

## ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНЕГО ХОДА ЧИСЛЕННОСТИ В ПОПУЛЯЦИЯХ ЛЕСНОГО ЛЕММИНГА (*MYOPUS SCHISTICOLOR* LILJEBORG, 1844): ЦИКЛИЧНОСТЬ

Л. Н. Ердаков<sup>1</sup>, А. Д. Миронов<sup>✉2</sup>

<sup>1</sup> Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, д. 11, г. Новосибирск, 11630091, Россия

<sup>2</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, наб. реки Мойки, д. 48, Санкт-Петербург, 48191186, Россия

### Сведения об авторах

Ердаков Лев Николаевич  
E-mail: [microtus@yandex.ru](mailto:microtus@yandex.ru)  
SPIN-код: 6669-5999

Миронов Александр Дмитриевич  
E-mail: [vorskla1968@gmail.com](mailto:vorskla1968@gmail.com)  
SPIN-код: 9216-6013

**Права:** © Авторы (2019). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

**Аннотация.** Описана хроноэкологическая структура многолетнего хода численности в нескольких популяциях лесного лемминга, обитающих на территории от Западной Финляндии до Западной Сибири. Выявлена цикличность их динамики. Построены спектры многолетних колебаний численности лесного лемминга в разных районах, популяции визуально сравнены по картинам спектров. Особенности спектров ритмов численности лесных леммингов сосредоточены в соотношении мощностей одинаковых гармонических составляющих у разных популяций. Скорее всего, различия в мощности могут означать адаптированность к специфическим условиям местообитания. В каждом местообитании подстройка происходит к одному из имеющихся местных циклов, отсюда и различия в мощности. В каждой из наблюдаемых популяций лемминга есть цикличность, близкая к какой-либо гармонической составляющей Скандинавского глобального индекса.

**Ключевые слова:** *Myopus schisticolor* Liljeborg, циклы, динамика популяций, спектральный анализ.

## LONG-TERM VARIABILITY IN FOREST LEMMING POPULATION NUMBERS (*MYOPUS SCHISTICOLOR* LILJEBORG, 1844): CYCLICITY

L. N. Erdakov<sup>1</sup>, A. D. Mironov<sup>✉2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 11 Frunze Str., Novosibirsk 630091, Russia

<sup>2</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia, 48 Moika River Emb., Saint Petersburg 191186, Russia

### Authors

Lev N. Erdakov  
E-mail: [microtus@yandex.ru](mailto:microtus@yandex.ru)  
SPIN: 6669-5999

Alexander D. Mironov  
E-mail: [vorskla1968@gmail.com](mailto:vorskla1968@gmail.com)  
SPIN: 9216-6013

**Copyright:** © The Authors (2019). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

**Abstract.** The paper describes a chronoecological structure of the long-term variability of abundance in several forest lemming populations living from Western Finland to Western Siberia. It also highlights the cyclical nature of their dynamics. The study offers the spectra of perennial fluctuations in the numbers of forest lemmings in different areas as well as a visual comparison of populations in spectral patterns. The features of the rhythm spectra of the numbers of forest lemming are concentrated in the ratio of the powers of the same harmonic components in different populations. Most likely, differences in power may mean adaptation to specific habitat conditions. In each habitat adjustment occurs to one of the existing local cycles, hence the differences in power. In each of the observed lemming populations there is a cyclical nature close to any harmonic component of the Scandinavian global index.

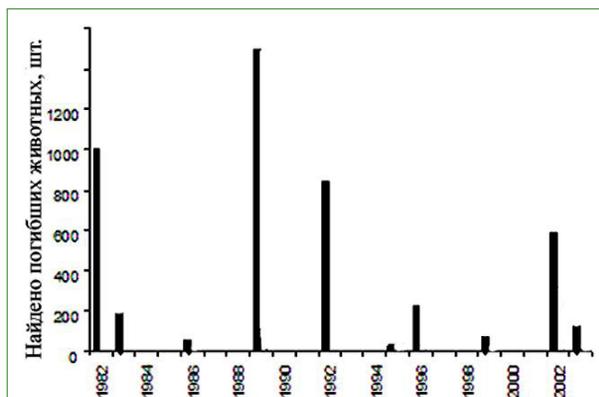
**Keywords:** *Myopus schisticolor* Liljeborg, population cycles, time sequence, spectrum analysis.

## ВВЕДЕНИЕ

Громадный ареал лесного лемминга в основном охватывает евразийский Север и только в восточной части простирается к югу, включая Уссурийский край. Отмечен этот вид и в Западной Сибири. Довольно обычен лесной лемминг в таежных биотопах Томской области, а на юг, в Новосибирскую, он проникает до Барабинской низменности, даже до ее центральной части. Так, в окрестностях с. Ровенское, в лугово-полевом ландшафте, не свойственном этому виду, были отловлены в 1950 г. 2 экземпляра этих грызунов (Глотов и др. 1978).

В отличие от других леммингов лесной лемминг и в таежных ландшафтах своего ареала обычно редок. Как и другие виды леммингов, *Myopus schisticolor* внезапно появляется и может изредка давать массовые размножения. После «вспышек» численности наблюдатели фиксируют множество останков (трупиков) зверьков в соответствии с созданной ими в предыдущем году плотностью (рис. 1). Такие наблюдения тоже дают количественный материал для оценки динамики лесного лемминга и ее цикличности (Eskelinen et al. 2004).

В Карелии у лесных леммингов подъемы численности происходят довольно часто: в 1933–1934, 1937–1938, 1958–1959, 1969–1970, 2007–2008 и 2011–2012 гг. (Ивантер,



**Рис. 1.** Оценка популяционной динамики лесного лемминга по останкам животных (Eskelinen et al. 2004)

**Fig. 1.** Assessment of the population dynamics of forest lemming by animal remains (Eskelinen et al. 2004)

Ивантер 1988; Кутенков 2006 и устное сообщение). Кроме того, эти лемминги отмечены на Кольском полуострове и вне указанных периодов массового размножения. В его центральной части подъемы численности случались в 1971, 1998–1999, 2002, 2011 и 2015 гг. (Катаев, Катаева 1999), а в южной части — в 1982–1983, 1987–1988, 1991 и 1996 гг. (Бойко 2002).

Работ по изучению лесного лемминга относительно немного, нечасто появляются материалы по длительным исследованиям динамики численности у этого вида (Eskelinen et al. 2004; Стариков, Слуту 2009; Bobretsov, Lukyanova 2017), его поведению и суточной активности (Mironov et al. 2003). Чаще всего долгосрочные многолетние наблюдения за популяцией лесного лемминга проводятся в ходе исследований комплекса видов мелких млекопитающих (Ивантер 1975; Глотов и др. 1978; Бобрецов и др. 2000; Кутенков 2006; Виноградов, Кельбешев 2009; Бобрецов 2017). Далеко не все такие исследования позволяют получить представление о ходе многолетней численности у этого вида. Ведь чаще всего в местах исследований этот вид лемминга чрезвычайно редок и в силу этого не создает там вспышек массового размножения.

Цель нашего изучения состояла в описании хроноэкологической структуры многолетней динамики численности у нескольких популяций лесного лемминга на территории его ареала от Западной Финляндии до центральной части Сибири на основе корректного анализа публикаций с продолжительными временными рядами.

