
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 599.325.1

Л. Н. Ердаков¹, В. М. Переясловец²

Цикличность в многолетней динамике численности зайца-беляка

¹ФГБУН Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²ФГБУ Государственный природный заповедник «Юганский», с. Угут, ХМАО-Югра, Россия

Аннотация. Заяц-беляк – это ценный массовый объект спортивной любительской охоты, также имеющий и важное промысловое значение. Кроме того, заяц-беляк относится к переносчикам ряда опасных заболеваний домашних животных и человека, таких как, например, туляремия, лептоспироз, бруцеллёз и др., а также является источником различных глистных инвазий. Одной из характерных особенностей зайца-беляка является наличие регулярных колебаний его численности. Определение их ритмики, амплитуды и цикличности поможет принимать правильные решения в отношении организации противоэпидемических мероприятий, а также в деле охраны и рациональной эксплуатации этого вида. Основная цель нашего исследования – получение хроноэкологических характеристик цикличности численности зайца-беляка на территории Российской Федерации. Для этого решили следующие задачи: проанализировали ход численности зайца-беляка в некоторых регионах РФ; рассчитали спектры периодических составляющих динамики его численности, а также определили периоды популяционных ритмов и их мощность. Исходными данными для анализа послужили сведения из открытых источников по многолетней численности зайца-беляка на территории РФ. Обработка данных многолетних наблюдений представляла собой разложение сложной кривой хода численности на составляющие ее простые гармоника, вычисление их величины и мощности. Для выявления скрытых колебаний численности использовали программу Harms. Для статистических расчетов использовали пакет программ Past. Для трендов проверяли гипотезу об отличии коэффициентов от нуля и рассчитывали коэффициент детерминации R^2 . Колебания численности зайца-беляка в границах РФ в большинстве федеральных округов (кроме Уральского) происходят синхронно. Спектры колебаний численности зайца-беляка в федеральных округах европейской

ЕРДАКОВ Лев Николаевич – д. б. н., профессор, с. н. с. Института систематики и экологии животных СО РАН.

E-mail: microtus@yandex.ru

ЕРДАКОВ Лев Николаевич – Dr. Sci. (Biol.), Professor, Senior Researcher, Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

ПЕРЕЯСЛОВЕЦ Владимир Михайлович – к. б. н., с.н.с. ФГБУ Государственный природный заповедник «Юганский».

E-mail: pvm16@yandex.ru

ПЕРЕЯСЛОВЕЦ Владимир Михайлович – Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, State Nature Reserve “Yuganskiy”.

части России в значительной степени совпадают. С продвижением с запада на восток растет период низкочастотного пика от ~15-17-летнего (в европейской части) до ~30-летнего (на Дальнем Востоке). Также в том же направлении значительно увеличивается амплитуда колебаний численности вида. Наибольшая амплитуда колебаний у зайца-беляка в России наблюдается в полосе низких частот – больших колебаний его численности следует ожидать каждые 15-20 лет. Полученные результаты могут иметь важное значение при планировании объемов промысла зайца-беляка и, в конечном итоге, для рациональной и неистощительной эксплуатации его популяции.

Ключевые слова: заяц-беляк, зимний маршрутный учет, численность популяции, популяционные ритмы, цикличность, амплитуда колебаний, многолетняя динамика численности, биостатистика, корреляция, спектральный анализ.

DOI 10.25587/SVFU.2020.75.55408

Исследование поддержано Программой фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственных академий наук на 2013-2020 гг., проект № VI.51.1.4 (AAAA-A16-116121410119-4) и РФФИ (проект № 17-04-00269 А).

L. N. Erdakov¹, V. M. Pereyaslovets²

Long-Term Cycle of the Mountain Hare Population Dynamics

¹Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

²State Nature Reserve “Yuganskiy”, Ugut, Surgut district, Russian Federation

Abstract. The Mountain hare (*Lepus timidus*) is a popular game species and a traditional subject of population dynamics studies. The species is characterized by regular population fluctuations. Our research is aimed at characterizing chronological and ecological features of the mountain hare population cycles in the Russian Federation. To achieve this, we calculated the spectra of periodic components of the species' population dynamics and defined the population rhythm periods and their power. The research is based on open access data on long-term population dynamics of the mountain hare in Russia. Data was processed by decomposing the complex curve of abundance dynamics into simple harmonics and calculating their power and magnitude. To reveal hidden fluctuations, we used Harms software; statistical calculations were performed with Past software. For trends, we checked the hypothesis of non-zero coefficients and calculated the R2 determination coefficient. The fluctuations of the mountain hare populations in Russia occur synchronously in most of the federal districts (except the Ural district). The population fluctuation spectra in the federal districts of European Russia generally coincide. Eastwards, the low frequency peak shifts from 15-17 years in European Russia to 30 years in the Russian Far East. The abundance fluctuation amplitude increases significantly towards the Far East, too. The greatest fluctuation amplitude is observed in the low frequency zone, where major abundance fluctuations are to be expected every 15-20 years. The results can be important in planning annual harvest quotas of the mountain hare, contributing to rational and sustainable use of the species.

