

УДК 574.3:595.7

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.19>

ПОПУЛЯЦІЙНІ ЦИКЛИ КОМАХ (У ПРОСТОРИ ТА ЧАСІ)

Станкевич С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту
і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

Забродіна І.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії,

Державний біотехнологічний університет

Немерицька Л.В. – к.б.н., викладач вищої категорії,

доцент кафедри агрономії та лісового господарства

Житомирський агротехнологічний фаховий коледж

У статті наведено узагальнені нами дані про багаторічну динаміку географічних популяцій деяких видів комах також свідчать про їхню циклічність у часі. Доведено, що масові розмноження, як саранових, так і інших шкідливих комах, відбуваються не періодично, а циклічно, тобто через різні проміжки часу. Причому спалахи їх чисельності виникають як в епохи мінімумів, так і в епохи максимумів і на різних гілках динаміки сонячної активності (гілки росту та гілки спаду). Про це свідчить історикостатистичний аналіз, виконаний нами на прикладі різних видів комах та їх масових розмножень у часі у різних регіонах світу. Для прогнозування масових розмножень комах переважна більшість геофізиків, геліофізиків, кліматологів, гідрологів та екологів використовують такий критерій як різкі зміни сонячної активності, які впливають на біосферу, біогеоценози та складові їх популяції. Авторами статті були використані роки різких змін СА або так звані роки сонячних реперів для аналізу масових розмножень шкідливих комах та обґрунтування багаторічного прогнозування спалахів їх чисельності в різних регіонах, а також виконано історико-статистичний аналіз масових розмножень 70 видів комах у зв'язку з різкими змінами сонячної за період 1854–1985 рр. в Україні. Показано, що частоти масових розмножень комах за досліджуваний період (1854–1985 рр.) У роки-реперів в 2,5–3,0 рази перевищували частоти в інші роки. При цьому досить значним (11,11) був критерій «хі-квадрат» і порівняно малим (менше 0,5) рівень ймовірності. А це дає підстави стверджувати про синхронність масових розмножень 70 видів комах в Україні за вказаний історичний період із роками різких змін сонячної активності. Цей висновок справедливий і для масових розмножень окремих видів комах у різних регіонах світу з різними ґрунтово-кліматичними умовами.

Ключові слова: комахи, шкідники, популяція, циклічність, періодичність, синхронність, сонячна активність, сільське господарство, лісове господарство

Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Nemerytska L.V. Population cycles insects (in space and time)

The article provides data of the long-term dynamics of the geographical populations of some species of insects generalised by us also indicate their cyclic character in time. It has been proven that mass reproductions of the locusts and other harmful insects do not occur periodically, but they have the cyclic character, i.e. they took place at different intervals. Moreover the outbreaks of their numbers occur both in the eras of minima and in the eras of maxima of the solar activity and on different branches of its dynamics (the growth branches and the branches of decline). This is evidenced by the historical and statistical analysis performed by us at the example of different species of insects and their mass reproduction in time in different regions of the world. To predict mass reproduction of insects the overwhelming majority of geophysicists, heliophysicists, climatologists, hydrologists and ecologists consider this criterion to be the sharp changes in the solar activity which influence the biosphere, biogeocenoses and their constituent populations. For the first time we have used the years of sharp changes in SA or the so-called years of solar benchmarks to analyse the mass reproduction of harmful insects and substantiate the long-term forecast of the outbreaks in their numbers in different regions and we also have carried out

a historical and statistical analysis of the mass reproduction of 70 species of insects in connection with the sharp changes in solar activity in Ukraine for the period of 1854–1985. The frequencies of the mass reproductions of insects for the researched period (1854–1985) during the years of benchmarks were 2,5–3,0 times higher than the frequencies in the other years. At the same time the chi-square criterion was high enough (11.11) and the probability level was relatively small (less than 0,5). This fact makes it possible to assert that the synchronism of the mass reproductions of 70 species of insects over the specified historical period with the years of sharp changes in the solar activity takes place in Ukraine. This conclusion is also true for the mass reproduction of the separate species of insects in various regions of the world with different soil and climatic conditions.

Key words: *insects, pests, population, cyclicality, periodicity, synchronicity, solar activity, agriculture, forestry*

Постановка проблеми. Згідно синергетики, популяції комах є складними відкритими біологічними системами з хаотичною нелінійною динамікою в просторі і часі. У зв'язку з цим прогнозування їх розвитку в майбутньому є непростим завданням. Досить згадати «несподівані», «раптові», «непередбачені» масові розмноження саранових, совки озимої, метелика лучного, жужалиці хлібної, черепашки шкідливої, довгоносиків бурякових і цілого ряду комах-шкідників лісових та плодово-ягідних насаджень.

