

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

УДК 502.1 (477) + 632.7

**МІНЯЙЛО НАДІЯ ВІТАЛІЇВНА**

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**«ВПЛИВ БІОТИЧНИХ ТА АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ І ПОРУШЕННЯ  
АГРОЛАНДШАФТІВ НА ЕНТОМОЛОГІЧНЕ БІОРІЗНОМАНІТТЯ»**

Спеціальність 101 – «Екологія»

Галузь знань 10 – Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на  
відповідне джерело \_\_\_\_\_ Н.В. Міняйло (підпис та ініціали  
здобувача)

Науковий керівник:

**Чайка Володимир Миколайович,**

доктор сільськогосподарських наук,

професор

Київ–2023

## АНОТАЦІЯ

**Міняйло Н. В.** «Вплив біотичних та абіотичних чинників і порушення агроландшафтів на ентомологічне біорізноманіття» – кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія». – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2023.

Дисертаційна робота присвячена дослідженням впливу стану агроландшафтів України на навколишнє природне середовище: зміни мікроклімату, динаміку чисельності домінуючих комах-фітофагів сільськогосподарських культур, стан ентомологічного різноманіття агроценозів, причини його збіднення, рівень екосистемних послуг на прикладі запилення ентомофільних сільськогосподарських рослин. В результаті досліджень проаналізовано бази даних Гідрометеоцентру України, результати багаторічного фітосанітарного моніторингу посівів пшениці озимої, який здійснює Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Експериментально досліджено еколого-економічне значення екосистемних послуг запилення ентомофільних культур, які проводили в агроценозах пшениці озимої (*Triticum* L.) соняшника звичайного (*Helianthus annuus*), ріпака озимого (*Brassica napus* L.), гречки посівної (*Fagopyrum esculentum*), огірка звичайного (*Cucumis sativus*) відкритого ґрунту в умовах Черкаської області.

Проведено аналіз кліматичних умов України і встановлено, що клімат її змінюється як і глобальний клімат, однак, потепління на території України відбувається навіть швидше, ніж в інших регіонах Північної півкулі планети Земля. Відмічається, що починаючи з 1989 року, в Україні спостерігається майже безперервний період потепління, й упродовж цього часу середня річна температура повітря в 70% випадків була вищою за норму. Найвища середньорічна температура за весь період інструментальних спостережень за

погодними умовами була зафіксована у 2007 році. Аналіз кліматичних даних засвідчив, що у 2005 – 2017 рр. в Україні сума ефективних температур (SET) майже постійно перевищувала кліматичні норми регіонів, але показники потепління були різними. Так, наприклад, у зоні Поліссі перевищення щодо норми складало мінімально  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  у 2005 та 2008 рр., максимального –  $+331\text{ }^{\circ}\text{C}$  у 2012 році. У середньому за проаналізовані роки SET збільшилася на  $207\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Щодо зони Лісостепу, то мінімальне перевищення SET зареєстровано у 2009 році –  $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , максимальне – у 2012 році ( $+726\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). У середньому в лісостеповій зоні відносно кліматичної норми сума температур збільшилася на  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

У степовій зоні України в 2008 – 2017 рр. відмічено деяке зменшення SET щодо кліматичної норми, відповідно –  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  та –  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Максимальне збільшення SET ( $+700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) зареєстровано у 2012 році (найтепліший рік у всіх зонах за період дослідження). У середньому в зоні Степу SET збільшилася на  $368\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Автор відмічає, що враховуючи зміну кліматичних показників та навантаження інших чинників ентомологічне біорізноманіття найбільш швидко реагує на стреси, що проявляється у зменшенні видової чисельності. Саме завдяки ентомологічному та іншому біорізноманіттю формується структурно-функціональна організація екосистем, що забезпечує їхню стабільність і стійкість до змін зовнішнього середовища, забезпечує постійне надання екосистемних послуг. Але біорізноманіттю загрожує антропогенний фактор, що полягає у знищенні природних середовищ існування тварин і місць зростання рослин, їхньої фрагментації та деградації (включно із забрудненнями), екологічно-незбалансованій експлуатації видів людиною, а також у глобальній зміні клімату, стрімкому поширенні інвазійних видів, розповсюдженні хвороб тощо.

Результати проведеної оцінки екологічного стану агроландшафтів України на прикладі Черкаської області свідчать, що за сучасних умов функціонального використання земельних ресурсів області основним

чинником антропогенного навантаження на довкілля є ступінь розораності ґрунтового покриву. Лише в Канівському районі рівень антропогенного навантаження середній, а екологічний стан території середньо стабільний. З даних досліджень випливає, що рівень антропогенного навантаження в області – підвищений.

Відмічається, що сільськогосподарські ландшафти Черкаської області, частка ріллі в структурі яких перевищує 56 %, відносять до нестійких та сильно деградованих (III та IV екотипи). Екологічна незбалансованість таких ландшафтів, спричинена надмірною розораністю земель, загострює екологічну ситуацію до критичної, що вимагає прийняття невідкладних заходів з оптимізації компонентного складу та структури деградованих агроландшафтів.

Автор зауважує, що нераціональна система землекористування Черкаської області призвела до тяжких екологічних наслідків, а саме: наявності таких проявів деградації земель, як ерозія, техногенне забруднення, вторинне осолонцювання, підтоплення та зсуви ґрунтів, збіднення біорізноманіття. Усі сільськогосподарські угіддя (агроценози) області перебувають у критичному стані.

Проведені дослідження за розрахунків індикатора сили антропогенного тиску: відповідь червонокнижних видів на антропогенний тиск (індикатор RDB) дали можливість дійти висновку, що основними чинниками збіднення чисельності видів біоти в Україні є ті, які призводять до знищення екологічних ніш. Це найчастіше відбувається внаслідок осушування боліт, заплав річок, вирубування лісів, знищення водойм, розорювання цілинних земель, розчленування ареалів під впливом господарської діяльності; санітарні рубки; заміна первинних лісів вторинними; деградація місць гніздування; затоплення заплав річок тощо. Встановлено, що тиск цієї групи антропогенних чинників зумовлює в Україні збіднення чисельності 25 % видів рослин та 27 % тварин, які набули та набувають статусу «червонокнижних».

В результаті досліджень встановлено, що починаючи з 2009 року в Україні відмічено стабільне скорочення різноманіття комах. Так, розрахунок індикатора індекс процвітання (Legatum Prosperity Index (LPI) засвідчив, що його значення впродовж 2005 – 2017 рр. скоротилося з 1,0 до 0,75 – зменшилося майже на 25 %.

В дисертаційній роботі експериментально досліджено реакцію популяцій шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої, який сформувався на посівах до середини ХХ століття, у відповідь на тиск зміни клімату, щодо трьох груп видів комах:

- опоміза (*Opomyza florum*), муха озима (*Leptohylemya coarctata*), попелиці злакові (*Schizaphis graminum*), трипс пшеничний (*Haplothrips tritici* Kurdjumov) та пильщик хлібний (*Cephus pygmaeus* L.) – проявили найбільшу чутливість. Ці види втратили показники екологічної константності та суттєво зменшили чисельність, які проявляють шкідливість тільки у вогнищах розмноження деяких сільськогосподарських господарств.

- мухи шведські (*Oscinella*), муха пшенична (*Phorbia securis* Tiensum.), муха гессенська (*Mayetiola destructor* Say.) – види, які проявляють чутливість до змін клімату. Це підтверджує як динаміку стану популяцій, так і наявність оберненого кореляційного зв'язку чисельності із показниками СЕТ. Сила зв'язку (r) за Чеддоком для мух злакових (*Phorbia securis*) визначається як помітна та помірна і становить для мух: пшеничної (*Phorbia securis* Tiens.), шведської (*Oscinella*) та гессенської (*Mayetiola destructor* Say.) відповідно -0,69, -0,50, -0,49 (зона Полісся) та -0,53, -0,38, -0,43 (зона Лісостепу). У зоні Степу такі кореляції майже відсутні. Сила зв'язку визначається як слабка та становить для мух: пшеничної (*Phorbia securis* Tiens.), шведських (*Oscinella*) та гессенської (*Mayetiola destructor* Say.), відповідно -0,04, -0,05 та 0,03. Характер відповіді мух злакових (*Phorbia securis*) на СЕТ в Степу можливо зумовлена силою тиску екологічного чинника, який може досягати межі толерантності комах до температури.

- клоп хлібний (*Eurygaster integriceps* Put.), турун хлібний (*Zabrus tenebrioides* Goeze.), жук хлібний (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) – види, які завдяки екологічній пластичності, поки що, мало реагують на температурний чинник. Про це свідчить слабка та помірна кореляція, яка становить: 0,13 (зона Полісся), 0,30 (зона Лісостепу) та 0,43 (зона Степу). Характер зв'язку – прямий, що може пояснюватись особливостями біології хлібних жуків: тривалий термін розвитку личинок у ґрунті нівелює кореляційний зв'язок. Для туруна хлібного (*Zabrus tenebrioides* Goeze.) кореляції становлять, відповідно, –0,20, –0,02, –0,32. Клоп черепашка шкідлива (*Eurygaster integriceps* Put.) – основний фітофаг пшениці озимої в зоні Степу. З кінця ХХ століття в умовах потепління клімату клоп збільшив показники чисельності та ареал в Лісостепу України, де почав відчутно шкодити пшениці.

Автором досліджено, що в умовах Степу чисельність клопа почала суттєво зменшуватись із 2009 року. У 2012 році вона вже не досягала рівня економічного порогу шкідливості і надалі змінювалася мало. Кореляційний аналіз не дав можливість виявити помітного зв'язку чисельності клопа та СЕТ:  $r$  дорівнює –0,10 для Лісостепу та –0,28 – для Степу.

В результаті аналізу багаторічної динаміки чисельності шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої як індикаторної групи видів зроблено висновок щодо поступового зменшення чисельності комах в умовах потепління клімату в Україні. Цей висновок добре узгоджується з літературними даними щодо глобального збіднення чисельності безхребетних в умовах змін кліматичних показників. Результати кореляційного аналізу не дають можливості однозначно пов'язати збіднення популяцій зі збільшенням теплозабезпеченості території у вегетаційний період в зоні досліджень.

В дисертаційній роботі автором зроблено акцент на оцінку та аналіз екосистемних послуг ентомологічного біорізноманіття та розроблено методику оцінки основних екосистемних послуг комах-запилувачів, що в свою чергу дозволяє оцінити масштаби втрат, які ми втрачаємо від руйнування

природних екосистем. На відміну від безкоштовних благ, які отримує людина від природи, економічні втрати мають уже цілком реальну грошову оцінку.

За результатами досліджень встановлено, що структура угруповання комах-запилювачів основних ентомофільних сільськогосподарських культур: соняшника, гречки, ріпака та огірка відкритого ґрунту на 72,4–83,1 % представлено в основному бджолою медоносною, що свідчить про нормальний стан бджолосімей в Україні, так як популяції бджоли медоносної підтримуються і контролюються людиною.

За перерахунку на загальну площу досліджуваних культур в Україні, вартість екосистемної послуги, яка оцінюється за спеціальною методикою автора, оцінюється як:

запилення соняшника –  $18900,00 \text{ грн/га} \times 6370000 \text{ га} = 120393000000 \text{ грн}$   
 $= 120,4 \text{ млрд грн};$

запилення ріпака озимого –  $12975,00 \text{ грн/га} \times 1100000 \text{ га} =$   
 $14272500000 \text{ грн} = 14,3 \text{ млрд грн};$

запилення гречки посівної –  $20160 \text{ грн/га} \times 60000 \text{ га} = 1209600000 \text{ грн} =$   
 $1,21 \text{ млрд грн};$

запилення огірка відкритого ґрунту –  $165000,00 \text{ грн/га} \times 80000 \text{ га} =$   
 $13200000000 \text{ грн} = 13,2 \text{ млрд грн}.$

Загалом це становить – 149,11 млрд грн.

