

© С.Н. ГАШЕВ

gsn-61@mail.ru

УДК 59.002

**ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ**

АННОТАЦИЯ. В работе на основе многолетних наблюдений за численностью мелких млекопитающих в различных природных зонах Западной Сибири показано, что особенности динамики численности мелких млекопитающих могут быть использованы для оценки естественных и антропогенных изменений состояния окружающей среды в системе регионального или локального экологического мониторинга. Исследования на протяжении более 40 лет свидетельствуют о наличии циклических волн численности мелких млекопитающих с периодами (P) около 3, 6 и 12 лет. Модель, составленная на основе суммирования циклических функций численности $Y=f(P)$ нескольких порядков вида: $Y=X_0+k_1*\sin(2\pi*(T_{i+1}-T_i)/P1)+k_2*\sin(2\pi*(T_{i+1}-T_i)/P2)+k_i*\sin(2\pi*(T_{i+1}-T_i)/Pi)$, которая отражает как внутривидовые плотностнозависимые механизмы авторегуляции, так и внешние для популяционной системы процессы, может быть использована для прогнозирования численности мелких млекопитающих как в академическом (для понимания механизмов адаптации и саморазвития систем), так и в прикладном (для нужд эпидемиологии, охотоведения, сельского хозяйства и т.д.) значении.

SUMMARY. Based on the long-term monitoring of the number of small mammals in various natural areas of Western Siberia, this work displays that certain peculiarities of population dynamics of small mammals can be used to evaluate the natural and anthropogenic environment changes in the system of regional or local environmental monitoring. Over 40 years of research prove the existence of cyclic waves of number of small mammals within the periods (P) of approximately 3, 6 and 12 years. The model is based on the summation of cyclic functions of population number $Y=f(P)$ of several orders: $Y=X_0+k_1*\sin(2\pi*(T_{i+1}-T_i)/P1)+k_2*\sin(2\pi*(T_{i+1}-T_i)/P2)+k_i*\sin(2\pi*(T_{i+1}-T_i)/Pi)$. It reflects both intra-population density-dependent mechanisms of self-regulation, and external processes. The model can be relied on for forecasting population of small mammals both in academic (for understanding the mechanisms of adaptation and self-development of systems) and applied (for epidemiology, hunting, agriculture, etc.) fields.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Динамика численности, мелкие млекопитающие, модель, прогнозирование, экологический мониторинг.

KEY WORDS. Population dynamics, small mammals, model, forecasting, environmental monitoring.

Введение. Изучение динамики численности животных является мониторингом (отслеживанием процесса), а значит, может являться элементом системы регионального экологического мониторинга среды. Принимая как аксиому тот факт, что динамика численности наряду с популяционными механизмами саморегуляции численности зависит от условий окружающей среды, мы можем рассматривать особенности ее в качестве критерия оценки этой среды, подверженной трансформациям под действием естественных или антропогенных факторов. В этом смысле динамика численности животных (например, годовые флуктуации [1]) является важным объектом экологического мониторинга не только в прикладном (для нужд эпидемиологии, охотоведения, сельского хозяйства и т.д.), но и в теоретическом плане.

Результаты. В настоящей работе мы на основе собственных многолетних данных и анализе литературного [2], [3] материала по динамике численности млекопитающих Западной Сибири постараемся осветить некоторые особенности использования этого показателя для оценки и прогнозирования в системе экологического мониторинга [4]. Прежде всего, нужно иметь в виду, что годовые и многолетние колебания численности млекопитающих во многом определяются естественными причинами. Так, например, В.С. Дьячков [5], С.А. Корытин [6] и др. опосредованно связывают их с 11-летними циклами солнечной активности (рис. 1 а). Поэтому далеко не всегда снижение или, наоборот, рост численности того или иного вида может свидетельствовать, скажем, о каком-то действии антропогенных факторов. В этом плане хорошо известен хрестоматийный пример изменения численности зайца-беляка и связанные с ними флуктуации численности рыси в Канаде во второй половине XVIII — первой половине XX века [7]. Колебания численности зайца-беляка имели достаточно четкую 10-летнюю периодичность (в среднем — 9.6 года), и им соответствовали колебания численности рыси, питающейся зайцем-беляком. При этом пики численности зайца на год или чуть более предшествовали пикам численности рыси — причинно-следственные связи в данном случае очевидны. Такие же регулярные естественные колебания численности характерны и для других животных. При этом многолетние флуктуации численности отдельных видов условно делят на циклические и нециклические, используя индекс цикличности популяций — s (Уильямсон, 1975 [цит. по 8; 9]).