В останні два десятиліття опубліковані фундаментальні роботи з проблеми хаосу і передбачуваності поведінки складних систем в майбутньому. При цьому доведена неможливість довгострокового прогнозування навіть порівняно «простих» механічних систем, не кажучи вже про складні біологічні, екологічні, економічні, соціальні, кліматичні, метеорологічні та інших природні системи [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Сезонній, річній та багаторічній динаміці популяцій комах притаманні постійні циклічні зміни структури (організації) останніх у процесі взаємодії з циклічно мінливими чинниками середовища (космічними, геофізичними, біотичними та ін.). Багаторічні зміни чисельності комах, що повторюються в часі, були названі популяційними циклами і генетико-автоматичними процесами. За останні 20 років опубліковано практично неосязну кількість робіт, в яких наводяться закономірності популяційних циклів, але проблема, як і раніше, залишається актуальною, дискусійною і потребує подальших досліджень з урахуванням сучасної методології нелінійної динаміки.

Матеріали та методика проведення досліджень. Під час проведення цього дослідження було проаналізовано різноманітні джерела наукової літератури щодо масових розмножень найголовніших шкідників сільськогосподарських культур та лісових насаджень з метою виявлення циклів масових розмножень. Виходячи з отриманих даних були складені хроніки масових розмножень, аналізуючи які, можна відмітити певні закономірності в циклічності та синхронності масових розмножень найголовніших шкідників сільськогосподарських культур та лісових насаджень з метою вдосконалення прогнозування початку чергових масових розмножень.

Результати та обговорення. Понад 150 років тому циклічність масових розмножень саранових відмітив науковець Демоле, а ще через чверть століття після нього Ф.П. Кеппен висунув гіпотезу про зв'язок масових розмножень саранових із багаторічною динамікою сонячних плям. Потім Свінтон відзначив масову появу саранових в епохи мінімумів сонячних плям. Б.П. Уваров відзначив одночасну появу пустельної сарани в низці регіонів Африки та Азії і синхронну їм зміну сонячних плям. У 1952 р. Н.С. Щербиновський (без посилання роботи Ф.П. Кеппена) обґрунтував циклічність масових розмножень шистоцерки як закономірний процес. Узагальнені нами дані про багаторічну динаміку географічних популяцій деяких видів комах також свідчать про їхню циклічність у часі (табл. 1).

Таблиця 1

Популяційні цикли комах (у просторі і часі) [1, 12, 13, 14, 15]

| № з.п. | Вид комах, регіон, роки масових розмножень | Тривалість масових розмножень | Проміжки в роках між черговими масовими розмноженнями, років |
|--------|---|---------------------------------------|--|
| 1 | Саранча пустельна, або шистоцерка Східний регіон (1843–2003 рр.) Західний регіон (1863–2003 рр.) Центральний регіон (1863–2003 рр.) Південний регіон (1900–2003 рр.) Ареал (1800–2003 рр.) | 3, 5, 8 4, 5, 7 4, 5, 7 4, 7 | 5–6, 7, 9, 11, 13–14, 19, 23, 100 5, 6–7, 8, 10, 11, 17, 20, 100 6, 8, 10, 12, 13, 15, 100 6, 8, 10, 11, 14, 100 6, 10–11, 12–13, 17, 18, 100 |
| 2 | Сарана африканська мігруюча (1889–2003 рр.) | 2, 4 | 7, 8–9, 10, 14, 100 |
| 3 | Сарана африканська червона (1847–2004 рр.) | 2, 4 | 5, 7, 8, 9, 11, 15, 44, 100 |
| 4 | Сарана австралійська перелітна (1934–2006 рр.) | 2, 3 | 3–4, 5, 7, 9, 15 |
| 5 | Прус, чи сарана італійська в Україні (1711–2003 рр.) | 1, 2, 3, 4 | 3, 4, 6–7, 8, 9, 11–13, 24, 44, 100, 200, 300 |
| 6 | Сарана азійська, чи перелітна в Україні (1708–1995 рр.) | 4, 5 | 3, 4, 6–7, 8, 9–10, 11, 50, 100, 200 |
| 7 | Совка озима (1813–2007 рр.) | 2, 3, 5, 7, 8 | 7–8, 9–10, 11–12, 19, 100, 200 |
| 8 | Совка оклична (1836–1999 рр.) | 1, 2, 3, 5 | 4, 5, 6, 7, 9, 12–13, 14 |
| 9 | Совка-гамма (1829–1995 рр.) | 1, 2 | 5, 6, 9, 10–11, 18, 28 |
| 10 | Совка люцернова (1875–1976 рр.) | 1, 2 | 5–6, 7, 11, 23–24 |
| 11 | Совка капустяна (1871–2000 рр.) | 1, 2, 3 | 3, 4–5, 7, 8, 10, 12, 21 |
| 12 | Метелик стебловий (1869–2006 рр.) | 2 | 6, 7, 9, 10, 16, 18, 42, 100 |
| 13 | Метелик лучний (1855–2011 рр.) | 3, 4 | 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 100 |
| 14 | Черепашка шкідлива: | | |
| | Україна (1870–2008 рр.) | 2 | 8, 10–11, 12, 14, 16, 17 |
| | Ставропольський край (1854–2009 рр.) | 1, 3, 5 | 8, 9, 12–13, 15, 17 |
| | Краснодарський край (1854–2009 рр.) | 3, 5 | 8, 9, 12–13, 15, 17 |
| | Ростовська область (1892–2009 рр.) | 2, 4 | 8, 9, 11, 12–14, 17 |
| | Поволжя (1890–2008 рр.) | 3, 5 | 8, 10–11, 12–14, 15 |
| | Центральний чорноземний район РФ (1850–2009 рр.) | 3, 5 | 8, 11–12, 13–14, 28 |

