона, необходимые для восстановления популяции при полном запрете охоты, то окажется, что безущербные технологии за этот период продуктивнее в 3-4 раза.

Принципиально модель подтвердила свою работоспособность в нескольких имитациях. Чтобы создать новую имитацию для любой конкретной группировки сурков на основе этой модели нужно:

- определить исходную структуру функционально-возрастных классов соответственно новому примеру (хотя бы в первом приближении), исходя из имеющихся данных;
- вписать эту структуру в матрицу и добиться стабильности этой структуры по годовым циклам, незначительно корректируя уровень смертности функционально-возрастных классов, выполняя и анализируя моделирование (скорректированная структура принимается за оптимальную);
- условия имитаций вводятся в соответствующее место алгоритма и осуществляется прогнозирование на необходимое количество годовых циклов модели.

Выводы

Обобщив накопленный опыт управления популяциями степного, серого сурков и тарбагана, можно сказать, что люди использовали довольно широкий спектр управленческих концепций (истребление, эксплуатация, расселение) по отношению к этим ресурсам и часто добивались своих целей. Ресурсы сурков для человека остаются привлекательными и сегодня. Имеющийся опыт необходимо использовать для рационального и более осознанного управления, обеспечивающего воспроизводство этих ресурсов и устойчивого существования популяций этих видов. Осуществлять такое управление наиболее перспективно с привлечением имитационного моделирования популяций животных. Вариант имитационной модели разработан и успешно проверен на популяциях сурков в природных условиях. Односложный рецепт эффективного управления создать невозможно. Алгоритм осознанного управления заключается в последовательном формировании основных принципов управления охотпользователем для каждой популяции, вовлеченной в хозяйствование, от цели и концепции до конкретных актуальных методов управления.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Ресурсы степного, серого сурков и тарбагана распределены в равнинных и горных степях Евразии. Ресурсы байбака достигают более 3,2 миллиона особей. Численность серого сурка составляет около 1,5 миллионов особей. Самая большая численность из сурков Евразии - у тарбагана и насчитывает более 7 миллионов особей. Суммарная численность трех видов составляет

около 12 миллионов особей. Их рациональная эксплуатация обеспечит долгосрочное использование этого ресурса.

2. Неравномерность распределения ресурсов и сокращение ареалов этих видов в основном обусловлена антропогенным влиянием. Наиболее отрицательно на ресурсы сурков влияет распашка, истребление и неумеренная добыча, а наиболее положительно сказывается интенсивный выпас скота. Стравливание копытными высокотравья и кустарников обеспечивает обзорность и лучшие кормовые условия суркам. Альтернативой интенсивному выпасу для успешного существования популяций сурков могут быть контролируемые позднеосенние палы. Значительное влияние антропогенного фактора определяет возможность управления популяциями сурков.
3. По математической модели рассчитан и наблюдениями в природе подтвержден минимальный размер популяций, необходимый для ее успешного развития и активного роста – не менее 6 семейных групп.
4. Активность воспроизводства в колонии:
 - а) обратнозависима от плотности населения взрослых особей в колонии перед уходом в спячку, предшествующей размножению,
 - б) зависит от сохранности семейных пар, которая может прогнозироваться экспоненциальной функцией;
 - в) зависит от выживаемости зверей. Усредненные показатели выживаемости по функционально-возрастным классам нескольких исследованных популяций варьируют в пределах: у сеголеток - от 25% до 61%; у годовалых особей - от 63% до 98%; у двух- и трехлеток, оставшихся в семье, - от 65% до 95% и у взрослых зверей - от 50% до 64%.
5. В результате исследований предложен алгоритм для имитационной детерминистской модели популяции сурков, объединяющий в себе изученные закономерности демографического развития колонии. Построен рабочий вариант имитационной модели колонии сурков. Её работоспособность проверена на нескольких имитациях, способных прогнозировать развитие поселения сурков на несколько десятков лет вперед или рассмотреть историю развития популяции ретроспективно на несколько лет назад.