Рассмотрим особенности многолетней динамики численности на материале по группе мелких млекопитающих в Западной Сибири. Численность мелких млекопитающих значительно колеблется по годам: в Тюменской области эти флуктуации прослежены более чем за 40 лет: с 1970 по 2013 гг. [2; 9]. Анализируя картину в целом, можно отметить, что за рассматриваемый период отмечалось 14 депрессий (1971-72; 1974; 1977-78; 1981; 1984; 1986-87; 1989; 1992-93; 1996; 1999-2000, 2002, 2006, 2008, 2012) и 14 пиков (1970; 1973; 1975-76; 1979-80; 1982-83; 1985; 1988; 1991; 1994-95; 1998, 2001, 2003, 2007, 2010) численности мелких млекопитающих. Часть этого ряда за 30 лет представлена на рис. 1 б. Хорошо видно, что, несмотря на некоторые смещения сроков пиков и спадов в разных природных зонах, общая картина сохраняется везде. В наиболее экстремальных условиях среды (тундра и лесотундра) выраженность колебаний выше по амплитуде.

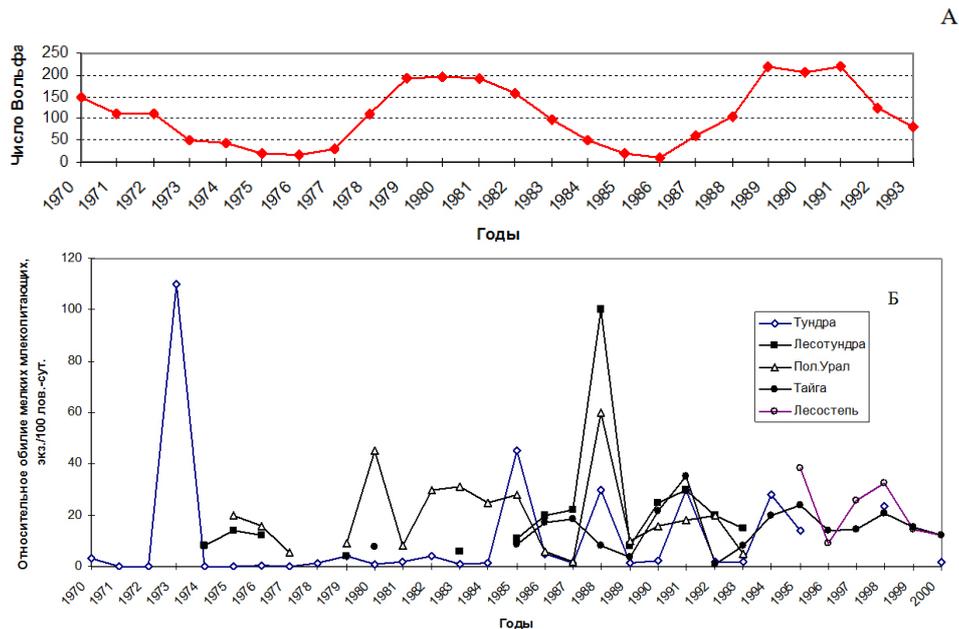


Рис. 1. Солнечная активность (А) и динамика численности мелких млекопитающих в разных природных зонах Тюменской области (Б)

Причем, говоря о более экстремальных условиях среды в тундре и лесотундре, мы имеем в виду объективные характеристики этих условий, соглашаясь с тем, что виды, населяющие данные природные подзоны, безусловно, имеют целый ряд адаптивных приспособлений для переживания этих экстремальных условий. Сама же «экстремальность» отражена в значениях коэффициентов «вязкости» (К) и «упругости» (G) среды в нашей модели устойчивости [10], [11] и связана в конечном итоге с балансом температур и влажности. Образно говоря, в нашей модели устойчивости в этих природных зонах под одним и тем же «шаром» (сообществом) плоскость прогибается незначительно, а сама поверхность «чаши» практически лишена шероховатости. В таких условиях маятникообразные колебания в системе, выведенной из состояния равновесия, безусловно больше по амплитуде. Это и наблюдается в отношении колебания численности мелких млекопитающих.

Аналогичная картина динамики численности отмечена нами и отдельно для лесных полевок рода *Clethrionomys* в подзоне средней тайги Тюменской области. Наблюдения свидетельствуют, что спады численности лесных полевок более растянуты во времени по сравнению с пиками [12], [13]. При анализе многолетнего материала за 1986-2013 гг. отмечаем, что периодичность колебаний численности у модельной группы лесных полевок в целом составила около 3 лет (для пиков в среднем — 2.9 года, а для депрессий — 3.3 года) (рис. 2 а). Выявленная закономерность, безусловно, может быть использована при прогнозировании всплеск численности мелких млекопитающих при проведении ежегодных контрольных учетов в рамках экологического мониторинга. Примечательно, что в таежной зоне Тюменской области за период с 1985 по 2002 гг.