Продовження таблиці 1

| | | | |
|----|---|---------|---|
| | Ірак (1909–1997 рр.) | 2 | 4, 6, 8, 9, 10, 11, 25 |
| | Іран (1909–1997 рр.) | 2 | 4, 6, 8, 10–11, 13, 23 |
| | Йорданія (1924–1997 рр.) | 2, 4 | 4, 7–8, 10, 36 |
| | Ліван (1924–1997 рр.) | 3, 4 | 4, 5, 7, 8, 21, 28 |
| | Палестина (1920–1997 рр.) | 2, 4 | 4, 7–8, 18, 36 |
| | Сирія (1909–1997 рр.) | 4, 6 | 4, 7–8, 15, 28 |
| | Єгипет (1931–1997 рр.) | 3 | 8, 12, 17–18, 21 |
| | Туреччина (1886–1997 рр.) | 3 | 5, 7, 8, 11, 22–23 |
| | Пакистан (1940–1997 рр.) | 2, 3 | 8, 11, 16, 22 |
| | Казахстан (1901–1997 рр.) | 1, 3 | 3, 4, 6, 11, 14, 23–25 |
| | Киргизстан (1901–1997 рр.) | 1, 3 | 3, 4, 6, 11, 14, 23–25 |
| | Узбекистан (1901–1997 рр.) | 1, 3 | 3, 4, 6, 11, 23–25 |
| | Таджикистан (1901–1997 рр.) | 1, 3 | 3, 4, 6, 11, 23–25 |
| | Туркменістан (1900–1997 рр.) | 1, 5, 6 | 3, 4, 6, 11, 14, 23–25 |
| | Палеарктика (1854–1995 рр.) | 3, 7, 8 | 8, 11–12, 15–16 |
| 15 | Жужелиця хлібна мала (1863–2003 рр.) | 2, 3 | 4–5, 6, 12, 13, 14, 20, 23 |
| 16 | Муха гессенська (1847–2000 рр.) | 2, 3, 4 | 5, 6–7, 8–9, 11, 17, 19 |
| 17 | Муха шведська (1880–2000 рр.) | 2, 3 | 4, 5, 6, 9, 10, 12–13, 19 |
| 18 | Кузька, чи жук хлібний (1841–1996 рр.) | 2, 3, 4 | 4, 6, 7, 8, 9–10, 11–12, 14, 16 |
| 19 | Совка зернова звичайна в Україні (1871–1963 рр.) | 1, 2, 3 | 3, 4, 6, 7, 9, 10–11, 12, 15 |
| 20 | Совка зернова сіра в Північному Казахстані (1857–2003 рр.) | 2, 3 | 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14 |
| 21 | Довгоносик буряковий звичайний (1851–2010 рр.) | 2, 3 | 5, 7–8, 9–10, 11, 17, 100 |
| 22 | Міль капустяна (1908–2000 рр.) | 1, 3 | 5, 6, 8, 9, 10, 11, 100 |
| 23 | Білан капустяний (1846–2001 рр.) | 1, 2 | 3, 4, 5, 8, 10, 11, 14, 42 |
| 24 | Пильщик ріпаковий (1756–1978 рр.) | 1, 2 | 2, 3, 4, 6, 11–12, 14–15, 22, 27, 31 |
| 25 | Білан жилкуватий (1838–2003 рр.) | 2, 3 | 6, 7–8, 10, 11, 12–13, 14, 29, 100 |
| 26 | Золотогуз (1841–1997 рр.) | 2, 3 | 3–4, 5–6, 7–8, 10–11, 12, 14, 100 |
| 27 | Міль яблунева (1843–1994 рр.) | 2, 3 | 8, 9, 10–11, 12–13, 17, 100 |
| 28 | Шовкопряд кільчастий (1826–1998 рр.) | 2, 4 | 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 20, 100 |
| 29 | Плодожерка яблунева (1855–2007 рр.) | 2, 3 | 3–4, 5–6, 7, 11, 13, 14, 33, 44 |
| 30 | П'ядун зимовий (1844–1999 рр.) | 1, 2 | 5–6, 7, 8, 9, 11, 12, 37, 100 |

Продовження таблиці 1

| | | | |
|----|---|------------|-------------------------------|
| 31 | Листовійка зелена дубова (1853–2000 рр.) | 1, 3 | 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 20 |
| 32 | Шовкопряд непарний (1837–1995 рр.) | 2, 3, 4, 5 | 5, 6, 7, 8–9, 10, 11, 13 |
| 33 | Шовкопряд-монашка (1846–1999 рр.) | 2, 3, 4, 5 | 4, 5, 6, 8–9, 12, 20, 26, 100 |
| 34 | Шовкопряд сосновий (1839–1995 рр.) | 2, 3, 4, 5 | 6, 7, 8, 10–11, 12, 14, 100 |
| 35 | Червонохвіст (1853–1997 рр.) | 2, 3 | 8, 9, 11, 14, 16 |
| 36 | Совка соснова (1825–1997 рр.) | 1, 3 | 5, 8, 10, 11, 14, 20 |
| 37 | П'ядун сосновий (1869–1995 рр.) | 2, 5, 6 | 4, 5, 6, 7, 9–10, 13, 15, 24 |
| 38 | Пильщик сосновий звичайний (1838–2002 рр.) | 2, 3, 5 | 4, 5, 6, 8, 9–10, 12, 16, 21 |
| 39 | Пильщик сосновий рудий (1880–2009 рр.) | 2, 3 | 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11–12, 14 |

