



UDC 595.78-19+632.913

2018, № 1 (14): 44–57

DOI: <https://doi.org/10.15421/281806>

ON THE DYNAMICS OF DISTRIBUTION OF THE AMERICAN WHITE BUTTERFLY, *HYPHANTRIA CUNEA* DRURY, 1973 (LEPIDOPTERA, ARCTIIDAE), IN UKRAINE REGARDING THE ANNUAL MINIMAL AIR TEMPERATURES (from 1952 and up to present)

S.N. Shumov

*Ukrainian Hydrometeorological Institute, State Service of Emergencies of Ukraine, NAS of Ukraine
e-mail: Shumov@front.ru; ser-shumov@yandex.ua*

The spatial analysis of distribution and quantity of *Hyphantria cunea* Drury, 1973 across Ukraine since 1952 till 2016 regarding the values of annual absolute temperatures of ground air is performed using the Gis-technologies. The long-term pest dissemination data (Annual reports..., 1951–1985; Surveys of the distribution of quarantine pests ..., 1986–2017) and meteorological information (Meteorological Yearbooks of air temperature the surface layer of the atmosphere in Ukraine for the period 1951-2016; Branch State of the Hydrometeorological Service at the Central Geophysical Observatory of the Ministry for Emergencies) were used in the present research. The values of boundary negative temperatures of winter diapause of *Hyphantria cunea*, that unable the development of species' subsequent generation, are received. Data analyses suggests almost complete elimination of winter diapausing individuals of White American Butterfly (especially pupae) under the air temperature of -32°C . Because of arising questions on the time of action of absolute minimal air temperatures, it is necessary to ascertain the boundary negative temperatures of winter diapause for White American Butterfly. It is also necessary to perform the more detailed research of a corresponding biological material with application to the freezing technics, giving temperature up to -50°C , with the subsequent analysis of the received results by the punched-analysis.

Key words: *Hyphantria cunea*, dynamics, distribution, diapause, annual minimum of air temperature, frequency.

О ДИНАМИКЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АМЕРИКАНСКОЙ БЕЛОЙ БАБОЧКИ *HYPHANTRIA CUNEA* DRURY, 1973 (LEPIDOPTERA, ARCTIIDAE) В УКРАИНЕ НА ФОНЕ ГОДОВЫХ МИНИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА (с 1952 г. и до настоящего времени)

С.Н. Шумов

*Украинский гидрометеорологический институт Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям Национальной академии наук Украины
e-mail: Shumov@front.ru; ser-shumov@yandex.ua*

С использованием ГИС-технологий выполнен пространственный анализ распространения американской белой бабочки в Украине с 1952 по 2016 гг. на фоне значений годовых температур приземного слоя воздуха. Получены ориентировочные значения граничных отрицательных температур зимней диапаузы, при которых развитие фитофага в последующем поколении невозможно.

Ключевые слова: *Hyphantria cunea*, динамика, распространение, диапауза, годовой минимум температуры воздуха, частота.

До динаміки поширення американського білого метелика *Hyphantria cunea* Drury, 1973 (Lepidoptera, Arctiidae) в Україні на тлі річних мінімальних температур повітря (з 1952 і по теперешній час)

Шумов С.М.

З використанням Гіс-технологій виконано просторовий аналіз поширення американського білого метелика в Україні з 1952 по 2016 рр. на тлі значень річних температур приземного повітря. Отримано орієнтовні значення негативних температур зимової діапаузи, за яких розвиток фітофага у наступному поколінні є неможливим.

Ключові слова: *Hyphantria cunea*, динаміка, поширення, діапауза, річний мінімум температури повітря, частота.

Введение. Появление американской белой бабочки – *Hyphantria cunea* Drury, 1973 (Lepidoptera, Arctiidae) (далее – АББ) в Европе впервые описано Л. Варреном (Warren, 1970). Относительно полную и доступную (Интернет) информацию об этом виде с весьма широкой полифагией можно найти в ряде работ (Fokin, 2008; Yasyukevich et al., 2013). При этом, следует отметить огромную миграционную способность *H. cunea* (White American Butterfly..., электронный ресурс) и широчайший выбор укрытий при окукливании, что характеризует вид как весьма приспособленный к современным условиям.

В Украине АББ впервые была зафиксирована карантинной службой СССР в 1952 году в Закарпатской области (рис. 1).

С 1952 года и по настоящее время ведется постоянная борьба с этим карантинным вредителем в Украине (Annual reports...1951–1985, Surveys of the distribution of quarantine pests...1986–2001, Surveys of the distribution of quarantine organisms...2002–2017). При этом,

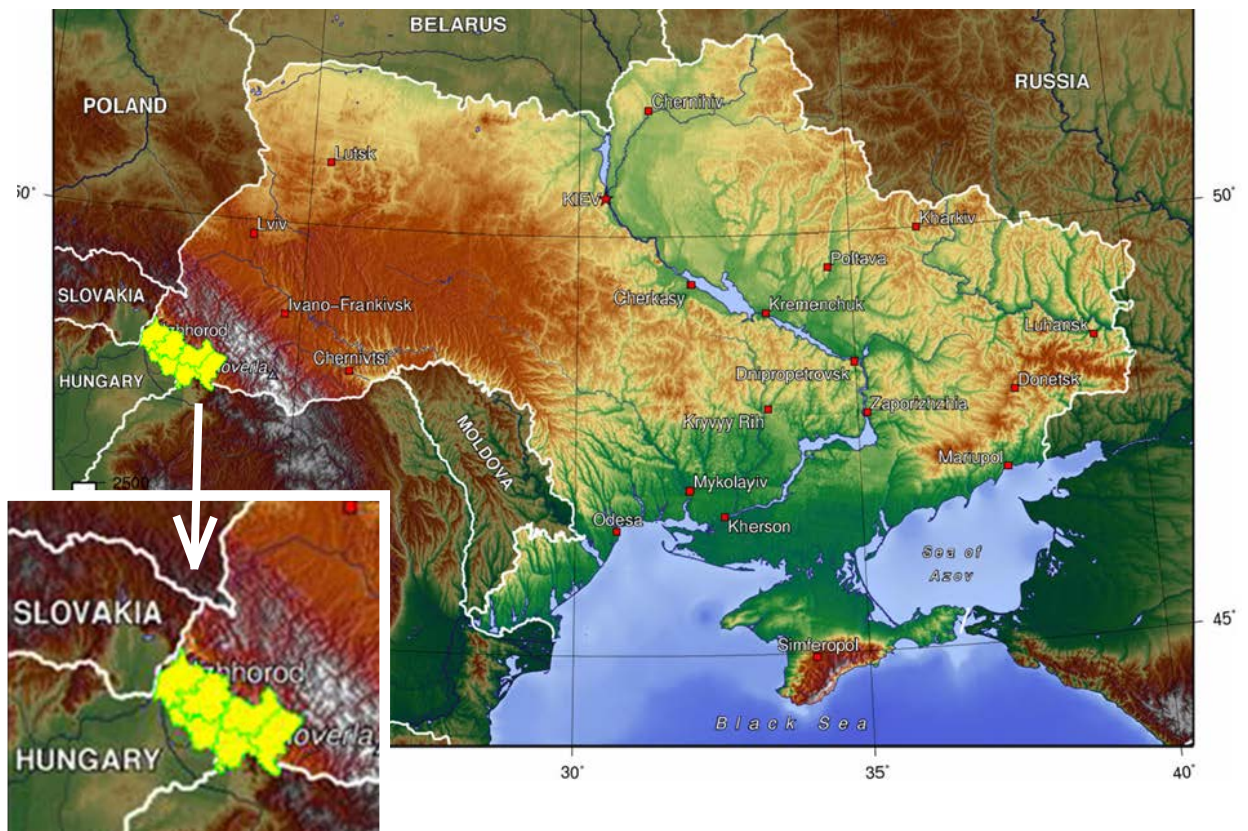


Рис. 1. Районы Закарпатской области, где впервые зафиксирована АББ (1952 г.) (снизу фрагмент увеличено).