отмечено 4 пика численности и 5 депрессий, то же самое отмечают Н.С. Москвитина с соавторами [3] для лесных полевок в Томском Приобье и Т.М. Елистратова [14] для красной полевки в северной тайге (Верхнетазовский заповедник), что может свидетельствовать об объективности наблюдаемых процессов и об их сходном протекании в разных географических районах одной природной зоны Западной Сибири.

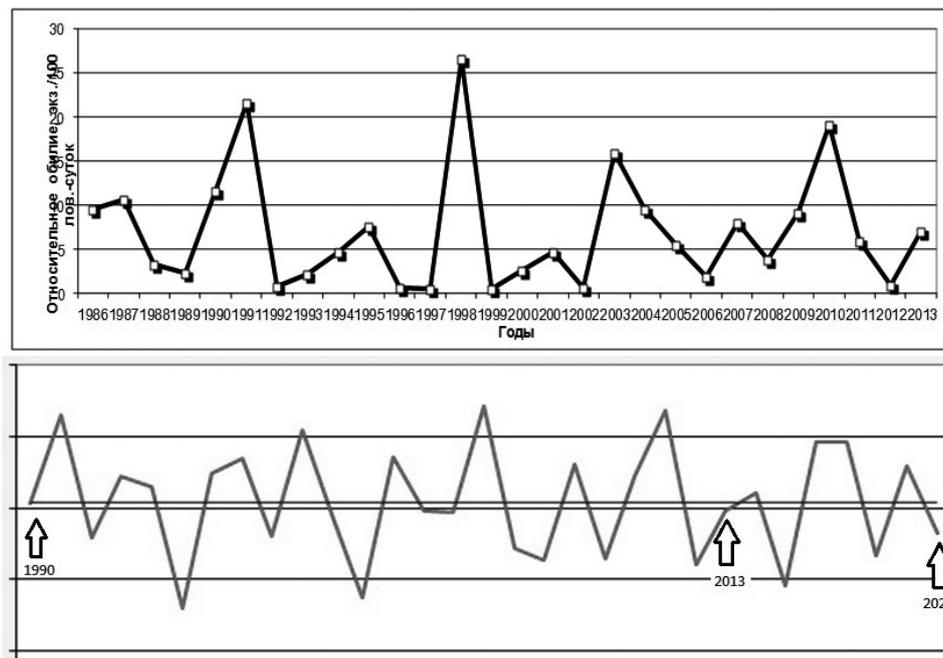


Рис. 2. Многолетняя динамика численности лесных полевок в таежной зоне Тюменской области (А) и модельная кривая функции $Y = X_0 + k_1 \sin(2\pi \cdot (T_{i+1} - T_i) / P1) + k_2 \sin(2\pi \cdot (T_{i+1} - T_i) / P2) + k_3 \sin(2\pi \cdot (T_{i+1} - T_i) / P_i)$ с прогнозом до 2020 г. (Б)

Динамика численности мелких млекопитающих в разных биогеоценозах, как это было показано ранее, близка для разных природных зон (рис. 1 б), хотя в ряде из них, играющих роль «станций переживания», в Среднем Приобье это — спелые зеленомошно-кустарничковые кедровники, на графике обозначенные ТХЛ (рис. 3). Численность, например, красной полевки меняется не так значительно, оставаясь достаточно высокой даже в годы депрессий. С другой стороны, в низкопродуктивных группах типа леса (например, сосняках бруснично-лишайниковых) обилие зверьков существенно не возрастает даже в годы ее подъема, что тоже сглаживает здесь временной тренд (рис. 4).