Keywords: mountain hare, winter route accounting, population size, population rhythm, cyclicity, abundance fluctuation amplitude, long-term population dynamics, biostatistics, correlation, spectral analysis.

The research was conducted with the support of the RAS Program of Fundamental Scientific Research for the period of 2013-2020, project # VI.51.1.4 (AAAA-A16-116121410119-4) and RFBR (project # 17-04-00269 А).

Введение

Заяц-беляк (*Lepus timidus* L., 1758) – это ценный массовый объект спортивной любительской охоты, также имеющий и важное промысловое значение. Кроме того,

заяц-беляк относится к переносчикам ряда опасных заболеваний домашних животных и человека, таких как, например, туляремия, лептоспироз, бруцеллёз и др., а также является источником различных глистных инвазий [1]. Поскольку зона контакта этого вида с человеком обширна, риск заболевания людей держится на достаточно высоком уровне. Одной из характерных особенностей зайца-беляка является наличие регулярных колебаний его численности. Определение их ритмики, амплитуды и цикличности поможет принимать правильные решения в отношении организации противо-эпидемических мероприятий, а также в деле охраны и рациональной эксплуатации этого вида, что и определяет актуальность такого рода исследований.

Колебания численности зайца-беляка носят циклический характер. Такой тип динамики популяций этого вида отмечен во многих районах Евразии и Северной Америки, причем впервые исследователи обратили внимание на такую особенность очень давно. Так, приблизительно 10-летние циклы в динамике численности зайца-беляка в Канаде описаны еще в первой половине XX века [2]. Результаты работ современных исследователей, как отечественных, так и зарубежных, также подтверждают четко выраженную цикличность в динамике численности зайца-беляка. Эту закономерность в популяциях этого вида отмечают как на территории Российской Федерации в целом [3-4], так и в отдельных ее регионах, в частности в Сибири [5] и на Европейском Севере России [6-8]. Аналогичные данные имеются и по соседним с нами странам Европейского Севера: Норвегии, Швеции, Финляндии [9-11], а также по Северной Америке [12].

Тем не менее, специально цикличность динамики численности зайца-беляка изучают сравнительно редко, и накопленный материал по этой теме не отличается изобилием. Чаще всего применяют визуальный способ выделения циклов по графикам многолетних флуктуаций численности зайца-беляка, рассчитанной по результатам учетов, либо по количеству его шкурок, сданных в заготовительные организации после завершения сезона охоты. Однако, использование таких методов подразумевает некоторую долю субъективности в оценке результатов анализа. Уменьшить погрешности в выделении циклов, а также их мощности позволяет применение современных статистических программ, позволяющих делать обоснованные математическими закономерностями выводы.

Нами изучалась многолетняя динамика численности зайца-беляка в различных регионах Российской Федерации. Основной целью исследования было получение хроноэкологических характеристик популяционной цикличности его численности. Также дополнительно сравнили полученные результаты, рассчитанные по данным о колебаниях численности вида, собранные разными методами. Для этого решили следующие задачи: проанализировали ход численности зайца-беляка в некоторых регионах РФ; рассчитали спектры периодических составляющих динамики численности этого вида; а также определили периоды его популяционных ритмов и их мощность. Кроме того, провели сравнение спектров колебаний численности зайца-беляка из разных отечественных и зарубежных популяций для выяснения географической изменчивости этой характеристики.

Материал и методы

Для анализа динамики численности зайца-беляка использовали многолетние данные из различных регионов Российской Федерации, а также из-за рубежа, полученные двумя способами: по результатам заготовок пушно-мехового сырья и с помощью зимнего маршрутного учета (ЗМУ). Для этого привлекли источники, опубликованные в открытой печати:

- количество заготовленных шкурок зайца-беляка в Новосибирской области с 1930 по 1965 г. по [13];
- количество заготовленных шкурок зайца-беляка в Тунгокоченском районе Читинской области за 19-летний срок [14];

– сведения о динамике численности зайца-беляка в Канаде по данным заготовок его шкурок компанией Гудзон-Бей [15, 16] (для сравнения с параметрами, характерными для популяций зайца-беляка, обитающего на территории РФ).

Кроме того, использовали опубликованные данные о численности зайца-беляка (запас, число особей) по федеральным округам Российской Федерации за 1981-2011 гг. [17]. Эти данные получены с использованием методики зимнего маршрутного учета [18].