Fig. 1. Districts of the Zakarpattye region where *Hyphantria cunea* was registered for the first time (at 1952) (below the fragment enlarged).

весьма важной задачей является изучение возможного расширения ареала вредителя в районы, где он может успешно развиваться.

Материал и методика. Данное исследование основано на сравнительном пространственном анализе одновременных динамик распространения АББ и годовых абсолютных минимальных температур приземного воздуха на территории Украины с использованием ГИС-среды MapInfo.

Результаты и обсуждение. Динамику количества областей Украины, где обнаружено АББ в отдельные годы, представлено на рис. 2. Линейный тренд этой диаграммы имеет очень высокую степень достоверности аппроксимации процесса распространения АББ по областям Украины. Если процесс будет иметь продолжение, то к 2022 году АББ будет выявлено во всех областях Украины.

Диаграмма динамики числа районов Украины, где обнаружена АББ в разные годы, имеет несколько иной вид (рис. 3). Это объясняется тем, что практически во всех областях к настоящему времени есть районы, где зафиксировано наличие АББ. Общая картина наличия

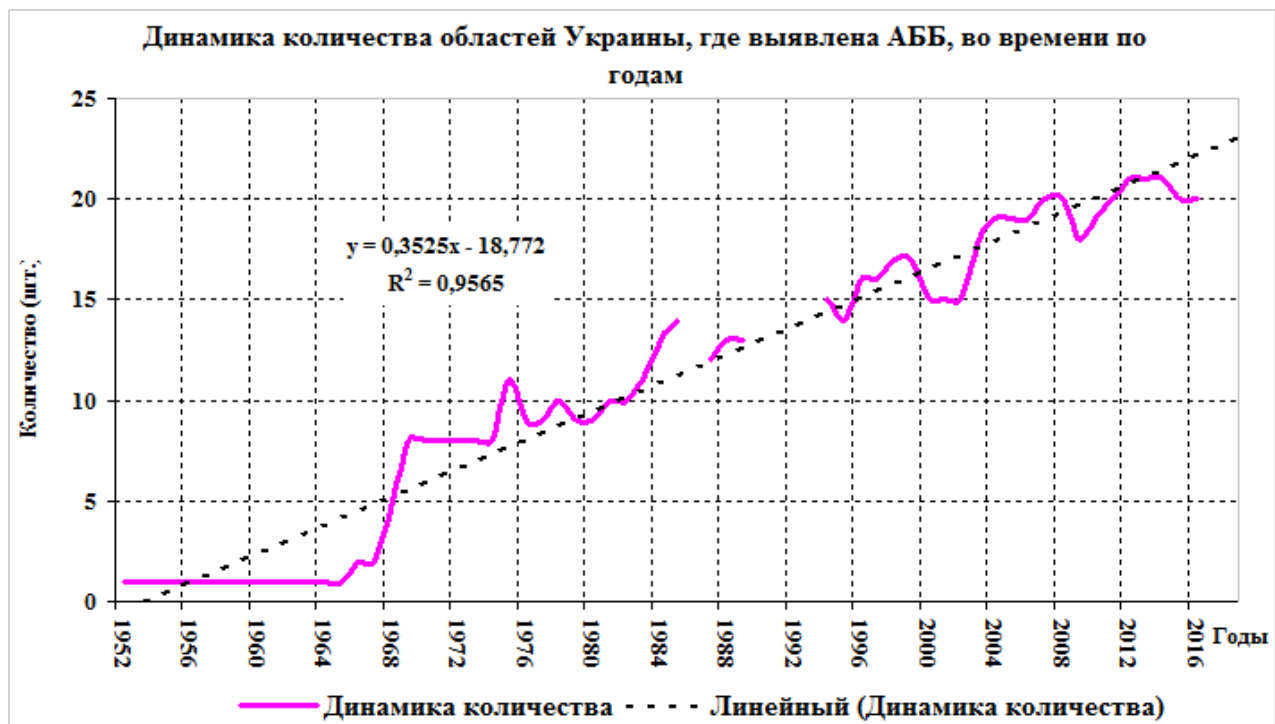


Рис. 2. Динамика числа областей Украины, где обнаружено АББ в отдельные годы (Surveys...).

Fig. 2. Dynamics of number of districts of Ukraine where *Huphantria cunea* was revealed in separate years (Surveys...).

этого фитофага в разных районах Украины далеко не повсеместна.

Очень высокую степень достоверности аппроксимации процесса распространения АББ по районам Украины имеет полиномиальный тренд третьей степени. При продолжении процесса, количество районов, где будет, выявлено АББ к 2022 году уменьшится более чем вдвое по сравнению с 2007–2008 годами.

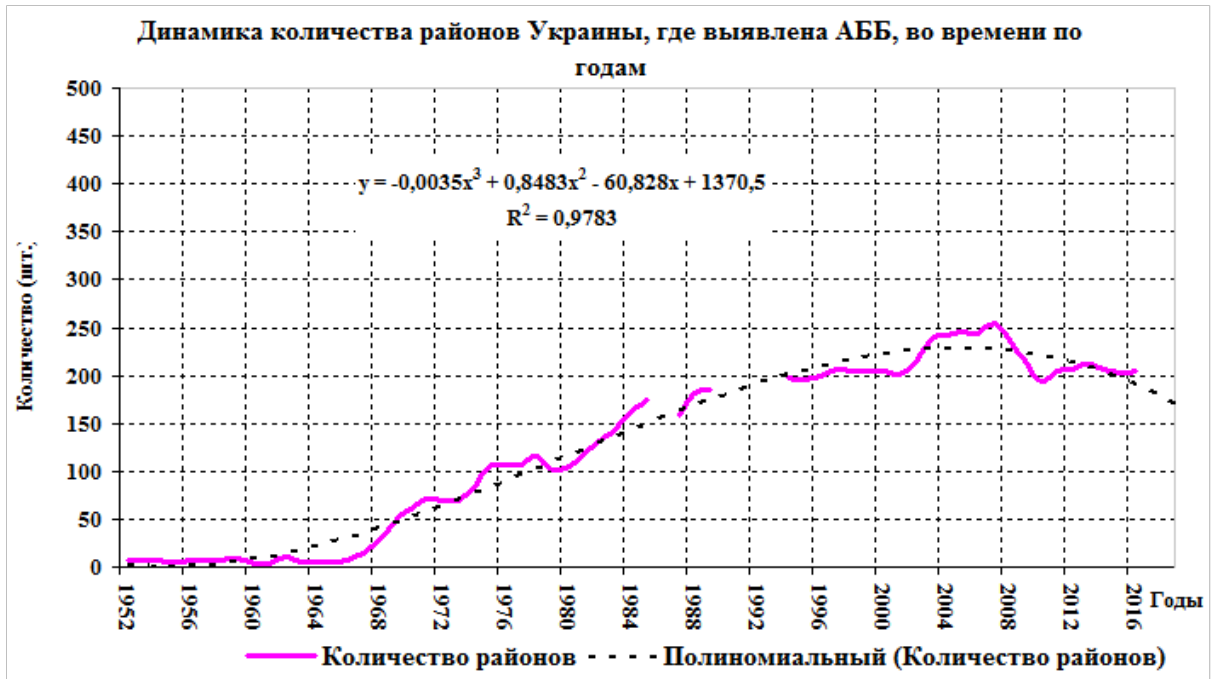


Рис. 3. Динамика количества районов Украины, где обнаружено АББ в отдельные годы (Surveys...).

Fig. 3. Dynamics of numbers of districts of Ukraine where *Hyphantria cunea* was revealed in separate years (Surveys...).