В настоящее время, для степного и серого сурков, а также тарбагана актуальны методы управления, увеличивающие их ресурсы. В связи с этим предлагаются следующие меры:

1. Промысловое изъятие рекомендуется в сроки от 20 июля до 10 августа (в горах на две недели позднее), а квоту изъятия рассчитывать по имитационной модели. Для любительской охоты рекомендуется отстрел с сопровождением егеров в сроки после 10 августа и до залегания (в горах в те же сроки, что и промысловая охота), квоту изъятия необходимо рассчитывать по имитационной модели с учетом

доли подранков.

2. Наряду с используемыми в настоящее время биотехническими мероприятиями (охрана от браконьеров, расселение, создание искусственных нор, устранение вредоносного воздействия хищников) необходимо применять дополнительные: подкормку, сооружение насыпей-валов, использование интенсивного выпаса и контролируемых палов.
3. Реакклиматизировать сурка в необитаемые колонии из благополучных популяций с использованием научно обоснованных рекомендаций и с соблюдением требований Международной Конвенции по биоразнообразию.

Наиболее перспективными направлениями дальнейших исследований можно назвать создание методов оценки ресурсов сурка с применением дистанционного зондирования поверхности Земли и разработку бонитировки местообитаний сурков.

Основное содержание диссертации представлено в следующих публикациях автора:

Статьи в ведущих журналах, рекомендованных ВАК

1. **Колесников В. В.** Определение возраста сурков (*Marmota, Sciuridae*) по рисунку стертости жевательной поверхности зубов / В. И. Машкин, В. В. Колесников // Зоологический журнал. **1990**. Т. 69, вып. 6. С. 124-131.
2. **Колесников В. В.** Имитационная модель популяции степного сурка (*MARMOTA BOBAC MULL., 1776*) // Бюллетень МОИП. Отд. биол. **2008**. Т. 113, вып. 4. С. 11-18.
3. **Kolesnikov V. V.** Factors that lead to a decline in numbers of Mongolian marmot populations / V. V. Kolesnikov, O. V. Brandler, B. B. Badmaev, D. Zoje, Ya. Adiya // *Ethology, Ecology and Evolution*. **2009**. Vol. 21, No 3-4. P. 371-379.
4. **Kolesnikov V. V.** Folk Use of Marmots in Mongolia / V. V. Kolesnikov, O. V. Brandler, B. B. Badmaev // *Ethology, Ecology and Evolution*. **2009**. Vol. 21, No 3-4. P. 285-298.
5. **Колесников В. В.** Пищевые и лечебные свойства продуктов, получаемых от сурков / В. И. Машкин, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. **2009**. № 6. С. 25-30.
6. **Колесников В. В.** К вопросу о внутрисемейных взаимоотношениях сурков / В. В. Колесников, А. И. Свиных // Вестник Оренбургского государственного университета. **2010**. № 12. С. 69-73.
7. **Колесников В. В.** Оценка современного состояния ресурсов сурков (*Marmota, Sciuridae, Rodentia*) в Монголии / В. В. Колесников [и др.] // Бюллетень Московского общества испытателей природы Отд. биол. **2010**. Т. 115, вып. 5. С. 3-12.
8. **Колесников В. В.** Пространственное распределение серого сурка и