В результаті досліджень автором доведено, що сумарна вартість екосистемної послуги запилення тільки чотирьох досліджених ентомофільних сільськогосподарських культур в Україні переконливо свідчить щодо еколого-економічної актуальності збереження біорізноманіття комах-запилювачів.

Розроблена Концепція екосистемних послуг дозволяє пояснити кризу екологічного стану довкілля внаслідок сільськогосподарської діяльності та комплексу природних чинників. Збіднення біорізноманіття обумовлено екологічним станом агроландшафтів. Вплив антропогенних та природних чинників підсилює кризу біорізноманіття, про що свідчить проведений нами аналіз екологічних індикаторів. Внаслідок дії комплексу екологічних чинників

відбувається збіднення біорізноманіття та пов'язаних з ним екосистемних послуг. Відбувається екологічна деградація довкілля України.

**Ключові слова:** екологічний стан біорізноманіття, втрати урожаю, зміна клімату, антропогенний тиск, комахи, популяція, чисельність, червонокнижні види, екосистемні послуги.



## ABSTRACT

**Miniailo N.V.** Influence of biotic and abiotic factors and disturbance of agrolandscapes on entomological biodiversity. – Qualification scientific paper, manuscript.

Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy on specialty 101 «Ecology». – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2023.

The dissertation is devoted to the study of the influence of the state of agrolandscapes of Ukraine on the natural environment: microclimate changes, dynamics of the number of dominant phytophagous insects of agricultural crops, state of entomological diversity of agroecosystems, reasons for its impoverishment, level of ecosystem services using the example of pollination of entomophilous agricultural plants. As a result of the research, the databases of the Hydrometeorological Center of Ukraine, the results of the long-term phytosanitary monitoring of winter wheat crops, carried out by the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection, were analyzed. The ecological and economic significance of the ecosystem services of pollination of entomophilous crops was experimentally investigated. which were carried out in agroecosystems of winter wheat (*Triticum* L.) common sunflower (*Helianthus annuus*), winter rapeseed (*Brassica napus* L.), buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), ordinary cucumber (*Cucumis sativus*) of open ground in the conditions of the Cherkasy region.

An analysis of the climatic conditions of Ukraine was carried out and it was established that its climate is changing like the global climate, however, the warming in the territory of Ukraine is happening even faster than in other regions of the Northern Hemisphere of the Earth. It is noted that since 1989, an almost continuous period of warming has been observed in Ukraine, and during this time the average annual air temperature was higher than normal in 70% of cases. The highest average annual temperature for the entire period of instrumental observations of weather conditions was recorded in 2007. Analysis of climate data proved that from 2005 – 2017, the sum of effective temperatures (SET) in Ukraine almost constantly

exceeded the climatic norms of the regions, but the indicators of warming were different. So, for example, in the Polissia zone, the excess compared to the norm was a minimum of  $+1^{\circ}\text{C}$  in 2005 and 2008, and a maximum of  $+331^{\circ}\text{C}$  in 2012. On average, the SET increased by  $207^{\circ}\text{C}$  during the analyzed years.

As for the Forest-Steppe zone, the minimum SET exceedance was registered in 2009 –  $+16^{\circ}\text{C}$ , the maximum was in 2012 ( $+726^{\circ}\text{C}$ ). On average, in the Forest-Steppe zone, relative to the climatic norm, the sum of temperatures increased by  $230^{\circ}\text{S}$ .

In the Steppe Zone of Ukraine from 2008 – 2017, there was a slight decrease in SET relative to the climatic norm, respectively –  $15^{\circ}\text{S}$  and  $-20^{\circ}\text{C}$ . Maximum increase of SET ( $+700^{\circ}\text{C}$ ) registered in 2012 (the warmest year in all zones during the study period). On average, in the Steppe zone, SET increased by  $368^{\circ}\text{C}$ .

The author notes that taking into account the change in climatic indicators and the load of other factors, entomological biodiversity responds most quickly to stress, which is manifested in a decrease in the number of species. It is thanks to entomological and other biodiversity that the structural and functional organization of ecosystems is formed, which ensures their stability and resistance to changes in the external environment, and ensures the constant provision of ecosystem services. But biodiversity is threatened by the anthropogenic factor, which consists of the destruction of natural habitats for animals and places of plant growth, their fragmentation, and degradation (including pollution), ecologically unbalanced exploitation of species by humans, as well as global climate change, the rapid spread of invasive species, spread of diseases, etc.

The results of the assessment of the ecological state of agrolandscapes of Ukraine on the example of the Cherkasy region indicate that under the modern conditions of functional use of the region's land resources, the main factor of anthropogenic load on the environment is the degree of tillage of the soil cover. Only in the Kaniv district, the level of anthropogenic load is average, and the ecological state of the territory is moderately stable. These studies show that the level of anthropogenic load in the region is high.

It is noted that the agricultural landscapes of the Cherkasy region, the part of arable land in the structure of which exceeds 56 %, are classified as unstable and highly degraded (III and IV ecotypes). The ecological imbalance of such landscapes, caused by excessive plowing of land, exacerbates the ecological situation to a critical point, which requires the adoption of urgent measures to optimize the component composition and structure of degraded agricultural landscapes.

The author notes that the irrational system of land use in the Cherkasy region has led to serious environmental consequences, namely: the presence of such manifestations of land degradation as erosion, technogenic pollution, secondary salinization, flooding and landslides, and depletion of biodiversity. All agricultural lands (agrocenoses) of the region are in critical condition.

The conducted research based on the calculations of the indicator of the strength of anthropogenic pressure: the response of Red Book species to anthropogenic pressure ( RDB indicator ) made it possible to conclude that the main factors of the impoverishment of the number of biota species in Ukraine are those that lead to the destruction of ecological niches. This most often occurs as a result of draining swamps, flooding rivers, cutting down forests, destroying reservoirs, plowing virgin lands, dismembering habitats under the influence of economic activity; sanitary cuttings; replacement of primary forests with secondary ones; degradation of nesting sites; flooding, floodplains, etc. It has been established that the pressure of this group of anthropogenic factors causes population impoverishment in Ukraine 25 % of plant species and 27 % of animals that have acquired and are acquiring the status of "Red Book".

As a result of the research, it was established that since 2009, a steady decline in the diversity of insects has been noted in Ukraine. So, the calculation of the prosperity index indicator ( Legatum Prosperity Index ( LPI ) testified that its value during 2005 – 2017 decreased from 1.0 to 0.75 – a decrease of almost 25 %.

In the thesis, the reaction of the populations of the harmful entomocomplex of winter wheat, which was formed on the crops before the middle of the 20th century,

in response to the pressure of climate change, concerning three groups of insect species, was experimentally investigated:

- opomiza ( *Opomyza florum* ), winter fly ( *Leptohylemya coarctata* ), cereal aphids ( *Schizaphis graminum* ), wheat thrips ( *Haplothrips tritici* Kurdjumoz ) and bread sawfly ( *Cephus pygmeus* L . ) showed the greatest sensitivity. These species have lost indicators of ecological constancy and have significantly decreased in number, which is harmful only in breeding centers of some agricultural farms.

- Swedish flies ( *Oscinella* ), wheat fly ( *Phorbia securis* Tiensum . ), Hessian fly ( *Mayetiola destructor* Say . ) are species that show sensitivity to climate changes. This confirms both the dynamics of the state of the populations and the presence of an inverse correlation between the number and SET indicators. Strength of connection (r) according to Chaddock for cereal flies ( *Phorbia securis* ) is defined as noticeable and moderate and is for flies: wheat ( *Phorbia securis* Tiens.), Swedish ( *Oscinella* ) and Hessian ( *Mayetiola destructor* Say . ) respectively -0.69, -0.50, -0.49 (Polyssia zone) and -0.53, -0.38, -0.43 (Forest Steppe zone). Such correlations are almost absent in the Steppe zone. The strength of the connection is defined as weak and it is for flies: wheat ( *Phorbia securis* Tiens . ), Swedish ( *Oscinella* ) and Hessian ( *Mayetiola destructor* Say . ), respectively -0.04, -0.05 and 0.03. The nature of the response of cereal flies ( *Phorbia securis* ) on the SET in the Steppe is possibly caused by the pressure of an environmental factor that can reach the limit of the insect's tolerance to temperature.

- bread bug ( *Eurygaster integriceps* Put . ), bread turun ( *Zabrus tenebrioides* Goeze . ), bread beetle ( *Anisoplia austriaca* Hrbst . ) are species that, due to ecological plasticity, so far do not react much to the temperature factor. This is evidenced by a weak and moderate correlation, which is: 0.13 (Polyssia zone), 0.30 (Forest Steppe zone) and 0.43 (Steppe zone). The nature of the connection is direct, which can be explained by the peculiarities of the biology of bread beetles: the long period of larval development in the soil is a correlation. For bread turun ( *Zabrus tenebrioides* Goeze.) correlations are, respectively, -0.20, -0.02, -0.32. The turtle bug is harmful ( *Eurygaster integriceps* Put . ) is the main phytophagous plant of

winter wheat in the Steppe zone. Since the end of the 20th century, under conditions of climate warming, the bug has increased its numbers and range in the Forest-Steppe of Ukraine, where it began to noticeably harm wheat.

The author researched that in the conditions of the Steppe, the number of bedbugs began to decrease significantly since 2009. In 2012, it did not reach the level of the economic threshold of harmfulness and continued to change little. Correlation analysis did not make it possible to detect a significant relationship between the number of bedbugs and SET:  $r$  is  $-0.10$  for the Forest-Steppe and  $-0.28$  – for the Steppe.

As a result of the analysis of the multi-year dynamics of the number of the harmful entomocomplex of winter wheat as an indicator group of species, a conclusion was made regarding the gradual decrease in the number of insects under conditions of climate warming in Ukraine. This conclusion is well consistent with the literature data on the global impoverishment of the number of invertebrates in the conditions of changes in climatic indicators. The results correlation analysis do not provide an opportunity to unequivocally link the impoverishment of populations with an increase in the heat supply of the territory during the growing season in the research area .

In the thesis, the author emphasized the evaluation and analysis of ecosystem services of entomological biodiversity and developed a methodology for evaluating the main ecosystem services of pollinating insects, which in turn allows us to estimate the scale of losses that we lose from the destruction of natural ecosystems. Unlike the free benefits that a person receives from nature, economic losses have a very real monetary value.

According to the results of the research , it was determined that the structure of the group of pollinating insects of the main entomophilous agricultural crops: sunflower, buckwheat, rapeseed and cucumber in open ground at 72.4–83.1 % is represented mainly by honey bees, which indicates the normal state of bee colonies in Ukraine, as honey bee populations are supported and controlled by humans.

Based on the total area of studied crops in Ukraine, the value of the ecosystem service, which is estimated according to the author's special methodology, is estimated as:

sunflower pollination a –  $18900.00 \text{ UAH/ha} \times 6370000 \text{ ha} = 12039000,000 \text{ UAH} = 120.4 \text{ billion UAH}$ ;

pollination of winter rape -  $\text{UAH } 12975.00/\text{ha} \times 1100000 \text{ ha} = 14272500000 \text{ hryvnias} = 14.3 \text{ billion hryvnias}$ ;

pollination of buckwheat -  $20160 \text{ hryvnias/ha} \times 60000 \text{ ha} = 1209600000 \text{ hryvnias} = 1.21 \text{ billion hryvnias}$ ;

pollination of open soil cucumber -  $165000.00 \text{ hryvnias/ha} \times 80000 \text{ ha} = 13200000000 \text{ hryvnias} = 13.2 \text{ billion hryvnias}$ .

In total, this amounts is 149.11 billion hryvnias.

As a result of research, the author proved that the total cost of the pollination ecosystem service of only four studied entomophilous agricultural crops in Ukraine convincingly testifies to the ecological and economic relevance of preserving the biodiversity of pollinating insects.

The developed Concept of ecosystem services allows to explain the crisis of the ecological state of the environment as a result of agricultural activity and complex of natural factors. The depletion of biodiversity is due to the ecological state of agrolandscapes. The influence of anthropogenic and natural factors strengthens the biodiversity crisis, as evidenced by our analysis of ecological indicators. As a result of the action of a complex of environmental factors, there is an impoverishment of biodiversity and related ecosystem services. Ecological degradation of Ukraine's environment is taking place.