Тот же самый процесс, при логарифмической шкале и логарифмическом аппроксимировании, также имеет очень высокую степень достоверности аппроксимации (рис. 4). Но все же аппроксимация даёт не столь утешительный прогноз – количество районов Украины, где в будущем будет выявлено АББ, незначительно возрастёт и стабилизируется.

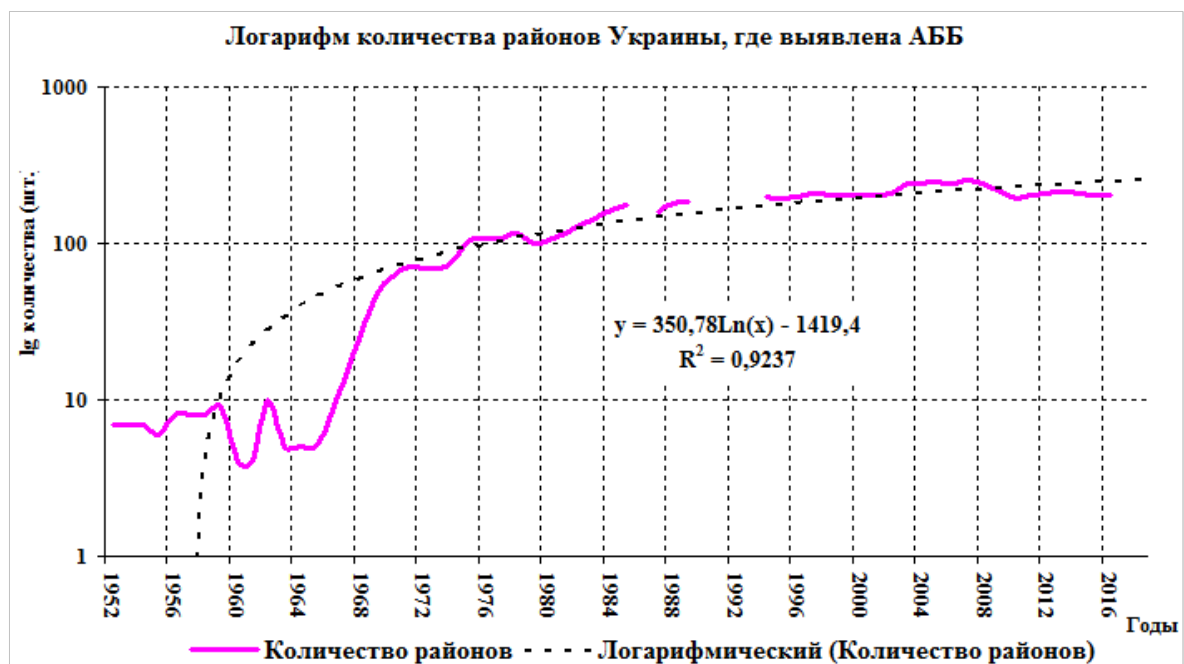


Рис. 4. Логарифм динамики количества районов Украины, где обнаружено АББ в отдельные годы (Surveys...).

Fig. 4. The logarithm of dynamics of numbers of districts of Ukraine where *Hyphantria cunea* was revealed in separate years (Surveys...).

Динамика рассчитанной общей площади районов Украины, где выявлена АББ, при аппроксимации полиномом третьей степени имеет очень высокую степень достоверности и указывает на уменьшение таковой площадей в недалёком будущем (рис. 5).

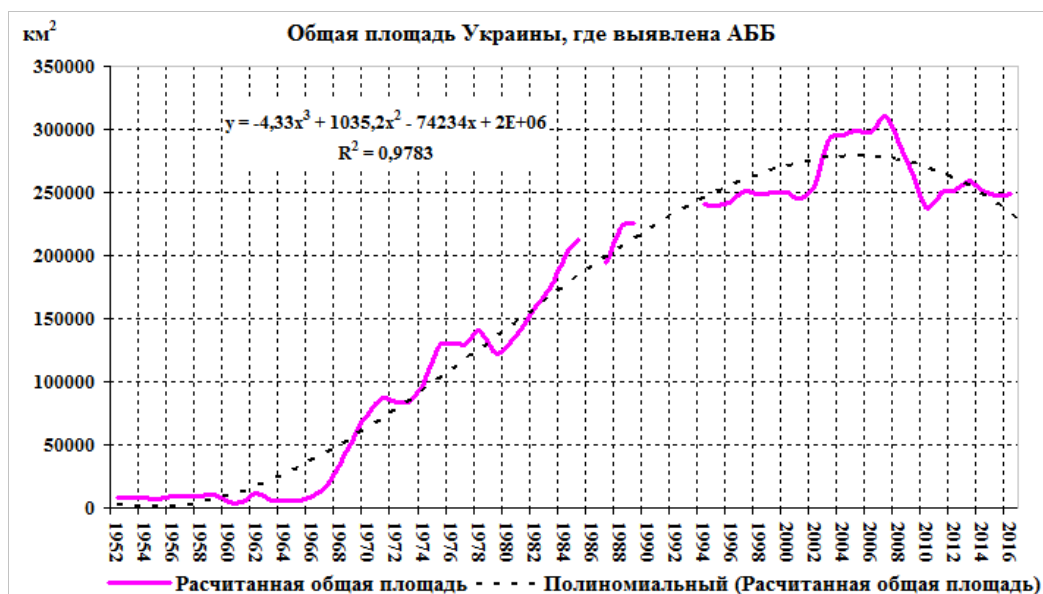


Рис. 5. Динамика рассчитанной общей площади районов Украины, где выявлена АББ в отдельные годы.

Fig. 5. Dynamics of the calculated total area of districts of Ukraine where *Hyphantria cunea* was revealed in separate years.

Эта же динамика при логарифмической шкале и логарифмическом аппроксимировании также имеет очень высокую степень достоверности аппроксимации (рис. 6). Прогноз указывает на стабилизацию в будущем рассчитанной общей площади сельских районов, где будет выявлена АББ.

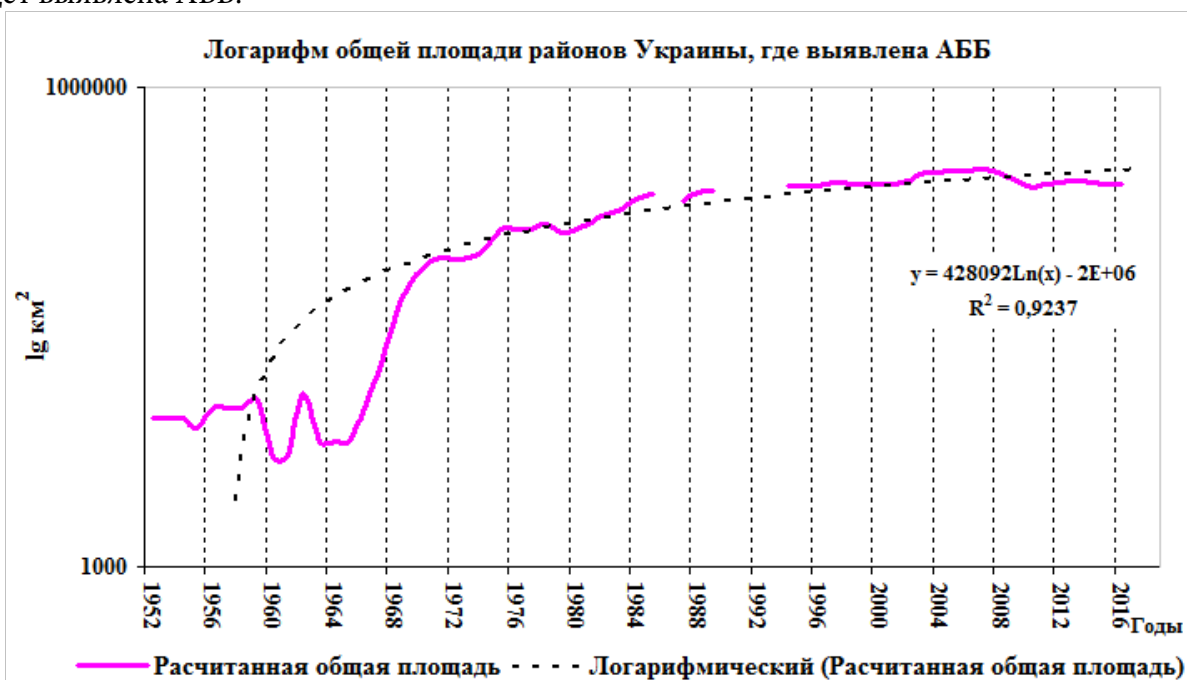


Рис. 6. Логарифм динамики общей площади сельских районов Украины, где выявлено АББ в отдельные годы.