З цієї таблиці випливає висновок: масові розмноження 39 видів комах циклічні, поліциклічні, але в жодному разі не періодичні!

У науковій літературі давно обговорюється питання щодо можливості використання показників сонячної активності (чисел Вольфа) як одного із критеріїв для прогнозування масових розмножень комах. Зокрема, деякі акаридологи, і не тільки вони, пропонують як критерії прогнозування початку чергових популяційних циклів використовувати епохи мінімумів або максимумів сонячної активності. Якби це дійсно було так, то не складно було б прогнозувати початок чергових масових розмножень комах. Насправді ж масові розмноження, як саранових, так і інших шкідливих комах, відбуваються не періодично, а циклічно, тобто через різні проміжки часу. Причому спалахи їх чисельності виникають як в епохи мінімумів, так і в епохи максимумів і на різних гілках динаміки сонячної активності (гілки росту та гілки спаду). Про це свідчить історикостатистичний аналіз, виконаний нами на прикладі різних видів комах та їх масових розмножень у часі у різних регіонах світу.

З табл. 2 витікає важливий методологічний висновок: масові розмноження комах виникали в різні епохи 11-річних циклів сонячної активності, тому ці критерії непридатні для прогнозування їх початку.

До цього німецький ентомолог Кліметцек дійшов аналогічного висновку, виконавши аналогічний аналіз зв'язку масових розмножень п'ядуна соснового, совки соснової, шовкопрядів (монашки та соснового) та соснових пильщиків у Німеччині за період 1810–1970 рр. Висновки останнього підтвердила В.Л. Мешкова [8].

У 2003 р. Н.Є. Білецька, проаналізувавши динаміку коефіцієнтів заселеності дев'яти географічних популяцій шкідливої черепашки в Україні за період 1947–2002 рр., дійшла висновку про непридатність чисел Вольфа для прогнозування динаміки популяцій цього шкідника [9].

С.А. Трибель [10] на підставі прогностичних чисел Вольфа (W) на 22-й сонячний цикл прогнозував початок чергового масового розмноження лучного метелика в 1993 р., а пік спалаху – в 1996–1997 рр. Той прогноз не виправдався!

Таблиця 2

Ймовірність початку чергових масових розмножень деяких видів комах у Палеарктиці у різні епохи динаміки сонячної активності (СА) [1, 12, 13, 14]

| Вид комахи | Роки масових розмножень | Ймовірність (%) початку чергового масового розмноження у різні епохи СА | | | |
|---|-------------------------|---|----------------|-------------|----------------|
| | | мінімум СА | гілка росту СА | максимум СА | гілка спаду СА |
| Сарана пустельна, чи шистоцерка: | | | | | |
| східний регіон | 1843–2003 | 14,0 | 14,0 | 0,0 | 72,0 |
| західний регіон | 1863–2003 | 22,0 | 14,0 | 14,0 | 50,0 |
| центральний регіон | 1863–2003 | 28,0 | 28,0 | 0,0 | 44,0 |
| південний регіон | 1900–2003 | 10,0 | 20,0 | 10,0 | 60,0 |
| ареал | 1800–2003 | 44,0 | 11,0 | 6,0 | 39,0 |
| Сарана африканська мігруюча (в ареалі) | 1889–2003 | 42,0 | 25,0 | 0,0 | 33,0 |
| Саранча африканська червона (в ареалі) | 1847–2004 | 24,0 | 38,0 | 0,0 | 38,0 |
| Сарана австралійська перелітна (в ареалі) | 1936–2006 | 20,0 | 20,0 | 10,0 | 50,0 |
| Сарана марокська (в ареалі) | 1901–1974 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 58,0 |
| Сарана перелітна, чи азійська (в Україні) | 1708–1995 | 18,0 | 10,0 | 4,0 | 68,0 |
| Нестадні саранові (в ареалі) | 1726–1999 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 58,0 |
| Прус, чи сарана італійська (в Україні) | 1711–2003 | 20,0 | 16,0 | 4,0 | 60,0 |
| Совка озима | 1813–1999 | 28,0 | 38,0 | 10,0 | 24,0 |
| Совка оклична | 1836–1999 | 29,0 | 29,0 | 18,0 | 24,0 |
| Совка–гамма | 1829–1995 | 29,0 | 29,0 | 18,0 | 24,0 |
| Совка капустяна | 1871–2000 | 17,0 | 56,0 | 11,0 | 16,0 |
| Метелик стебловий | 1869–2006 | 30,0 | 20,0 | 0,0 | 50,0 |
| Метелик лучний | 1855–2011 | 17,0 | 42,0 | 8,0 | 33,0 |
| Черепашка шкідлива: | | | | | |
| Ставропольський край | 1854–2009 | 19,0 | 31,0 | 6,0 | 44,0 |
| Краснодарський край | 1854–2009 | 16,0 | 38,0 | 8,0 | 38,0 |
| Ростовська область | 1892–2009 | 31,0 | 31,0 | 15,0 | 23,0 |
| Поволжжя | 1890–2009 | 27,0 | 18,0 | 0,0 | 55,0 |
| Центрально-чорноземний район РФ | 1890–2009 | 44,0 | 22,0 | 12,0 | 22,0 |
| Ірак | 1909–1907 | 30,0 | 10,0 | 20,0 | 40,0 |
| Іран | 1909–1997 | 33,0 | 11,0 | 11,0 | 45,0 |
| Йорданія | 1924–1997 | 28,0 | 14,0 | 29,0 | 29,0 |