**Keywords:** ecological state of biodiversity, crop losses, climate change, anthropogenic pressure, insects, population, number, Red Book species, ecosystem services.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Фахові публікації України:

1. **Міняйло Н. В.** Методи оцінки екологічного стану агроландшафтів – Міняйло Н. В., Біоресурси і природокористування Том 10, № 3-4 (2018) с.92-97 <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.03.011>
2. **Міняйло Н. В.** Комплексна оцінка агроекологічного стану сільськогосподарських угідь (на прикладі Черкаської області) Міняйло Н. В., Біоресурси і природокористування Том 11, № 5-6 (2019) <http://dx.doi.org/10.31548/bio2019.05.011>
3. **Міняйло Н. В.** Визначення основних екологічних чинників зникнення видів біоти в Україні Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М. Наукові доповіді НУБіП України, № 3, 2020 <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.004>
4. **Міняйло Н. В.** Біологічні системи: теорія та інновації. 2021. № 2, с.17-23. Чайка В. М., Лісовий М. М., Міняйло Н. В. Еколого-економічна оцінка екосистемних послуг на прикладі комах-запилувачів. <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2021.02.002>
5. **Міняйло Н.В.** Стан шкідливого ентомокомплексу в посівах пшениці озимої в Україні за умов зміни клімату. О.І. Борзих, В.М. Чайка, А.В. Федоренко, В.І. Борисенко, Т.М. Неверовська, І.С. Власенко, Н.В. Міняйло. Карантин і захист рослин, N 4, 2022. **DOI:** <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.10-14>

### Фахові публікації у Scopus

6. **Miniailo Nadiya** Impact of climate change on biodiversity loss of entomofauna in agricultural landscapes of Ukraine Volodymyr Chaika, Mykola Lisovyy, Maryna Ladyka, Yevheniia Konotop, Nataliya Taran, Nadiya Miniailo, Svitlana Fedorchuk, Tatiana Klymenko, Oksana Trembitska, Svitlana Chaika.

Journal of Central European Agriculture, 2021, 22 (4), p.830-835  
<https://jcea.agr.hr/en/issues/article/3182>

#### **Державна НДР:**

7. Адаптація агроєкосистем України до глобальних змін клімату.  
 Державний номер реєстрації 0117U002539

#### **Участь в ініціативних НДР:**

8. Адаптація агроєкосистем України до екологічних ризиків змін клімату. Державний номер реєстрації 0115U003972

9. Екологія шкідливого ентомокомплексу посівів пшениці озимої в умовах Лісостепу України за змін клімату. Державний номер реєстрації 0114U003559

#### **Монографії:**

10. **Міняйло Н. В.** Збереження біорізноманіття. Монографія. А. А. Міняйло, В. М. Чайка, Ю. В. Рибалко та інші / За редакцією А. А. Міняйла. Київ, 2019. 563 с.

#### **Тези доповідей:**

11. **Міняйло Н. В.** Оцінка екологічного стану агроландшафтів Черкаської області як основи збереження біорізноманіття – Міняйло Н. В. VII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Біотехнологія: звершення та надії» 29-30 листопада 2018 с.168

12. **Міняйло Н. В.** Оцінки ступеня порушення стану екологічної рівноваги у співвідношенні сільськогосподарських угідь Черкаської області – Міняйло Н. В. « ЕКОЛОГІЯ – ФІЛОСОФІЯ ІСНУВАННЯ ЛЮДСТВА» 17-19 квітня 2019 р. с. 78  
[https://nubip.edu.ua/sites/default/files/ekologiya\\_filosofiya\\_isnuvannya\\_lyudstva\\_konferenciya\\_zbirnik\\_2019.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/ekologiya_filosofiya_isnuvannya_lyudstva_konferenciya_zbirnik_2019.pdf)

13. **Міняйло Н. В.** Динаміка фітосанітарного стану агроценозів в умовах змін клімату в Україні Міняйло А. А., Міняйло Н. В. 97 April 27-28, 2018 The development of nature sciences: problems and solutions Proceedings of



the Conference Flora i Vegetation, Zoology, Medico-biological research Brno – 2018

14. **Міняйло Н. В.** Міняйло А. А. Біорізноманіття – стійкість екосистем. Збірник матеріалів доповідей і всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Екологічні проблеми сьогодення – виклик людству» 15-17 вересня 2021 р. с. 29-30.

## ЗМІСТ

	АНОТАЦІЯ	2
	СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ	15
	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	20
	ВСТУП	21
1.	РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ	28
1.1.	Поняття біорізноманіття агроландшафтів	28
1.2.	Вплив змін клімату та антропогенних чинників на біорізноманіття	32
1.3.	Еколого-економічне значення ентомологічного різноманіття	36
1.4.	Глобальне збіднення біорізноманіття комах	47
1.5.	Показники стану та чинники втрати біорізноманіття України	50
1.6.	Методи збереження біорізноманіття	54
2.	РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	66
2.1.	Методика оцінки екологічного стану агроландшафтів України	66
2.2.1.	Методика оцінки екологічної стійкості агроландшафтів	66
2.2.	Методика оцінювання дії чинників різної природи на біорізноманіття за індикатором RDB – індекс (відповідь червонокнижних видів)	70
2.3.	Методика дослідження стану ентомофауни агроландшафтів	73
2.4.	Методика розрахунку індикатора глобального біорізноманіття – LPI – індекс.	74
2.5.	Методика еколого-економічної оцінки екосистемних послуг	76

3.	РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ БАГАТОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ОСНОВНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ В УКРАЇНІ	77
4.	РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АГРОЛАНДШАФТІВ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ)	102
5.	РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ЗБІДНЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ RDB-ІНДЕКСУ	109
6.	РОЗДІЛ 6. ЗМЕНШЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ЕНТОМОФАУНИ АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ	118
7.	РОЗДІЛ 7. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ НА ПРИКЛАДІ КОМАХ- ЗАПИЛЮВАЧІВ	128
	ВИСНОВКИ	137
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	139

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

ЄС – Європейський союз

КБР – Конвенція про біологічне різноманіття

ООН – Організація об'єднаних націй

НУБіП України – Національний університет біоресурсів і природокористування України

НААН – Національна академія аграрних наук України

СЕТ – сума ефективних температур

США – Сполучені Штати Америки

ФАО – Організація ООН з питань продовольства та сільського господарства

ЮНЕП-ГЕФ «Індикатори біорізноманіття для національних потреб» (BINU)

IUCN – International Union for Conservation of Nature

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

LPI – Legatum Prosperity Index – індекс процвітання

RDB – індикатор – відповідь червонокнижних видів на антропогенний тиск

WWF – Всесвітній фонд дикої природи

Грінпіс (англ. *Greenpeace*) – міжнародна неурядова природоохоронна організація

IUCN – Міжнародний союз охорони природи (МСОП)

IPBES – Міжурядова науково-політична платформа з питань біорізноманіття та екосистем

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Під поняттям «світ живих організмів» зазвичай розглядаються види. Термін «біорізноманіття» часто розглядають як синонім «видового різноманіття», зокрема «багатства видів», яка кількість видів у певному місці або біотопі. Загальне біорізноманіття зазвичай оцінюють як загальну кількість видів у різних таксономічних групах. На сьогодні описано приблизно 1,5 млн видів, тоді як, за оцінками фахівців, на планеті сьогодні живе від 5 до 100 млн видів. Більш консервативні дослідники вважають, що їх 12,5 млн. Видовий рівень різноманітності зазвичай розглядається як базовий, центральний, а вид є опорною одиницею обліку біорізноманіття [121, 137, 146].

Види часто є основними об'єктами охорони, однак природоохоронна діяльність не повинна будуватися за таксономічним принципом. У природі види розподілені незалежно від їхньої передбачуваної спорідненості. Представники з різних таксонів рослин, тварин і мікроорганізмів, взаємно доповнюючи один одного, утворюють біоценози й біоти – біотичні ядра екосистем; тому таксономічні списки тваринного й рослинного світу і спеціальні переліки тих їх представників, які потребують глобальної, національної або локальної охорони («Червоні книги»), мають контролююче значення. Таксономічне різноманіття будь-якої регіональної біоти занадто велике для того, щоб могло бути охоплено «Червоною книгою». Чим багатша біота, тим менша частина складових її видів може потрапити до «Червоної книги». Більша ж частина флори і фауни залишається без правового захисту [103, 147, 177].

Комахи становлять близько двох третин усіх видів біоти та мають важливе значення для підтримання стабільності екосистем і надання екосистемних послуг [17, 19, 20, 85]. Наприклад, цінність дикого та керованого запилення за допомогою домашніх бджіл для глобального виробництва сільськогосподарських культур оцінюється в 518 мільярдів доларів США в рік

[44]. Встановлено, що більша частина екосистемних послуг забезпечує підтримку родючості ґрунтів [67].

Еколого-економічна оцінка екосистемних послуг в Україні проведена недостатньо, що обумовлює актуальність наших досліджень.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дослідження за темою дисертації виконано в межах таких науково-дослідних робіт: «Адаптація агроекосистем України до глобальних змін клімату» 110/102-Ф (державний номер реєстрації 0117U002539), «Адаптація агроекосистем України до екологічних ризиків змін клімату» (державний номер реєстрації 0115U003972), «Екологія шкідливого ентомокомплексу посівів пшениці озимої в умовах Лісостепу України за змін клімату» (державний номер реєстрації 0114U003559).

### **Мета та завдання дослідження.**

**Мета:** вивчити вплив біотичних та абіотичних чинників і порушення агроландшафтів на ентомологічне біорізноманіття України.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі завдання:

1. Провести аналіз багаторічних показників температури і вологості в Україні.
2. Визначити екологічний стан агроландшафтів України за індикаторами екологічної стійкості та антропогенного навантаження (на прикладі Черкаської області).
3. Дослідити динаміку чисельності комах агроландшафтів України на прикладі групи видів основних фітофагів пшениці озимої.
4. Дослідити стан біорізноманіття комах агроландшафтів України за індикатором жива планета (LPI).
5. Дослідити основні чинники збіднення біорізноманіття України за індикатором *відповіді червонокнижних видів* (RDB) .
6. Визначити еколого-економічну ефективність екосистемної послуги запилення основних ентомофільних культур України.

**Об’єкт дослідження:** вплив змін клімату та деградованих (змінених) агроландшафтів на ентомологічне біорізноманіття.

**Предмет дослідження:** біотичні, абіотичні фактори, агроландшафти та ентомологічне біорізноманіття.

**Методи дослідження.**

Розрахунок екологічних індикаторів (індикатор – частина інформації чи даних (кількісних або якісних) у формі параметра, показника, індексу, який вказує або визначає стан об’єкта, явища, середовища, і використовується для оцінки ситуації та прийняття рішень та адаптується таким чином, щоб великий об’єм первинно зібраної інформації зробити якомога доступним і зрозумілим):

1. оцінка екологічного стану агроландшафтів України (екологічний стан агроландшафту – це інтегральний показник його екологічної стійкості, рівня продуктивності і санітарно-гігієнічного стану (або забруднення). Оцінку проводили за допомогою розрахунку індикатора екологічного стану [ 155].

Вихідні дані – статистичні звіти за районними структурами землекористування Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України).

2. розрахунок індикатора Живої планети (LPI). Для контролю стану біорізноманіття фахівці Всесвітнього фонду дикої природи (WWF, 2014) запропонували використовувати індекс «живої планети» – індикатор глобального біорізноманіття, який знайшов широке практичне використання. Індикатор «живої планети» заснований на оцінках розмірів популяцій окремих диких видів, інформація про яких відображена в науковій літературі, звітах тощо. Він розраховується на глобальному та регіональному рівнях у відсотках (частках) від оціночної величини популяції на момент започаткування моніторингу. Фактично для кожної популяції він нормується до «стартової чисельності»; основне значення індикатора визначається як середнє з індексів усіх видів, включених до розрахунку за кожен часовий інтервал.