В задачи работы входило:

- построение спектров ритмов многолетней динамики численности в разных регионах ареала;
- определение параметров многолетних ритмов численности лесного лемминга;
- выявление особенностей цикличности и возможных географических закономерностей ее изменений;
- описание инвариантных частей спектра ритмов численности;

– поиск близких по значению природных местных циклов, к которым возможна подстройка популяционных ритмов численности лесного лемминга.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Методы отлова

Лесной лемминг практически не ловится в традиционные орудия учетных работ (ловушки, давилки). Учет осуществляется, как правило, на стационарных линиях ловчих канавок в крупных специализированных заповедниках. Сложности учетных работ, особенности экологии этого вида сформировали мнение о его чрезвычайной редкости и малочисленности. Однако для этого вида характерны вспышки численности, которые не остаются без внимания ни хищных миофагов, ни пытливых териологов.

Материалом для анализа послужили опубликованные данные разных авторов, собранные в регионах Фенноскандии, Карелии, а также в Уральском и Алтайском регионах.

Из западной и восточной частей Фенноскандии: окрестности Кеуруу и Хейнявеси — 21-летние данные по численности лесного лемминга из публикации О. Eskelinen, P. Sulkava and R. Sulkava (2004). 70-летний мониторинг лесных леммингов на Кольском полуострове в Лапландском заповеднике (Катаев 1999). Многолетние наблюдения в Кандалакшском заповеднике Н. С. Бойко (1986, 2002).

Материалы из лесов южной тайги Карелии в заповеднике «Кивач»: Э. В. Ивантер (1975, 1988), А. П. Кутенков (2006) и его устные сообщения (2018).

С Урала: данные 29-летних наблюдений за ходом численности в Печоро-Илычском заповеднике (Бобрецов 2017; Bobretsov, Lukyanova 2017); данные с Южного Урала (Большаков и др. 1986).

С Алтая: 20-летние наблюдения динамики численности лесного лемминга (Литвинов и др. 2010).

Из Баргузинского заповедника: сведения о 36-летних (с 1981 по 2016 г.) учетах

численности лесного лемминга, предоставленные Игорем Викторовичем Мордодоевым.

### Методы вычислений

Для выявления скрытых колебаний в численности применяли быстрый анализ Фурье. Эмпирически определяемые параметры счета: шаг суммирования, длина автокорреляционной функции, форма и ширина корреляционного окна. Вычисления производились стандартно (Ердаков 2011; Телепнев, Ердаков 2014). Использованы счетные программы, находящиеся в собственности ИСиЭЖ СО РАН. Оценку спектральной плотности мощности проводили методом Уэлча (Welch) (Марпл-мл. 1990).

Для трендов проверяли гипотезу об отличии коэффициентов от нуля и рассчитывали коэффициент детерминации  $R^2$ . Полученные значения отражаются в тексте только в том случае, когда нулевая гипотеза о равенстве обоих коэффициентов регрессии нулю отбрасывается. В противном случае линейная регрессия исключается из модели процесса.

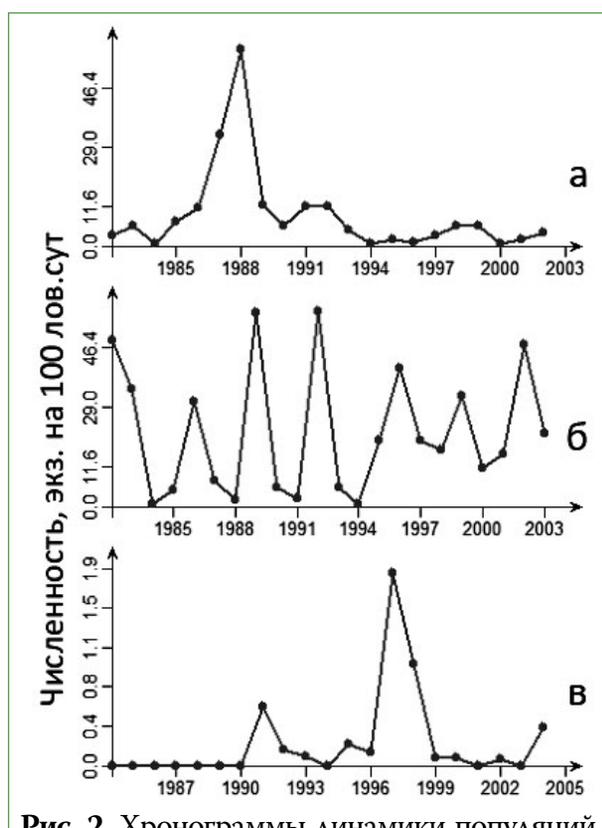
Для выяснения синхронности многолетнего хода численности в разных географических популяциях лесного лемминга применяли коэффициент Спирмена ( $\rho$ ), так как проверка согласованности данных с нормальным распределением по трем критериям (Shapiro-Wilk, Jarque-Bera, Monte Carlo) показала его отличие от нормально-го; использована ранговая корреляция.

Для статистических расчетов применяли программу Past.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Статистические показатели многолетних изменений плотности популяции

На основе литературных сведений о многолетних изменениях численности рассчитаны для сравнения между собой некоторые статистические показатели у семи географических популяций лесного лемминга (табл. 1). Построены хронограммы изменений хода численности в двух районах Финляндии и в районе Телецкого озера на Алтае (рис. 2).



**Рис. 2.** Хронограммы динамики популяций лесного лемминга (а — Западная Финляндия, б — Восточная Финляндия, в — Алтай)

**Fig. 2.** Chronograms of the dynamics of forest lemming populations (a — western Finland, b — eastern Finland, c — Altai)

Итак, все популяции имеют заметные статистические различия. Расположенные в Финляндии популяции также хорошо различимы, и ход их численности не синхронен. Однако каждая из популяций имеет сложную траекторию хода своей многолетней численности со многими подъемами и спадами. Можно предполагать у всех полипериодический ход численности. Визуально по хронограмме нетрудно определить приблизительную величину и мощность присутствующих в ней циклов. Для этого оценивают расстояния между пиками. В западной финской популяции можно найти устойчивый, небольшой по мощности 4-летний цикл и такой же 10-летний (рис. 2: а). О первом говорит расстояние между пиками 1988–1991 гг., о втором — расстояние между пиками 1988–1998 гг. В восточной популяции тоже присутствует 4-летняя цикличность, по-видимому, до-

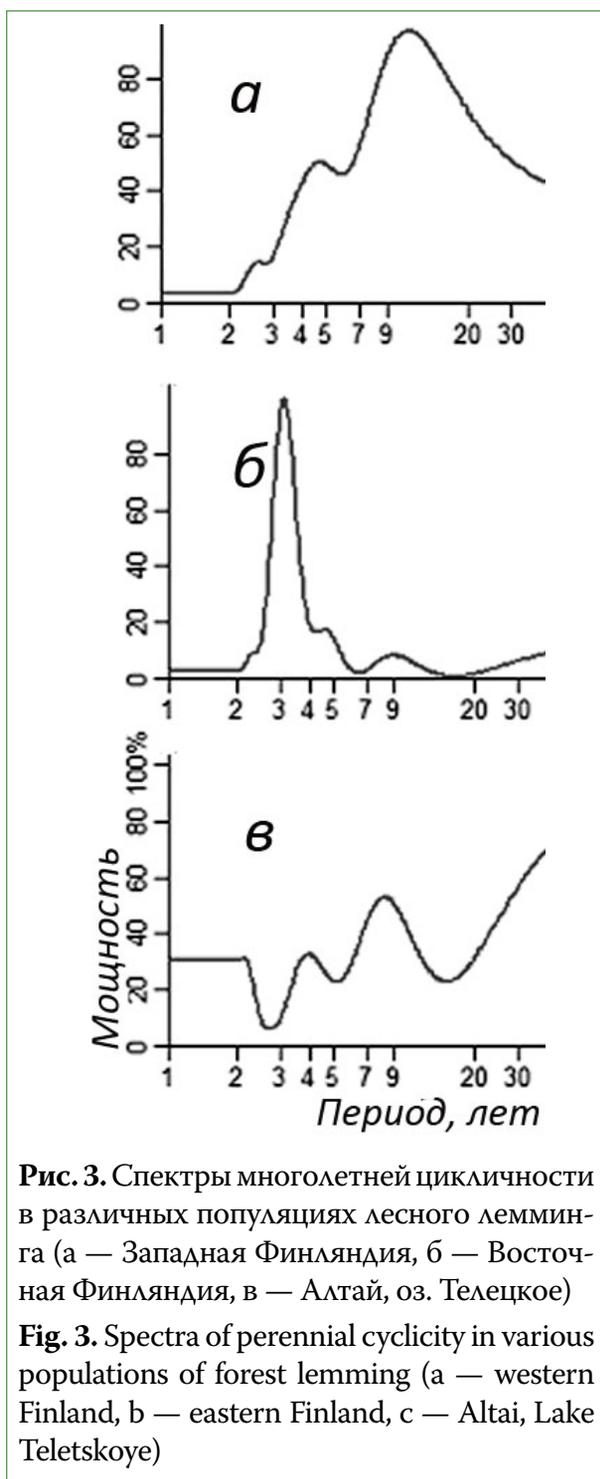
минирующая по мощности (расстояние между пиками 1989–1992 гг.). Не исключен здесь и значительный по мощности примерно 6-летний цикл численности (рис. 2: б). На Алтае у лесного лемминга, видимо, есть мощный примерно 7-летний ритм (1991–1997 гг.) и значительно менее мощный 4-летний (1991–1994 гг.) (рис. 2: в).

