

УДК 599.323.4

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

Антонец Н. В.¹, Балалаев А. К.², Шумкова М. С.³

¹*Днепропетровско-Орельский природный заповедник, Днепропетровск, antonez_48@mail.ru*

²*Днепропетровский национальный университет, Днепропетровск*

³*Областная санитарно-эпидемиологическая станция, Днепропетровск*

Приводятся данные по динамике численности популяций микромаммалей Днепропетровской области с 1957–1999 и Днепропетровско-Орельского заповедника 1991–2009 гг. С целью прогнозирования динамики численности мелких млекопитающих проанализированы многолетние ряды численности фоновых видов доминантной группы. Анализ долговременной динамики численности микромаммалей и сопоставление с числами Вольфа показал, что динамика численности фоновых видов (и доминанта, в частности) носит циклический характер и сопряжена с 11-летними циклами солнечной активности. Выявлены периодичности в динамике численности мелких грызунов, которые проявляются в зависимости к циклам солнечной активности. В 2012 году, перед пиком солнечной активности в 2013 году, произошло очередное увеличение численности микромаммалей до максимума, «вспышка» массового размножения – пик «большой волны».

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, численность, прогнозирование.

ВВЕДЕНИЕ

Зоологов давно интересовали массовые вспышки численности мышевидных грызунов [11]. Необходимым условием для составления прогноза численности мелких млекопитающих являются их учеты. Долгосрочные прогнозы связаны с попытками предвидеть изменения численности на много лет вперед. Речь идет, следовательно, о заблаговременном биологическом прогнозировании следующего, очередного подъема численности. Такие прогнозы представляют не только научный интерес, но и могут быть использованы в сельском хозяйстве и медицине. Циклическим колебаниям численности животных до сих пор нет удовлетворительного объяснения. Космофизические и климатические факторы как основа циклических колебаний редко находят сторонников [16], однако А. А. Максимов [15] отстаивает точку зрения о наличии в природе закономерных циклических процессов, связанных, в том числе и с солнечной активностью. Ю. Ф. Золотов [12] связывает развитие «больших волн» массовых размножений мелких грызунов с годами минимальной активности Солнца в 11-летних циклах. По данным этого автора 5-6-летние циклы солнцедельности и гелиообусловленные 5–6-летние атмосферные ритмы в свою очередь обуславливают, «малые волны» в колебаниях численности мышевидных грызунов, и в частности на юге бывшего СССР – 5–6-летние ритмы колебаний численности мелких млекопитающих. Наши исследования подтвердили данную гипотезу.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для анализа динамики численности послужили учеты мелких млекопитающих областной санитарно-эпидемиологической станции на территории Днепропетровской

обл. (право- и левобережье Днепра). Всего с 1957–1999 гг. отработано 630615 л./сут. и добыто 36938 особей. Кроме того, использовались данные мониторинговых исследований в Днепровско-Орельском заповеднике 1991–2009 гг. Отработано 56200 л./сут., и, отловлено 4011 зверьков. Учеты численности проводили по общепринятой методике с помощью давилок Геро, на линиях по 100–50 ловушек, с экспозицией 3-е суток. Приманка – корочка черствого ржаного хлеба смоченного подсолнечным маслом.

Данные по климатическим факторам (осадки и температура) были взяты на Озерной метеостанции г. Днепродзержинска (правый берег вблизи заповедника); материалы по урожайности зерновых культур Днепропетровской обл. – в областном управлении статистики.