Вихідні дані – результати моніторингу чисельності та поширення основних шкідників пшениці озимої в Україні.

3. розрахунок індикатора «Сила антропогенного тиску: відповідь червонокнижних видів на антропогенний тиск (RDB-індекс)», який було розроблено в результаті співпраці Міністерства охорони навколишнього природного середовища України із Світовим центром моніторингу збереження природи (Велика Британія). Індикатор визначається за допомогою статистичної обробки результатів експертних оцінок причин переходу видів до категорій вразливі, зникаючі, зниклі, як відношення кількості “червонокнижних видів” (%) із певної групи антропогенної діяльності до загальної кількості видів, що потрапили до Червоної книги України внаслідок усіх інших видів антропогенної діяльності. Фактично індикатор віддзеркалює силу тиску різних екологічних чинників на біорізноманіття.

Вихідні дані – список червонокнижних видів обласних статистичних звітів Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України; Червона книга України; формалізована матриця чинників впливу на біорізноманіття (матриця Леопольда).

Використовували також загальноприйняті методи еколого-статистичного аналізу:

1. визначення SET вище  $100^{\circ}\text{C}$  в різних природно-кліматичних зонах України. Вихідні дані – обласні звіти з моніторингу шкідливих організмів Міністерства сільського господарства та продовольства України;

2. дослідження кореляційних зв'язків між чисельністю шкідливих комах та рівнем потепління в різних природно-кліматичних зонах України;

3. визначення економічної ефективності запилення ентомофільних рослин на рівні фермерського господарства та України.

4. системний метод аналізу, який враховує взаємозалежність між екологічним станом агроландшафтів і природними та антропогенними чинниками впливу на нього (обґрунтування робочої гіпотези).

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

На основі теоретичного узагальнення, проведення та аналізу експериментальних досліджень розв'язано актуальну проблему щодо



визначення основних чинників впливу екологічного стану агроландшафтів на навколишнє природне середовище України. Основні результати досліджень широко апробовані та отримали позитивну оцінку. Зокрема, вперше за індикатором «жива планета» (LPI) встановлено, що, починаючи з 2009 р. в Україні відмічено стабільне скорочення різноманіття комах агроландшафтів. Так, показник індикатора LPI впродовж 2005–2017 рр. зменшився майже на 25 %.

**Уперше в Україні** за індикатором «відповідь червонокнижних видів» RDB встановлено, що основними чинниками збіднення чисельності видів біоти в Україні є ті, які призводять до знищення екологічних ніш (в агроландшафтах). Тиск цієї групи антропогенних чинників обумовив в Україні збіднення чисельності 27 % комах, які набули статусу «червонокнижних».

**Уперше в Україні** проведено економічну оцінку вартості екосистемних послуг на прикладі запилення ряду ентомофільних сільськогосподарських культур. Встановлено, що структуру угруповання камах-запилювачів ентомофільних культур: соняшника, гречки, ріпака та огірка відкритого ґрунту на 72,4–83,1 % представлено бджолою медоносною. Вартість екосистемної послуги запилення в Україні оцінюється як: запилення соняшника – 120,4 млрд грн; запилення ріпака озимого – 14,3 млрд грн; запилення гречки – 1,21 млрд грн; запилення огірка відкритого ґрунту – 13,2 млрд грн.

Аналіз кліматичних даних засвідчив, що впродовж останніх років сума ефективних температур майже постійно перевищувала кліматичні норми для природо-кліматичних зон, але показники потепління були різними. Так, наприклад, в Поліссі СЕТ збільшилась на 234 °С, у Лісостепу – на 210 °С. У середньому в зоні Степу СЕТ збільшилася на 256 °С, що підсилило негативний тиск на біорізноманіття.

**Набуло подальшого розвитку** дослідження впливу потепління клімату на ентомологічне біорізноманіття агроландшафтів. На прикладі шкідливих видів ентомокомплексу пшениці озимої встановлено, що комахи по-різному реагують на потепління клімату залежно від своєї біології та природно-

кліматичної зони. Шкідливий ентомокомплекс пшениці, який сформувався на посівах до середини ХХ століття, за відповіддю на тиск зміни клімату можна поділити на групи видів: 1. Мухи шведські (*Oscinella*), муха пшенична (*Phorbia securis* Tiensum.), муха гессенська (*Mayetiola destructor* Say.) – види, які проявляють чутливість до змін клімату. Це підтверджує як динаміка стану різноманіття комах, так і наявність оберненого кореляційного зв'язку чисельності комах із показниками СЕТ. Сила зв'язку ( $r$ ) за Чеддоком для мух злакових (*Phorbia securis*) визначається як помітна та помірна і становить для мух: пшеничної (*Mayetiola destructor*), шведських (*Oscinella*) та гессенської (*Mayetiola destructor*) відповідно  $-0,69$ ,  $-0,50$ ,  $-0,49$  (зона Полісся) та  $-0,53$ ,  $-0,38$ ,  $-0,43$  (зона Лісостепу). У зоні Степу такі кореляції майже відсутні. 2. Клопи хлібні (*Eurygaster integriceps*), турун хлібний (*Zabrus tenebrioides*), жуки хлібні (*Anisoplia austriaca*) – види, які завдяки екологічній пластичності мало реагують на температурний чинник, про що свідчить слабка та помірна кореляція чисельності комах з показниками тепла.

**Встановлено**, що стан використання земельних ресурсів країни не відповідає вимогам раціонального природокористування. Результати проведеної оцінки екологічного стану агроландшафтів України на прикладі Черкаської області свідчать, що за сучасних умов функціонального використання земельних ресурсів області основним чинником антропогенного навантаження на довкілля є ступінь розораності ґрунтового покриву.

#### **Практичне значення одержаних результатів.**

Отримані результати мають практичну цінність при складанні фітосанітарних прогнозів та обґрунтуванні доцільності заходів захисту рослин. Сумарна вартість екосистемної послуги запилення переконливо свідчить щодо економічної актуальності збереження біорізноманіття комах.

За умов, коли чисельність багатьох видів шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої в Україні перебуває у депресивному стані, прийняття рішення щодо доцільності хімічного захисту культури за допомогою синтетичних

препаратів необхідно приймати тільки на основі відповідності поточної чисельності фітофагів до економічних порогів шкодочинності (ЕПШ).

### **Особистий внесок здобувача.**

Дисертаційна робота є результатом наукових досліджень дисертанта. Авторкою розроблено програму та завдання досліджень. За її безпосередньої участі проведено планування, складання схем, підготовку й проведення досліджень, аналіз та обробку отриманих даних, апробацію та впровадження результатів у виробництво, підготовлено матеріали до друку.

### **Апробація матеріалів дисертації.**

Основні положення дисертаційної роботи обговорено на: VII Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Біотехнологія: звершення та надії» (29–30 листопада 2018 р. Київ), VI Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія – філософія існування людства» (17–19 квітня 2019 р. м. Київ), The development of nature sciences: problems and solutions Proceedings of the Conference Flora i Vegetation, Zoology, Medico-biological research (Brno – April 27–28, 2018), Всеукраїнській науково-практичній онлайн-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Екологічні проблеми сьогодення – виклик людству» (15–17 вересня 2021 р. м. Київ).

### **Публікації.**

За темою дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, з яких 6 статей у наукових фахових виданнях України, 2 статті в наукових виданнях інших держав, внесених до міжнародних наукометричних баз даних, 4 тез доповідей на наукових конференціях.

## РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ

### 1.1. Поняття біорізноманіття агроландшафтів

Біорізноманіття в останнє десятиліття стає одним із найпоширеніших понять у науковій літературі, природоохоронному спрямуванні. Наукові дослідження довели, що необхідною умовою нормального функціонування екосистем і біосфери загалом є достатній рівень природного різноманіття на нашій планеті. Нині біологічне різноманіття розглядається як основний параметр, що характеризує стан екологічних систем. У низці країн саме характеристика біологічного різноманіття є основою екологічної політики держави, яка прагне зберегти свої біологічні ресурси, щоб забезпечити сталий економічний розвиток [116].

Біологічне різноманіття – унікальна особливість живої природи. Саме завдяки йому формується структурно-функціональна організація екосистем, що забезпечує їхню стабільність і стійкість до змін зовнішнього середовища, у тому числі спричиненими антропогенними впливами [104, 116].

Для безперервного виживання видів і природних угруповань необхідні всі рівні біологічного різноманіття, усі вони важливі і для людини також. Різноманітність видів демонструє багатство еволюційних і екологічних адаптацій видів до різних середовищ [104].

Природне багатство нашої планети пов'язане з різноманітністю генетичних варіацій. Генетична різноманітність – підтримка генотипічної гетерозиготності, поліморфізму, яка викликана адаптаційною необхідністю в природних популяціях, представлена спадковою різноманітністю всередині й між популяціями організмів. Як відомо, генетична різноманітність визначається варіюванням послідовностей 4 компліментарних нуклеотидів у нуклеїнових кислотах, що становлять генетичний код. Кожен вид несе в собі величезну кількість генетичної інформації: дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) бактерії містить приблизно 1000 генів, гриби – до 10000, вищі рослини – до 400000. Величезна кількість генів у багатьох квіткових рослин і вищих

таксонів тварин. Наприклад, ДНК людини містить понад 30 тис. генів. Нові генетичні варіації виникають у особин через генні і хромосомні мутації, а також у організмів, яким властиве статеве розмноження, через рекомбінацію генів. Генетичні варіації можуть бути оцінені в будь-яких організмів, від рослин до людини, як кількість можливих комбінацій різних форм від кожної генної послідовності. Інші різновиди генетичної різноманітності, наприклад, кількість ДНК на клітину, структура й число хромосом, можуть бути визначені на всіх рівнях організації живого. Безліч генетичних варіацій представлена в перехресних популяціях і може бути здійснена за допомогою селекції [159, 185].

Різна життєздатність відбивається в змінах частот генів у генофонді і є реальним відображенням еволюції. Значення генетичних варіацій є очевидним: вони дають можливість здійснення й еволюційних змін і, якщо це необхідно, штучного добору. Тільки невелика частина (приблизно 1 %) генетичного матеріалу вищих організмів вивчена достатньою мірою, коли ми можемо знати, які гени відповідають за певні прояви фенотипу організму. Для більшої частини ДНК її значення для варіації життєвих форм залишається невідомим. Кожен зі 109 різних генів, розподілених у світовій біоті, не дає ідентичного внеску у формування різноманітності. Зокрема, гени, які контролюють фундаментальні біохімічні процеси, є строго консервативними в різних таксонів і загалом проявляють слабку варіабельність, яка сильно пов'язана з життєздатністю організмів. Якщо судити про втрату генофонду з погляду генної інженерії, зважаючи на те, що кожна форма життя унікальна, вимирання всього лише одного дикого виду означає безповоротну втрату від тисячі до сотень тисяч генів із невідомими потенційними властивостями. Генна інженерія могла б використовувати це розмаїття для розвитку медицини і створення нових харчових ресурсів. Однак руйнування місць існування й обмеження розмноження багатьох видів може призвести до небезпечного зменшення генетичної мінливості, скорочуючи їх здатність адаптуватися до забруднення, змін клімату, хвороб і інших несприятливих чинників [185].

Основний резервуар генетичних ресурсів – природні екосистеми, виявився значно зміненим або зруйнованим. Зменшення генотипної різноманітності, що відбувається під впливом антропогенного чинника, ставить на межу ризику можливість майбутніх адаптацій в екосистемах [185].

Генетична різноманітність необхідна будь-якому виду для збереження репродуктивної життєздатності, стійкості до захворювань, здатності до адаптації в умовах, що змінюються. Різноманітність на рівні популяцій являє собою колективну реакцію видів на різні умови довкілля [130].