### Спектральные характеристики динамики плотности популяций

Для более точного установления количества, значений и мощности периодических составляющих хода численности у лесного лемминга перенесем данные хронограмм на частотную шкалу, рассчитав значения спектральных характеристик. Тогда вместо хронограмм мы получим отображения спектров колебаний численности в разных популяциях лесных леммингов (рис. 3).

Самый длинный ряд наблюдений, который был нами обработан, это 70-летний мониторинг, проведенный на Кольском полуострове (Катаев 1999). К сожалению, полных сведений на него не приведено, поэтому мы рассчитали спектр по редуцированным данным (рис. 4).

Второй по продолжительности времени наблюдений ряд данных из Баргузинского заповедника дал возможность сравнить популяции из крайне западного региона (Фенноскандия) и наиболее восточного из доступных нам — Забайкальского (рис. 4). Нетрудно заметить, что восточные лемминги имеют циклы своих колебаний численности в тех же полосах частот, что и лапландские. Это мощная 2,5-летняя периодичность и немного уступающая ей в мощности 4,5-летняя (рис. 4: б). В Лапландии этот ритм доминирует по мощности на спектре (рис. 4: а). Кроме них, у восточной популяции имеется и очень большая по мощности, примерно, 20–30-летняя периодическая составляющая; точно установить ее период трудно (очень широкое основание у пика на спектре) из-за короткого ряда данных. На спектре цикличности лапландских леммингов заметно, что это колебание ближе к 20-летнему (рис. 4: а).



**Рис. 3.** Спектры многолетней цикличности в различных популяциях лесного лемминга (а — Западная Финляндия, б — Восточная Финляндия, в — Алтай, оз. Телецкое)

**Fig. 3.** Spectra of perennial cyclicity in various populations of forest lemming (a — western Finland, b — eastern Finland, c — Altai, Lake Teletskoye)

Наиболее точную картину, удобную для сравнения циклов и их мощностей, дает расчет этих характеристик (табл. 2). Наряду с популяционными, характерными для лемминга, для сравнения были рассчитаны периодические составляющие Скандинавского планетарного колебания (СКАНД). Мы рассчитали его спектр ритмов по данным ежемесячной таблицы, где стандартизованы показатели с 1950 по 2013 г.

Кроме того, для сравнения с цикличностью леммингов в Печоро-Илычском заповеднике были рассчитаны колебания температуры и осадков по имеющимся за 30 лет данным метеостанции в д. Усть-Унья (Бобрецов и др. 2000).

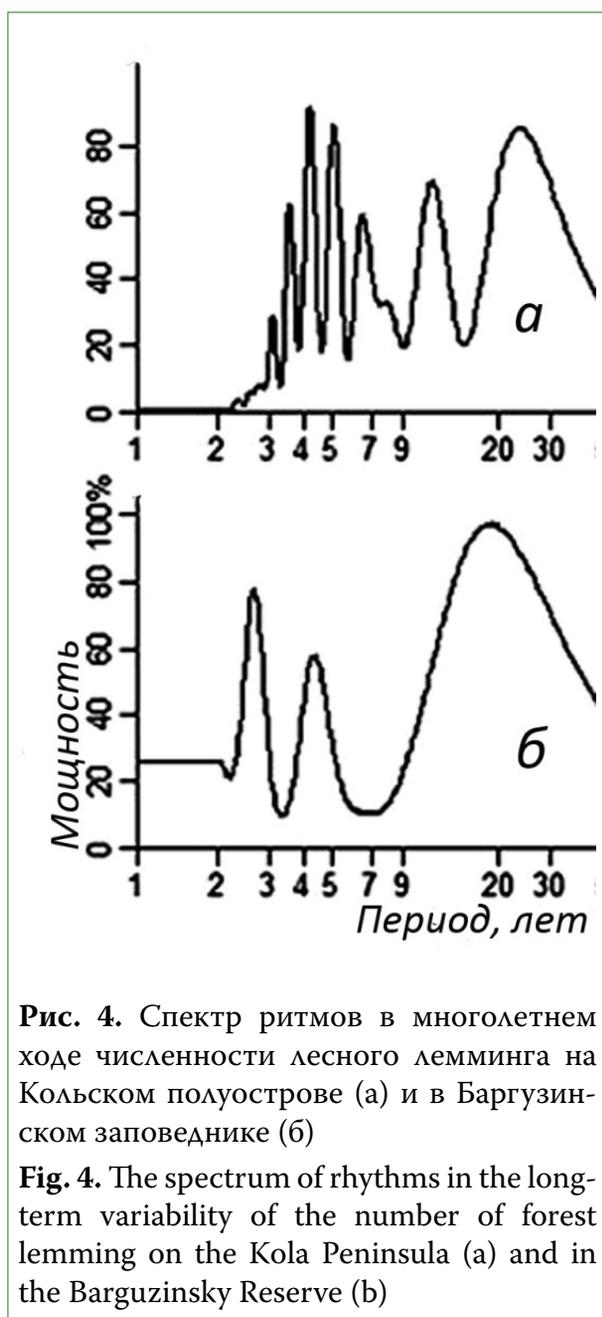
### ОБСУЖДЕНИЕ

Из рассмотренных результатов многолетних исследований численности лесного лемминга высокая плотность его популяций проявлена только в Финляндии. Западная географическая популяция наблюдалась в районе города Кеуруу в провинции Центральной Финляндии; исследованная восточная географическая популяция располагалась в районе муниципалитета Хейнявеси (Восточная Финляндия). Районы исследований находятся на одной широте, на расстоянии нескольких сот километров друг от друга. Различия между многолетними средними значениями плотности в финских популяциях (табл. 1) достоверны на 5%-ном уровне значимости.

Различия между ними выражены и в других статистических характеристиках. Относительно малочисленная западная популяция имеет заметно больший размах варьирования, и численность ее постепенно снижается, тогда как в восточной популяции численность растет. Попытка оценить синхронность хода этих популяций с помощью расчета коэффициента корреляции дала отрицательный результат. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена оказался статистически незначим.