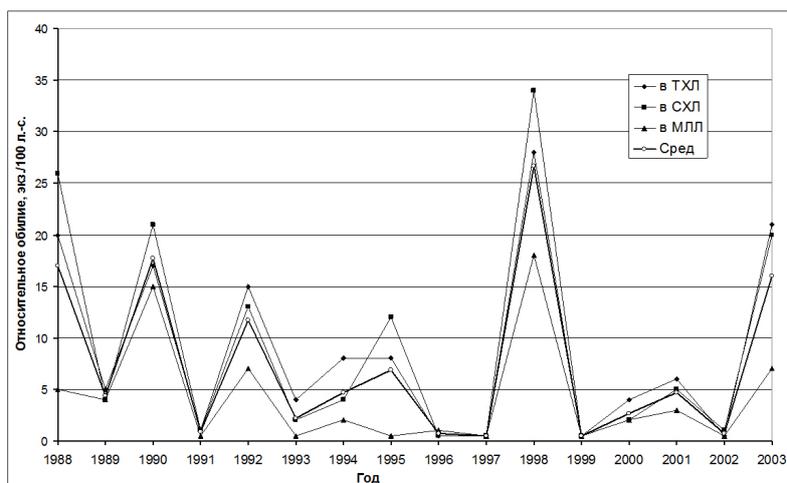


Рис. 3. Динамика численности красной полевки в разных биотопах среднетаежной зоны Тюменской области

Примечание: ТХЛ — темнохвойные леса, СХЛ — светлохвойные леса, МЛЛ — мелколиственные леса.

Таким образом, наибольшие по амплитуде колебания численности будут наблюдаться в неких «промежуточных», средних по экологической емкости биогеоценозах.

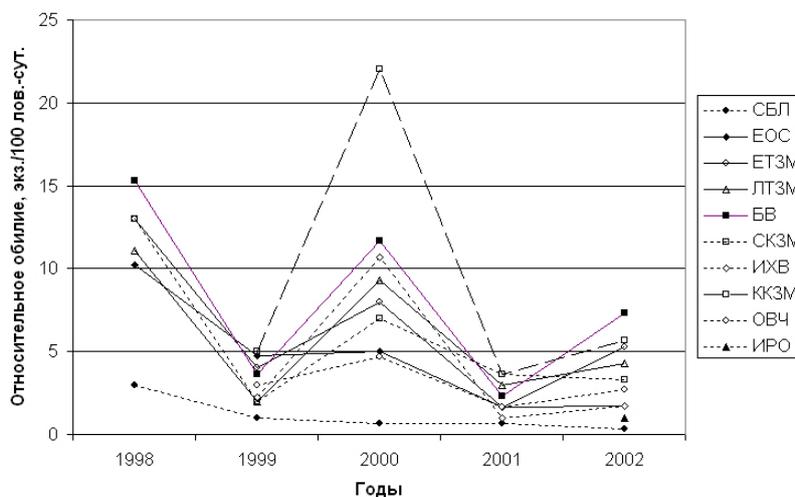


Рис. 4. Динамика численности красной полевки в разных биотопах северотаежной зоны Тюменской области

Примечание: СБЛ — сосняк бруснично-лишайниковый, ЕОС — ельник осоково-сфагновый, ЕТЗМ — ельник травяно-зеленомошный, ЛТЗМ — лиственничник травяно-зеленомошный, БВ — березняк вейниковый, СКЗМ — сосняк кустарничково-зеленомошный, ИХВ — ивняк хвощево-вейниковый, ККЗМ — кедровник кустарничково-зеленомошный, ОВЧ — осинник вейниково-черничный, ИРО — ивняк разнотравно-осоковый.

Флуктуации численности насекомоядных и грызунов, по нашим данным, в целом идут синхронно, хотя, по мнению ряда авторов [15], с которыми мы согласны, эти колебания у разных видов мелких млекопитающих могут не совпадать, и тогда состав доминантов по годам будет меняться. Так, летом 2002 г. при невысокой численности грызунов отмечалось высокое обилие насекомоядных, обеспечившее некоторый рост численности всей группы мелких млекопитающих в целом.

Ранее нами было показано, что флуктуации численности двух самых массовых видов лесных полевок в таежной зоне Тюменской области (рыжей полевки — *Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780 и красной полевки — *Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779) также идут синхронно [16]. Хотя логично предположить, что в районах совместного обитания этих видов возможны и различные их реакции, связанные с видовыми особенностями биологии и экологии, на отдельные резкие изменения в среде обитания, которые приведут к сбою в этой синхронности и, как следствие, например, к компенсации низкой численности одного вида другим при сохранении общей картины динамики численности представителей рода *Clethrionomys*.

Наблюдения свидетельствуют о наличии у лесных полевок пиков численности двух порядков (рис. 2 а). Так в период с 1986 по 2013 гг. среди остальных пиков численности пики 1991, 1998, 2003 и 2010 гг. характеризовались экстремально высокими «взрывами» численности полевок. Это обстоятельство дает возможность предположить наличие различных механизмов регуляции динамики численности, проявляющееся внешне в форме наложения различных динамических процессов со средней частотой крупных пиков второго порядка в 6.33 года.