- тарбагана (*Marmota*, *Sciuridae*, *Rodentia*) в зоне симпатрии в Монгольском Алтае: биоакустический анализ / О. В. Брандлер, А. А. Никольский, В. В. Колесников // Известия РАН. Серия биологическая. **2010**. № 3. С. 380–384.
9. **Колесников В. В.** Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. **2010**. № 1. С. 26-29.
10. **Kolesnikov V. V.** Spatial distribution of *Marmota baibacina* and *M. sibirica* (*Marmota*, *Sciuridae*, *Rodentia*) in a zone of sympatry in Mongolian Altai: Bioacoustic analysis / O.V. Brandler, A.A. Nikol'sky, V.V. Kolesnikov // *Biology Bulletin*. **2010**. Т. 37. № 3. Р. 321-325.
11. **Колесников В. В.** Региональное государственное и муниципальное управление охраной и использованием животного мира: современное состояние и направление развития / М.Н. Андреев, В.В.Колесников // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока* № 4 (23), **2011** г. С. 74-79.
12. **Колесников В. В.** Мониторинг ресурсов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В.И.Машкин [и др.] // *Кролиководство и звероводство*. **2011**. № 3. С. 30-32.
13. **Колесников В. В.** Об отношениях сурков (*MARMOTA*) и преследующих их хищников / В.В.Колесников, В.И. Машкин // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока* № 5 (24), **2011** г. С. 53-57.
14. **Колесников В. В.** Перетопка жира зимоспящих зверей в бытовых условиях / В. В. Колесников // *Кролиководство и звероводство*. **2011**. № 4. С.25-30.
15. **Колесников В. В.** Возможности использования космических снимков для учета сурков / В.В. Колесников, Н.С. Кетова, О.В. Брандлер // *Теоретическая и прикладная экология*. **2011**. № 3, С. 12-18.

Монографии

16. **Колесников В. В.** Управление популяциями охотничьих животных / В. М. Глушков [и др.] ; ВНИИОЗ, РАСХН. Киров, **1999**. 212 с.
17. **Колесников В. В.** Акклиматизация и биотехния в системе управления популяциями охотничьих животных / В. М. Глушков [и др.] ; ВНИИОЗ, РАСХН. Киров, **2001**. 204 с.
18. **Колесников В. В.** Учеты и современное состояние ресурсов охотничьих животных / В. М. Глушков [и др.] ; ВНИИОЗ, РАСХН. Киров, **2003**. 140 с.
19. **Колесников В. В.** Учеты и ресурсы охотничьих животных России [Электронный ресурс] / В. М. Глушков, В. В. Колесников [и др.] ; под ред. В. И. Машкина ; ВНИИОЗ, РАСХН. Киров, **2009**. – электрон. диск (CD-ROM)
20. **Колесников В. В.** Экология, поведение и использование сурков Евразии / В. И. Машкин, А. Л. Батурин, В. В. Колесников / ВНИИОЗ, РАСХН, ВГСХА. Киров : Вятская ГСХА, **2010**. 254 с.

Свидетельства Роспатента

21. **Колесников В. В.** Охотничьи ресурсы: программный комплекс : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №

2009614399 Рос. Федерация / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников, М. А. Ларионова, В. А. Макаров, В. И. Машкин, А. П. Панкратов, В. Н. Пиминов, В. В. Росляков, А. А. Сеницын, М. С. Суханова, И. М. Сышев, В. В. Утробина, А. Д. Чесноков ; патентообладатель ГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, Россельхозакадемии. - 2009613293 ; заявл. 25.06.2009 ; зарегистр. в реестре программ для ЭВМ 20.08.2009.

22. **Колесников В. В.** Морфометрия сурков: свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2010620520 Рос. Федерация / Колесников В. В. ; правообладатель ГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, Россельхозакадемия. - 2010620410 ; заявл. 26.07.2010; зарегистр. в реестре программ для ЭВМ 17.09.2010.