Горные популяции лесного лемминга на Южном Урале, Алтае и в Баргузинском заповеднике малочисленны, и их многолетние средние значения численности достоверно различаются на 1%-ном уровне значимости. Причем уральская популяция практически стабильна, тогда как алтайская очень сильно варьирует по численности.

В Печоро-Илычском заповеднике многолетние среднегодовые значения численности у населения леммингов низин и предгорий достоверно различаются



**Рис. 4.** Спектр ритмов в многолетнем ходе численности лесного лемминга на Кольском полуострове (а) и в Баргузинском заповеднике (б)

**Fig. 4.** The spectrum of rhythms in the long-term variability of the number of forest lemming on the Kola Peninsula (a) and in the Barguzinsky Reserve (b)

$t_{Эмп} = 3.1 \alpha \leq 0,01$ . Варьирование здесь, как и у других популяций, связано со средним уровнем численности: чем меньше численность, тем значительнее ее вариабельность.

Различия в средней численности хорошо аргументированы А. В. Бобрецовым и А. Е. Лукьяновой (2017), подробно описавшими как условия жизни леммингов в низинах и предгорьях Северного Урала, так и связь изменения их численности с местобитанием. Привлекая дополнительно материал по распределению растительности, изложенный в монографии (Бобрецов и др.

2000), можно предположить, что различия в средней численности в большей мере обусловлены кормовой базой этого грызуна.

Лесной лемминг — потребитель мхов, и экологические требования его весьма специфичны. Это специализированный бриофаг, и его рацион состоит из мхов на 75–90 % в зависимости от различных оценок (Новиков 1941; Тишков 1986; Bondrup-Nielsen 1993; Eskelinen 2002). Учет его численности в Печоро-Ильчском заповеднике проводили в низинных районах и предгорьях. Геоботаническое описание лесного лемминга дано в монографии А. В. Бобрецова (2016). Ниже приводится очень краткое сравнение из нее.

В низинных (равнинных) районах преобладают сосновые боры со слабым моховым покровом. Наблюдается относительно большое количество осадков — 626,8 мм. Вторым по значимости элементом ландшафта здесь выступают болота. Численность лесных леммингов на равнине низкая.

В предгорьях произрастает темнохвойный лес, который характеризуется мощным развитием слоя мха, достигающего высоты 30–40 см. В типично предгорном районе количество осадков возрастает до 800 мм и более. Заболоченность здесь в среднем ниже, чем на равнине.

Итак, низинные территории менее влажные, с меньшим снеговым покровом. Кроме того, мощность мохового покрова здесь заметно меньше, чем в предгорьях. По-видимому, огромные запасы пищевых ресурсов и повышенная влажность территории являются основными причинами высокой плотности леммингов в этой области.

Иными словами, оптимальные условия для этого грызуна образуются в умеренно и чрезмерно влажном темнохвойном лесу с обильным мхом. В этом причина его достоверно большей численности в предгорьях. Несмотря на статистические различия средних многолетних значений численности, население лесных леммингов в низинах Печоро-Ильчского заповедника изменяется синхронно с населением предгорий (коэффициент Спирмена\* = 0,567;  $\alpha \leq 0,01$ ).

Таблица 1

Статистические характеристики многолетней динамики численности  
в географических популяциях лесного лемминга

Table 1

Statistical characteristics of long-term population dynamics in geographical  
populations of forest lemming

Адрес материала	n	M±m	σ	CV	Тренд
Запад. Финляндия, Кеуруу	21	8.95±2,88	13,201	147,5	15.301 – 0.635 * t; α>0,05
Вост. Финляндия, Хейнявеси	22	21.71±4,00	18,78	86,5	20.499 + 0.115 * t; α>0,05
Трупы в Хейнявеси	21	211.66±86,19	404,279	191	329.719 – 11.244 * t; α>0,05
Лапландский заповедник	70	—	—	—	0.192 – 0.001 * t; α>0,05
Заповедник «Кивач»	34	1,94±1,35	7,88	406,19	5.692 – 0.227 * t; α>0,05
Печоро-Ильчский зап., низины	29	3,34±1,73	9,33	279,34	6.577 – 0.231 * t; α>0,05
Печоро-Ильчский зап., предгорья	29	25,12±6,98	37,61	149,72	40.758 – 1.117 * t; α>0,05
Южный Урал	6	0,96±0,066	0,163	16,98	0.898 + 0.024 * t; α>0,05
Телецкий стационар	20	0,22±0,097	0,446	202,7	0.050 + 0.017 * t; α>0,05
Баргузинский заповедник	36	0,42±0,12	0,692	164,76	0.506 – 0.009 * t; α>0,05

### Спектральные характеристики

При визуальном сравнении спектров цикличности бросается в глаза их различие даже у финских популяций (рис. 3: а, б). Оно обусловлено в большей мере несоответствием мощностей гармоник, а не их периодами. Так, в обеих популяциях имеются цикличности в 3–4-летних, 5–6-летних и примерно в 10–15-летних полосах частот, но наибольшая мощность у восточной популяции в высоких частотах, а у западной — в низких. Алтайская же популяция имеет доминирующую по мощности гармонику в средних частотах, в той же полосе, что и восточно-финская. Однако у последней мощность этого цикла незначительна (рис. 3: в).

Длинный ряд данных дал возможность более подробно и точно описать циклы этого грызуна. Доминирует на спектре, как и в восточной Финляндии, примерно четырехлетний ритм численности, имеются пяти- и семи- восьмилетние цикличности. Длина ряда не позволила более точно

выявить низкочастотные гармонические составляющие, но в средних частотах обнаружилось различие в циклах. На западе доминирует почти 11-летний ритм, тогда как у населения из восточной Финляндии в близкой полосе имеется только слабый почти девятилетний цикл. Мощные циклы на Кольском полуострове оказались и в 10–20-летней полосе частот. Обнаруживается хорошее соответствие периодов, но есть различия в их мощности в зависимости от места нахождения популяции, что может означать адаптацию к условиям местообитания.

У всех популяций лесного лемминга, спектры которых мы построили, в трех полосах частот обязательно имеются цикличности хода многолетней численности. Это примерно трехлетние, пятилетние и 10–15-летние гармонические составляющие. Добавляет гармоник в спектр многолетней цикличности лесного лемминга обработка долгосрочных наблюдений в Карелии. Здесь, как и в Западной Финляндии, проявлен 11-летний цикл и отмечается за-

метный по мощности, но с широким основанием (следствие недостаточной длины ряда) 23-летний ритм хода численности (рис. 4; табл. 2).

Отдельного внимания требуют иллюстрации многолетнего хода численности лесного лемминга в Печоро-Ильчском заповеднике. Подробное описание многолетней динамики у этого грызуна сделаны в работе А. В. Бобрецова и Л. Е. Лукьяновой (Bobretsov, Lukyanova 2017), однако цикличность специально авторы не рассматривали, хотя и дали иллюстрацию спектра ритмов численности лесного лемминга из предгорий.

Рассмотрим подробнее циклические характеристики динамики населения лесных леммингов, как обитателей низин, так и живущих в предгорьях Печоро-Ильчского заповедника, они значительно различаются (табл. 2). В низинах спектр колебаний населения имеет больше периодических составляющих и, доминирующей гармоникой здесь является самый низкочастотный ритм. Кроме того, здесь имеется еще и шестилетняя цикличность, отсутствующая в спектре колебаний населения предгорий. Остальные циклы в низинах и предгорьях совпадают, что, по-видимому, и обеспечивает высокую синхронность хода численности в обоих районах

Самая восточная из рассмотренных нами популяций лесного лемминга — в Баргузинском заповеднике — имела спектр колебаний своей многолетней плотности, сходный с описанным для низинных районов Печоро-Ильчского заповедника (табл. 2).