Продовження табл. 2

| | | | | | |
|--|-----------|------|------|------|------|
| Ліван | 1924–1997 | 29,0 | 29,0 | 28,0 | 14,0 |
| Палестина | 1920–1997 | 29,0 | 14,0 | 28,0 | 29,0 |
| Сирія | 1909–1997 | 25,0 | 12,0 | 25,0 | 38,0 |
| Єгипет | 1931–1997 | 16,0 | 50,0 | 17,0 | 17,0 |
| Туреччина | 1886–1997 | 22,0 | 33,0 | 0,0 | 45,0 |
| Пакистан | 1940–1997 | 40,0 | 40,0 | 0,0 | 20,0 |
| Палеарктика | 1854–1995 | 27,0 | 13,0 | 0,0 | 60,0 |
| Україна | 1870–2008 | 21,0 | 36,0 | 14,0 | 29,0 |
| Австрійська, маврська та шкідлива черепашки в Болгарії, Італії, країнах колишньої Югославії, Німеччині, Польщі, Португалії, Румунії, Словаччині, Угорщині, Чехії | 1928–2008 | 57,0 | 0,0 | 14,0 | 29,0 |
| Жужелиця хлібна мала | 1860–2003 | 8,0 | 26,0 | 40,0 | 26,0 |
| Муха гессенська | 1847–2000 | 16,0 | 11,0 | 26,0 | 47,0 |
| Муха шведська вівсяна | 1880–2000 | 15,0 | 16,0 | 0,0 | 54,0 |
| Кузька, чи жук хлібний | 1841–1996 | 29,0 | 29,0 | 12,0 | 30,0 |
| Совка зернова звичайна | 1871–1963 | 16,0 | 16,0 | 20,0 | 67,0 |
| Совка зернова сіра (Северный Казахстан) | 1887–2003 | 0,0 | 0,0 | 11,0 | 50,0 |
| Совка стеблова південна | 1882–1931 | 43,0 | 43,0 | 29,0 | 57,0 |
| П'явица червоногруда | 1878–1995 | 8,0 | 8,0 | 28,0 | 46,0 |
| Довгоносик буряковий звичайний | 1851–2010 | 12,0 | 12,0 | 23,0 | 53,0 |
| Міль капустяна | 1908–2010 | 10,0 | 10,0 | 17,0 | 18,0 |
| Білан капустяний | 1846–2001 | 29,0 | 29,0 | 0,0 | 43,0 |
| Білан жилкуватий | 1838–2003 | 19,0 | 19,0 | 0,0 | 37,0 |
| Золотогуз | 1841–1997 | 14,0 | 14,0 | 0,0 | 50,0 |
| Міль яблунева | 1843–1994 | 20,0 | 20,0 | 14,0 | 27,0 |
| Шовкопряд кільчастий | 1826–1998 | 39,0 | 39,0 | 6,0 | 16,0 |
| Плодожерка яблунева | 1855–2007 | 7,0 | 7,0 | 14,0 | 57,0 |
| П'ядун зимовий | 1844–1999 | 35,0 | 35,0 | 40,0 | 30,0 |
| Шовкопряд непарний | 1837–1993 | 5,0 | 5,0 | 26,0 | 58,0 |
| Совка соснова | 1825–1997 | 17,0 | 17,0 | 15,0 | 54,0 |
| П'ядун сосновий | 1869–1995 | 22,0 | 22,0 | 12,0 | 43,0 |
| Пильщик сосновий звичайний | 1838–2002 | 26,0 | 26,0 | 25,0 | 57,0 |
| Пильщик сосновий рудий | 1880–2009 | 22,0 | 22,0 | 0,0 | 39,0 |

В.П. Кравченко та В.М. Чайка, проаналізувавши середню щільність запасу гусениць лучного метелика, що зимує, за період 1972–2001 рр. і динаміку чисел Вольфа за вказаний час встановили, що кореляційний зв'язок між вказаними показниками дуже низький ($r = -0,2$). Тим не менш, логічний аналіз багаторічних матеріалів динаміки щільності цього шкідника та динаміки чисел Вольфа свідчить про те, що зв'язок між ними все ж має місце. У 1974–1976 рр. максимальне розповсюдження цього шкідника було за мінімальної сонячної активності, в 1986–1988 рр. мінімум СА збігся з початком зростання чисельності, а 1999–2001 рр. мало місце синхронне наростання чисельності та сонячної активності.