Для статистической обработки числовых рядов использовали программу Past [19]. Для выявления скрытых колебаний в динамике численности использовали программу Harms [20]. Каждый анализ многолетнего ряда данных по численности зайца-беляка генерировал распределение спектра мощности по периодам, которое затем выражали в процентах от максимального значения. Пики на полученном спектре мощности соответствовали главным периодичностям. Для трендов проверяли гипотезу об отличии коэффициентов от нуля и рассчитывали коэффициент детерминации R^2 . Тест на характер распределения используемых выборок показал заметные отклонения от нормального распределения, поэтому для оценки синхронности колебаний численности зайца-беляка в некоторых федеральных округах РФ применили ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Комплекс этих методов статистического анализа позволяет аргументированно обосновывать наличие циклов и амплитуду их мощности в динамике численности различных видов животных.

Результаты исследований

Для опубликованных результатов многолетних наблюдений в каждом случае рассчитали статистические характеристики (табл. 1), из которых наиболее важными для целей исследования был коэффициент вариации. Сравнить по этому показателю размах варьирования можно независимо от того, какими методиками пользовались для сбора материала и в каких единицах измеряли численность.

Таблица 1

Статистические характеристики многолетней динамики численности зайца на территории РФ (с запада на восток) и в Канаде

Характеристики →	n, лет	M±m, тыс. особей	σ	CV%	Тренд
Округ ↓					
Северо-Западный	31	1015,47±51,96	289,30	28,49	1291,799 – 18,422 * t; $R^2 = 0,335; \alpha \leq 0,01$
Центральный	31	396,05±20,39	113,50	28,66	541,896 – 9,723 * t; $R^2 = 0,607; \alpha \leq 0,01$
Приволжский	31	540,12±25,35	141,13	26,13	710,981 – 11,391 * t; $R^2 = 0,539; \alpha \leq 0,01$
Уральский	31	564,94±23,87	132,87	23,52	614,980 – 3,336 * t; $\alpha > 0,05$
Сибирский	31	1393,33±91,63	570,16	40,92	1974,180 – 38,723 * t; $R^2 = 0,476; \alpha \leq 0,01$
Дальневосточный	31	1673,91±144,02	801,89	47,91	2089,485 – 27,705 * t; $\alpha > 0,05$
Новосибирская область	36	87,34±16,6	99,58	114,0	222,541 – 7,726 * t; $R^2 = 0,668; \alpha \leq 0,01$
Читинская область	19	10,59±1,87	8129	76,74	4,172 + 0,713 * t; $R^2 = 0,244; \alpha \leq 0,05$
Канада	89	47,89±3,66	34480	71,99	59,347 – 0,260 * t; $\alpha > 0,05$

Таблица 2

Значение коэффициентов Спирмена для динамики численности зайца-беляка в некоторых федеральных округах России

Округ	Приволжский	Северо-Западный	Центральный	Уральский	Сибирский
Приволжский	0				
Северо-Западный	0,806	0			
Центральный	0,861	0,703	0		
Уральский	0,182	0,258	-0,017	0	
Сибирский	0,771	0,598	0,544	0,316	0
Дальневосточный	0,614	0,599	0,320	0,228	0,674

Примечание: жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты: $\rho=0,376$, $\alpha \leq 0,05$; $\rho=0,471$, $\alpha \leq 0,01$; $\rho=0,579$, $\alpha \leq 0,001$

Таблица 3

Достоверность различий в динамике средних многолетних значений численности зайца-беляка в некоторых федеральных округах РФ с помощью t-критерия

Округ	Приволжский	Северо-Западный	Центральный	Уральский	Сибирский
Приволжский	0				
Северо-Западный	8,2	0			
Центральный	4,4	11,1	0		
Уральский	0,7	7,9	5,4	0	
Сибирский	9	3,6	10,6	8,7	0
Дальневосточный	7,8	4,3	8,8	7,6	1,6

Примечание: жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты: критические значения $t_{кр} = 2$, $p \leq 0,05$; $t_{кр} = 2,66$, $p \leq 0,01$

Для оценки синхронности общих колебаний численности зайца-беляка в разных федеральных округах РФ рассчитали коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (табл. 2), а достоверность различий в динамике ее средних многолетних значений оценили с помощью t-критерия (табл. 3).

Для графического отображения многолетнего хода численности зайца-беляка построили хронограммы, по которым можно визуальнo оценить степень ее варьирования (рис. 1, I). Кроме того, по расстоянию между пиками можно предположить периоды возможных циклов, а по их амплитуде – мощность. Для более точного суждения о количестве и соотношении колебаний численности зайца-беляка к каждой хронограмме построили ее спектр, с помощью которого оценивали совокупность скрытых периодических составляющих в каждой кривой, соотношение их количества и мощности (рис. 1, II; рис. 2).