Для устойчивости выделенных популяционных циклов численности лесного лемминга в местообитаниях должны быть местные климатические колебания, сходные по периоду. Тогда соответствующие циклы численности смогут подстроиться к близким по значению внешним и обрести устойчивость. Ареал же у этого вида громаден (рис. 1) и, видимо, есть соответствующие глобальные циклы, которые могут проявляться на большей его части. К тако-

му воздействию относится Скандинавское колебание. Оно отслеживается уже более столетия. Главный центр колебания расположен в районе Скандинавского п-ова в области, ограниченной координатами 60–70° с. ш., 25–50° в. д. (Barnston, Livezey 1987). Другие более слабые центры выделяются в Северо-Восточной Атлантике, Западной России и Центральной Сибири (Полонский, Кибальчич 2014). Мы рассчитали его спектр ритмов по данным ежемесячной таблицы, где стандартизированы показатели, начиная с 1950 по 2013 год. ([ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand\\_index.tim](ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand_index.tim)).

В каждой из наблюдаемых популяций лемминга есть цикличность, близкая к какой-либо гармонической составляющей Скандинавского глобального индекса. На Кольском полуострове это практически все колебания, начиная с самой низкочастотной цикличности. В Восточной Финляндии также основные популяционные циклы близки по значению с ритмами СКАНД. Единственное, рассчитанное нами из коротких наблюдений на Южном Урале значение – 4,6-летнее, тоже совпадает с соответствующим ритмом Скандинавской осцилляции в ноябре, а алтайские популяционные ритмы лесного лемминга практически все могут синхронизироваться соответствующими индексами Скандинавского колебания (табл. 2).

Данные по колебаниям погодных факторов, полученные с местной метеорологической станции, позволили провести сравнение климатической и погодной цикличности на территории Печоро-Ильчского заповедника.

Колебания численности лемминга имеют несколько периодических составляющих, близких некоторым погодным циклам, характерным для местного климата (табл. 2). Наиболее вероятна синхронизация популяционных циклов населения лемминга в низинах с температурными ритмами. Доминирующий ритм в низких частотах может захватываться 16-летним

Таблица 2

Соотношение величины и мощности периодических составляющих многолетней динамики в различных географических популяциях лесного лемминга (с востока на запад)

Table 2

The ratio of the magnitude and power of the periodic components of the long-term dynamics in various geographical populations of forest lemming (from East to West)

Период, лет		Место							
		21–40	10–20	7–10	5,9–6,9	4–4,9	3–3,9	2,0–2,9	
Западная Финляндия			10,9 5,31			4,7 3,82		2,6 2,03	
Восточная Финляндия				8,8 3,09		4,6 4,25	3,1 9,80		
Трупы леммингов				9,8 99			3,2 143		
Кольский полуостров		23,3 0,77	11,3 0,69	7,8 0,48	6,4 0,64 5,1 0,78	4,2 0,80	3,5 0,66 3,1 0,45	2,8 0,34	2,3 0,17
	Заповедник «Кивач», Карелия	20,5 2,10		7,5 1,58		4,7 2,00	3,8 1,95	2,9 1,58	
	СКАНД, октябрь		12,9 0,24		6,9 0,22	4,5 0,16	3,2 0,13	2,7 0,15	
СКАНД, ноябрь				7,9 0,27		4,1 0,19	2,9 0,11	2,5 0,12	2,2 0,16
Северный Урал	Низины		17,7 2,37		6,8 1,96	4,3 1,97	3,1 1,94	2,4 1,89	
	Предгорья		11,0 11,71			4,8 11,41	3,2 12,59	2,4 6,09	
	Температура		16,0 115		6,9 160	5,1 153	3,4 91	2,7 101	
	Осадки		14,4 7,74				3,8 8,02	2,8 10,9	2,3 5,48
Южный Урал							3,2 30,97		
Алтай, Телецкое				8,2 0,65			3,9 0,51		2,1 0,50
Баргузинский заповедник			18,3 0,20			4,3 0,15		2,6 0,18	

Примечание: верхняя цифра — период, лет; нижняя — мощность (амплитуда) ([ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand\\_index.tim](ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand_index.tim)).

температурным циклом и с его помощью сохранять свою устойчивость. Самое мощное из температурных колебаний может служить датчиком времени соответствующему колебанию населения в средней полосе частот. Синхронны циклы населения леммингов здесь и с высокочастотными двух- и трехлетними циклами. Можно заметить, что весь спектр местных темпе-

ратурных ритмов хорошо соответствует спектру цикличности населения леммингов в низинах.

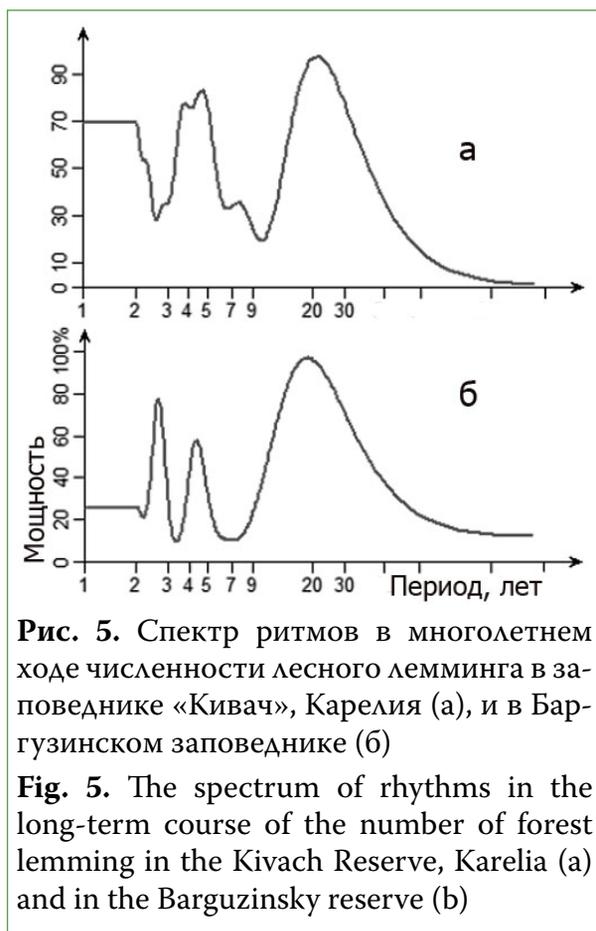
Спектр колебаний населения этих зверьков в предгорьях менее соответствует изменениям температурного режима местообитаний. Датчиком времени может служить только трехлетнее колебание температуры, потому что именно к нему в

спектре цикличности леммингов имеется соответствующая гармоническая составляющая. Подстройка колебаний населения может синхронизироваться и близким пятилетним ритмом, хотя он и менее точно соответствует по периоду.

Цикличность влажности климата отслеживалась по колебаниям осадков на территории заповедника. Население зверьков в низинах может синхронизировать свой двухлетний цикл с соответствующим колебанием влажности (табл. 2). Кроме того, в соседней трехлетней полосе частот у этих колебаний (популяционного и климатического) также имеется близкий цикл, примерно трехлетний. У колебаний осадков этот ритм доминирует на спектре.

В предгорьях синхронизация с колебаниями осадков также возможна в полосе высоких частот. Соответствие спектров цикличности температуры и осадков у колебаний населения леммингов, обитающих в низинах, гораздо выше, чем у живущих в предгорьях. Можно полагать, что в низинах для выживания адаптация к изменениям климатическим важнее для популяции, чем в предгорьях.