Различные методы анализа временных рядов описанные в литературе [9; 10; 13] позволяют найти определенные закономерности, периодичности и прогнозировать моменты появления пиков. Были проанализированы многолетние ряды численности мелких млекопитающих и построены соответствующие графики. Кроме того, анализировались и сопоставлялись данные солнечной активности (числа Вольфа), урожайности зерновых культур и климатические факторы с материалами по численности микромаммалий. В результате была сделана попытка прогнозирования численности фоновых видов, т. к. изменения климата (тепла и влаги) имеют тесную корреляционную связь с 11-летними циклами солнечной активности – 0,80–0,98 [8] и опосредованно воздействуют на урожайность сельскохозяйственных культур. Движение численности фоновых видов зависит от изменений климата и урожайности, причем пища является первостепенным фактором, регулирующим численность и пространственное распределение животных [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фоновыми видами микромаммалий Днепропетровской обл. и заповедника, в частности [1; 2; 3] являются: малая лесная (*Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811), лесная (*S. sylvaticus* Linnaeus, 1758), полевая (*Apodemus agrarius* Pallas, 1778) мыши и бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758). Колебания численности фоновых видов мелких млекопитающих, входящих в состав доминирующей группы циклические, синхронные [15; 1; 2], что позволяет анализировать многолетние временные ряды численности и делать прогноз в перспективном и ретроспективном плане. Динамика численности фоновых видов имеет сопряженную связь с 11-летними циклами солнечной активности [1; 2; 3; 6; 7]. В движении численности микромаммалий прослеживаются следующие фазы: рост численности; пик «малой волны»; спад численности до минимума; депрессия численности; подъем численности; пик «большой волны»; спад численности до минимума. Рост численности происходит в годы с относительно теплой многоснежной зимой, ранней весной и теплой продолжительной осенью; спад сопровождается серией холодных малоснежных суровых зим, ранней холодной осенью и поздней весной. Из рис. 1 видно, что каждые 10–12 лет отмечается максимум значений чисел Вольфа, увеличение урожайности зерновых культур и, соответственно рост

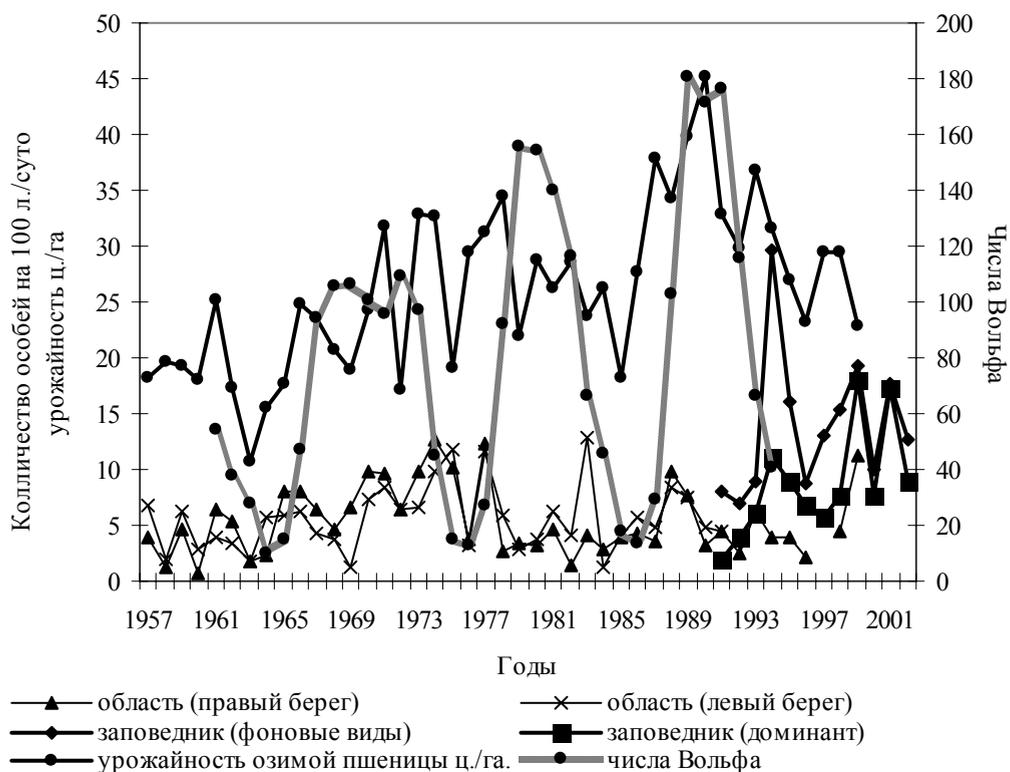


Рис. 1. Сводные данные по урожайности озимой пшеницы, относительной численности населения мышевидных грызунов и показателей активности Солнца