Загалом наш висновок полягає у тому, що популяційні цикли лучного метелика пов'язані з екстремумом СА, але це добре узгоджується (вважають вони) з теорією циклічності. Несумісність математичного аналізу із логічним моделюванням пояснює концепція метапопуляційної динаміки. У цьому вплив сонячної активності є глобальним, а спалахи масових розмножень комах відбуваються локально. Пояснення авторів логічне, адже дійсно метапопуляції складаються з напівізолюваних локальних популяцій, що відрізняються між собою генетичною та екологічною структурою. Загальна динаміка географічних популяцій визначається сумарним станом локальних популяцій. Більше того, ареал лучного метелика включає 14 країн Старого та Нового Світу або 11 млн 552 тис. км², а площа України не перевищує 5,2% цього показника. У зв'язку з цим усереднення даних динаміки чисельності популяцій лише в Україні без урахування стану популяцій в ареалі нівелює математичний зв'язок впливу сонячної активності на динаміку популяцій цього шкідника [11].

Тому для прогнозування масових розмножень комах необхідний інший критерій, який взаємодіє з погодно-кліматичними та трофічними циклами. Таким критерієм нині переважна більшість геофізиків, геліофізиків, кліматологів, гідрологів та екологів вважають різкі зміни сонячної активності, які впливають на біосферу, біогеоценози та складові їх популяції. Нами були використані роки різких змін СА або так звані роки сонячних реперів для аналізу масових розмножень шкідливих комах та обґрунтування багаторічного прогнозування спалахів їх чисельності в різних регіонах, а також виконано історико-статистичний аналіз масових розмножень 70 видів комах у зв'язку з різкими змінами сонячної за період 1854–1985 рр. в Україні (табл. 3).

Таблиця 3

Частоти масових розмножень 70 видів комах в Україні, залежно від різких змін сонячної активності (1854–1985 рр.)

| Відносні частоти масових розмножень, % | | | Критерій значущості відмінностей ймовірностей «хі-квадрат» | Ймовірність випадковості відмінностей ймовірностей масових розмножень, % |
|--|------------------------|-------------|--|--|
| в роки сонячних реперів | через рік після репера | в інші роки | | |
| 90,0 | 76,6 | 29,0 | 11,11 | <0,5 |

З табл. 3 випливає, що частоти масових розмножень комах за досліджуванний період (1854–1985 рр.) У роки-репери в 2,5–3,0 раза перевищували частоти в інші роки. При цьому досить значим (11,11) був критерій «хі-квадрат» і порівняно малим (менше 0,5) рівень ймовірності. А це дає підстави стверджувати про

синхронність масових розмножень 70 видів комах в Україні за вказаний історичний період із роками різких змін сонячної активності.

Цей висновок справедливий і для масових розмножень окремих видів комах у різних регіонах світу з різними ґрунтово-кліматичними умовами (табл. 4).

Таблиця 4

Масові розмноження різних видів комах у різних регіонах світу та різкі зміни сонячної активності (СА) [1, 12, 13, 14, 15]

| Вид комах, регіон | Роки масових розмножень | Відносні частоти масових розмножень, % | | |
|--|----------------------------|---|----------------------------------|----------------|
| | | в роки сонячних реперів | наступний рік після репера | в інші роки |
| Сарана пустельна: | 1843–2003 | 84,0 | 8,0 | 8,0 |
| східний регіон | 1863–2003 | 78,0 | 22,0 | 0,0 |
| західний регіон | 1863–2003 | 57,0 | 36,0 | 7,0 |
| центральний регіон | 1900–2003 | 80,0 | 20,0 | 0,0 |
| південний регіон ареал | 1800–2003 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Сарана африканська, мігруюча в ареалі | 1889–2003 | 75,0 | 0,0 | 25,0 |
| Сарана африканська червона в ареалі | 1847–2004 | 85,0 | 15,0 | 0,0 |
| Сарана австралійська перелітна в ареалі | 1934–2006 | 89,0 | 11,0 | 0,0 |
| Сарана азійська в Україні | 1708–1995 | 64,0 | 25,0 | 11,0 |
| Прус, чи сарана італійська в Україні | 1711–2003 | 81,0 | 15,0 | 4,0 |
| Совка озима в Україні | 1813–2007 | 90,0 | 10,0 | 0,0 |
| Совка оклична в Україні | 1836–1999 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Совка-гамма в Україні | 1829–1995 | 74,0 | 16,0 | 10,0 |
| Совка люцернова в Україні | 1875–1976 | 54,0 | 46,0 | 0,0 |
| Совка капустяна в Україні | 1871–2000 | 79,0 | 16,0 | 5,0 |
| Метелик стебловий в Україні | 1869–2006 | 80,0 | 20,0 | 0,0 |
| Метелик лучний в Україні | 1835–2011 | 79,0 | 7,0 | 14,0 |
| Черепашка шкідлива: в Україні | 1870–2008 | 69,0 | 31,0 | 0,0 |
| Ставропольському краї | 1854–2009 | 73,0 | 27,0 | 0,0 |
| Краснодарському краї | 1854–2009 | 92,0 | 8,0 | 0,0 |
| Ростовській області | 1892–2009 | 67,0 | 33,0 | 0,0 |
| Іраці | 1909–1997 | 78,0 | 22,0 | 0,0 |