Каждый из этих процессов, учитывая их циклический характер, мы опишем функцией синусоиды, а их совместное проявление — суммой этих синусоид. Общий вид функциональной зависимости численности мелких млекопитающих от времени может быть таким:

$$Y = X_0 + k_b * \sin(2\pi * (T_{i+1} - T_i) / Pa) + k_s * \sin(2\pi * (T_{i+1} - T_i) / Ps),$$

где Y — численность вида в каждый i -тый год,

T_i — каждый i -тый год,

X_0 — исходная численность (например, средняя многолетняя численность),

k_s — коэффициент влияния среды,

k_b — биологический коэффициент вида,

Pa — период автоколебаний,

Ps — период средовых колебаний,

$$\pi = 3,14,$$

причем количество слагаемых синусоид может быть увеличено до 3 и более.

Для подстановки периодов колебаний в нашу модельную функцию мы использовали средние значения эмпирических значений пиков первого и второго порядков: соответственно 2.86 и 6.33 (рис. 2 б), хотя, расчеты коэффициентов автокорреляции [17] численности лесных полевок в среднетаежной подзоне Тюменской области за 28 лет программой STATAN [18] показали, что при смещении на 3 года коэффициент автокорреляции относительного обилия лесных полевок отрицателен, имеет слабую силу, но достоверен, что позволяет констатировать, что период колебаний численности лесных полевок в средней тайге Тюменской области кратен 3 (табл. 1).

Таблица 1

**Параметры автокорреляционной функции динамики численности
лесных полевков в Тюменской области за период с 1986 по 2013 гг.**

Шаг	Размер	Коэффициент автокорреляции	T-критерий Стьюдента
1	28	1	5.292
2	27	— 0.151	— 0.786
3	26	— 0.410	— 2.086
4	25	— 0.036	— 0.181
5	24	— 0.028	— 0.138
6	23	0.093	0.446
7	22	— 0.073	— 0.343
8	21	0.389	1.782
9	20	— 0.114	— 0.510
10	19	— 0.190	— 0.830
11	18	— 0.269	— 1.139
12	17	— 0.096	— 0.397
13	16	0.627	2.510
14	15	0.066	0.254
15	14	— 0.335	— 1.254
16	13	— 0.181	— 0.653
17	12	0.056	0.195
18	11	— 0.113	— 0.374
19	10	— 0.058	— 0.183

Такая периодичность проявляется только в отношении пиков численности первого порядка, тогда как экстремальные «вспышки» численности («взрывы» численности) второго порядка, закономерно чередующиеся с более низкими пиками первого порядка, имеют большие достоверные величины коэффициента автокорреляции. Максимален коэффициент автокорреляции при смещении на 13 лет. Все это позволяет предположить зависимость общей функции динамики численности помимо автоколебательных плотностнозависимых механизмов и от каких-то внешних циклических факторов, природа которых пока представляется нам сложной, складывающейся из нескольких составляющих (климат, эпидемиологическая ситуация и др.). Последнее обстоятельство в целом снижает и вероятность ожидания общего правильного трехлетнего периода между пиками и спадами численности лесных полевков в таежной зоне Западной Сибири, который, однако, в целом, просматривается на графике (рис. 2 а). Выбор на данном этапе средних из эмпирических значений периодов связан с тем, что полученная в результате расчетов автокорреляции наибольшая ее величина, соответствующая смещению на 13 лет, представляется нам не вполне корректной, что связано, по-видимому, с малым числом наблюдаемых пиков второго порядка. В соответствии с закономерностью, установленной Г. Розенбергом и С. Рудерманом [19], периоды всех колебательных процессов в природе должны быть кратны 2, 3 или 5. Поэтому мы полагаем, что при больших временных рядах наблюдений расчетные периоды первого и второго порядка будут приближаться соответственно к 3 и 6, а колебательные явления третьего порядка будут иметь период 12 и, возможно, коррелировать с числами Вольфа, отражающими солнечную активность (период колебаний которой составляет не 11 лет, а колеблется от 7 до 17, составив в среднем 10.5 г. в прошедшем столетии и 9.2 года в XIX веке).

Модельная функция, с подставленными константами и переменными примет вид:

$$Y = 7.07 + \sin(2\pi * (T_{i+1} - T_i) / 2.86) + 0.5 * \sin(2\pi * (T_{i+1} - T_i) / 6.33).$$

Ее график, представленный на рисунке 2 б, достаточно хорошо соотносится с эмпирической кривой и позволяет сделать прогноз численности лесных полевок на период до 2020 года, что явится практической верификацией наших предположений.