Спектральные характеристики популяций лесного лемминга, находящиеся в сходном таежном ландшафте, несмотря на большие расстояния с запада на восток, меняются мало. Примером тому могут служить спектры, построенные на максимально близких данных (сходные местообитания, одинаковый метод взятия материала и один и тот же временной интервал). Изображения спектров визуально схожи между собой как по числу пиков, так и по соотношению их мощностей. В обоих случаях доминирует по мощности низкочастотный цикл, а близким к нему по мощности субдоминантным является четырех-пятилетний (рис. 5). Заметно различие, которое, возможно, обусловлено передвижением по широте. Карельский спектр имеет большие периоды: 30- и пятилетние (рис. 5: а), тогда как Баргузинский – 20-и 4,5-летние (рис. 5: б). Возможно, это характерная тенденция в географической изменчивости



**Рис. 5.** Спектр ритмов в многолетнем ходе численности лесного лемминга в заповеднике «Кивач», Карелия (а), и в Баргузинском заповеднике (б)

**Fig. 5.** The spectrum of rhythms in the long-term course of the number of forest lemming in the Kivach Reserve, Karelia (а) and in the Barguzinsky reserve (б)

спектров популяционных колебаний лесного лемминга. При уточнении визуальной картины, характеристики периодов и мощностей гармонических составляющих изменили свои значения, но тенденция осталась (табл. 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описана хроноэкологическая структура многолетнего хода численности в нескольких популяциях лесного лемминга, обитающих от Западной Финляндии до Западной Сибири, выявлена цикличность их динамики. Для всех исследованных популяций рассчитаны статистические характеристики многолетней динамики численности и проведено сравнение между популяциями по этим параметрам. Построены спектры многолетних колебаний численности лесного лемминга в разных районах и популяции визуально сравнены по картинам спектров. Для каждой популяции были рассчитаны периодические составляющие и их мощности и выделены три

полосы частот, в которых сосредоточены общие для всех исследованных популяций цикличности. Это примерно трехлетние, пятилетние и 10–15-летние гармонические составляющие. Скорее всего, это характерные для вида цикличности динамики численности.

Особенности спектров ритмов численности лесных леммингов сосредоточены в соотношении мощностей одинаковых гармонических составляющих у разных популяций. Скорее всего, различия в мощности могут означать адаптированность к специфическим условиям местообитания. В каждом местообитании подстройка происходит к одному из имеющихся местных циклов, отсюда и различия в мощности.

И в низинах, и предгорьях Печоро-Ильчского заповедника имеются природно-климатические ритмы, соответствующие по периоду высокочастотным колебаниям численности населения лесного лемминга. Они могут служить внешними синхронизаторами, придающими устойчивость популяционным колебаниям.

Для устойчивости популяционных циклов численности лесного лемминга, в местообитаниях должны быть природно-климатические колебания, сходные по периоду с соответствующим популяционным ритмом. Основой таких климатических колебаний для территории ареала лесного лемминга от Фенноскандии до Западной Сибири является глобальная климатическая осцилляция СКАНД. Все рассмотренные популяции имели в своей динамике цикличности близкие по значению периодам и ритмам этого планетарного колебания. Скандинавская осцилляция является основой, формирующей климатические изменения. Вполне вероятно, что именно к этим колебаниям происходит и подстройка популяционных ритмов лесного лемминга.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование поддержано РФФИ (проект № 17-04-00269), а также Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. (проект № VI.51.1.9. (АААА-А16-116121410119-4)).

### Литература

- Бобрецов, А. В. (2016) *Популяционная экология мелких млекопитающих равнинных и горных ландшафтов Северо-Востока европейской части России*. М.: Т-во научных изданий КМК, 381 с., 8 цв. вкл.
- Бобрецов, А. В., Бешкарев, А. Б., Басов, В. А. и др. (2000) *Закономерности полувековой динамики биоты девственной тайги Северного Предуралья*. Сыктывкар: Госкомстат Республики Коми, 206 с.
- Бойко, Н. С. (1986) К экологии лесных леммингов — *Myopus schisticolor* Lillj на юге Мурманской области. В кн.: Г. С. Бискэ (ред.). *Природа и хозяйство Севера*. Вып. 14. Мурманск, с. 43–46.
- Бойко, Н. С. (2003) Видовое разнообразие и численность млекопитающих (Mammalia L., 1758) на территории и акватории Кандалакшского заповедника. В кн.: *IV–V Международные семинары «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей»*. Кандалакша, 19 июля 1999 г, 18 июля 2000 г. *Материалы докладов*. СПб.: Изд-во РГГМУ, с. 70–93.
- Большаков, В. Н., Балахонов, Б. С., Бененсон, И. Е. и др.; А. Г. Васильев (ред.) (1986) *Мелкие млекопитающие Уральских гор (экология млекопитающих Урала)*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 101 с.
- Виноградов, В. В., Кельбешев, Б. К. (2009) Структурно-временная организация сообщества грызунов среднегорной темнохвойной тайги восточного Саяна (на примере заповедника «Столбы»). *Вестник Томского государственного университета. Биология*, № 4 (8), с. 5–14.
- Глотов, И. Н., Ердаков, А. Н., Кузякин, В. А. и др. (1978) *Сообщества мелких млекопитающих Барабы*. Новосибирск: Наука, 231 с.
- Ердаков, А. Н. (2011) *Биологические ритмы: особь, популяция, сообщество. Цикличность в живых системах*. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 152 с.
- Ивантер, Э. В. (1975) *Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР*. Л.: Наука, 246 с.
- Ивантер, Э. В., Ивантер, Т. В. (1988) К экологии лесного лемминга у южной границы ареала. В кн.: С. Е. Раменский (ред.). *Грызуны. Мат-лы VII Всесоюзного Совецания. Нальчик, 27 сент. — 1 окт. 1988 г.* Т. 2. Свердловск: УрО АН СССР, с. 25–26.