численности микромаммалий (1961, 1971, 1981, 1990, 2001). Пик численности мелких млекопитающих предшествуют (и сопровождают) хорошие урожаи зерновых культур и диких злаков, а также луговых трав, ягод и фруктов. На заповедной территории пики численности (массовое размножение в 11-летних циклах) зарегистрированы в 1994, 2006–2007 годах («малая волна») и 1991 и 2001 годах («большая волна»), соответственно в годы минимума и спада солнечной активности [4]. Так на постоянной учетной линии (П.У.Л.) № 4 в пойме для 1994 г. суммарная численность микромаммалий составила 29,7 ос. на 100 л./сут.; в 2001 г. соответственно – 34,8 ос. на 100 л./сут. Кроме фоновых видов мышевидных грызунов в год пика «большой волны», «взрыв численности» дали: полевка восточноевропейская (*Microtus rosiaemeridionalis* Ognev. = *Microtus laevis* Miller, 1908) и курганчиковая мышь (*Mus spicilegus* Petenyi, 1882). Объясняется это высоким урожаем трав с обилием бобовых на лугах и диких злаков на степных участках в 2001 г. В 1996 году (рис. 2) зарегистрирован спад численности до минимума (депрессия на «малой волне»). С 2002 года начался закономерный спад численности микромаммалий в 11-летних циклах, что подтверждено учетами на территории заповедника и, в частности на П.У.Л № 4 – 20 ос. на 100 л./сут. В 2003

году отмечен очередной спад численности мелких грызунов до минимума (депрессия), которым закончилась «большая волна.» Из рис. 2 видно, что в 1994 и 2001 годах максимумы численности мелких млекопитающих в заповеднике сопровождались минимальным количеством осадков.

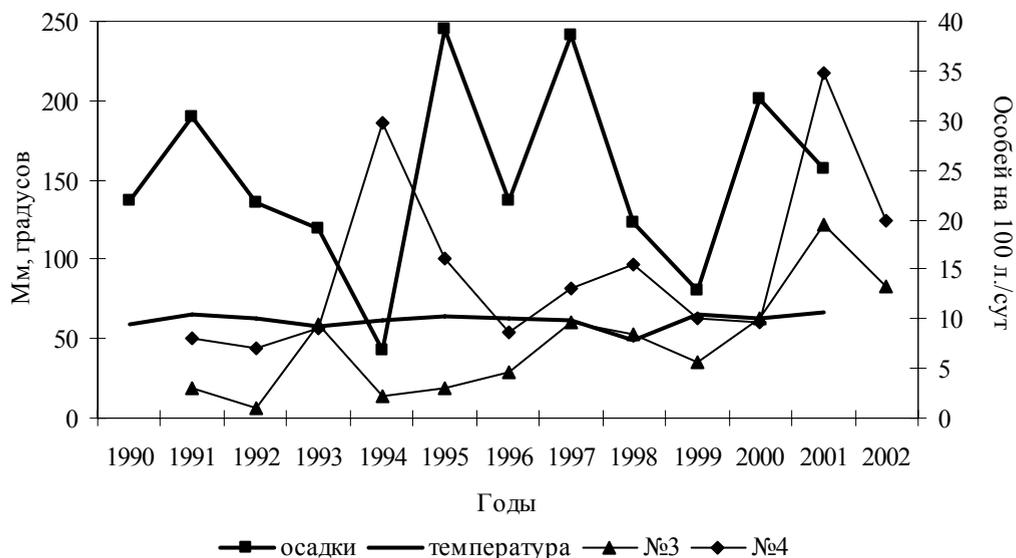


Рис. 2. Сопоставление численности мелких млекопитающих на П.У.Л. № 3 (песчаная степь) и П.У.Л. № 4 (пойма) в Днепровско-Орельском заповеднике с количеством выпадающих осадков