При попытке установить корреляционные зависимости численности красной полевки с различными морфофизиологическими характеристиками в предшествующий вегетационный сезон наиболее сильная положительная связь отмечена с индексом печени самок-сеголеток ($r = 0.72 \pm 0.40$), для сравнения укажем, что для обыкновенной бурозубки — консумента более высокого порядка — этот показатель составляет 0.91 ± 0.24 при $P < 0.05$. Корреляционной связи обилия названных выше доминирующих в таежной зоне видов с успешностью их размножения или с солнечной активностью в предыдущий сезон в период 1987-1997 гг. нами также не установлено. Последний фактор, выраженный через число Вольфа, для установления причинно-следственных зависимостей с численностью, на наш взгляд, может проявить себя на гораздо больших временных отрезках — в 50-100 лет.

Нужно отметить, что биогеоценотическая роль ряда видов из формального списка мелких млекопитающих региона минимальна в силу их естественной невысокой плотности популяций (летяга, крошечная бурозубка, тушканчик большой и др.), либо в силу «случайного» характера пребывания на территории Тюменской области (к последним относятся представители категории «возможно встречающихся» видов: серый хомячок, степная мышовка и др.). Ценность таких видов для целей экологического мониторинга, безусловно, ниже, однако, было бы методологически ошибочно исключать их из поля зрения, так как они могут являться индикаторами изменения, например, климатических условий существования вида на границе своего ареала. В фауне млекопитающих Тюменской области установлены и сезонные изменения видового состава, распространения и численности популяций видов. Так, зимой отсутствуют все виды рукокрылых, мигрирующих в пещеры Урала и Алтая, часть видов (бурундук, суслики и др.) впадает в спячку, и их роль в биогеоценозе также резко снижается [20], [21].

Зная естественные закономерности динамики численности тех или иных видов млекопитающих в определенных регионах, по наблюдаемым отклонениям от них можно выносить суждения о влиянии каких-то возмущающих факторов на популяцию вида, что чрезвычайно важно в системе экологического мониторинга. Примером таких наблюдений являются наши исследования влияния нефтедобычи (в первую очередь, нефтяного загрязнения) на мелких млекопитающих и лесных полевок, в частности, в Среднем Приобье Тюменской области в 1987-1991 гг. [9]. На разливах нефти, в сравнении с контролем, нами не было отмечено различий в годовой динамике численности полевок, что, на наш взгляд, может быть связано с сильной функционально-территориальной близостью нефтезагрязненных и контрольных участков в силу относительно небольших размеров первых. Однако было показано, что уменьшение емкости

среды загрязненных участков несколько «сглаживает» популяционные циклы численности. В то же время, имеются данные, свидетельствующие о более заметной разнице между годами пика и депрессии в динамике численности лесных полевков на импактной территории по сравнению с фоном для таежных территорий, подверженных хроническому действию выбросов металлургического комбината на Среднем Урале (1998) [22], что может говорить о большей разбалансировке популяционных гомеостатических механизмов в дистрессовой — чрезмерно стрессовой [по 23], ситуации в значительной по площади зоне воздействия комбината по сравнению с локальными разливами нефти.

Заключение. Таким образом, можно утверждать, что особенности динамики численности мелких млекопитающих могут быть использованы для оценки изменений состояния окружающей среды в системе регионального или локального экологического мониторинга. Модель, составленная на основе суммирования циклических функций нескольких порядков, отражающая как внутривидовые популяционные плотностнозависимые механизмы авторегуляции, так и внешние для популяционной системы процессы, может быть использована для прогнозирования численности мелких млекопитающих и в академическом (для понимания механизмов адаптации и саморазвития систем), и в прикладном (для нужд эпидемиологии, охотоведения, сельского хозяйства и т.д.) значении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Одум Ю. Экология. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986. 704 с.
2. Балахонов В.С., Данилов А.Н., Лобанова Н.А., Чибиряк М.В. Изучение динамики численности мелких млекопитающих на юге Ямала // Материалы по истории и современному состоянию фауны Севера Западной Сибири. Челябинск: Уральское отделение РАН, 1997. С. 43-59.
3. Москвитина Н.С., Кравченко Л.Б., Сучкова Н.Г. Динамика популяций европейской рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber) восточной периферии ареала // Сибирский экологический журнал. 2000. № 3. С.373-382.
4. Гашев С.Н. Динамика численности млекопитающих в экологическом мониторинге // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 1. Тюмень: Институт проблем освоения севера Сибирского отделения РАН, 2000. С. 86-95.
5. Дьячков В.С. Распространение и фрагменты экологии белки на Камчатке // Промысловая фауна Северной Пацифики. Киров, 1989. С. 105-116.
6. Корытин С.А. Методика прогноза численности и заготовок шкур лисицы // Методические основы прогнозирования численности и возможной добычи пушных зверей. Киров, 1994. С. 62-78.
7. MacLulich, D.A. Fluctuations in the numbers of the varying hare (*Lepus americanus*). U. Of Toronto Studies. Biol. Ser. 1937. № 43.
8. Кривошеев В.Г., Кривошеева Н.В. Цикличность динамики численности мелких растительноядных млекопитающих Крайнего северо-востока Сибири // Биологическое разнообразие животных Сибири. Томск, 1998. С. 148.
9. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Дисс. ... д-ра биол.наук. Тюмень, 2003. 396 с.
10. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Тюмень, 2000. 220 с.
11. Гашев С.Н. Упругая устойчивость экологических систем // Сибирский экологический журнал. 2011. № 5. С. 645.
12. Гашев С.Н. Влияние антропогенных факторов на устойчивость сообществ наземных позвоночных животных среднетаежной зоны Западной Сибири // Проблемы