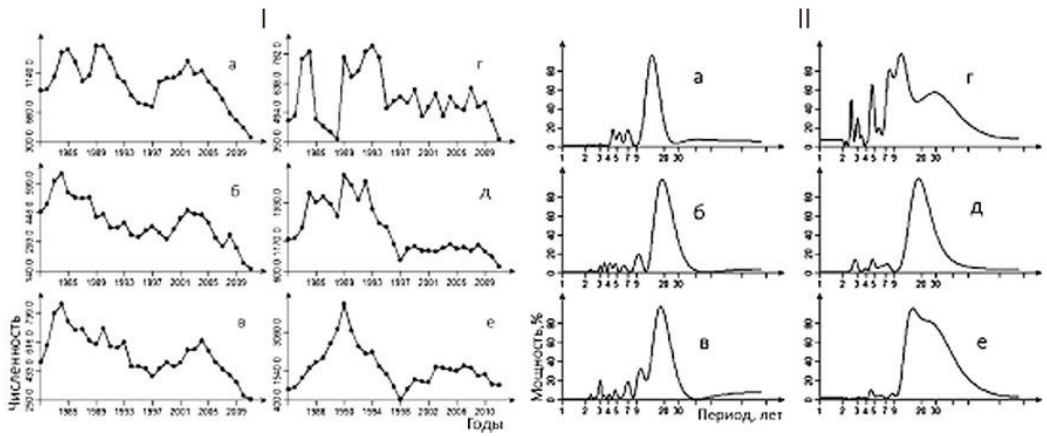


Рис. 1. Хронограммы (I) и спектры (II) многолетних колебаний численности зайца-беляка, полученные методом ЗМУ, в некоторых федеральных округах РФ: а – Северо-Западный, б – Центральный, в – Приволжский, г – Уральский, д – Сибирский, е – Дальневосточный

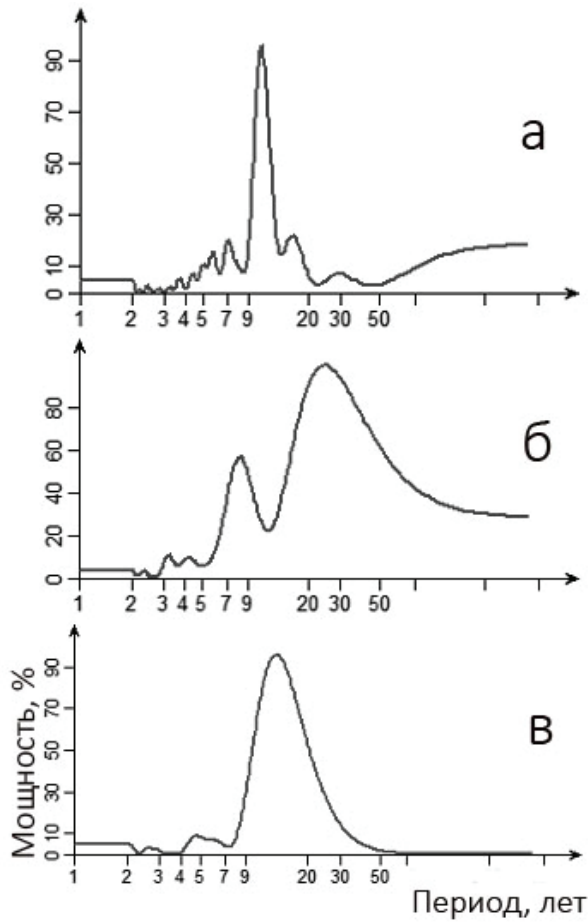


Рис. 2. Спектры многолетних колебаний численности зайца-беляка (по данным заготовок его шкурок): а – Канада, б – Новосибирская область, в – Читинская область

Таблица 4

Соотношение величины и мощности периодических составляющих многолетней динамики численности зайца-беляка в различных округах России (данные ЗМУ)

Период, лет →	15-20	10-14	7-9,9	4,5-6		2,8-4		2,0-2,7	
				Округ ↓					
Северо-Западный		13,8 124	6,9 53,0	5,4 48,3	4,5 53,7	3,4 13,0	3,0 21,1	2,5 17,9	2,3 17,0
Центральный	18,6 39,67		9,4 17,5	6,1 10,6	4,8 12,1	3,5 13,0	3,1 10,8	2,5 5,8	2,3 7,4
Приволжский	17,9 45,3		9,9 26,0	6,9 20,0	4,8 14,2	3,5 10,4	3,1 20,6	2,6 5,9	2,3 11,0
Уральский		10,9 43,2	7,8 39,3	5,8 19,3	4,7 35,3	3,5 14,8	3,1 24,0	2,6 30,5	2,2 10,3
Сибирский	17,9 183,5		7,2 55,1		4,8 68,5	3,9 37,4	2,8 67,3	2,5 29,8	2,1 12,1
Дальневосточный	16,5 471			5,1 119			2,9 52,2	2,4 47,9	2,1 57,9

Примечание: в ячейках таблицы верхняя цифра – период, лет; нижняя – мощность (амплитуда)