Продовження таблиці 4

| | | | | |
|---|-----------|------|------|------|
| Ірані | 1909–1997 | 78,0 | 22,0 | 0,0 |
| Йорданії | 1920–1997 | 83,0 | 17,0 | 0,0 |
| Лівані | 1924–1997 | 83,0 | 17,0 | 0,0 |
| Палестині | 1920–1997 | 83,0 | 17,0 | 0,0 |
| Сирії | 1909–1997 | 71,0 | 29,0 | 0,0 |
| Єгипті | 1931–1997 | 67,0 | 33,0 | 0,0 |
| Туреччині | 1886–1997 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Пакистані | 1940–1997 | 80,0 | 20,0 | 0,0 |
| Казахстані | 1901–1997 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Киргизстані | 1901–1997 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Узбекистані | 1901–1997 | 70,0 | 30,0 | 0,0 |
| Таджикистані | 1901–1997 | 73,0 | 27,0 | 0,0 |
| Туркменістані | 1900–1997 | 73,0 | 27,0 | 0,0 |
| Палеарктиці | 1854–1995 | 86,0 | 7,0 | 7,0 |
| Жужелиця хлібна в Україні | 1860–2003 | 85,0 | 15,0 | 0,0 |
| Муха гессенська в Україні | 1847–2000 | 95,0 | 5,0 | 0,0 |
| Муха шведська | 1880–2000 | 69,0 | 31,0 | 0,0 |
| Кузька, чи жук хлібний в Україні | 1841–1996 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Совка зернова звичайна в Україні | 1871–1963 | 75,0 | 17,0 | 8,0 |
| Совка зернова сіра в Північному Казахстані | 1887–2003 | 54,0 | 46,0 | 0,0 |
| П'явица червоногруда в Україні | 1878–1995 | 77,0 | 15,0 | 8,0 |
| Довгоносик буряковий звичайний | 1841–2010 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Міль капустяна | 1908–2000 | 61,0 | 31,0 | 8,0 |
| Білан капустяний | 1846–2001 | 72,0 | 21,0 | 7,0 |
| Пильщик ріпаковий | 1756–1978 | 56,0 | 31,0 | 13,0 |
| Білан жилкуватий | 1838–2003 | 88,0 | 12,0 | 0,0 |
| Золотогуз | 1841–1997 | 86,0 | 9,0 | 5,0 |
| Міль яблунева | 1843–1994 | 67,0 | 33,0 | 0,0 |
| Шовкопряд кільчастий | 1826–1998 | 94,0 | 6,0 | 0,0 |
| Плодожерка яблунева | 1855–2007 | 64,0 | 21,0 | 15,0 |
| П'ядун зимовий | 1844–1999 | 88,0 | 6,0 | 6,0 |
| Листовійка зелена дубова | 1853–2000 | 83,0 | 6,0 | 11,0 |
| Шовкопряд непарний | 1837–1995 | 84,0 | 10,0 | 6,0 |

Продовження таблиці 4

| | | | | |
|----------------------------|-----------|------|------|-----|
| Шовкопряд-монашка | 1846–1999 | 69,0 | 23,0 | 8,0 |
| Шовкопряд сосновий | 1839–1995 | 82,0 | 18,0 | 0,0 |
| Червонохвіст | 1853–1997 | 71,0 | 22,0 | 7,0 |
| Совка соснова | 1825–1997 | 39,0 | 53,0 | 8,0 |
| П'ядун сосновий | 1869–1995 | 86,0 | 14,0 | 0,0 |
| Пильщик сосновий звичайний | 1838–2002 | 88,0 | 12,0 | 0,0 |
| Пильщик сосновий рудий | 1880–2009 | 88,0 | 6,0 | 6,0 |

Висновки. 1. Масові розмноження комах циклічні, поліциклічні, але в жодному разі не періодичні.

2. Масові розмноження комах виникають в різні епохи 11-річних циклів сонячної активності, тому ці критерії непридатні для прогнозування їх початку.