Серед екологів на сьогодні відсутня єдина точка зору стосовно екологічної функції біорізноманіття, але вважається, що воно забезпечує екологічну стійкість екосистем – підтримку постійного колообігу речовини, енергії та інформації, який обумовлює існування відновлювальних природних ресурсів біосфери. Біорізноманіття на кожному із трофічних рівнів є необхідною умовою стабільного функціонування екосистем у мінливих умовах навколишнього природного середовища. Зростання біорізноманіття розглядається як основний шлях еволюції екосистем [63].

Однією з головних складових біорізноманіття є агробіорізноманіття. Агробіорізноманіття бере свій початок із витоків сільськогосподарської діяльності людства, приблизно 10 тис. років тому, коли люди нічого не знали про генетику, але на практиці збирали й узагальнювали інформацію про ті чи інші види рослин, тварин та мікроорганізмів, які надійно давали їм їжу й добробут, і про всі природні явища та закономірності, без яких не можливо було обійтися під час землекористування [185].

Хоча термін агробіорізноманіття є відносно новим – воно досить широко застосовується в останні роки, про що свідчать численні бібліографічні джерела, але поняття є досить давнім [126].

Агробіорізноманіття – це широкий термін, який охоплює всі компоненти біологічного різноманіття, які мають відношення до продовольства й сільського господарства, а також усі компоненти біологічного різноманіття,

які становлять сільськогосподарські екосистеми, також названі агроекосистемами [126, 129].

Агробіорізноманіття – різноманітність і мінливість тварин, рослин і мікроорганізмів, на генетичному, видовому й екосистемному рівнях, які необхідні для підтримки основних функцій агроекосистеми, її структури і процесів [123].

Також агробіорізноманіття є результатом взаємодії між генетичними ресурсами, доквіллям, системами управління й методами, що використовуються в сільському господарстві. Це результат природного добору й людських винаходів упродовж тисячоліть. Розгляд ключових елементів агробіорізноманіття дозволяє побудувати узагальнену схему (табл. 1.1.) [55, 56].

*Таблиця 1.1.*

**Елементи агробіорізноманіття [56]**

<b>Рівень</b>	<b>Культивований компонент</b>	<b>Спонтанний (природний) компонент</b>
Генетичний	1. Різноманітність всередині використовуваних сортів рослин, штамів мікроорганізмів та порід тварин	7. Генетична гетерогенність популяцій диких організмів у агроекосистемах
Популяційний	2. Різноманітність масово використовуваних сортів рослин, штамів мікроорганізмів та порід тварин	8. Різноманітність генетично зумовлених екотипів, ценопопуляцій, географічних рас, підвидів тощо серед диких організмів
Видовий	3. Різноманітність використовуваних видів культивованих організмів	9. Видова різноманітність диких організмів
Ценотичний	4. Різноманітність агроценозів (агроекосистем)	10. Різноманітність спонтанних ценозів на сільськогосподарських землях
Ландшафтний	5. Різноманітність типів господарств із погляду екології (за характером обміну речовини й енергії)	11. Різноманітність збережених фрагментів природних ландшафтів
Зональний	6. Різноманітність зональних типів сільського господарства	12. Різноманітність типів екосистем, притаманних природним зонам (біомам)

## 1.2 Вплив змін клімату та антропогенних чинників на біорізноманіття.

Результати опубліковані у нещодавньому звіті Всесвітнього фонду дикої природи «Жива планета» [142] є однозначними: на Землі відбувається значне й дуже стрімке зменшення біорізноманіття. Моніторинг понад 10 000 популяцій хребетних (ссавців, птахів, риб, рептилій та амфібій) показав, що їх стало менше на 52 % у період з 1970 до 2010 років. Міжнародний союз охорони природи (IUCN) прогнозує, що 35 % видів птахів, 52 % видів амфібій та 71 % рифо-утворюючих коралів будуть особливо вразливими до наслідків зміни клімату. У своєму 5 звіті Міжурядова група експертів із питань зміни клімату (IPCC) підтвердила, що зміна клімату, спричинена людською діяльністю (рис. 1.1), посилює негативний вплив несприятливих екологічних чинників на екосистеми та види дикої природи, що так само призводить безпосередньо до шостого вимирання видів [49]. На практиці, оскільки це відбувається так швидко, багато рослин і тварин не встигають адаптуватися.

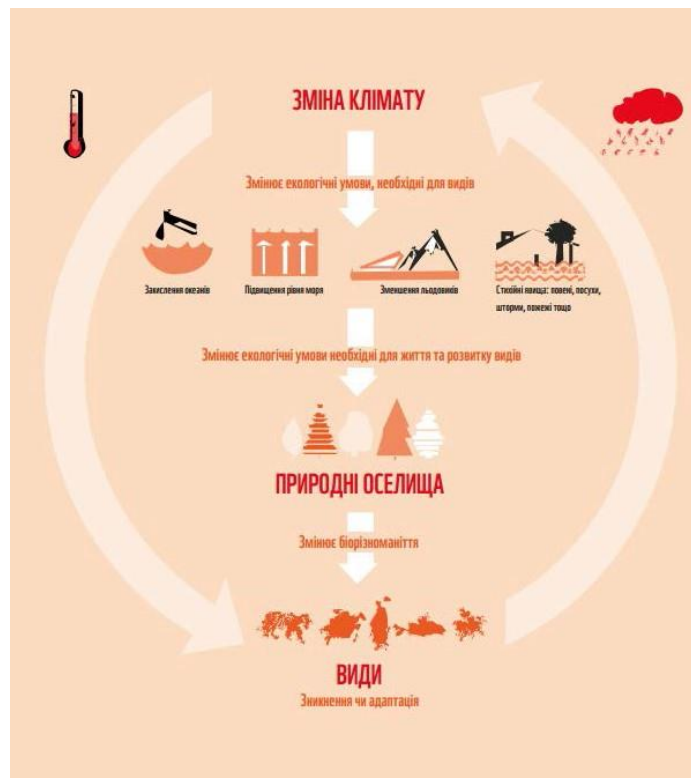


Рис. 1.1. Вплив змін клімату на види біоти [117]



Ситуація погіршується тим, що багато видів, уже перебуваючи під загрозою вимирання, живуть у регіонах, на які значно впливає порушення кліматичної рівноваги, та ці види стають ще більш вразливими завдяки своїм біологічним особливостям (екологічним, поведінковим, фізіологічним та генетичним характеристикам). Те, що це питання часто виникає, підкреслює нестачу розуміння ролі біорізноманіття у функціонуванні наземних та водних екосистем, завдяки яким існує світ, яким ми його знаємо. Необхідно брати до уваги фундаментальну роль, яку відіграють, наприклад, мікроорганізми, що живуть у ґрунтах, у циклі утворення карбону, кисню та нітрогену; морські мікроорганізми в абсорбції вуглекислого газу; і як поля та ліси допомагають очищувати воду, та грандіозну роботу із запилення, котру здійснюють комахи [26].

Близько мільйона видів тварин та рослин перебувають під загрозою зникнення, багато з них можуть зникнути впродовж найближчих десятиліть. Це складає  $\frac{1}{8}$  усіх видів на планеті – більше, ніж будь-коли в історії людства.

Основною причиною такої безпрецедентної загрози біорізноманіттю є людина та її діяльність. Про це йдеться в нещодавно опублікованому звіті Міжурядової науково-політичної платформи з питань біорізноманіття та екосистем (IPBES).

Зміни в землекористуванні визначаються у звіті як найзначніший із чинників втрати біологічних видів. Найпоширенішою причиною таких змін є сільське господарство. У період 1980 – 2000 рр. 100 млн га тропіків були захоплені людиною, в основному для випасання худоби в Південній Америці та розширення плантацій у Південно-Східній Азії. Половина цих земель – були незайманими лісами. Зараз більше третини земної поверхні і приблизно 75 % прісної води використовуються для цієї галузі.

Інтенсифікація сільського господарства спричиняє подальшу втрату місць існування видів та їхнє зникнення, і зі зростанням потреби в сільськогосподарській продукції негативний вплив посилюється. Менш як 1 %

земель використовується у видобувній промисловості, однак вона спричиняє шкідливі викиди у воду, ґрунти й повітря. Ці забруднювачі загрожують не лише біорізноманіттю, а і здоров'ю людей. Видобувна промисловість, крім того, є джерелом парникових викидів як напряду, так і опосередковано. Адже спалювання викопного палива спричиняє найбільше таких викидів, що призводить до глобальної зміни клімату. У звіті зазначається, що за останні сорок років викиди парникових газів у атмосферу зросли вдвічі і призвели до зростання середньої глобальної температури на 0,7 °С. Зміна клімату вже впливає на природу як на екосистемний, так і на генетичний рівні. Так, зміни кліматичних умов спричиняють зникнення природних видів рослин і тварин, що становлять основу стійких екосистем, тоді як їхнє місце займають інвазійні види (рис.1.2).

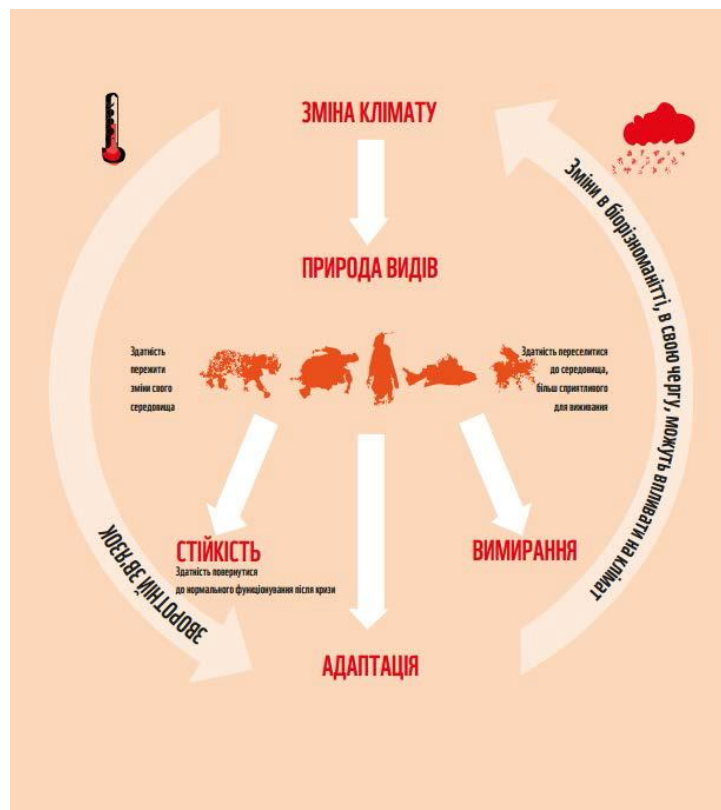


Рис. 1.2. Реакція видів біоти на вплив змін клімату [117]

Отже, деградовані екосистеми вже не можуть виконувати своїх початкових функцій, а види-вселенці чинять шкоду не тільки біологічним видам, але й

господарству. Попри те, що зараз вплив зміни клімату не є критичним, очікується, що його темпи будуть лише зростати.

5 % видів зможуть вимерти через підвищення глобальної температури на 2 °C у порівнянні з доіндустріальним рівнем, а 16 % – у разі її підняття до 4,3 °C (Саме до такого показника, за прогнозами, людство рухається зараз).

Крім того, на біорізноманіття серйозно впливає значна урбанізація (з 1992 року площа міських територій зросла вдвічі), вирубування лісів задля сировини (з 1970 року зросло на 45 %), забруднення токсинами, важкими металами та іншими відходами промисловості, добривами, а також пластиком зросло удесятеро з 1980 року, неконтрольоване винищення видів як самою людиною, так і інвазійними видами, появу яких спричинила людська діяльність.

Уся ця агресивна діяльність ставить під загрозу існування мільйона видів рослин і тварин. Але чим їхнє вимирання може загрожувати людству?

Значного впливу від втрати біорізноманіття зазнає сільське господарство.

- З 16 ст. понад 9 % тварин, які були одомашнені для харчування або використання у цій галузі, вже вимерли;
- ще понад 1000 видів перебуває під загрозою;
- на 23 % знизилася продуктивність земель через їхню деградацію.
- зниження популяції комах-запилювачів щороку призводить до втрати сільськогосподарських культур на 577 млрд доларів США.