взаимодействия человека и природной среды. Тюмень: Институт проблем освоения севера Сибирского отделения РАН, 2000. С. 112-116.

13. Гашев С.Н., Хританько О.А. Особенности динамики численности лесных полевок в таежной зоне Западной Сибири // Материалы Международной конференции «Проблемы популяционной экологии животных». Томск, 2006. С. 81-83.

14. Елистратова Т.М. Динамика численности и структура популяции красной полевки подзоны северной тайги Западной Сибири // Научный вестник. 2004. Вып. 2(13). С. 4-7.

15. Бачурин Г.В., Нечаева Е.Г., Петров И.Б. и др. Южная тайга Прииртышья (опыт стационарного исследования южнотаежных топогеосистем). Новосибирск: Наука, 1975. С. 94-110.

16. Хританько О.А., Гашев С.Н. Полевки рода *Clethrionomys* лесной зоны юга Тюменской области и их гельминтофауна // Материалы 4 Чтений им. В.В.Станчинского. Смоленск, 2004. С. 289-293.

17. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии. Петрозаводск, 1992. 163 с.

18. Гашев С.Н. Статистический анализ для биологов (пакет программ «STATAN-1996»). Тюмень, 1998. 51 с.

19. Гашев С.Н. Конспекты лекций по системной экологии: Учебное пособие. Тюмень, 2007. 211 с.

20. Лаптев И.П. Млекопитающие таежной зоны Западной Сибири. Томск, 1958. 285 с.

21. Гашев С.Н. Млекопитающие Тюменской области. Справочник-определитель. Тюмень, 2008. 336 с.

22. Лукьянов О.А., Лукьянова Л.Е. Демография и морфофизиология мигрирующих и оседлых особей рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) // Экология. 1997. № 2. С. 131-138.

23. Селье Г. Стресс без дистресса. М., 1982. 68 с.

REFERENCES

1. Odum, Ju. *Jekologija* [Ecology]. Vol. 1, 2. Moscow, 1986. 704 p. (in Russian).
2. Balahonov, V.S., Danilov, A.N., Lobanova, N.A., Chibirjak, M.V. The study of small mammals population dynamics in the south of Yamal // *Materialy po istorii i sovremennomu sostojaniju fauny Severa Zapadnoj Sibiri* [North-West Siberia fauna history and current state]. Chelyabinsk, 1997. Pp. 43-59. (in Russian).
3. Moskvitina, N.S., Kravchenko, L.B., Suchkova, N.G. *Clethrionomys glareolus* population dynamics in the east of the habitat. *Sibirskij jekologicheskij zhurnal — Siberian Journal of Ecology*. № 3, 2000. Pp. 373-382. (in Russian).
4. Gashev, S.N. Mammals population dynamics in environmental monitoring. *Vestnik jekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya — Herald of Ecology, Forest and Landscape Studies*. 2000. Issue 1. Pp. 86-95. (in Russian).
5. D'jachkov, V.S. Squirrel spreading and ecology in Kamchatka // *Promyslovaja fauna Severnoj Pacifiki* [North Pacific trade fauna]. Kirov, 1989. Pp. 105-116. (in Russian).
6. Korytin, S.A. Population dynamics forecast methods for fox skin fabrication // *Metodicheskie osnovy prognozirovaniya chislennosti i vozmozhnoj dobychi pushnyh zverej* [Methodology of population dynamics and fur animals hunting]. Kirov, 1994. Pp. 62-78. (in Russian).
7. MacLulich D.A. Fluctuations in the numbers of the varying hare (*Lepus americanus*). *U. of Toronto Studies. Biol. Ser.* 1937. № 43.
8. Krivosheev, V.G., Krivosheeva, N.V. Cyclical dynamics of small herbivorous mammals population in the far North-East of Siberia // *Biologicheskoe raznoobrazie zhivotnyh Sibiri* [Siberian animals biological diversity]. Tomsk, 1998. P. 148. (in Russian).