Fig. 6. The logarithm of dynamics of a total square of districts of Ukraine where *Hyphantria cunea* was revealed in separate years (Surveys...).

Совместив карты экорегионов на Украине (по Bailey, 1989) и административные районы, в которых было зафиксировано наличие АББ, с 1952 года по настоящее время, получаем в основном распространение вредителя в степной и лесостепной зонах Украины. Это по основным положениям соответствует биологическим особенностям АББ (Klechkovsky, 2005, 2006) (рис. 7).

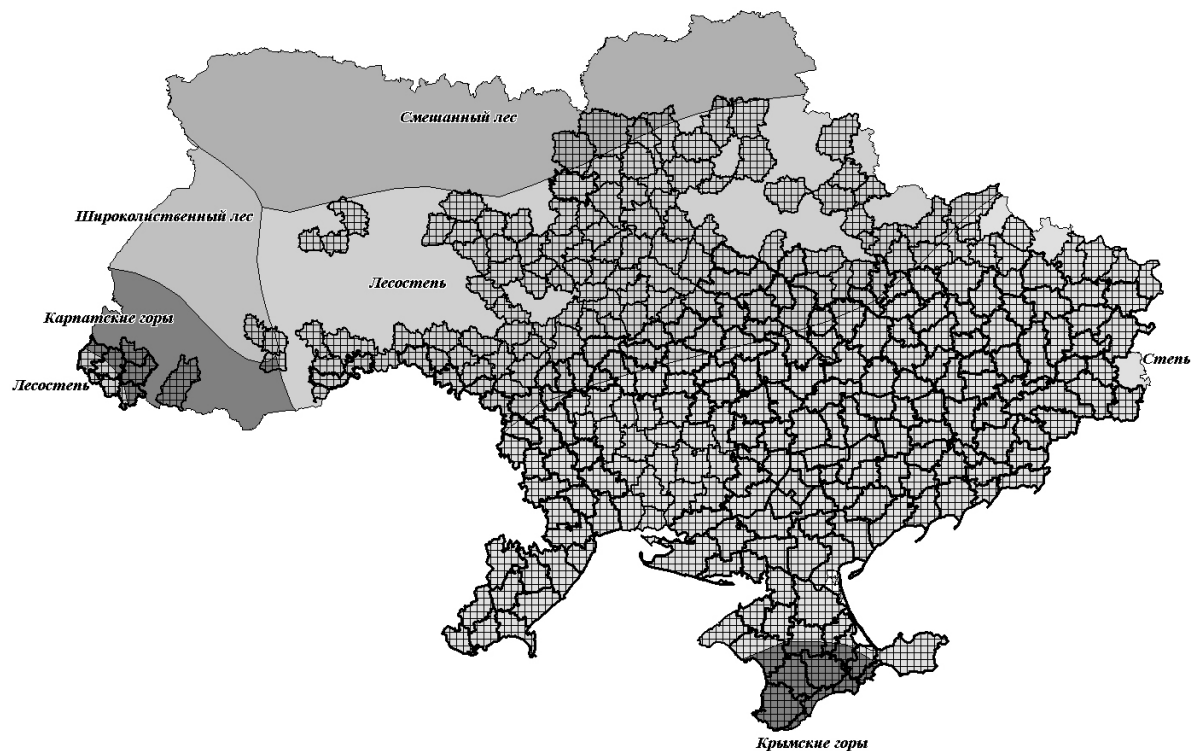


Рис. 7. Административные районы Украины, где была выявлена АББ за весь период с 1952 года, на фоне экорегионов Украины (по Bailey, 1989).

Fig. 7. Districts of Ukraine where *Hyphantria cunea* (from since 1952) has been revealed regarding the ecoregions of Ukraine (by Bailey, 1989).

Распространение АББ в Украине рассматривалось и в последние десятилетия (Krivosheev, 2007; Zapolovsky et al., 2013). В отдельных работах (Rodionova, Chesnek, 1969) исследовали и вопрос относительной устойчивости к низким температурам зимующих куколок АББ. В этих исследованиях применяли приборы и методические разработки, описанные Н. Горышиным (Goryshin, 1966).

Нами, на основании информации о распространении АББ по Украине (Annual reports...1951–1985, Surveys of the distribution of quarantine pests...1986–2001, Surveys of the distribution of quarantine organisms...2002–2017) в ГИС-среде MapInfo были построены карты динамики расселения АББ по районам Украины. С использованием данных гидрометеорологической службы МЧС Украины, относительно имеющих место годовых значений абсолютных минимальных температур приземного воздуха (Meteorological Yearbooks..., 1951–2016), также были построены соответствующие карты.

Территория Украины с административным делением на области, районы и с сетью метеорологических станций гидрометеорологического центра МЧС Украины, отображенная посредством ГИС-технологий MapInfo имеет вид, приведенный на рис. 8.

Анализируя данные динамики распространения АББ (Annual reports...1951–1985, Surveys of the distribution..., 1986–2001, 2002–2017), значения годовых абсолютных минимальных



Рис. 8. Административное деление Украины на области и сельские районы с сетью метеорологических станций гидрометеорологического центра МЧС Украины.

Fig. 8. Administrative division of Ukraine into the regions and districts with a network of meteorological stations of the Hydrometeorological center of the Ministry of Emergency Measures of Ukraine.

температур воздуха (Meteorological Yearbooks...1951–2016) и биологические особенности развития бабочки (Klechkovsky, 2005; Zapolovsky et al., 2013), получаем результат полного вымерзания особей АББ в состоянии зимней диапаузы при -32°C воздуха.

Имеющее место сочетание экспансии АББ и действие ограничивающих значений годовых абсолютных минимумов температуры воздуха отображены на рис. 9–14.

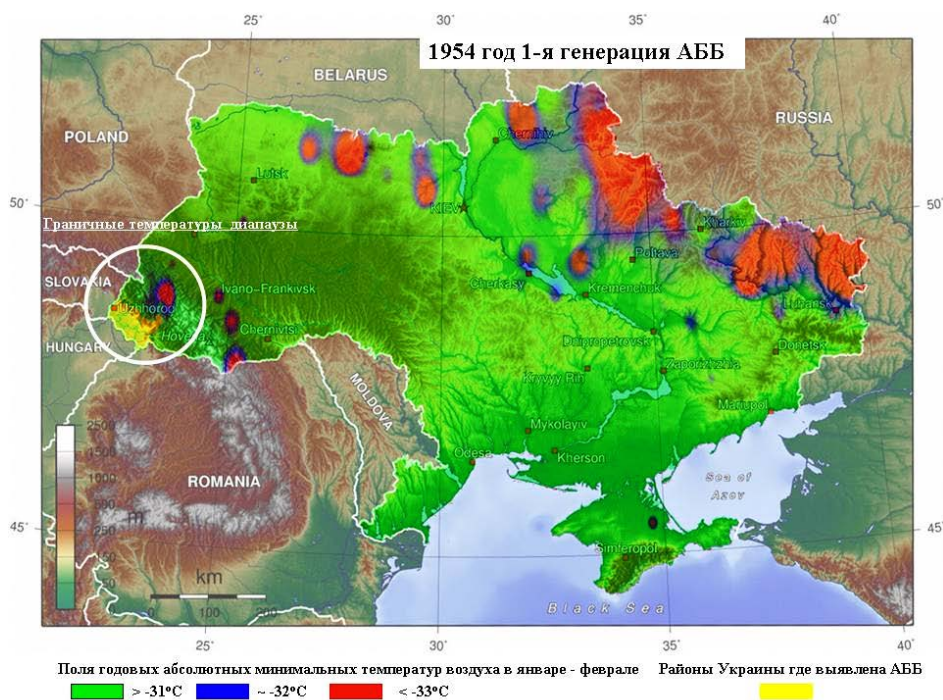


Рис. 9. Ограничение экспансии АББ в 1954 г. (Meteorological Yearbooks...).