Усі ці чинники поглиблюють продовольчу кризу та нестачу ресурсів. Уже зараз кожна дев'ята людина на планеті страждає від голоду. Крім того, винищення дерев та лісів, які поглинають CO<sub>2</sub> з атмосфери, прискорює темпи зміни клімату. Ця зміна призводить до танення льодовиків, підняття рівня моря, почастищення екстремальних погодних явищ та інших негативних наслідків. Оскільки вона є однією з основних причин втрати біорізноманіття, ці два негативні чинники будуть постійно підсилювати одне одного, лише погіршуючи ситуацію.

Збереження біологічного різноманіття й цілісності природних екосистем – це запорука сталого існування та розвитку нашого суспільства. Наш добробут врешті залежатиме від ощадливого ведення сільського господарства, культури споживання природних ресурсів та ефективної охорони довкілля [72].

### **1.3. Еколого-економічне значення ентомологічного різноманіття**

Спеціалісти із біорізноманіття вважають, що комахи та їхні родичі домінують у земних і прісноводних екосистемах. У такий спосіб, комахи забезпечують значну частину біотичного колообігу речовини, енергії та інформації в біосфері, що обумовлює підтримання екологічної рівноваги [108]. Лише 1 % видів комах людство відносить до шкідників і з початку ХХ століття веде з ними нищівну хімічну боротьбу [6].

Комахи є найбільш різноманітною групою тварин. У наш час визначено приблизно 750 тис. видів комах, але передбачається, що в природі є орієнтовно 1,5 млн видів, це в 5 разів більше, ніж рослин. 75 % загальної чисельності тварин становлять комахи.

Комахи освоїли основні еконіши планети і беруть участь у різноманітних екологічних процесах. Природні екосистеми не можуть нормально функціонувати без комах та інших членистоногих, тому рівень їхнього різноманіття слугує надійним показником екологічного стану екосистем. Висока розмаїтість комах забезпечує потенційну можливість на ранніх стадіях виявляти порівняно малі, але проте важливі зміни екологічного стану природних систем.

Останнім часом було проведено оцінювання економічної значущості різноманіття комах. Еколого-економічний аналіз чотирьох основних функцій, що виконують комахи в природі (1 – перероблення гною; 2 – контроль чисельності шкідників культурних рослин; 3 – запилення; 4 – джерело харчування для інших тварин), свідчить, що річний економічний ефект життєдіяльності комах тільки в США становить близько 57 млрд доларів США. Водночас 50 млрд доларів США від цієї суми комахи забезпечують, як

джерело харчування для інших тварин, а також виконуючи функцію редуцентів, 4,5 млрд доларів США прибутку комахи приносять у процесі контролю чисельності шкідників культурних рослин і 3 млрд доларів США – як запилювачі. За іншим оцінюванням, економічний внесок, який зумовлений життєдіяльністю комах-запилювачів у США, становить близько 9 млрд доларів США. За оцінюванням глобального економічного значення запилення комахами сільськогосподарських рослин становить 112–200 млрд доларів США щорічно [46].

У наш час обґрунтовано такі екологічні функції комах у біосфері:

- мурахи забезпечують циклічний колообіг живильних речовин та вентилування ґрунту;
- терміти в лісі розкладають органічну речовину, яка накоплена в деревах;
- оси контролюють чисельність багатьох видів комах-шкідників, на яких вони паразитують;
- комахи забезпечують запилення багатьох видів рослин;
- комахи-фітофаги забезпечують екологічне структурування рослинних угруповань;
- комахи запилювачі та ентомофаги забезпечують важливі послуги для сільського господарства через збільшення продуктивності посівів та регулювання чисельності шкідників [160].

Збереження біосфери і її подальше існування багато в чому залежить від розуміння ролі й механізмів функціонування біорізноманіття. Зараз уже відомо, що комахи – одна з ключових груп організмів, які визначають складну природу біологічної розмаїтості і є надійним індикатором стійкості екосистем. Каталогізація видів, які населяють екосистеми – фундамент розуміння біорізноманіття.

Виживання людства залежить від здоров'я екосистем, у тому числі – агроекосистем. На його найпростішому рівні, екологічний стан визначається рясністю й розмаїтстю видів. На глибшому рівні – генетичною розмаїтстю,

що сприяє динаміці населення різновидів і забезпечує виживання популяцій, їхньої чисельності та взаємозалежності. Біорізноманіття впливає на такі фундаментальні екологічні процеси, як колообіг вуглецю, атмосферний і енергетичний обміни тощо.

Проблеми збереження біорізноманіття – глобальне потепління, виснаження озону, опустелювання, забруднення поверхневих вод, продовольча безпека – швидко наближаються до кризового статусу. Попри те, що багато екологічних процесів у біосфері перебувають поза людським контролем, розуміння функціонування біорізноманіття може сприяти підтримуванню здоров'я планети, прийняттю обґрунтованих управлінських рішень.

Більше ніж половина всіх багатоклітинних видів тварин становлять комахи. Тому, вони відіграють домінуючу роль у функціонуванні екосистем. Комахи – одна з небагатьох класів організмів, які визначають складну природу біологічної розмаїтості й можуть служити надійним індикатором її рівня.

Застосування пестицидів – поки що основний засіб контролю фітосанітарного стану посівів і насаджень. Хімічне придушення чисельності шкідників поряд з позитивним економічним ефектом призводить до зменшення ентомологічної розмаїтості екосистем, що, зі свого боку, спричиняє деградацію агросфери.

Комахи мають важливе значення, як продовольче джерело не тільки для інших комах, але також для птахів, рептилій і ссавців, у тому числі – людини. Більш ніж 1000 видів комах людство використовує, як їжу – комахи містять в собі багато мікроелементів і вітамінів, та стільки протеїну, що здатні забезпечити 5–10 % потреби людини в ньому [64].

Міжнародна Конвенція про біорізноманіття в статті 2 визначає поняття «біорізноманіття» так: різноманітність живих організмів з усіх джерел, маючи в собі, серед іншого, наземні, морські та інші водні екосистеми і екологічні комплекси, частиною яких вони є; це поняття містить в собі різноманітність у межах одного виду, між видами й різноманітність екосистем. Тобто, у

визначенні показано широту, межі поняття, а не його сутність. У популярних виданнях, наприклад, надрукованих матеріалах Європейського Союзу біорізноманіття розглядається як різноманітність видів, різноманітність генів, різноманітність екосистем, різноманітність ландшафтів. Універсальним науковим визначенням цього незбагненого біорізноманіття, напевно, є таке: співіснування різноманітних життєвих проявів у межах таксону (філуму) або на певній території, оцінене за числом варіантів, їхні взаємні відмінності (середній, дисперсії), їхнє кількісне співвідношення (частота). З цих визначень випливає, що сучасні уявлення про біорізноманіття пов'язані із системним підходом. З позицій останнього, життя характеризується організацією, в основі якої лежить структурна дискретність і функціональна безперервність. Структурна дискретність виявляється, як відмінності між біосистемами, а функціональна безперервність – як варіабельність параметрів у межах однієї біосистеми. Біорізноманіття має безперервний характер, хоча, може бути зведене до таких структурних рівнів: особини, популяції, угруповання, екосистеми [70].

За будь-яким наявним науковим оцінюванням на комах припадає від 53 % до 75 % видів біоти [176]. Комахи, ймовірно, найбільш відомі з усіх безхребетних. Вони легко ідентифікуються: у них 3 пари ніг і 3 основних частини тіла – голова, груди й черевце. Комахи захищені твердим панциром із хітину. Більшість комах розмножуються статевим шляхом, хоча деякі види, наприклад, попелиці, можуть мати безстатеве розмноження. Усі комахи відкладають яйця. Для більшої частини комах притаманний метаморфоз, коли особина, яка відродилася з яйця дуже відрізняється від батьків, а для досягнення дорослої стадії має пройти через значні зміни. Клас комах (Insecta) нараховує не менш 32 рядів, але тільки 4 з них – домінуючі. До них належать: 1) Твердокрилі (Coleoptera) – 370000 відомих видів, або 40 % усіх видів комах й 10 % – тварин; 2) Лускокрилі (Lepidoptera) – більше ніж 130000 видів, друга за значущістю група; 3) Двокрилі (Diptera) – 120000 видів; і 4) Перетинчастокрилі (Hymenoptera) – за різними оцінюваннями нараховує

15000–25000 видів. Усі ці чотири ряди включають понад 80 % відомих на сьогодні видів, інші 28 рядів – тільки приблизно 20 % видів комах [64].

Згідно з існуючою класифікацією за життєвими формами комах поділяють на «геофілів», ті в яких життєвий цикл проходить в ґрунті та «фітофілів», що охоплюють «хортобіонтів» – мешканців товщі трав'янистого покриву, який утворено злаками та «тамнобіонтів» – мешканців чагарників і дерев [10].

Складовою біорізноманіття є агробіорізноманіття – це різноманіття живих організмів (рослин, тварин та мікроорганізмів), які вирощуються в сільськогосподарських регіонах, сприяють сільськогосподарському виробництву чи використовують райони ведення сільського господарства для забезпечення себе кормом і притулком. Організація з питань продовольства та сільського господарства (ФАО) і Комітет Конвенції про біологічне різноманіття (КБР) спільно, під час визначення аграрного біорізноманіття, звернули увагу на те, що це біологічне різноманіття, яке необхідне для «...підтримання найважливіших функцій агроєкосистеми...» [15, 26].

Агробіорізноманіття містить три компоненти: дике біорізноманіття, генетичне біорізноманіття та асоційоване біорізноманіття. Дике біорізноманіття включає дикі рослини та тварини, які мешкають, наприклад, у степу чи в лісі – поза межами сільської місцевості, у тому числі такі, що можуть використовуватися для виведення нових видів домашніх рослин чи тварин у майбутньому. Дике біорізноманіття також включає мікроорганізми ґрунтів, вірусів, запилювачів, комах-шкідників, паразитів та хижаків, інших рослин і тварин, які асоціюються із функціями (завданнями) місцевої агроєкосистеми. Такі завдання включають, наприклад: розкладання органічних сполук і повернення в колообіг поживних речовин – для підтримання родючості ґрунтів для невиснажливого розвитку рослин і тварин. Агробіорізноманіття виконує наступні функції:

1. розкладання забруднювачів – для збереження чистого повітря і води;



2. пом'якшення впливу кліматичних ефектів;
3. збереження ґрунтових і водних ресурсів;
4. запилення сільськогосподарських культур;
5. утримання під контролем життєдіяльності комах-шкідників сільськогосподарських культур.

Генетичне біорізноманіття включає різноманіття видів домашніх рослин та тварин, а також їхні різновиди, які використовуються на фермах, а також із генетичними запасами, які утримуються в генетичних банках. І, нарешті, асоційоване біорізноманіття включає рослини та тварини, які не завжди підтримують ключові функції агроєкосистеми, але які використовують сільськогосподарські території для пошуку їжі та притулку.

Асоційоване біорізноманіття входить до складу агробіорізноманіття, тому що воно часто вказує на стан та функцію агроєкосистеми, а також сприяє сталості ширшої екосистеми.

Агробіорізноманіття складається з таких компонентів:

1. вищі рослини – сільськогосподарські культури та дикі культури;
2. рослини, які ростуть на пасовищах та напівприродних пасовищах;
3. дерева, які вирощуються в сільській місцевості;
4. бур'яни;
5. ссавці – домашні та дикі ссавці, які використовують сільську місцевість як середовище існування;
6. птахи – домашні та дикі, які використовують сільську місцевість, як середовище існування;
7. плазуни та земноводні, які використовують сільську місцевість, як середовище існування;
8. гідробіонти, які використовують сільську місцевість, як середовище існування;
9. членистоногі – запилювачі, комахи-фітофаги, паразити та хижаки шкідливих комах, ін.;
10. інші макроорганізми такі, як земляні черви, молюски;

11. мікроорганізми – ґрунтові бактерії, гриби, водорості, нематоди;
12. актиноміцети, патогенні мікроорганізми та ін. [25, 46, 51, 62].