Наблюдаемые явления с одной стороны имеют элемент случайности, а с другой закономерно изменяются во времени. Различные методы анализа временных рядов описанные в литературе [9; 10; 13], позволяют найти невидимые на первый взгляд закономерности, скрытые периодичности, прогнозировать моменты появления пиков и т.д. К сожалению, на основе собранных данных не представляется возможным построить надежную математическую модель прогноза численности мышевидных грызунов эффективным методом ARIMA (модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего) из-за явной нестационарности временного ряда. Однако можно сделать некоторые выводы на основе приведенных ниже анализов, что является предпосылкой для приближенного многолетнего прогноза.

Как известно, спектральный анализ используется для выделения скрытых периодичностей в частотной области данных. Результаты анализа данных численности и чисел Вольфа приведены на рис. 3, 4, 5 в виде спектральной плотности сглаженной окном Немминга. На них отчетливо прослеживаются максимумы на периодах 4–5 лет для численности грызунов (рис. 4, 5) и 10–12 лет для чисел Вольфа (рис. 3), т. е. в 2 раза больше. Это подтверждает предположение о том, что максимумы численности микромаммалий происходят во время роста

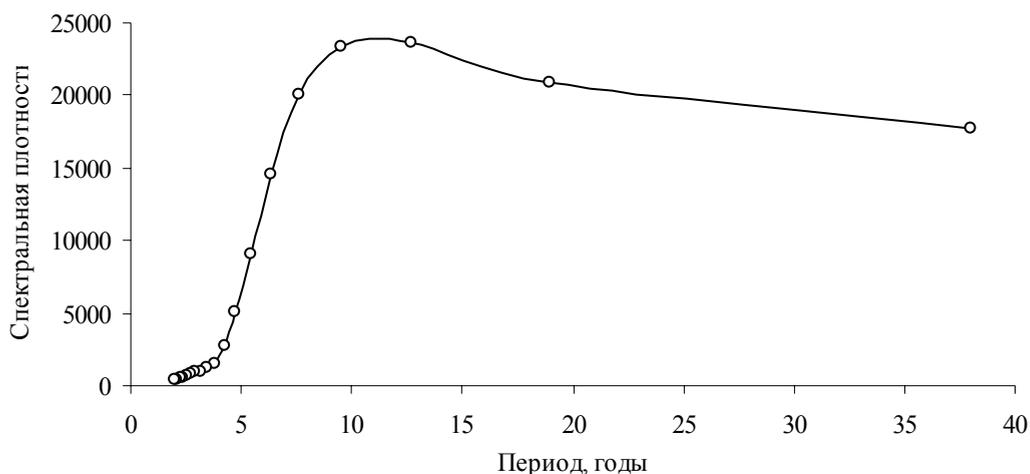


Рис. 3. Спектральная плотность активности солнца (чисел Вольфа)

и спада солнечной активности. Используем анализ распределенных лагов для выяснения регрессионной зависимости между двумя временными рядами: численностью грызунов и солнечной активностью. Рассчитанные коэффициенты регрессии для различных лагов внесены в таблицу 1. Жирным шрифтом выделены экстремальные значения, которые попадают на 9–11 лаг, что свидетельствует о более тесной связи 9–11 летних периодов с численностью микромаммалей по

Таблица 1

Значения коэффициентов линейной регрессии для различных лагов

Лаги	Коэффициенты линейной регрессии (левый берег)	Коэффициенты линейной регрессии (правый берег)
0	0,04313	0,02909
1	-0,0219	-0,0508
2	0,13302	0,06369
3	-0,1297	-0,0571
4	0,12844	0,07216
5	-0,0606	-0,0323
6	0,0932	0,00769
7	-0,086	0,03601
8	0,10234	0,01094
9	-0,1428	-0,0362
10	0,18575	0,02729
11	-0,1997	0,00344
12	0,05829	
13	-0,0693	
14	0,00951	
15	0,00982	