Таблица 5

Соотношение величины и мощности периодических составляющих многолетней динамики численности зайца-беляка (по данным заготовок) в некоторых областях РФ и за рубежом

Период, лет →	16,1-30	10-16	7-9,5	4,5-6		2,8-4,3		2,0-2,7	
				Регион ↓					
Канада	29,3 3704	16,0 6489	7,0 6172	5,7 5412	4,4 3727	3,7 3256	3,3 1997	2,4 2366	2,2 1465
Новосибирская область	24,4 28,56	-	8,1 21,53	-	4,2 8,88	3,2 9,27	-	-	2,3 5,15
Читинская область	-	13,1 4699	-	-	4,7 1424	3,5 138	-	2,6 824	-

Примечание: в ячейках таблицы верхняя цифра – период, лет; нижняя – мощность (амплитуда)

Анализ полученных после статистической обработки данных позволил оценить (по максимальным значениям) мощность колебаний многолетней численности зайца-беляка в пределах выделенных программой циклов.

Обсуждение

В европейской части РФ суммарная среднемноголетняя численность зайца-беляка заметно меньше, чем на ее азиатской территории. Среди округов, расположенных в европейской части Российской Федерации, по численности зайца-беляка выделяется только Северо-Западный округ (табл. 1). А в Центральном и Приволжском федеральных

округах этот показатель практически в 3 раза уступает аналогичному показателю, рассчитанному для Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. Одной из причин этого является громадная территория, которую занимают азиатские округа, однако свою роль, возможно, играют и более оптимальные экологические условия, характерные для них. Территория Уральского федерального округа лежит и в европейской и в азиатской частях России. Численность зайца-беляка в его пределах (независимо от огромной площади) близка к показателям, характерным для европейских округов, особенно для граничащего с ним Приволжского федерального округа. Скорее всего, колебания численности зайца-беляка на территории этих соседних округов происходят под влиянием комплекса сходных факторов, поскольку различия в динамике средних многолетних значений его численности статистически недостоверны. Аналогичная картина наблюдается и в отношении граничащих между собой Сибирского и Дальневосточного федеральных округов.

Колебания численности зайца-беляка в границах Российской Федерации часто происходят синхронно [21]. Это подтверждается и нашим анализом (табл. 2). Обнаружили сильную связь между колебаниями численности зайца-беляка в пределах территории большинства федеральных округов России. Ранговые коэффициенты корреляции достигают высоких значений и статистически достоверны. Исключением из общей картины является только Уральский федеральный округ. Для популяции зайца-беляка в его пределах характерны частые подъемы и спады численности, происходящие в относительно короткие промежутки времени (рис. 1; I, г), что это выделяет эту территорию из ряда других, на которых колебания численности зайца-беляка в значительной степени синхронизированы.

Анализ спектров периодических составляющих динамики численности зайца-беляка по федеральным округам РФ позволяет оценить визуальную картину соотношения гармонических составляющих в каждом регионе (рис. 1, II).

Спектры колебаний численности зайца-беляка в федеральных округах, лежащих в пределах европейской части России (рис. 1, II, а, б, в), практически совпадают, в каждом случае изменяется только положение доминирующей по мощности гармоники. С продвижением на восток (от Северо-Западного до Приволжского федерального округа) период низкочастотного пика растет. В азиатской же части России вид спектров более разнообразен, однако тенденция роста периода низкочастотного цикла сохраняется. На Урале этот ритм приблизительно 15-летний, в Сибири он уже 20-летний, а на Дальнем Востоке приближается к 30-летнему (рис. 1, II г, д, е). К сожалению, небольшой срок сбора данных по численности зайца-беляка в этом регионе не дает возможности разделить низкочастотные пики на спектре, и они имеют общее основание (рис. 1, II е).

Наибольшая амплитуда (мощность) колебаний у зайца-беляка в России наблюдается в полосе низких частот, т. е. больших колебаний численности этого вида следует ожидать каждые 15-20, а то и 30 лет. Различия у высокочастотных колебаний численности зайца-беляка почти во всех федеральных округах РФ весьма незначительны. Исключением снова является лишь динамика численности населения зайца-беляка в УрФО. Здесь высокочастотные гармоники на спектре значительны по мощности (рис. 1, II г), что означает возможность больших подъемов численности не только через каждые 15, но и каждые 5 и даже 2,5 года.

Общую картину цикличности многолетней численности зайца-беляка в различных федеральных округах России отражают рассчитанные периоды и мощности гармонических составляющих на ее спектрах (табл. 4).