Давно відомо про існування гармонійного зв'язку між рослиною та комахою. А. Т. Болотов [107] понад 200 років тому дослідив, що рослини запилюються не тільки вітром, а й комахами, особливо бджолами, які, перелітаючи з квітки на квітку, переносять пилок. Ч. Дарвін у своїх працях зазначав, що рослини, одержані від перехресного запилення, значно більші за розмірами, ніж одержані від самозапилення. Пізніше були встановлені біологічні закономірності в природному ланцюзі: бджола – рослина. Досліджено, що життєві процеси бджоли та ентомофільної рослини тісно пов'язані між собою. Так, рослина виділяє найбільшу кількість нектару в години найактивнішого льоту бджіл, у чому і проявляється мудрість та доцільність природи [17].

Відомо, що на комах припадає від 53 % до 75 % видів біоти, їхня сумарна біомаса перевищує біомасу всіх інших тварин, тому в наземних екосистемах комахам належить домінуюча роль у колообігу речовини, енергії та інформації. Еколого-економічний аналіз основних функцій, що виконують комахи в агроландшафтах (контроль чисельності шкідників, запилення тощо) свідчить, що річний економічний ефект життєдіяльності комах тільки в США становить приблизно 57 млрд доларів США. Експертами ООН обґрунтовано, що глобальні зміни клімату зумовлюють загрози біорізноманіттю планети – багато видів тварин можуть зникнути внаслідок втрати екологічних ніш [61].

Переважаюча частина біорізноманіття України складається з агробіорізноманіття: сільськогосподарське використання території досягає 72 %, за ступенем розораності – 52 %. Рівень середньої продуктивності агроценозів України у 2–3 рази поступається показникам ЄС. В результаті в певні роки від шкідливих комах країна не добирає майже 50 % врожаю основних сільськогосподарських культур [95].

В Україні агроландшафти (агросфера) займають переважну частину території й мають домінуючий вплив, як на загальну екологічну ситуацію, так і на ефективність та стійкість аграрного виробництва. Попри значну роль антропогенного чинника, агросфера є частиною біосфери і в ній діють утворені в процесі еволюції механізми.

Термін «ландшафт» визначає ту або іншу місцевість, пейзаж, картину природи. Ландшафти підрозділяють на природні й антропогенні. До антропогенного відносять ландшафти техногенні, індустриальні, міські, сільськогосподарські. Агроландшафт розуміють, як антропогенний ландшафт, природна рослинність якого на більшій частині території замінена агроценозами [81]. У науковій літературі аграрний ландшафт розглядають, як екосистему з більш-менш обкресленими границями. Аграрний ландшафт, як системне утворення складається з екологічних систем нижчого рангу: полів, садів, городів (агроекосистем), луків і пасовищ, скотарень, ферм і тваринницьких комплексів. Біогеоценози аграрні, лугові, пасовищні й фермерські утворюють взаємозалежні природно-технічні системи з виробництва продуктів рослинництва і тваринництва.

Регуляція й оптимізація аграрних ландшафтів припускає використання системно-екологічного підходу в розробленні таких науково-прикладних напрямів: 1) аналіз стану сільськогосподарських екосистем, міжекосистемних зв'язків; 2) прогнозування – науково-обґрунтоване судження про можливі зміни структури й функції аграрних ландшафтів та їхнього оточення; 3) прийняття екологічно обґрунтованих оптимальних рішень.

Системний підхід у сільськогосподарській екології полягає в дослідженні польових, пасовищно-лугових і фермерських екосистем, як системних утворень, тісно зв'язаних між собою й формуючих єдину екологічну систему високого рівня (аграрний ландшафт, агросферу) [81].

В екологічній оптимізації структури й функції аграрних ландшафтів велику роль відіграють науково-обґрунтовані співвідношення площі ріллі, луків, лісів, поголів'я сільськогосподарських тварин. Лісозахисним смугам

менш півстоліття, але, навіть, у цьому молодому віці вони дуже впливають на регулювання стоку, гідрологічний режим місцевості, поліпшення мікроклімату, збільшення врожаю сільськогосподарських культур. Займаючи всього лише 1 – 4 % орних угідь по межах полів, захисні лісонасадження сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур на 15–20 % [33]. На структуру й функцію аграрних ландшафтів сприятливо впливають посіви багаторічних трав. Луки разом із лісами формують каркас аграрного ландшафту, що стабілізує біогеохімічні цикли основних живильних речовин (азоту, фосфору, калію), перешкоджають розвитку ерозії ґрунтів, поглинають і знешкоджують змиті з полів добрива й пестициди, не допускаючи їхнього влучення у водойми. Луки, як і ліси – охоронці біорізноманіття агроландшафтів. Вони складаються з десятків видів рослин, де знаходять пристань найпростіші й гельмінти, комахи, птахи і ссавці та інші представники тваринного світу. Біологічна різноманітність ландшафту – один із найважливіших чинників його стабільності. Інтенсифікація й хімізація сільського господарства, що супроводжуються широким використанням техніки, мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин і тварин, сприяли підвищенню врожайності культур і продуктивності тварин. Однак вони породили й низку екологічних проблем [33].

Встановлено, що середній показник розораності угідь в Україні сягає 78,5 %. У Херсонській, Черкаській, Кіровоградській областях розорано приблизно 90 %, а в деяких районах цих областей 95–96 % сільськогосподарських угідь. Жодна розвинута країна не має такого рівня розораності земель, наприклад: Франція – 36, ФРН – 32, США – 20, Англія – 18,5 %.

За оцінюванням Інституту агроєкології і природокористування НААН, визначеним в результаті спеціально проведеного проблемного моніторингу, земельні ресурси Степу і Лісостепу перебають у катастрофічному, а зони Полісся – у кризовому стані [178]. Надзвичайно висока питома вага орних земель (в т.ч. на схилах) у складі сільськогосподарських угідь, перенасичення

структури посівних площ просапними культурами, прямокутна організація територій землекористування, глибока оранка, культивування, сівба й міжрядні обробітки ґрунту вздовж схилу – це не тільки головні причини збіднення агробіорізноманіття, але й основні чинники інтенсивного розвитку ерозійних процесів, через які ступінь розораності земель опосередковано впливає на агробіорізноманіття, насамперед, на макрорівні. Негативний вплив на макрорівні відбувається внаслідок дисбалансу між основними типами угідь та суттєвих «перепон» у структурі посівних площ.

Дослідження, проведені в Україні, свідчать, що оптимальне співвідношення між ріллею і стабільними типами угідь (ліси, луки, пасовища) мають відповідати пропорції – 1 : 1. Ідеальним є варіант, коли на 1 га ріллі припадає 1,6 га природних кормових і 3,5 га лісових угідь [75]. Впровадження запропонованої структури землекористування забезпечить зниження розораності сільгоспугідь України із 78,5 до 57,9 %, що сприятиме оптимізації структури сільськогосподарських ландшафтів і природних екосистем, підвищенню їхньої стійкості до деградації та збагаченню агробіологічного різноманіття.

Рівень біорізноманіття планети досі невідомий. Так, за узагальненими оцінюваннями воно включає приблизно 1,5 млн визначених видів. Але спеціалісти вважають, що число видів тільки комах і мікроорганізмів становить величину, яка перебуває між 5 млн й 100 млн видів. За підрахунками тільки в ґрунті може мешкати більш ніж 5000 видів артропод, нематод, і бактерій [173]. За іншими оцінюваннями, загальна відома кількість видів на Землі становить приблизно 1,7 мільйона, але прогностична кількість може сягати до майже 100 млн видів. В якості розумної робочої оцінки було запропоновано вважати, що цей показник становить 12,5 млн. Найбагатіші видами вологі тропічні ліси, які охоплюють майже 8 відсотків суші, де мешкає приблизно 90 % видів життя [27, 104].

Загальновідомо, що умови на нашій планеті за час існування життя змінювалися, у низці випадків кардинально. Оскільки для збереження життя

були потрібні ті або інші еволюційні зміни, можна сформулювати деякі загальні принципи збереження стійкості й еволюційних змін екосистем:

1. *Принцип достатнього видового біорізноманіття біосфери.* Біорізноманіття на кожному із трофічних рівнів є необхідним для підтримання стабільного функціонування екосистем у мінливих умовах. З урахуванням еволюційних процесів приймається, що деякі види усередині екосистем спроможні бути родоначальниками нових еволюційних форм, які надалі формують нові екосистеми, тому функціонування всієї біосфери не порушується [8, 62, 156, 158].

2. *Принцип неповної спеціалізації.* Тільки види, що демонструють не тверді обмеження до еволюційних змін, можуть бути постачальником еволюційного матеріалу [8, 57, 58, 59, 60].

3. *Принцип еволюційних глухих кутів (тупиків) для широко розповсюджених видів біоти.* Головну роль у створенні середовища в екосистемах і біосфері грають рясні види, добре адаптовані до навколишнього середовища й, отже, спеціалізовані. З іншого боку, такі види, як правило, не є матеріалом для подальшої еволюції [8, 156, 158].

4. *Принцип мінливості, зміни провідних таксонів.* В умовах глобальних змін зовнішніх чинників насамперед зникають широко розповсюджені таксони. Упродовж цього періоду необхідний рівень біорізноманіття підтримується завдяки зростанню кількості нових широко поширених видів-спеціалістів і старіших видів-генералістів [8, 57, 58, 158].

5. *Принцип авторегуляції біорізноманіття в біосфері.* Біосфера «прагне» до підтримання такого рівня біорізноманіття, який необхідний за існуючої мінливості умов на планеті, обумовленій зовнішніми (геологічними й астрофізичними) впливами. Саме тому зростання біорізноманіття варто розглядати, як основний шлях еволюції екосистем [8, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 156, 158].

#### 1.4. Глобальне збіднення біорізноманіття комах

Упродовж багатьох років екологи були стурбовані через збіднення світового біорізноманіття поміж багатьох наземних і водних хребетних [107, 161, 183], проте вчені лише недавно озвучили подібні занепокоєння щодо стану таксонів безхребетних, особливо комах. Ґрунтовний аналіз цієї проблеми було виконано під керівництвом австралійського еколога Франсіско Санчес-Байо [169]. Автори проаналізували наукові публікації за останні 40 років, які доступні через глобальні бази даних (653 публікації: з них присвячено таксонам: перетинчастокрилі (Hymenoptera) – 55, двокрилі (Diptera) – 45, твердокрилі (Coleoptera) – 44 і лускокрилі (Lepidoptera) – 73 наукових звіти про збіднення ентомофауни та ймовірні причини цього в різних частинах світу.

Популяції комах почали втрачати чисельність та географічне поширення, що являє собою перший крок у напрямку вимирання [118]. Екологи вважають, що глобальні втрати біорізноманіття насамперед зумовлені антропогенним тиском на довкілля: полюванням та лісівництвом, розширенням сільського господарства та його інтенсифікацією, індустріалізацією та урбанізацією [108, 145]. Науковою спільнотою було прийнято, як шокуючий факт зниження впродовж 27 років на 76 % біомаси комах на деяких охоронних територіях Німеччини [133]. Такий показник відповідає в середньому 2,8 % втрат біомаси комах на рік і це відбувається в середовищі існування з досить низьким рівнем антропогенних порушень. У новітніх публікаціях відзначається, що в джунглях Пуерто-Ріко втрати біомаси членистоногих становлять 78–98%, що відповідає річним втратам 2,3–2,7 % [141].

Наукові дослідження підтверджують глобальну тенденцію до зниження чисельності комах, яка зафіксована десятиліттям раніше в Південній Британії [168]. Оскільки комахи становлять близько двох третин від усіх видів на Землі, наведені вище тенденції підтверджують, що Шосте вимирання глибоко впливає на біоту [176].