- Катаев, Г. Д. (1999) 70-летний мониторинг лесных леммингов (*Myopus schisticolor*) на Кольском полуострове. В кн.: *Беловежская пуца на рубеже третьего тысячелетия. Мат-лы н.-практич. конф., посвященной 60-летию со дня образования гос. заповедника «Беловежская пуца»*. 22–24 дек. 1999 г., п. Каменюки, Брестская обл. Минск: Белорусский гос. ун-т, с. 299–300.
- Катаев, Г. Д., Катаева, Р. И. (1999) Лесной лемминг в фауне Кольского Севера. В кн.: *Проблемы охраны и изучения природной среды Русского Севера. Мат-лы науч.-практ. конф., посвященной 25-летию заповедника «Пинежский»*. 16–25 августа 1999 года, п. Пинега. Архангельск, с. 100–103.
- Кутенков, А. П. (2006) Тридцать лет работы стационаров по учету мелких млекопитающих в заповеднике «Кивач»: основные итоги и обсуждение результатов. В кн.: *Труды Государственного природного заповедника «Кивач»*. Вып. 3. Петрозаводск: Кивач, с. 80–106.
- Литвинов, Ю. Н., Абрамов, С. А., Панов, В. В. (2010) Динамика структуры сообществ грызунов модельных ландшафтов в связи с проблемами стабильности и устойчивости. В кн.: *Сообщества и популяции животных: экологический и морфологический анализ*. Новосибирск; М.: Тов. научн. изд. КМК, с. 66–92.
- Марпл-мл., С. Л., Рыжак, И. С. (ред.) (1990) *Цифровой спектральный анализ и его приложения*. М.: Мир, 584 с.
- Новиков, Г. А. (1941) К экологии лесного лемминга на Кольском полуострове. *Зоологический журнал*, т. 20, № 4–5, с. 626–631.
- Полонский, А. Б., Кибальчич, И. А. (2014) Совместное влияние основных режимов изменчивости в системе Океан-Атмосфера в Атлантико-Европейском секторе на температурные аномалии в Украине и Азово-Черноморском регионе в зимний период. *Геополитика и экогеодинамика регионов*, Т. 10, № 1, с. 329–334.
- Стариков, В. П., Слуту, И. М. (2009) Динамика популяции лесного лемминга (*Myopus schisticolor*) в северной тайге Западной Сибири. *Вестник Томского государственного университета*, № 319, с. 203–206.
- Телепнев, В. Г., Ермаков, Л. Н. (2014) Описание цикличности динамики численности в популяции глухаря (*Tetrao urogallus* L., 1758) при многолетнем ее мониторинге. *Сибирский экологический журнал*, № 5, с. 703–710.
- Тишков, А. А. (1986) Позвоночные животные в консорции бриофитов тундровых и таежных экосистем. *Растительные животные в биогеоценозах суши*. М.: Наука, с. 156–158.
- Barnston, A. G., Livezey, R. E. (1987) Classification, seasonality and persistence of low frequency atmospheric circulation patterns. *Monthly Weather Review*, vol. 115, pp. 1083–1126.
- Bobretsov, A. V., Lukyanova, L. E. (2017) Population dynamics of wood lemming (*Myopus schisticolor*) in different landscapes of the Northern Pre-Urals. *Russian Journal of Theriology*, vol. 16, no. 1, pp. 86–93.
- Bondrup-Nielsen, S. (1993) Food preference and diet of the wood lemming (*Myopus schisticolor*). In: N. C. Stenseth, R. A. Ims (eds.). *The biology of lemmings*. London: Academic Press, pp. 303–309. (Linnean Society Symposium. Vol. 15).
- Eskelinen, O. (2002) Diet of the wood lemming *Myopus schisticolor*. *Annales Zoologici Fennici*, vol. 39, no. 1, pp. 49–57.
- Eskelinen, O., Sulkava, P., Sulkava, R. (2004) Population fluctuations of the wood lemming *Myopus schisticolor* in eastern and western Finland. *Acta Theriologica*, vol. 49, no. 2, pp. 191–202.
- <Title>. [Online]. Available at: [ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand\\_index.tim](ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand_index.tim) (accessed 25.01.2018).
- Function Reference: pwelch. *Octave Forge*. [Online]. Available at: <http://octave.sourceforge.net/signal/function/pwelch.html> (дата обращения 25.01.2018)
- GNU Octave. [Online]. Available at: <http://www.gnu.org/software/octave/> (accessed 25.01.2018).
- Mironov, A. D., Golubeva, O. M., Chistova T. Yu. et al. (2003) Budget daily activity of wood lemming (*Myopus schisticolor* (Rodentia, Cricetidae)). *Russian Journal of Theriology*, vol. 2, no. 2, pp. 115–123.
- Stenseth, N. C. (1978) Is the female biased sex ratio in the wood lemming *Myopus schisticolor* maintained by cyclic inbreeding? *Oikos*, vol. 30, pp. 83–89.

## References

- Barnston, A. G., Livezey, R. E. (1987) Classification, seasonality and persistence of low frequency atmospheric circulation patterns. *Monthly Weather Review*, vol. 115, pp. 1083–1126. (In English)
- Bobrecov, A. V. (2016) *Populyatsionnaya ekologiya melkikh mlekopitayushchikh ravninnykh i gornykh landshaftov Severo-Vostoka evropejskoj chasti Rossii [Population ecology of small mammals of plains and mountainous landscapes of the Northeast of the European part of Russia]*. Moscow: KMK Scientific Press, 381 p. (In Russian)

- Bobrecov, A. V., Beshkarev, A. B., Basov, V. A. et al. (2000) *Zakonomernosti poluvekovoј dinamiki bioty devstvennoj tajgi Severnogo Predural'ya [Regularities of half a century of biota of the virgin taiga of the Northern Urals]*. Syktyvkar: Federal State Statistics Service of the Republic of Komi, 206 p. (In Russian)
- Bobretsov, A. V., Lukyanova, L. E. (2017) Population dynamics of wood lemming (*Myopus schisticolor*) in different landscapes of the Northern Pre-Urals. *Russian Journal of Theriology*, vol. 16, no. 1, pp. 86–93. (In English)
- Bolshakov, V. N., Balakhonov, B. C., Benenson, I. E. et al. (1986). *Melkie mlekopitayushchie Ural'skikh gor (ekologiya mlekopitayushchikh Urala) [Small mammals of the Ural mountains (ecology of mammals of the Urals)]*. Sverdlovsk: Ural Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, 101 p. (In Russian)
- Bondrup-Nielsen, S. (1993) Food preference and diet of the wood lemming (*Myopus schisticolor*). In: N. C. Stenseth, R. A. Ims (eds.). *The biology of lemmings*. London: Academic Press, pp. 303–309. (Linnean Society Symposium. Vol. 15). (In English)
- Boyko, N. S. (2003) Vidovoe raznoobrazie i chislennoś mlekopitayushchikh (Mammalia L., 1758) na territorii i akvatorii Kandalakshskogo zapovednika [Species diversity and number of mammals (Mammalia L., 1758) in the territory and waters of the Kandalaksha reserve]. In: *IV–V Mezhdunarodnye seminarы "Ratsional'noe ispol'zovanie pribrezhnoj zony severnykh morej" [IV–V International seminars "Rational use of the coastal zone of the northern seas." Kandalaksha, 19 July, 1999, 18 July, 2000. Reports]*. Saint Petersburg: Russian State Hydrometeorological University Publ., pp. 70–93. (In Russian)
- Boyko, N. S. (1986) K ekologii lesnykh lemmingov — *Myopus schisticolor* Lillj. na yuge Murmanskoy oblasti [To the ecology of forest lemming— *Myopus schisticolor* Lillj. in the south of the Murmansk Region]. In: G. S. Biske (ed.). *Priroda i hozyajstvo Severa [Nature and economy of the North]*. Vol. 14. Murmansk: s. n., pp. 43–46. (In Russian)
- Erdakov, L. N. (2011) *Biologicheskie ritmy: osob', populyatsiya, soobshchestvo. Tsiklichnost' v zhivykh sistemakh [Biological rhythms: individual, population, community. Cyclicity in living systems]*. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 152 p. (In Russian)
- Eskelinen, O. (2002) Diet of the wood lemming *Myopus schisticolor*. *Annales Zoologici Fennici*, vol. 39, no. 1, pp. 49–57. (In English)
- Eskelinen, O., Sulkava, P., Sulkava, R. (2004) Population fluctuations of the wood lemming *Myopus schisticolor* in eastern and western Finland. *Acta Theriologica*, vol. 49, no. 2, pp. 191–202. (In English)
- <Title>. [Online]. Available at: [ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand\\_index.tim](ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/scand_index.tim) (accessed 25.01.2018). (In English)
- Glotov, I. N., Erdakov, L. N., Kuzyakin, V. A. et al. (1978) *Soobshchestva melkikh mlekopitayushchikh Baraby [Baraba community of small mammals]*. Novosibirsk: Nauka Publ., 231 p. (In Russian)
- Function Reference: pwelch. *Octave Forge*. [Online]. Available at: <http://octave.sourceforge.net/signal/function/pwelch.html> (accessed 25.01.2018) (In English)
- GNU Octave. [Online]. Available at: <http://www.gnu.org/software/octave/> (accessed 25.01.2018). (In English)
- Ivanter, E. V. (1975) *Populyatsionnaya ekologiya melkikh mlekopitayushchikh taezhnogo Severo-Zapada SSSR [Population ecology of small mammals of the taiga of the North-West of the USSR]*. Leningrad: Nauka Publ., 246 p. (In Russian)
- Ivanter, E. V., Ivanter, T. V. (1988) K ekologii lesnogo lemminga u yuzhnoj granitsy areala [On the ecology of forest lemming at the southern boundary of the range]. In: S. E. Remanskij (ed.). *Gryzuny. Mat-ly VII Vsesoyuznogo Soveshchaniya. Nal'chik, 27 sent. — 1 okt. 1988 g. [Rodents. Materials of the VII All-Union Conference. Nalchik, 27 September — 1 October, 1988]*. Vol. 2. Sverdlovsk, pp. 25–26]. (In Russian)
- Kataev, G. D. (1999) 70-letnij monitoring lesnykh lemmingov (*Myopus schisticolor*) na Kol'skom poluoostrove [70-year-old monitoring of forest lemmings (*Myopus schisticolor*) on the Kola Peninsula]. In: *Belovezhskaya pushcha na rubezhe tret'ego tysyacheletiya. Mat-ly n.-praktich. konf., posvyashchennoj 60-letiyu so dnya obrazovaniya gos. zapovednika "Belovezhskaya pushcha". 22–24 dek. 1999 g., p. Kamenyuki, Brestskaya obl. [Belovezhskaya Pushcha at the turn of the third millennium. Proceedings of scientific conference, dedicated to the 60<sup>th</sup> anniversary of the formation of National park "Belovezhskaya Pushcha". 22–24 December 1999, Kamenyuki village, Brest region]*. Minsk: Belarusian State University Publ., pp. 299–300. (In Russian)
- Kataev, G. D., Kataeva, R. I. (1999) Lesnoj lemming v faune Kol'skogo Severa [Forest lemming in the fauna of the Kola North]. In: *Problemy okhrany i izucheniya prirodnoj sredy Russkogo Severa. Mat-ly nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 25-letiyu zapovednika Pinezhskij (16–25 avgusta 1999 goda, p. Pinega) [Problems of protection and study of the natural environment of the Russian North. Proceedings of scientific conference, dedicated to the 25<sup>th</sup> anniversary of the Pinezhsky reserve (16–25 August 1999, Pinega village)]*. Arkhangelsk, pp. 100–103. (In Russian).