Сравнения спектров численности зайца-беляка показывает их большую общность почти во всех федеральных округах, что свидетельствует об одинаковой цикличности средней многолетней численности вида практически на всей территории России. Незначительные различия между спектрами численности зайца-беляка в разных

регионах можно наблюдать только в низких и средних частотах (табл. 4). Однако и в этих полосах частот четких закономерностей установить не удалось. Можно выделить лишь то, что в пределах Северо-Западного и Уральского федеральных округов наблюдается большее сходство спектров колебаний численности зайца-беляка, а в Дальневосточном федеральном округе циклов на спектре гораздо меньше, чем на остальных территориях и, возможно, их периоды уменьшаются (табл. 4).

Представление о географической изменчивости спектра цикличности динамики численности зайца-беляка дает сравнение по этой характеристике его российских и канадских популяций. Период наблюдений колебаний численности зайца-беляка в Канаде очень длинный (89 лет), что позволило выделить относительно полный набор циклов. В Канаде наибольшая мощность отмечена у 16-летнего колебания численности вида. Временной ряд учетов численности зайца-беляка в России значительно короче (31 год), однако все-таки удалось выделить кратный канадскому относительно мощный 8-летний цикл в Северо-Западном и Уральском федеральных округах, а также в Сибирском федеральном округе (табл. 4) и на его территории, в частности, в Новосибирской области (табл. 5). Вообще, средние по мощности (и приблизительно 4-летние) гармонические составляющие циклов обязательно присутствуют на спектрах колебаний численности зайца-беляка по всей территории РФ. Видимо, можно предположить, что они являются характерными для населения зайца-беляка на территории России.

Расчет многолетних циклов в динамике численности зайца-беляка по данным, собранным разными методами (ЗМУ и результаты заготовок его шкур), дает сравнимые результаты. Таким образом, обе методики сбора данных по численности зайца-беляка пригодны для проведения подобного анализа.

Рассматривая цикличность колебаний численности зайца-беляка на такой громадной территории и обнаруживая сходство циклов даже между отдаленными регионами (округами), естественно предположить, что синхронизаторами к таким колебаниям могут служить глобальные осцилляции, проявляющиеся на всем этом пространстве. Подтверждением тому могут быть соображения о природной цикличности планеты, высказанные В. Г. Кривенко [22]. Он предлагает использовать понятие гелиоидроклиматических циклов, объединяющее взаимозависимые колебания производных климата и гидрологического режима с солнечными циклами и георитмами Земли и выделяет, в частности, 2-5-, 7-12-, 19-22-летние колебания многих климатических параметров. Сопоставление циклов колебаний численности зайца-беляка в федеральных округах России показывает их близость к планетарным осцилляциям, приводимым В. Г. Кривенко.

Заключение

Колебания численности зайца-беляка в границах Российской Федерации в большинстве федеральных округов происходят синхронно. Исключением из общей картины является только Уральский федеральный округ.

Спектры колебаний численности зайца-беляка в федеральных округах, лежащих в пределах европейской части России, в значительной степени совпадают, в каждом случае изменяется только положение доминирующей по мощности гармоники. С продвижением с запада на восток растет период низкочастотного пика от ~15-17-летнего в европейской части РФ до ~30-летнего в Дальневосточном федеральном округе, а также в том же направлении, значительно увеличивается амплитуда колебаний численности вида. Наибольшая амплитуда (мощность) колебаний у зайца-беляка в России наблюдается в полосе низких частот, т. е. больших колебаний численности этого вида следует ожидать каждые 15-20, а то и 30 лет.

Географическая изменчивость спектров колебаний численности у зайца-беляка незначительна. Характерными для его населения на всей территории России являются приблизительно 4-5-летние и средние по мощности гармонические составляющие циклов.

Анализ многолетних циклов временных рядов уровня численности зайца-беляка, полученных разными методами (ЗМУ и по результатам заготовок пушно-мехового сырья), дает сравнимые результаты.

Полученные результаты могут сыграть важную роль при организации различных санитарно-противоэпидемических мероприятий, а также при планировании объемов добычи зайца-беляка, что, в конечном итоге, сыграет важную роль в деле рациональной и неистощительной эксплуатации его популяции.

Кроме того, опробованная схема комплексного статистического анализа многолетних рядов численности (в данном случае зайца-беляка) с целью обнаружения циклических составляющих и оценки их амплитуды в дальнейших исследованиях будет апробироваться на других видах животных.