Статьи в сборниках и журналах (не входящих в перечень ВАК)

23. **Колесников В. В.** Влияние карабинного промысла на популяцию сурков / В. И. Машкин, Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников // Экологическое нормирование промысла пушных зверей : сб. науч. тр. / ВНИИОЗ. Киров, **1990**. С. 103-112.
24. **Колесников В. В.** Обоснование рациональных сроков капканной добычи байбаков / Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников // Экологическое нормирование промысла пушных зверей : сб. науч. тр. / ВНИИОЗ. Киров, **1990**. С. 112-118.
25. **Kolesnikov V. V.** Resources of steppe marmot in the Ukraine / V. I. Maschkin, V. V. Kolesnikov, B. E. Zarubin // Aktual Problems of Marmots Investigation : collection of Scientific Articles / Marmots Investigation Committee. M. : ABF Publishing Hous, **1994**. P. 86-97.
26. **Колесников В. В.** Особенности технологии и эффективность добычи сурков / Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников, В. И. Машкин // Труды ВНИИОЗ № 1 (51) 2000 : Охотоведение. Экономика, организация, право / ВНИИОЗ, РАСХН. Киров, **2000**. С. 101-114.
27. **Kolesnikov V. V.** Some Peculiarities of Steppe Marmot Survival Rate // Adaptive Strategies and Diversity in Marmots / Publication of the International Marmot Network. Montreux-Lyon, **2003**. P. 169-171.
28. **Kolesnikov V. V.** Electronic Modelling of Population Number Dynamics of Steppe Marmots // Adaptive Strategies and Diversity in Marmots / Publication of the International Marmot Network. Montreux-Lyon, **2003**. P. 171-176.

Прочие публикации

29. **Колесников В. В.** О влиянии промысла на структуру популяции байбаков / В. И. Машкин, В. В. Колесников // Биология, экология, охрана и рациональное использование сурков : материалы Всесоюз. совещ. М., 1991. С. 54-56.
30. **Колесников В. В.** Промысел сурков в Казахстане : методическое пособие для охотников и специалистов / В. И. Машкин, Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников. Киров, **1991**. 113 с.
31. **Колесников В. В.** Ресурсы сурков Целиноградской области и их использование / В. И. Машкин, Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников // Биология,

- экология, охрана и рациональное использование сурков : материалы Всесоюз. совещ. М., **1991**. С. 62-67.
32. **Колесников В. В.** Изменения ресурсов байбака под влиянием хозяйственной деятельности человека : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.02.03 — звероводство и охотоведение. Киров, **1997**. 19 с.
33. **Колесников В. В.** Современные ресурсы байбака / В. И. Машкин, Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников // Вопросы прикладной экологии (природопользования), охотоведения и звероводства : материалы конф., посвящ. 75-летию ВНИИОЗ. Киров, **1997**. С. 129-131.
34. **Колесников В.В.** Моделирование колебаний репродукции в популяциях сурков // Биологические ритмы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 26-28 апр. 1999г., ГНП «Беловежская пуца», Беларусь. Брест, **1999**. С. 103-105.
35. **Колесников В. В.** Об успешности искусственного расселения байбаков в Воронежской области / В. И. Машкин, В. В. Колесников // Изучение и охрана биологического разнообразия природных ландшафтов русской равнины : сб. материалов Междунар. науч. конф. Пенза, **1999**. С.213-216.
36. **Колесников В. В.** Колонии байбака на севере европейской части его ареала // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию ВНИИОЗ (28-31 мая 2002 г.) / ВНИИОЗ, РАСХН. Киров, **2002**. С.260-262.
37. **Колесников В. В.** Первичное консервирование желчи на промысле байбака / В. В. Колесников, Б. Е. Зарубин // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении исчезающих степей Евразии : материалы II Междунар. конф. Чебоксары-М. : КЛИО, **2002**. С. 165. (Научные труды гос. природного заповедника «Присурский : Т. 9).
38. **Колесников В. В.** О связи деторождения и смертности у самок байбаков // Териофауна России и сопредельных территорий : материалы Междунар. совещ. / ИПЭЭ, РАН. М., **2003**. С. 170. (VII съезд Териологического общества).
39. **Колесников В. В.** Лекарственная и пищевая продукция промысла сурка / В. И. Машкин, В. В. Колесников, Б. Е. Зарубин // Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения : материалы Междунар. конф., 16-18 нояб. 2004 г., г. Киров / ВНИИОЗ, РАСХН, ИПЭЭ, РАН. Киров, **2004**. С. 72-74.
40. **Колесников В. В.** Территориальное распределение байбаков в различных типах местообитания // Млекопитающие как компонент аридных экосистем (ресурсы, фауна, экология, медицинское значение и охрана) : материалы Междунар.совещ., 24-27 мая 2004 г., Саратов / Саратовский филиал ИПЭЭ, РАН. М. : **2004**. С. 103-104.
41. **Колесников В. В.** Биотехнические мероприятия для степных сурков // Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана : материалы Всерос. науч.-практ. конф., 31 мая - 2 июня 2005 г. / ВГСХА, М-во с. х. РФ. Киров, **2005**. С. 117-120.