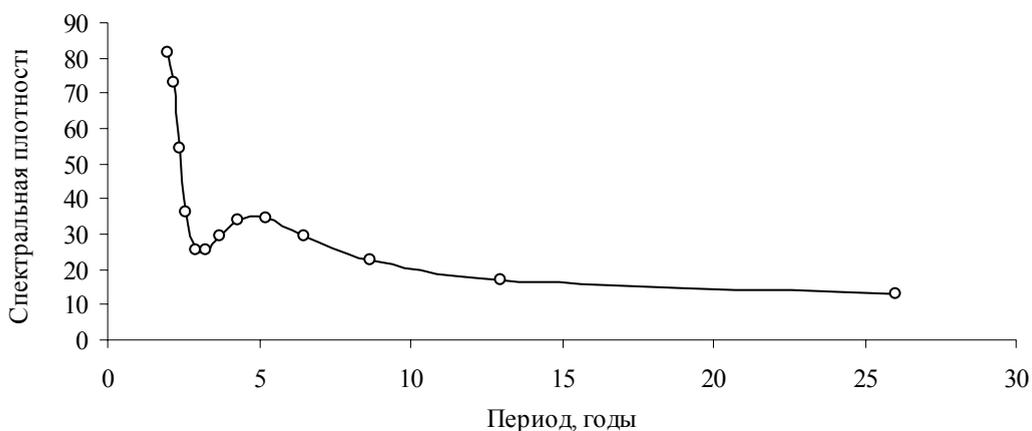


Рис. 4. Спектральная плотность численности мышевидных грызунов по области на правом берегу Днепра

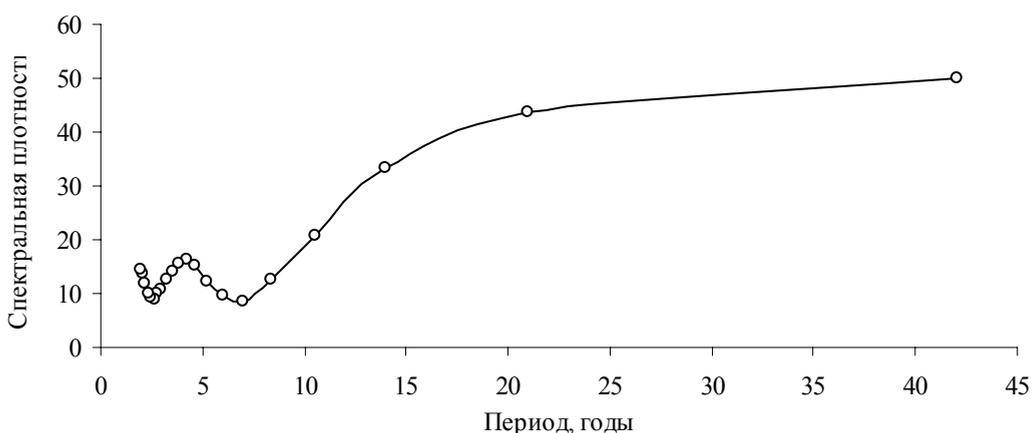


Рис. 5. Спектральная плотность численности мышевидных грызунов по области на левом берегу Днепра