9. Gashev, S.N. *Mlekopitajushhie v sisteme jekologicheskogo monitoringa (na primere Tjumenskoj oblasti)* (diss. dokt.) [Mammals in the ecological monitoring system (based on Tyumen Region data)] (Doct. Diss.). Tyumen, 2003. 396 p. (in Russian).
10. Gashev, S.N. *Mlekopitajushhie v sisteme jekologicheskogo monitoringa (na primere Tjumenskoj oblasti)* [Mammals in the ecological monitoring system (based on Tyumen region data)]. Tyumen, 2000. 220 p. (in Russian).
11. Gashev, S.N. Elastic resistance in biological systems. *Sibirskij jekologicheskij zhurnal — Siberian Journal of Ecology*. 2001. № 5. P. 645. (in Russian).
12. Gashev, S.N. Anthropogenic influence on terrestrial vertebrates communities stability in mid-taiga region of Western Siberia. *Problemy vzaimodejstviya cheloveka i prirodnoj sredy* [Human and Environment Interaction Problems]. Tyumen, 2000. Pp. 112-116. (in Russian).
13. Gashev, S.N., Hritan'ko, O.A. The peculiarities of Clethrionomys population dynamics in taiga of Western-Siberia [Osobennosti dinamiki chislennosti lesnyh polevok v taezhnoj zone Zapadnoj Sibiri]. *M-ly Mezhdunarodnoj konferencii «Problemy populjacionnoj jekologii zhivotnyh»* [Proc. of the International Conf. «Issues of animals population ecology»]. Tomsk, 2006. Pp. 81-83. (in Russian).
14. Elistratova, T.M. Population Dynamics and Structure of Clethrionomys rutilus in Northern taiga of Western Siberia. *Nauchnyj vestnik — Science Herald*. 2004. № 2(13). Pp. 4-7. (in Russian).
15. Bachurin, G.V., Nechaeva, E.G., Petrov, I.B. et al. *Juzhnaja tajga Priirtysh'ja (opyt stacionarnogo issledovanija juzhnotaezhnyh topogeosistem)* [Irtysh Region south taiga (based on the stationary research of south taiga topological geosystems)]. Novosibirsk: Nauka, 1975. Pp. 94-110. (in Russian).
16. Hritan'ko, O.A., Gashev, S.N. Clethrionomys in the forests of the south of Tyumen region and their helminthofauna [Polevki roda Clethrionomys lesnoj zony juga Tjumenskoj oblasti i ih gel'mintofauna]. *M-ly 4 Chtenij im. V.V.Stanchinskogo* (Proc. of the 4th Stanchinskiy conf.). Smolensk, 2004. Pp. 289-293. (in Russian).
17. Ivanter, Je.V., Korosov, A.V. *Osnovy biometrii* [Biometrics basics]. Petrozavodsk, 1992. 163 p. (in Russian).
18. Gashev, S.N. *Statisticheskij analiz dlja biologov (paket programm «STATAN-1996»)* [Statistical analysis for biologists (STATAN-1996 software)]. Tyumen, 1998. 51 p.
19. Gashev, S.N. *Konspekty lekcij po sistemoj jekologii. Ucheb. posob.* [Systemic Ecology abstracts. Tutorial]. Tyumen, 2007. 211 p. (in Russian).
20. Laptev, I.P. *Mlekopitajushhie taezhnoj zony Zapadnoj Sibiri* [Western-Siberia taiga mammals]. Tomsk, 1958. 285 p. (in Russian).
21. Gashev, S.N. *Mlekopitajushhie Tjumenskoj oblasti. Spravochnik-opredelitel'* [Mammals of Tyumen Region. Recognition manual]. Tyumen, 2008. 336 p. (in Russian).
22. Luk'janov, O.A., Luk'janova, L.E. Demography and morphophysiology of migrating and settled Clethrionomys glareolus. *Jekologija — Ecology*. 1997. № 2. Pp. 131-138. (in Russian).
23. Sel'e, G. *Stress bez distressa* [Stress without distress]. Moscow, 1982. 68 p. (in Russian).