Fig. 9. Restriction of expansion *H. cunea* in 1954 (Meteorological Yearbooks...).

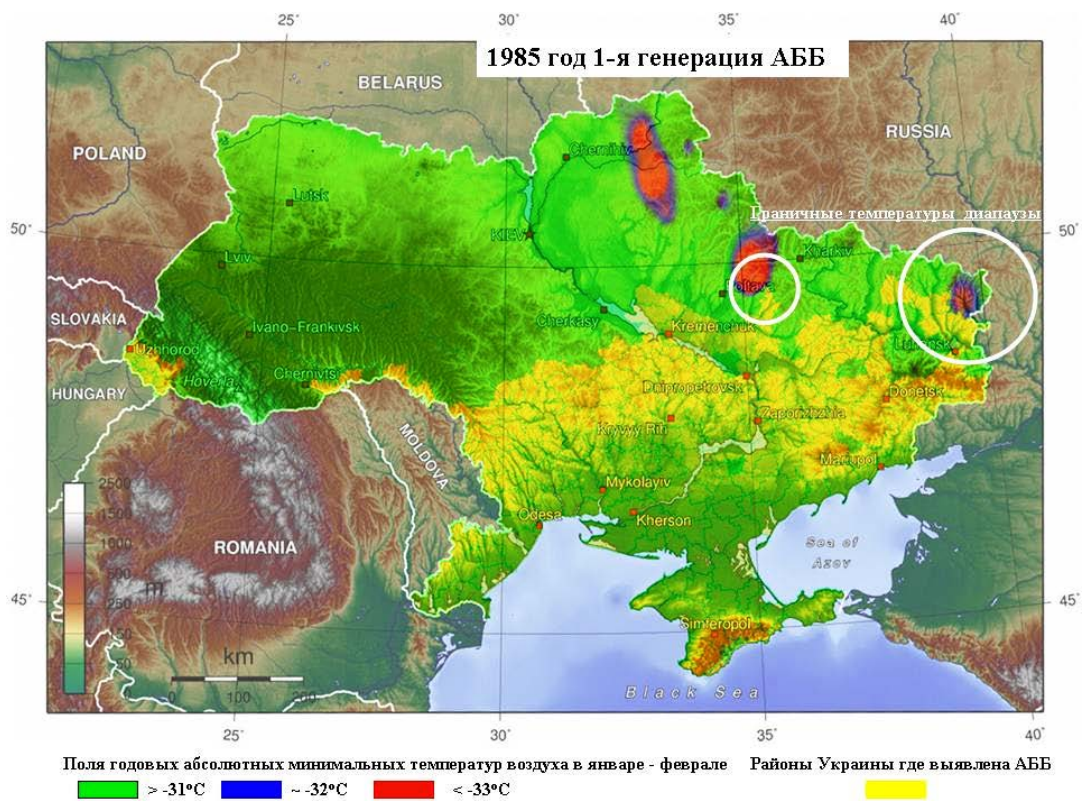


Рис. 10. Ограничение экспансии АББ в 1985 г. (Meteorological Yearbooks...).

Fig. 10. Restriction of expansion *H. cunea* in 1985 (Meteorological Yearbooks...).

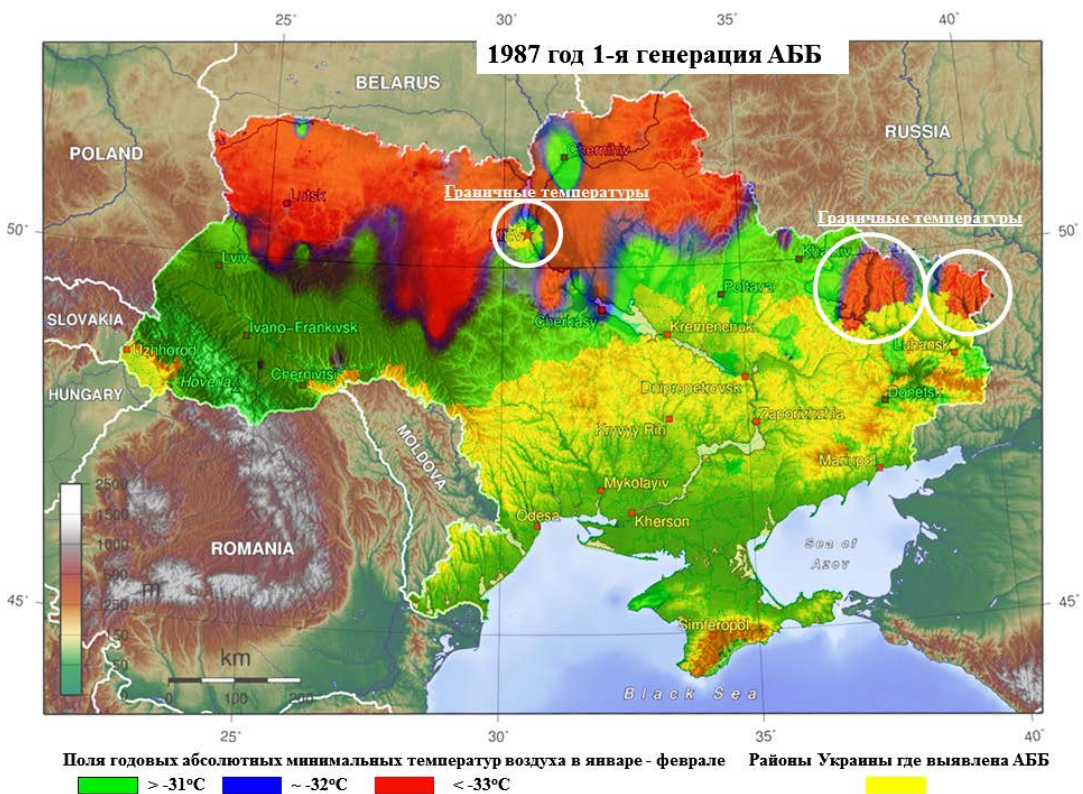


Рис. 11. Ограничение экспансии АББ в 1987 г. (Meteorological Yearbooks...).

Fig. 11. Restriction of expansion *H. cunea* in 1987 (Meteorological Yearbooks...).