сравнению с другими циклами. Анализ многолетних рядов численности мелких млекопитающих и сопоставление данных с числами Вольфа показал, что динамика численности фоновых видов (и доминанта в частности) носит циклический характер и сопряжена с 11-летними циклами солнечной активности [1; 4; 6]. В частности, в заповеднике пики численности микромаммилий (в 11-летних колебаниях) отмечались в год минимума солнечной активности (1994, 2006–2007 – пик «малой волны») и на спаде солнечной активности (1991 и 2001 – пик «большой волны»). Отслежены две волны в колебаниях численности. В 1996, 2003 и 2009 годах, была зарегистрирована депрессия численности мелких млекопитающих. В годы «пика численности» происходит снижение доли участия доминирующего вида (*Sylvaeumus*

uralensis) в сообществе микромаммалий: 1994 – 42,1%, 2001 – 35,8%, 2007 – 47,8 %. Наоборот, в годы депрессии численности роль доминанта в сообществе мелких млекопитающих значительно возрастает (1996 – 62,8%, 2003 – 61,3% и 2009 – 62%), а сообщество становится двудоминантным: (в засушливые 1996 и 2009 – *Sylvaemus uralensis* + *Sylvaemus sylvaticus*, во влажном 2003 – *Apodemus agrarius* + *Sylvaemus uralensis*). Обычно, сообщество мелких млекопитающих трехдоминантное (*Sylvaemus uralensis* + *Sylvaemus sylvaticus* + *Apodemus agrarius*). «Ответная реакция» доминантов сообществ микромаммалий на негативные природные, т.е. годы с депрессией численности (или антропогенные – Антонец Н. В. [5]) факторы однотипна – повышение индекса доминирования доминанта. В 2012 году, перед пиком солнечной активности в 2013 году, произошло очередное увеличение численности микромаммалий до максимума («вспышка» массового размножения – пик «большой волны») [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ многолетних рядов численности мелких млекопитающих и сопоставление данных с числами Вольфа показал, что динамика численности фоновых видов (и доминанта, в частности) носит циклический характер и сопряжена с 11-летними циклами солнечной активности. В 2012 году, перед пиком солнечной активности в 2013 году, произошло очередное увеличение численности микромаммалий до максимума («вспышка» массового размножения – пик «большой волны»). Таким образом, нами выявлены скрытые периодичности в динамике численности мышевидных грызунов, при этом наблюдается зависимость от цикличности солнечной активности. Следя за прогнозом солнечной активности можно определять тренд численности мелких млекопитающих.

Благодарности. Авторы выражают благодарность начальнику областного управления статистики Л. Г. Белоус за предоставленные материалы по урожайности зерновых культур в Днепропетровской обл. и начальнику Озерной гидрометеостанции г. Днепродзержинска, В. В. Горенчак – за данные по климатическим факторам.

Список литературы

1. Антонец Н. В. Динамика популяций микромаммалий и полуводных млекопитающих (Rodentia, Insectivora) Днепропетровско-Орельского заповедника / Н. В. Антонец // Вестн. зоол. – 1998. – Т. 32, № 4. – С. 109–114.
2. Антонец Н. В. Стан збереження теріофауни Дніпровсько-Орільського заповідника / Н. В. Антонец // Національні природні парки: проблеми становлення та розвитку: тез. докл. – Яремче, 2000. – С. 12–16.
3. Антонец Н. В. Дрібні ссавці степових ділянок Дніпровсько-Орільського заповідника / Н. В. Антонец // Заповідна справа в Україні. – 2001. – Т. 7, № 1. – С. 33–37.
4. Антонец Н. В. Инвентаризация и мониторинг мелких млекопитающих песчаной степи Днепропетровско-Орельского природного заповедника / Н. В. Антонец // Матер. V Междунар. симпоз. «Степи северной Евразии». – Оренбург, 2009. – С. 125–129.