Л и т е р а т у р а

1. Соколов В. А. Млекопитающие России и сопредельных регионов. Заяцобразные. – М.: Наука, 1994. – 272 с.
2. Elton C. S. Canadian snowshoe rabbit enquiry, 1931-1932 // *The Canadian Field-Naturalist*. – 1933. – Vol. 47. – N 4-5. – P. 63-69; 84-86.
3. Мошева Т. С., Молочаев А. В., Наумова А. А. Заяц-беляк // Состояние ресурсов охотничьих животных в Российской Федерации. – М., 2000. – С. 91-92.
4. Молочаев А. В. Заяц-беляк // Состояние ресурсов охотничьих животных в Российской Федерации в 2000-2003 гг. – М., 2004. – С. 116-117.
5. Преловский В. А., Пономарёв Г. В. Современное состояние охотничье-промысловых ресурсов Сибири // *Известия Иркутского государственного университета*. – 2018. – Т. 24. – С. 81-98. doi: 10.26516/2073-3402.2018.24.81
6. Данилов П. И., Хелле П., Белкин В. В. и др. Распределение и численность охотничьих зверей и тетеревиных птиц в Восточной Фенноскандии. – Петрозаводск, 2002. – 20 с.
7. Белкин В. В. Биологические предпосылки освоения ресурсов зайца-беляка на Европейском Севере России // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – Самара, 2010. – Т. 12, № 1 (5). – С. 1267-1270.
8. Бойко Н. С., Макарова О. А., Катаев Г. Д. Заяц-беляк (*Lepus timidus*) в заповедниках Мурманской области // *Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: материалы VI Всероссийской научной конференции*. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2016. – С. 56-59.
9. Newey S., Willebrand T., Haydon D.T., Dahl F., Aebischer N. J., Smith A. A. & Thirgood S.J. Do mountain hare populations cycle? – 2007. – *Oikos*, 116. – P. 1547-1557. doi:10.1111/j.2007.0030-1299.15868.x
10. Kauhala K., Helle P., Hiltunen M., Population dynamics of mountain hare *Lepus timidus* populations in Finland // *Wildlife Biology*. – 2005. – Vol. 11, №. 4. – P. 299-307 doi:10.2981/0909-6396(2005)11
11. Newey S., Fletcher K., Potts J., Iason G. Developing a counting methodology for mountain hares (*Lepus timidus*) in Scotland // *Scottish Natural Heritage Research Report*. – 2018. – №1022. – 93 p.
12. Krebs C. J., Boonstra R., Boutin S. Using experimentation to understand the 10-year snowshoe hare cycle in the boreal forest of North America // *Journal of Animal Ecology*. – 2018. – Volume 87. Issue 1. – P. 87-100. doi: 10.1111/1365-2656.12720
13. Динамика численности зайца-беляка в Новосибирской области с 1930 по 1965 гг. (по данным заготовок) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zoofirma.ru/knigi/biologicheskoe-rajonirovanie/6096-dinamika-chislennosti-zajtsa-beljaka.html> (дата обращения: 15.11.2019)
14. Agafonov G. M., Yerdakov L. N. Cyclicity of long-term abundance dynamics in Populations of *Lepus timidus* in Transbaikal region // *Modern Aspects of Sustainable Management of Game Populations: Proceedings of 3rd International Symposium on Hunting with Abstract book*. – Zemun, Belgrade, Serbia. – 2014. – P. 33-34.
15. MacLulich D. A. Fluctuations in the numbers of the varying hare (*Lepus americanus*) // *University of Toronto studies. Biological series*. – Toronto: University of Toronto Press, 1937. – №43. – 136 p.

16. MakArthur R. H., Connell J. H. The biology of populations. – New York: Wiley, 1966. – 216 p.
17. Инструкция по организации, проведению учета и расчету численности учитываемых видов зверей и птиц на территории субъектов РФ [Электронный ресурс] / ФГБУ «Центрохотконтроль». URL: <http://www.myshared.ru/slide/276276> (дата обращения: 15.11.2019)
18. Кузякин В. А. Охотничья таксация. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 200 с.
19. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontol. Electron.* – 2001. № 4. – P. 1–9.
20. Тарновский А. В., Ердаков Л. Е., Литвинов Ю. Н. Применение модифицированного метода наименьших квадратов Прони при моделировании коротких временных рядов // *Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии.* – 2019. – Вып. 92. – С. 131-147.
21. Ломанова Н. В., Борисов Б. П., Володина О. А. и др. Состояние охотничьих ресурсов в Российской Федерации в 2008–2010 гг. Информационно-аналитические материалы // *Охотничьи животные России (биология, охрана, ресурсосведение, рациональное использование).* – М.: Центрохотконтроль, 2010. – Выпуск 9. – 219 с.
22. Кривенко В. Г. Природная циклика нашей планеты // *Вестник РАЕН.* – 2010. – Т.10, №3. – С. 25-29.