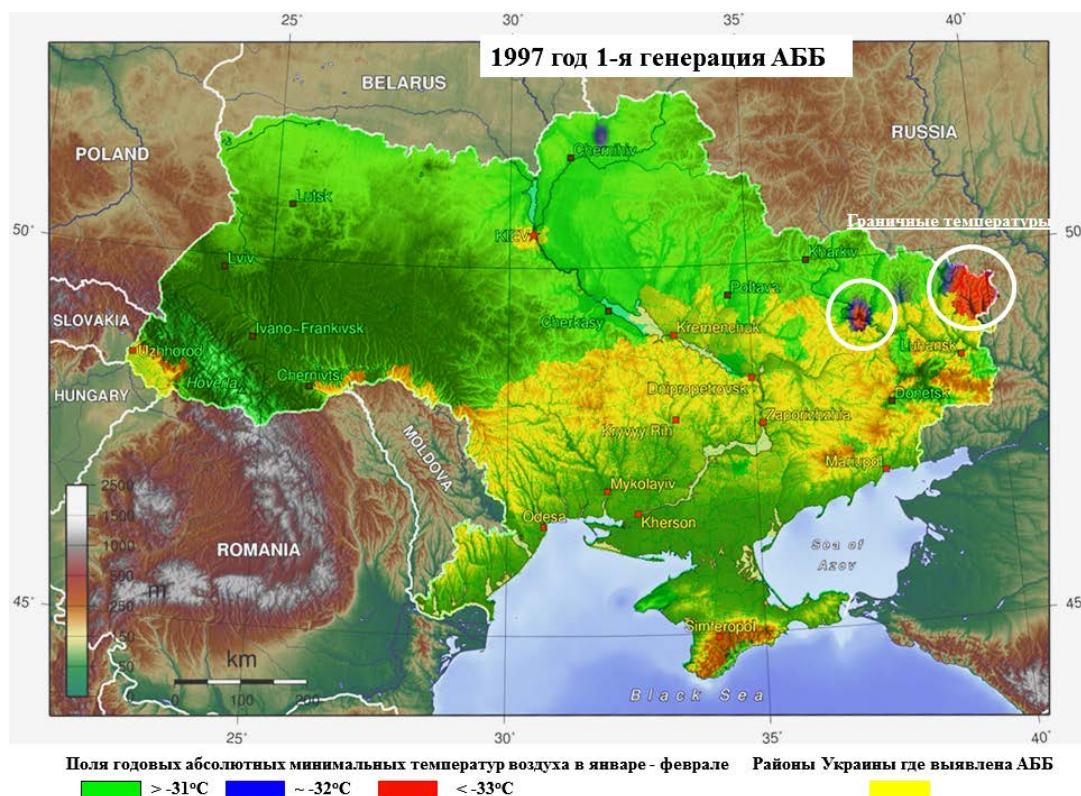


Рис. 12. Ограничение экспансии АББ в 1997 г. (Meteorological Yearbooks...).

Fig. 12. Restriction of expansion *H. cunea* in 1997 (Meteorological Yearbooks...).

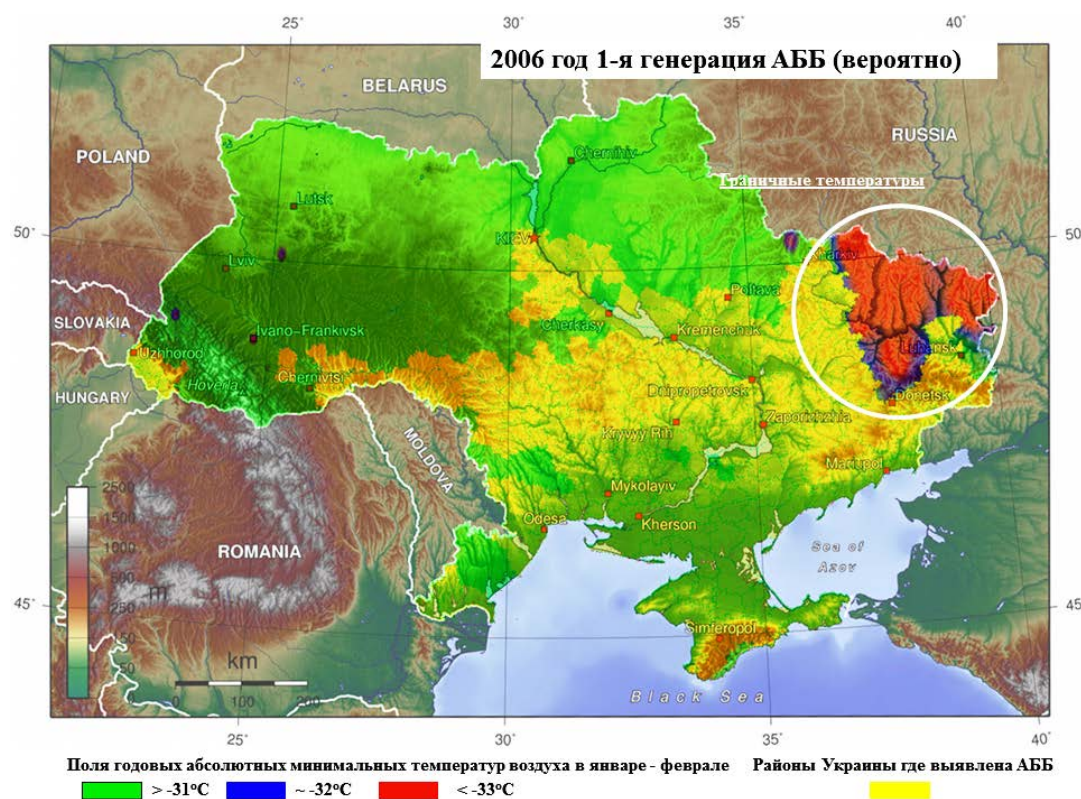


Рис. 13. Ограничение экспансии АББ в 2006 г. (Meteorological Yearbooks...).

Fig. 13. Restriction of expansion *H. cunea* in 2006 (Meteorological Yearbooks...).

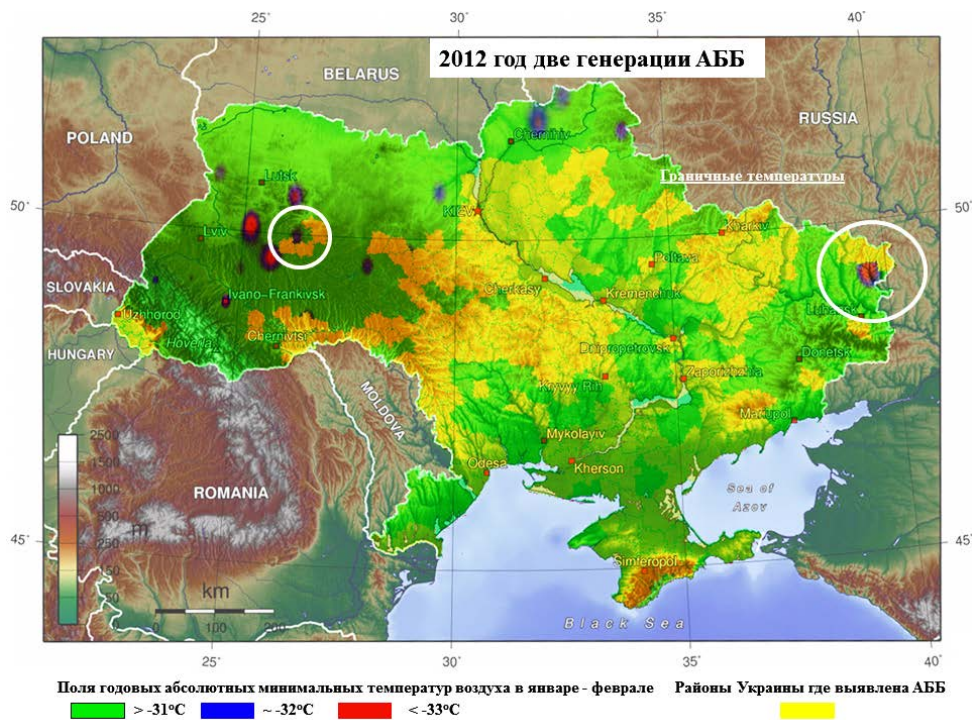


Рис. 14 Ограничение экспансии АББ в 2012 г. (Meteorological Yearbooks...).

Fig. 14. Restriction of expansion *H. cunea* in 2012 (Meteorological Yearbooks...).

На рис. 15 отображена динамика количества сельских районов Украины, где выявлено АББ после годовых абсолютных минимальных температур приземного воздуха значениями $\geq -31^\circ\text{C}$ и $\sim -32^\circ\text{C}$ на их территории.