3. Частоти масових розмножень комах за досліджуваний період (1854–1985 рр.) У роки-репери в 2,5–3,0 рази перевищували частоти в інші роки. При цьому досить значним (11,11) був критерій «хі-квадрат» і порівняно малим (менше 0,5) рівень ймовірності. А це дає підстави стверджувати про синхронність масових розмножень 70 видів комах в Україні за вказаний історичний період із роками різких змін сонячної активності

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Белецкий Е.Н. Массовые размножения насекомых. История, теория, прогнозирование: монография. – Харьков: Майдан, 2011. – 172 с.
2. Кравцов Ю.А. Фундаментальное и практические пределы предсказуемости. Пределы предсказуемости. – Москва: Центр Ком, 1997. – С. 161–191.
3. Николас Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. – Москва: Едиториал УРСС. – 2003. – 344 с. (Синергетика от прошлого к будущему).
4. Малинецкий Г.Г. Синергетика, предсказуемость и детерминированный хаос. Пределы предсказуемости. – М.: Центр Ком, 1997. – С. 68–130.
5. Малинецкий Г.Г. «Новый облик нелинейной динамики». URL: <http://spkurdyumov.ru/forecas-foresas ting/novyi-oblik-nelinejnoj-dinamiki/>
6. Глушков А.В., Серга Э.Н., Буякова Ю.Я. Хаос во временных рядах концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. (г. Одесса). *Вісник Одеського держ. еколог. ун-ту.* – 2009. – Вип. 8. – С. 223–238.
7. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. – Москва: Едиториал УРСС, 2000. – 336 с.
8. Мешкова В.Л. Історія і географія масових розмножень комах-хвоєлистогризів. – Харків: Майдан, 2002 – 244 с.
9. Білецька Н.Є. Закономірності і прогноз масового розмноження локальних популяцій шкідливої черепашки. *Захист рослин.* – 2003. – № 1. – С. 6–8.
10. Трибел С.А. Луговой мотылек. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 64 с.
11. Кравченко В.П., Чайка В.М. Стан популяції лугового метелика в Україні. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* – 2002. – Вип. 48. – С. 17–25.
12. Белецкий Е. Н., Станкевич С. В. Полицикличность, синхронность и нелинейность популяционной динамики насекомых и проблемы прогнозирования: монография. Вена: Premier Publishing s.r.o. Vienna, 2018. 138 с.

13. Станкевич С.В., Белецкий Е.Н., Забродина И.В. Циклически-нелинейная динамика природных систем и проблемы прогнозирования: монография. Ванкувер: Accent Graphics Communications & Publishing, 2019. 232 с.

14. Stankevych S.V., Biletskyj Ye.M., Golovan L.V. Polycyclic character, synchronism and nonlinearity of insect population dynamics and prognostication problem: monograph. Kharkiv: Publishing House I. Ivanchenko, 2020. 133 p.

15. Некоторые экологические катастрофы. История, закономерности, предвидение. Синергетический подход: монография / С.В. Станкевич, Е.Н. Белецкий, Д.И. Малюкина, И.В. Забродина, Л.В. Головань. Харьков: Издательство Иванченка И.С., 2022. – 121 с.

16. Белецкий Е.Н., Станкевич С.В., Немерицкая Л.В. Современные представления о динамике популяций насекомых: прошлое, настоящее, будущее. Синергетический подход. *Вісн. Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2017. № 1–2. С. 22–33.

17. Белецкий Е. Н., Станкевич С. В. Хроника массовых размножений главнейших вредителей сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. *Таврійськ. наук. вісн.: наук. журн.* 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 256–267.

18. Станкевич С.В., Белецкий Е.Н. Блуждание массовых размножений вредных видов насекомых в пределах ареала. *Таврійськ. наук. вісн.* 2019. № 110. Ч.1. С. 147–156. doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.20

19. Станкевич С.В., Білецький Є.М. Алгоритмы прогнозирования и пределы предсказуемости массовых размножений вредных насекомых согласно методологии нелинейной динамики. *Таврійськ. наук. вісн.* 2020. № 111. С. 273–284. doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.37

20. Stankevych, S.V., Vasylieva, Yu.V., Golovan, L.V., Zabrodina, I.V., Lutytska, N.V., Nakonechna, Yu.O., Molchanova, O.A., Chupryna, Yu.Yu., Zhukova, L.V. (2019). Chronicle of insect pests massive reproduction. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 262–274.

21. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V., Yevtushenko, M.D., Baidyk, H.V., Lezhenina, I.P., Filatov, M.O., Sirous, L.Ya., Yushchuk, D.D., Melenti, V.O., Molchanova, A.O., Zhukova, L.V., Nepran, I.V., Romanov, O.V., Romanova, T.A., Bragin, O.M., (2020). Prognostication algorithms and predictability ranges of mass reproduction of harmful insects according to the method of nonlinear dynamics. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 37–42.

22. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V., Yevtushenko, M.D., Dolya, M.M., Lezhenina, I.P., Baidyk, H.V., Filatov, M.O., Sirous, L.A., Melenti, V.O., Molchanova, O.A., Zhukova, L.V., Golovan, L.V., Polozhenets, V.M., Nemerytska, L.V., Klymenko, I.V. (2020). Cycle populations dynamics of harmful insects. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(3), 147–161.

23. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V., Yevtushenko, M.D., Baidyk, H.V., Lezhenina, I.P., Filatov, M.O., Sirous, L.Ya., Yushchuk, D.D., Melenti, V.O., Molchanova, O.A., Zhukova, L.V., Golovan, L.V., Klymenko, I.V. (2020). Prognostication in plant protection. Review of the past, present and future of nonlinear dynamics method. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 225–234.