- Kutenkov, A. P. (2006). Tridtsat' let raboty statsionarov po uchetu melkikh mlekopitayushchikh v zapovednike "Kivach": osnovnye itogi i obsuzhdenie rezul'tatov [Thirty years of work of hospitals for accounting for small mammals in the Kivach reserve: main results and discussion of the results]. *Trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Kivach"* [Works of Kivach State Nature Reserve]. Iss. 3. Petrozavodsk: Kivach Publ., pp. 80–106. (In Russian)
- Litvinov, Yu. N., Abramov, S. A., Panov, V. V. (2010) Dinamika struktury soobshchestv gryzunov model'nykh landshaftov v svyazi s problemami stabil'nosti i ustojchivosti [Dynamics of the structure of rodent communities of model landscapes in connection with the problems of stability and sustainability]. In: *Soobshchestva i populyatsii zhivotnykh: ekologicheskij i morfoloicheskij analiz* [Communities and animal populations: ecological and morphological analysis]. Novosibirsk; Moscow: KMK Scientific Press, pp. 66–92. (In Russian)
- Marple, S. L., Jr.; Ryzhak, I. S. (ed.) (1990) *Digital spectral analysis and its applications*. Moscow: Mir Publ., 584 p. (In Russian)
- Mironov, A. D., Golubeva, O. M., Chistova, T. Yu. et al. (2003) Budget daily activity of wood lemming (*Myopus schisticolor* (Rodentia, Cricetidae)). *Russian Journal of Theriology*, vol. 2, no. 2, pp. 115–123. (In English)
- Novikov, G. A. (1941) K ekologii lesnogo lemninga na Kol'skom poluostrove [On the ecology of forest lemming on the Kola Peninsula]. *Zoologicheskij zhurnal*, vol. 20, no. 4–5, pp. 626–631. (In Russian)
- Polonskij, A. B., Kibal'chich, I. A. (2014) Sovmestnoe vliyanie osnovnykh rezhimov izmenchivosti v sisteme Okean-Atmosfera v Atlantiko-Evropejskom sektore na temperaturnye anomalii v Ukraine i Azovo-Chernomorskom regione v zimnij period [Sharing influence of the main modes of variability in the ocean-atmosphere system in the Atlantic-European sector of the temperature anomalies in Ukraine and the Azov-Black Sea region in winter]. *Geopolitika i ekogeodinamika regionov — Geopolitics and ecogeodynamics of regions*, vol. 10, no. 1, pp. 329–334. (In Russian)
- Starikov, V. P., Slutu, I. M. (2009) Dinamika populyatsii lesnogo lemninga (*Myopus schisticolor*) v severnoj tajge Zapadnoj Sibiri [The population dynamics of wood lemming (*Myopus schisticolor*) in the northern taiga of Western Siberia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta — Tomsk State University Journal*, no. 319, pp. 203–206. (In Russian)
- Stenseth, N. C. (1978) Is the female biased sex ratio in the wood lemming *Myopus schisticolor* maintained by cyclic inbreeding? *Oikos*, vol. 30, pp. 83–89. (In English)
- Telepnev, V. G., Erdakov, L. N. (2014) Opisanie tsiklichnosti dinamiki chislennosti v populyatsii glukharya (*Tetrao urogallus* L., 1758) pri mnogoletnem ee monitoringe [Description of the cyclic dynamics of the number of specimens in the population of wood grouse (*Tetrao urogallus* L.) under long-term monitoring]. *Sibirskiy ekologicheskij zhurnal — Contemporary Problems of Ecology*, vol. 7, no. 5, pp. 703–710. (In Russian)
- Tishkov, A. A. (1986) Pozvonochnye zhivotnye v konsortsii briofitov tundrovnykh i taezhnykh ekosistem [Vertebrates in the consortium of bryophytes of tundra and taiga ecosystems]. *Rastitel'noyadnye zhivotnye v biogeotsenozakh sushi* [Herbivorous animals in biogeocenoses of the firm ground]. Moscow: Nauka Publ., pp. 156–158. (In Russian)
- Vinogradov, V. V., Kel'beshekov, B. K. (2009) Strukturno-vremennaya organizatsiya soobshchestva gryzunov srednegornoj temnokhvojnoj tajgi vostochnogo Sayana (na primere zapovednika "Stolby") [Structural and temporary organization of the rodent community of the middle mountain dark-coniferous taiga of the eastern Sayan (on the example of the Stolby Nature Reserve)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya — Tomsk State University Journal. Biology*, no. 4 (8), pp. 5–14. (In Russian)

**Для цитирования:** Ердаков, Л. Н., Миронов, А. Д. (2019) Особенности многолетнего хода численности в популяциях лесного лемминга (*Myopus schisticolor* Liljeborg, 1844): цикличность. *Амурский зоологический журнал*, т. XI, № 2, с. 159–172. DOI: 10.33910/2686-9519-2019-11-2-159-172

**Получена** 17 марта 2019; прошла рецензирование 3 апреля 2019; принята 6 сентября 2019.

**For citation:** Erdakov, L. N., Mironov, A. D. (2019) Long-term variability in forest lemming population numbers (*Myopus schisticolor* Liljeborg, 1844): Cyclicity. *Amurian Zoological Journal*, vol. XI, no. 2, pp. 159–172. DOI: DOI 10.33910/2686-9519-2019-11-2-159-172

**Received** 17 March 2019; reviewed 3 April 2019; accepted 6 September 2019.