5. Антонец Н. В. Ответная реакция микромаммалей на антропогенное изменение среды обитания / Н. В. Антонец // Чтения памяти проф. А. П. Кропивного. Матер. междунар. науч. конф. – Харьков, 2009. – С. 133–140.
6. Антонец Н. В. Дрібні ссавці заплавних комплексів Дніпровсько-Орільського заповідника / Н. В. Антонец, Н. М. Окулова // Заповідна справа в Україні. – 2004. – Т. 10, № 1–2.. – С. 34–40.
7. Антонец Н. В.. Мелкие млекопитающие Днепро-Орельского природного заповедника / Н. В. Антонец, Н. М. Окулова // Состояние особоохраняемых природных территорий Европейской части России: тез. докл. – Воронеж, 2005. – С. 302–307.
8. Битвинкасас Т. Т. Дендроклиматические исследования / Т. Т. Битвинкасас. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1974. – 171 с.
9. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – Москва: Мир, 1974. – 284 с.
10. Бриллинджер Д. Временные ряды / Д. Бриллинджер. – Москва: Мир, 1980. – 432 с.
11. Виноградов В. С. Материалы по динамике фауны мышевидных грызунов в СССР: Исторический обзор массовых размножений / В. С. Виноградов. – Ленинград: Наркомзем СССР, 1934. – 62 с.
12. Золотов Ю. Ф. Цикличность в массовых размножениях мелких грызунов и факторы ее определяющие (к вопросу о влиянии солнечной активности на условия существования живых организмов на Земле): автореферат канд. дисс. / Ю. Ф. Золотов. – Саратов, 1971. – 27 с.
13. Кендэлл М. Временные ряды / М. Кендэлл. – Москва: Финансы и статистика, 1981. – 229 с.
14. Лэк Д. Численность животных и ее регуляция в природе / Д. Лэк. – Москва: Изд-во иностран. лит-ры, 1957. – 404 с.
15. Максимов А. А. Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз / А. А. Максимов. – Новосибирск: Наука, 1984. – 250 с.
16. Межжерин В. А. Динамика численности животных и построение прогнозов / В. А. Межжерин // Экология. – 1979. – Т. 3. – С. 3–11.

Антонец Н. В., Балалаев О. К., Шумкова М. С. Прогнозування чисельності дрібних ссавців і сонячна активність // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2013. Вип. 8. С. 106–113.

Досліджено дані про динаміку чисельності популяцій дрібних ссавців Дніпропетровської області з 1957–1999 та Дніпровсько-Орільського природного заповідника 1991–2009 рр. З метою прогнозування динаміки чисельності проаналізовані багаторічні ряди чисельності фонових видів мікромамалій домінуючої групи. Аналіз довготривалої динаміки чисельності дрібних ссавців та сопоставлення її із числами Вольфа продемонструвало, що динаміка чисельності фонових видів (і домінантів, взагалі) носить циклічний характер і впорядкована з 11-річними циклами сонячної активності. Виявлені періодичності у динаміці чисельності дрібних гризунів, які спостерігаються в залежності до циклів сонячної активності. У 2012 році, перед піком сонячної активності у 2013 році, відбулось чергове збільшення чисельності мікромамалій до максимуму, «вибух» масового розмноження – пік «великої хвилі» в 11-річних циклах сонячної активності.

Ключові слова: дрібні ссавці, чисельність, прогнозування.

Antonets N. V., Balalaev A. K., Shumkova M. S. Forecasting of the number of micromammalia and solar activity // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2013. Iss. 8. P. 106–113.

In this article the data of dynamics of number section populations of small mammals in Dnipropetrovs'k Region with 1957–1999 and Dnipro-Orel's Natural Reserve at 1991–2009 was given. With the purpose of prognostication of number dynamics the long-term lines of number on background kind's fine micromammal's of dominant group were analyzed. The analysis of long standing dynamics of number small mammals and comparison data with Wolf number demonstrated, that dynamic of number phone species (and dominant in particular) carry a cyclic character and conjugate contact witch 11-years cycles of sun activity. Consequently, it was clearing up hidden periodical in dynamic of number mouse rodents. At 2012 year, before peak of sun activity in 2013 year next high increase of number small mammals for maxima («outbreak» mass reproduction is a peak «big wave» witch 11-years cycles of sun activity) took place.

Key words: small mammals, number, forecasting.

Поступила в редакцію 16.01.2013 г.