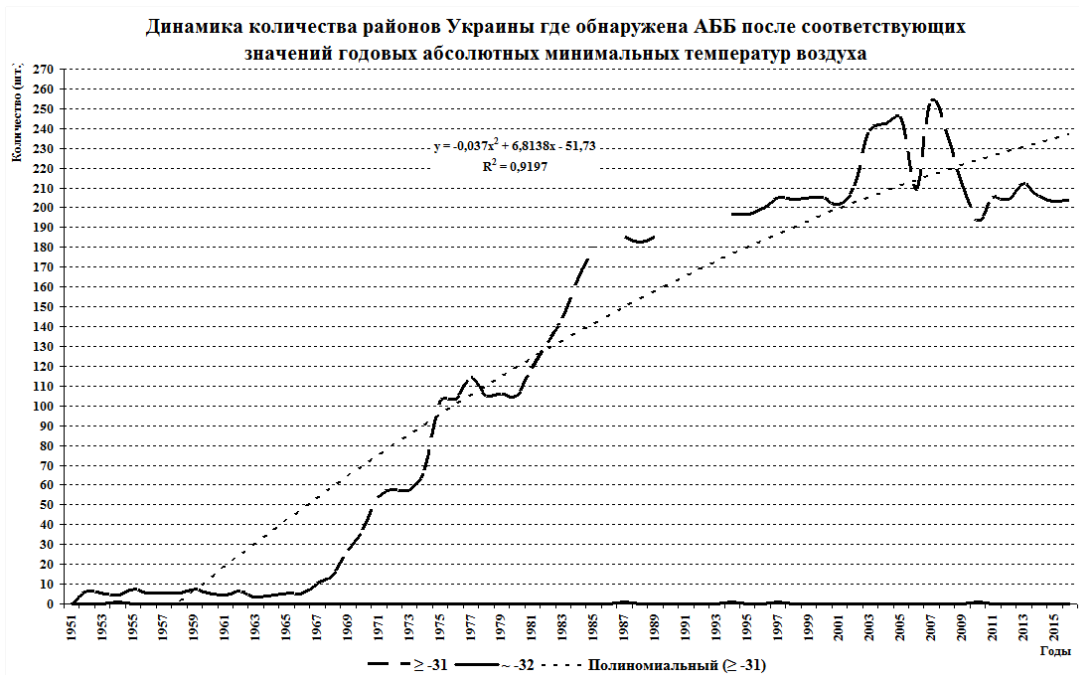


Рис. 15. Динамика количества районов Украины, где выявлено АББ после годовых абсолютных минимальных температур воздуха со значениями $\geq -31^\circ\text{C}$ и $\sim -32^\circ\text{C}$ (на территории соответственных районов).

Fig. 15. Dynamics of numbers of districts of Ukraine where *H. cunea* is revealed after annual absolute minimal air temperatures of $\geq -31^\circ\text{C}$ and $\sim -32^\circ\text{C}$ (at the territory of respective regions).

График количества районов с выявленным вредителем после годовой абсолютной минимальной температуры воздуха значением $\sim -32^{\circ}\text{C}$ реально не отклоняется от 0 (практически в отдельные годы существовали единичные районы, где имело место наличие АББ после годовых абсолютных минимальных температур воздуха соответствующего значения). Объяснение такого явления находится в поведенческих реакциях гусениц АББ при поиске места для окукливания (ходы или «норки») дождевых червей или более утепленные убежища) (Klechkovsky, 2005; Zapolovsky et al., 2013).

Аппроксимация диаграммы для значения $\geq -31^{\circ}\text{C}$, выполненная полиномом второй степени имеет очень высокую степень достоверности с тенденцией к росту количества сельских районов Украины с годовой абсолютной минимальной температуры приземного воздуха значением $\geq -31^{\circ}\text{C}$, где в последующем весенне-летнем сезоне будет зафиксировано наличие АББ.

Динамика величины площадей Украины с значениями годовых абсолютных минимумов температуры воздуха, величиной в $\sim -32^{\circ}\text{C}$ и $\leq -33^{\circ}\text{C}$ (вероятно пороговых значений при зимней диапаузе АББ) отображено на рис. 16.



Рис. 16. Динамика величины площадей на территории Украины с значениями годовых абсолютных минимумов температуры воздуха, величиной в $\sim -32^{\circ}\text{C}$ и $\leq -33^{\circ}\text{C}$.

Fig. 16. Dynamics of size of the squares at the territory of Ukraine with values of annual absolute minimum of air temperature (of $\sim -32^{\circ}\text{C}$ and $\leq -33^{\circ}\text{C}$).

Вероятность годовой абсолютной минимальной температуры приземного воздуха ниже -31°C , которая наблюдалась на Украине с 1951 по 2017 годы, отображены на рис. 17.

В беседах с доктором с.-х. наук Клечковским Ю.Э. (директор НИИ станции карантина винограда и плодовых культур Института защиты растений НААН Украины), им было высказано мнение, что минимальные температуры около -32°C на Украине не имеют длительного временного периода воздействия и эти температурные значения не имеют

существенного влияния на жизнеспособность АББ.

А как быть с имеющими место фактическими ситуациями, приведёнными на рис. 9–14? Возможно части ареала АББ на Украине, где годовые абсолютные минимальные температуры воздуха ниже -32°C раз в 5–10 лет повторяются, следует охарактеризовать как *зоны сомнительной экспансии*. Территорию Украины, где годовые абсолютные минимальные температуры воздуха не опускаются ниже -31°C можно отнести к *зонам буферной экспансии*, что соответствует теоретически расширяющемуся ареалу АББ. Часть территории Украины, где годовая абсолютная минимальная температура воздуха не опускается ниже -30°C и имеет место ежегодное развитие АББ, можно охарактеризовать как *резерват экспансии*, что практически соответствует освоенным новым регионам ареала АББ.

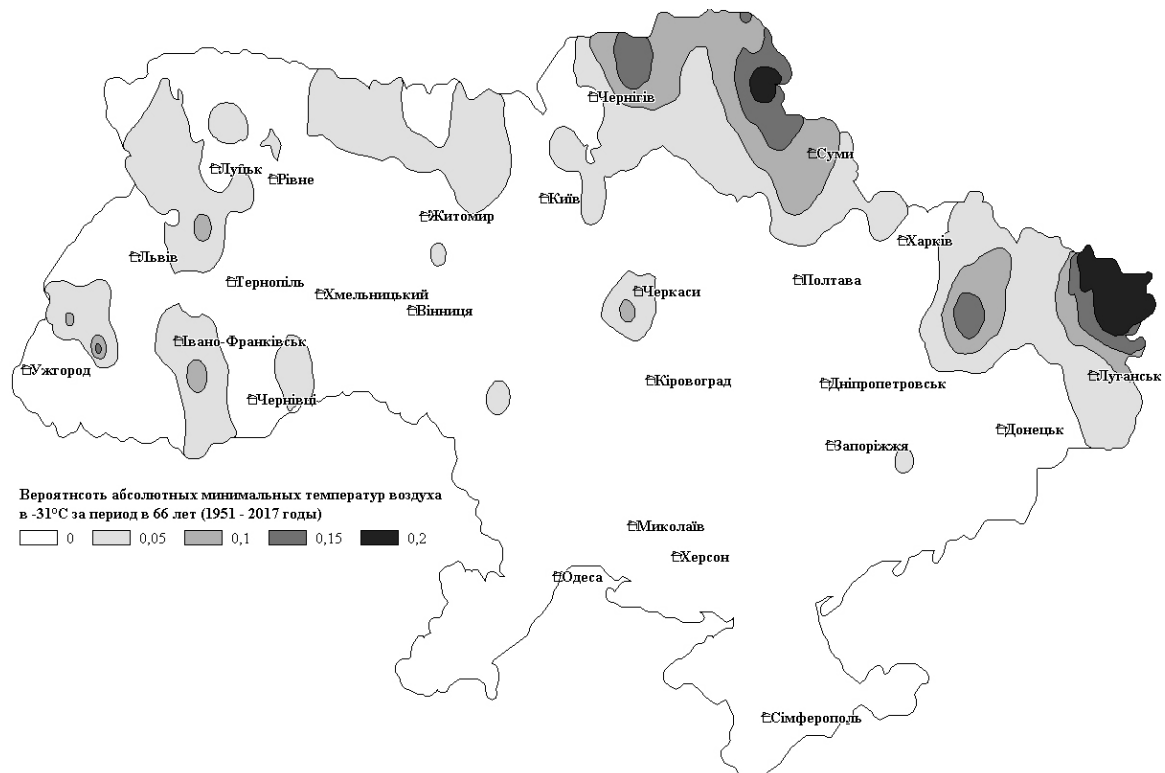


Рис. 17. Вероятность годовой абсолютной минимальной температуры приземного воздуха ниже -31°C , которая имела место на Украине в 1951–2017 гг.