References

1. Sokolov V. A. Mlekopitayushchie Rossii i sopredel'nyh regionov. Zajceobraznye. – М.: Nauka, 1994. – 272 s.
2. Elton C. S. Canadian snowshoe rabbit enquiry, 1931-1932 // *The Canadian Field-Naturalist.* – 1933. – Vol. 47. – N 4-5. – P. 63-69; 84-86.
3. Mosheva T. S., Molochaev A. V., Naumova A. A. Zayac-belyak // *Sostoyanie resursov ohotnich'ih zhitvotnyh v Rossijskoj Federacii.* – М., 2000. – S. 91-92.
4. Molochaev A. V. Zayac-belyak // *Sostoyanie resursov ohotnich'ih zhitvotnyh v Rossijskoj Federacii v 2000-2003 gg.* – М., 2004. – S. 116-117.
5. Prelovskij V. A., Ponomaryov G. V. Sovremennoe sostoyanie ohotnich'e-promyslovyh resursov Sibiri // *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta.* – 2018. – Т. 24. – S. 81–98. doi: 10.26516/2073-3402.2018.24.81
6. Danilov P. I., Helle P., Belkin V. V. i dr. Raspredelenie i chislnennost' ohotnich'ih zverey i teterevinyh ptic v Vostochnoj Fennoskandii. – Petrozavodsk, 2002. – 20 s.
7. Belkin V. V. Biologicheskie predposylki osvoeniya resursov zajca-belyaka na Evropejskom Severe Rossii // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk.* – Samara, 2010. – Т. 12, № 1 (5). – S. 1267–1270.
8. Bojko N. S., Makarova O. A., Kataev G. D. Zayac-belyak (*Lepus timidus*) v zapovednikah Murmanskoy oblasti // *Ekologicheskie problemy severnyh regionov i puti ih resheniya: materialy VI Vserossijskoj nauchnoj konferencii.* – Apatity: Izd-vo Kol'skogo nauchnogo centra RAN, 2016. – S. 56-59.
9. Newey S., Willebrand T., Haydon D.T., Dahl F., Aebischer N. J., Smith A. A. & Thirgood S.J. Do mountain hare populations cycle? – 2007. – *Oikos*, 116. – P. 1547–1557. doi:10.1111/j.2007.0030-1299.15868.x
10. Kauhala K., Helle P., Hiltunen M., Population dynamics of mountain hare *Lepus timidus* populations in Finland // *Wildlife Biology.* – 2005. – Vol. 11, №. 4. – P. 299–307 doi:10.2981/0909-6396(2005)11
11. Newey S., Fletcher K., Potts J., Iason G. Developing a counting methodology for mountain hares (*Lepus timidus*) in Scotland // *Scottish Natural Heritage Research Report.* – 2018. – №1022. – 93 p.
12. Krebs C. J., Boonstra R., Boutin S. Using experimentation to understand the 10-year snowshoe hare cycle in the boreal forest of North America // *Journal of Animal Ecology.* – 2018. – Volume 87. Issue 1. – R. 87-100. doi: 10.1111/1365-2656.12720
13. Dinamika chislnennosti zajca-belyaka v Novosibirskoj oblasti s 1930 po 1965 gg. (po dannym zagotovok) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.zoofirma.ru/knigi/biologicheskoe-razonirovanie/6096-dinamika-chislnennosti-zajtsa-beljaka.html> (data obrashcheniya: 15.11.2019)
14. Agafonov G. M., Yerdakov L. N. Cyclicity of long- term abundance dynamics in Populations

of *Lepus timidus* in Transbaikal region // Modern Aspects of Sustainable Management of Game Populations: Proceedings of 3rd International Symposium on Hunting with Abstract book. – Zemun, Belgrade, Serbia. – 2014. – P. 33-34.

15. MacLulich D. A. Fluctuations in the numbers of the varying hare (*Lepus americanus*) // University of Toronto studies. Biological series. – Toronto: University of Toronto Press, 1937. – №43. – 136 p.

16. MacArthur R. H., Connell J. H. The biology of populations. – New York: Wiley, 1966. – 216 p.

17. Instrukciya po organizacii, provedeniyu ucheta i raschetu chislennosti uchityvaemyh vidov zverej i ptic na territorii sub"ektov RF [Elektronnyj resurs] / FGBU «Centrohokontrol'». URL: <http://www.myshared.ru/slide/276276> (data obrashcheniya: 15.11.2019)

18. Kuzyakin V. A. Ohotnich'ya taksaciya. – M.: Lesnaya promyshlennost', 1979. – 200 s.

19. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontol. Electron. – 2001. № 4. – P. 1–9.

20. Tarnovskij A. V., Erdakov L. E., Litvinov YU. N. Primenenie modificirovannogo metoda naimen'shikh kvadratov Proni pri modelirovanii korotkih vremennyh ryadov // Vestnik Irkutskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2019. – Vyp. 92. – S. 131-147.

21. Lomanova N. V., Borisov B. P., Volodina O. A. i dr. Sostoyanie ohotnich'ih resursov v Rossijskoj Federacii v 2008–2010 gg. Informacionno-analiticheskie materialy // Ohotnich'i zhivotnye Rossii (biologiya, ohrana, resursovedenie, racional'noe ispol'zovanie). – M.: Centrohokontrol', 2010. – Vypusk 9. – 219 s.

22. Krivenko V. G. Prirodnaya ciklika nashej planety // Vestnik RAEN. – 2010. – T.10, №3. – S. 25-29.