42. **Колесников В. В.** Расселение байбака в Воронежской области // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России : материалы науч.-практ. конф. / ВНИИОЗ, РАСХН [и др.]. М., **2005**. Разд. 3 : Биология, охрана и рациональное использование млекопитающих. С. 199-202.
43. **Колесников В. В.** О сохранении байбаков в условиях спортивной охоты // Териофауна России и сопредельных территорий (VIII съезд Териологического общества) : материалы Междунар. совещ., 31 янв. - 2 февр. 2007 г., г. Москва / ИПЭЭ, РАН [и др.]. М., **2007**, С. 211.
44. **Kolesnikov V. V.** On minimum vital population // The Marmots of Eurasia: Origin and Current Status : Proceedings of the Fifth International Conference on Genus Marmota. Tashkent, **2007**. P. 57-61.
45. **Kolesnikov V. V.** Resources of marmots in Russia / V. I Mashkin, V. V. Kolesnikov // The Marmots of Eurasia: Origin and Current Status : Proceedings of the Fifth International Conference on Genus Marmota. Tashkent, **2007**. P. 96-98.
46. **Колесников В. В.** Развитие трофейного дела в РФ: к вопросу о расширении списка трофейных видов охотничьих животных / М. С. Суханова, В. В. Колесников, И. С. Козловский // XXIX Международный конгресс биологов-охотоведов : сб. материалов, 17-22 авг. 2009 г., Москва. М., **2009**. Ч. 2. С. 289.
47. **Колесников В. В.** Состояние ресурсов охотничьих животных, их численность и добыча по регионам России в сезон 2007-2008 гг. : отчет о НИР [Электронный ресурс] / В. И. Гревцев, В. В. Колесников [и др.] <http://www.vniioz.kirov.ru/inst/structure/ohotres.html>
48. **Колесников В. В.** Бытовой способ перетопки жира зимоспящих зверей // Биологические ресурсы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Вятской ГСХА и 45-летию подготовки биологов-охотоведов, 3-5 июня 2010 г. Киров, **2010**. Ч. 1 : Охотоведение. С. 149-151.
49. **Колесников В. В.** Предложения по трофейной оценке новых видов в России / М. С. Суханова, В. В. Колесников, И. С. Козловский // Биологические ресурсы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Вятской ГСХА и 45-летию подготовки биологов-охотоведов, 3-5 июня 2010 г. Киров, **2010**. Ч. 1 : Охотоведение. С. 273-276.
50. **Kolesnikov V. V.** To capacity for application of satellite imageries for calculation of marmots in Mongolia / V. Kolesnikov, O. Brandler, S. Kapustina, Ya. Adiya // Ecological consequences of biosphere processes in the ecotone zone of Southern Siberia and Central Asia : Proceedings of the International Conference. Poster repots. Ulaanbaatar (Mongolia), September 6–8, 2010. Ulaanbaatar : Bembi san Publishing House, **2010**. Vol. 2. P.183-186.

Подписано в печать 20.09.2011
Формат 60x84 1/16. Гарнитура Times.
Усл.печ.л.2,0 Тираж 100.

Отпечатано в издательском отделе
ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова
610000, г. Киров, ул. Энгельса, 79
www.vniioz.kirov.ru