Fig. 17. Probability of annual absolute minimal temperature of ground air below 31°C (which was registered in Ukraine from 1951 to 2017).

Выводы. Таким образом, с использованием ГИС-технологий выполнен сравнительный пространственный анализ распространения американской белой бабочки в Украине с 1952 по 2016 гг. на фоне минимальных значений годовых температур приземного слоя воздуха. Получены ориентировочные значения граничных отрицательных температур зимней диапаузы ($\leq -32^{\circ}\text{C}$), при которых развитие фитофага в последующем поколении невозможно. Для более конкретного выяснения граничных отрицательных температур зимней диапаузы АББ возникает необходимость выполнения более детального исследования соответствующего биологического материала с применением морозильной техники, дающей температуру до -50°C , и с последующим анализом полученных результатов методом пробит-анализа (Probit Analysis 1.0. 2005-02-16), который используется в токсикологии (Alexander, 2005).

Литература

- Alexander – all the programs of the author. Probit Analysis 1.0. 2005-02-16. [online] Available at: <<http://www.getsoft.ru/users/TAMERLAN/programs/> or Probit_2_0_0_6. Access mode: www.polekhin-alex.narod.ru/Probit_Analysis.zip.
- Annual reports of the regional inspection of the quarantine services of Ukraine 1951–1985. Central State Archive of the Supreme Governance and Management of Ukraine. Fund number 4651 (in Russian: *Годовые отчёты областных инспекционных служб по госкарантину Украины 1951 – 1985 годы*. Центральний державний архів вищих органів влади та управління України. № фонду 4651).
- Bailey, R.G., 1989. Explanatory supplement to Ecoregions Map of the Continents. *Environmental Conservation*, 16 (4): 307–309.
- Fokin, A.V., 2008. American white butterfly as a pest ... brick. *Protection and quarantine of plants*, 9 (41). Available at: <<http://cyberleninka.ru/article/n/amerikanskaya-belaya-babochka-kak-vreditel-kirpicha> (in Russian: *Фокин, Ф.В. Американская белая бабочка как вредитель... кирпича*).
- Goryshin, N.I., 1966. *Technical equipment of ecological research in entomology. L.: LSU: 1–235 (in Russian: Горышин, Н.И. Техническое оснащение экологических исследований в энтомологии)*.
- Klechkovsky, Yu.E., 2005. American white butterfly. Kiev: Kolobig: 1–104 (in Ukrainian: *Клечковський, Ю.Е. Американський білий метелик*).
- Klechkovsky, Yu.E., 2005. Forecasting and development of local populations of the American white butterfly. Actual problems of protection of potato, fruit and vegetable crops from diseases, pests and weeds. Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of academician of the National Academy of Sciences of Belarus N.A. Dorozhkina. Minsk: 162–167 (in Russian: *Клечковский, Ю.Э. Прогнозирование и развитие локальных популяций американской белой бабочки*).
- Krivoshchev, S.P., 2007. Features of the distribution of the American white butterfly in Ukraine. *Plant protection and quarantine*, 53: 75–82 (in Ukrainian: *Кривошчев, С.П. Особливості розповсюдження американського білого метелика в Україні*).
- Krivoshcheyev, S.P., 2006. American white butterfly (*Hyphantria cunea* Drury) and improvement of protection measures for perennial plantings from it in Northern Forest-steppe of Ukraine. Abstract of Ph. D. Thesis. Institute of Plant Protection of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences. Kyiv, 23 pp. [in Ukrainian: *Кривошчев, С.П. Американская белая бабочка (Hyphantria cunea Drury) и усовершенствование мер защиты от нее многолетних насаждений в Северной Лесостепи Украины*).
- Meteorological Yearbooks, Issue 10, Table 1, in terms of the absolute minimum air temperature of the surface layer of the atmosphere in Ukraine for the period 1951–2016 by meteorological stations in the regions of Ukraine. Branch State Archive of Hydrometeorological Service at the Central Geophysical Observatory of the Ministry for Emergencies (in Ukrainian: *Метеорологічні щорічники, випуск 10, таблиця 1 за показниками абсолютної мінімальної температури повітря приземного шару атмосфери по Україні за період 1951 – 2016 роки по метеорологічним станціям в областях України*).
- Rodionova, L.Z. and Chesnek, S.I., 1969. Comparative resistance to low temperatures of *Hyphantria cunea* Drury pupae of summer and winter generations. Periodicity of individual development of insects. Moscow: Nauka: 237–250 (in Russian: *Родионова, Л.З. и Чеснек, С.И. Сравнительная устойчивость к низким температурам куколок Hyphantria cunea Drury летней и зимней генераций*).
- Surveys of the distribution of quarantine pests, plant diseases and weeds in the Ukrainian SSR on January 1, 1986–1991 (in Russian: *Обзоры распространения карантинных вредителей, болезней растений и сорняков в Украинской ССР на 1 января 1986 – 1991 годов*).
- Surveys of the distribution of quarantine organisms in Ukraine as of 01.01.1992–2017 (in Ukrainian: *Огляди поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.1992 – 2017 років*. Електронний ресурс).
- Warren, L.O. and Tadic, M., 1970. The fall webworm, *Hyphantria cunea* (Drury). *Ark. Agric. Exp. Sta. Bull.*, 759: 1–106.
- White American Butterfly: The exile was discovered in Moscow [online] Available at: <<http://www.liveinternet.ru/users/kripteriya/post326248101> (in Russian: *Белая американская бабочка: засланец обнаружен в Москве*. Электронный ресурс).
- Yasyukevich, V.V, Titkina, S.N, Popov, I.O, Davidovich, E.A. and Yasyukevich, N.V., 2013. On the formation of the secondary range of the American white butterfly (*Hyphantria cunea* Drury, Arctiidae, Lepidoptera) in Russia and adjacent countries in the XXI century. *Problems of ecological monitoring and modeling of ecosystems*. Institute of Global Climate and Ecology, 25: 457–478. [online] Available at: <http://downloads.igce.ru/publications/remem/PEMEM25/22_Yasyukevich_etc_ABB.pdf (in Russian: *Ясюкевич, В.В., Титкина, С.Н., Попов, И.О., Давидович, Е.А. и Ясюкевич, Н.В. О формировании вторичного ареала американской белой бабочки (Hyphantria cunea Drury, Arctiidae, Lepidoptera) в России и соседних странах в XXI веке*. Электронный ресурс).

Zapolovs'ky, A.S, Ignatyuk, A.I, Rudenko, Yu.F., Plotnitska, N.M. and Didukh, M.I., 2013. American white butterfly is a dangerous quarantine pest. Zhytomyr: 1–31 (in Ukrainian: Запововський, А.С., Ігнатюк, А.І., Руденко, Ю.Ф., Плотницька, М.М. та Дідух, М.І., 2013. Американський білий метелик – небезпечний карантинний шкідник. Електронний ресурс).

Получена 15.03.2018

Подписана в печать 25.05.2018

Received 15.03.2018

Accepted 25.05.2018