Зниження чисельності комах у вологих тропічних лісах добре корелює з кліматичними змінами. Але, на думку Халмана [39], у Німеччині основні екологічні чинники збіднення чисельності (наприклад, збільшення орних земель, вирубування лісів, глобальне потепління), зумовлюють зниження рівня біомаси комах у рік тільки на 20 %. Водночас 80 % зафіксованої мінливості біомаси пояснити дуже важко. Хоча автори не оцінювали ефект від застосування синтетичних пестицидів, вони вказують на них, як ймовірний драйвер поширених втрат комах. Проте наведені вище дослідження відповідають науковим звітам, у яких відмічається зменшення чисельності поміж багатьох таксонів комах (метеликів, жуків, бабок, мух і диких бджіл) у Європі й Північній Америці за останні десятиліття. Виявляється, що зниження чисельності комах істотно більше, ніж спостерігається поміж птахів або рослин упродовж того ж проміжку часу [176] і це може спровокувати широкомасштабні каскадні ефекти в екосистемах світу.

Велика частина досліджень (49,7 %) вказують, що зміни умов існування є основним чинником зниження чисельності комах, а також птахів і ссавців [109, 117]. Далі за списком йдуть забруднення (25,8 %), а потім – різні біологічні чинники (17,6%), у той час, як тільки 6,9 % досліджень вказують на зміни клімату, як основний чинник збіднення чисельності комах.

Основну причину збіднення видового різноманіття комах екологи пов'язують з антропогенними змінами в землекористуванні (сільськогосподарське перетворення землі та інтенсифікація виробництва харчових продуктів, на що вказують автори 24 % наукових джерел, урбанізація – 11 %, створення лісів – 9 %. За даними ФАО на сьогодні агроценози складають майже 12 % від загальної поверхні землі на планеті [122]. Сільське господарство безпосередньо впливає на збіднення чисельності значної частки видів комах [119] у Європі та в Північній Америці. Перетворення пасовищ, осушення боліт, посіви генетично однорідних монокультур, використання синтетичних добрив та пестицидів, зміни в поверхневих водах з метою поліпшення іригації й дренажу, знищення бур'янів



– усі перераховані антропогенні чинники призводять до знищення еконіш [125, 144, 161].

Забруднення навколишнього природного середовища є другим основним чинником зниження різноманіття комах. Джерелами забруднення є синтетичні добрива та пестициди, що використовуються в сільськогосподарському виробництві, стічні води та фільтраційні полігони від урбанізованих територій, промислові хімікати з заводів і гірничих ділянок. Про забруднення пестицидами повідомляється у 13 % наукових робіт, далі слідує внесення добрив (10 %) і в меншій мірі міські та промислові забруднювачі (3 %). З погляду токсичності, інсектициди є далеко не найпотужнішими забруднювачами. Згідно з думками деяких дослідників, за впливом на біорізноманіття на перший погляд треба віднести фунгіциди [154, 167]. Гербіциди знижують біорізноманіття рослинності, у такий спосіб, впливаючи опосередковано на види членистоногих, які живляться на диких рослинах. Застосування гербіцидів зумовлює негативніший вплив на наземні й водні рослини та біорізноманіття комах, ніж будь-яка інша агрономічна практика [135].

Крім пестицидів, застосування синтетичних добрив визнається ключовим чинником втрат запилювачів у Європі, особливо джмелів [159].

Нинішня тенденція до потепління клімату вважається деякими екологами, як головний чинник збіднення чисельності метеликів та диких бджіл у помірних регіонах [101, 105, 160]. Навпаки, комахи тропічних регіонів мають більш вузьку теплову толерантність і особливо схильні до підвищення температури. Глобальне потепління збільшило популяції певних термофілів у Північній Європі [140], які розширили свій географічний розподіл [136, 171] та зумовили висотні зрушення поширення деяких видів [110, 112], проте популяції половини комах світу в умовах потепління знижують свою чисельність [128].

### 1.5. Показники стану та чинники втрати біорізноманіття України

Біорізноманіття, крім його самодостатньої цінності, забезпечує людство всім необхідним для існування. Воно забезпечує функціонування екосистем, у тому числі підтримує кругообіг та очистку природних вод, збереження ґрунтів і стабільність клімату. Біорізноманіття забезпечує людство продуктами харчування, ліками, сировиною для промисловості, формує безпечне для життя і здоров'я довкілля.

Біорізноманіття України нараховує понад 72 тис. видів флори, мікробіоти та фауни. Флора та мікробіота налічує понад 27 тис. видів, у тому числі:

- гриби і слизовики – 15 тис.;
- водорості – 5 тис.;
- лишайники – 1,2 тис.;
- мохи – 800;
- судинні рослини – 5,1 тис. видів, включно з найважливішими

культурними видами.

Фауна налічує понад 45 тис. видів, у тому числі:

- комахи – 35 тис.;
- членистоногі без комах – 3,4 тис.;
- черви – 3,2 тис.;

Хребетні представлені:

- рибами і круглоротими – 170 видів і підвидів,
- земноводними – 17 видів;
- плазунами – 21 видом;
- птахами – приблизно 400 видами;
- ссавцями – 108 видами.

Займаючи менше 6 % площі Європи, в Україні знаходиться не менше як 35 % її біорізноманіття, і за цим показником випереджає майже всі європейські країни. Україна має значний потенціал біорізноманіття і може розглядатися,

як один із потужних резерватів для відновлення біорізноманіття всієї Європи. Географічне положення України, її фізико-географічні умови сприяли формуванню багатого рослинного і тваринного світу, що налічує понад 70 тис. видів (за оцінюванням експертів, ще не описано одну третину видів, здебільшого грибів і комах). Це зумовлено тим, що в Україні порівняно на невеликій території представлено біоту чотирьох природних зон. До того ж, Україна розташовується на перехресті міграційних маршрутів багатьох видів тварин [2].

На жаль, видове багатство, як тварин, так і рослин стрімко зменшується через антропогенне навантаження на довкілля. Приблизно 8,3 % судинних рослин, 31,1 % ссавців, 19,7 % птахів, 38 % плазунів, 26,3 % амфібій перебувають під загрозою зникнення. До першого видання Червоної книги України (1980) було занесено 151 вид вищих рослин та 85 видів тварин. До другого, діючого й нині, видання Червоної книги України (тваринний світ – 1994, рослинний світ – 1996), включено вже 541 вид рослин і грибів та 382 види тварин. Істотне збільшення, – у 4,5 раза, – кількості рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення рослин і тварин, зумовлене збільшенням антропогенного тиску на природні екосистеми та свідчить про збереження тенденції до втрати живих компонентів природи в її цілісності та стає загрозою для національної безпеки [2].

Головні загрози біорізноманіттю пов'язані сьогодні з діяльністю людини. Вони полягають у знищенні природних середовищ існування тварин і місць зростання рослин, їхньої фрагментації та деградації (включно із забрудненнями), у глобальній зміні клімату, екологічно – незбалансованій експлуатації видів людиною, поширенні чужорідних видів, розповсюдженні хвороб тощо.

*Знищення природних середовищ існування тварин і місць зростання рослин* відбувається внаслідок розорювання земель, вирубування лісів, осушення або обводнення територій, промислового, житлового та дачного будівництва тощо. Спостерігається катастрофічне зменшення площі

територій водно-болотних угідь, степових екосистем, природних лісових екосистем, які є основою для збереження біорізноманіття.

Структура земельних угідь України упродовж останніх років, хоча й зазнала деяких змін, але загалом зберегла всі основні риси, характерні для часів колишнього Радянського Союзу, і насамперед, надмірну екологічно необґрунтовану сільськогосподарську освоєність території. Землі сільськогосподарського призначення займають 71,3 % території України. Сільськогосподарські угіддя – 69,2 %, на 53,8 % представлені орними землями, і тільки 9,6 % складають пасовища, 4,4 % – сіножаті, 1,5 % – багаторічні насадження, 0,7 % – перелogi [157].

Продовжується погіршення стану земель сільськогосподарського призначення, у тому числі їхнього ґрунтового покриву, який значною мірою втратив притаманні йому властивості саморегуляції. За останні 35–40 років уміст гумусу в ґрунтах України зменшився на 0,3–0,4 % в абсолютному вимірі (за 5 % на початок ХХ століття і становить 3,1 %, що істотно впливає на родючість ґрунтів) [2, 46].

На сьогодні в Україні налічується 3,4 млн га осушених земель, які раніше виконували функції водно-болотних екосистем. Залишилося всього 957,1 тис. га відкритих заболочених земель. Втрати природних водно-болотних угідь від їхніх колишніх площ становить приблизно 80 %.

Нині загальна площа земель лісового фонду становить 10,4 млн га або 17,3 % від площі території країни, з них – 9,4 млн га вкрито лісовою рослинністю. Природні лісові екосистеми займають площу 5,1 млн га, штучно створені лісові екосистеми – 4,3 млн га.

Україна вважається степовою державою, оскільки степова зона займає 34 % її території. На жаль, природні степові екосистеми нині стали рідкісними, їхня площа становить приблизно 1 % від площі країни. Вони збереглися лише у вигляді невеличких дрібноконтурних залишків, які постійно деградують в оточенні сільськогосподарських угідь, промислових та господарських агломерацій [46].

*Фрагментація середовищ існування тварин і місць зростання рослин, ландшафтів, екосистем* відбувається внаслідок поділу цілісних екосистем під час будівництва мережі транспортних комунікацій (доріг, автострад), трубопроводів, водосховищ і пов'язаних з ними іригаційних споруд (дамб, гребель, помпових станцій) тощо. Вигідне транспортно-географічне положення України між Центральною та Східною Європою сприяє перетворенню її на важливий транспортний коридор міжнародного значення. За коефіцієнтом транзитності Україна посідає одне з перших місць у Європі. Ця обставина активізує процеси трансформації транспортної системи України задля інтеграції її в Європейську мережу, тобто включення її до проєктів міжнародних транспортних коридорів, які формуються в Центральній і Східній Європі, а також між Європою та Азією. Це зумовлює потенційно істотні загрози для біорізноманіття, порушує міграційні шляхи тварин та цілісність екосистем.

*Деградація природних середовищ існування тварин і місць зростання рослин* відбувається, в основному, внаслідок забруднення довкілля, що призводить до включення забруднюючих речовин до біогеохімічних ланцюжків рослин і тварин та їх хронічної інтоксикації. Значне забруднення водойм біогенними елементами спостерігається внаслідок недосконаlosti технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві та промисловості. Вміст цинку, марганцю, заліза, нікелю, міді та кобальту у водних об'єктах зон Полісся, Лісостепу та Степу перевищує нормативні величини у 2–12 разів. Унаслідок Чорнобильської катастрофи забруднено радіонуклідами орієнтовно 4 млн га лісів, з яких 157 тис. га є непридатними для господарського використання, а ще 1,5 млн га є непридатними для використання не деревних харчових і лікарських ресурсів.

*Поширення чужорідних видів*, які можуть негативно вплинути на екосистеми, місцеві види або здоров'я населення в природній екосистемі спричиняють істотний дисбаланс у біоценозах. Інвазійні види це швидкоплинні явища, які відбуваються протягом одного або кількох

поколінь і призводять до формування нових частин ареалу. Пусковим механізмом їх розвитку є порушення природних бар'єрів для їх розселення, формування «екологічних коридорів» для їх розселення.

*Розповсюдження хвороб, шкідників і паразитів* поміж видів природної флори та фауни спричиняє все більшу занепокоєність у спеціалістів. Спостерігається тенденція до швидкого поширення вірусних інфекцій у біоценозах України, ураження вірусами видів рослинного і тваринного світу. Виявлено низку нових патогенів, раніше не ідентифікованих в Україні. Дослідження та створення нових технологій у сфері генної інженерії, транскордонне переміщення живих змінених організмів належним чином не контролюється.

*Низький рівень природоохоронної кваліфікації та екологічної свідомості* на всіх рівнях сучасного українського суспільства в питаннях збереження біорізноманіття свідчить про недостатність заходів щодо розвитку екологічної освіти та просвіти, підвищення кваліфікації та громадської свідомості щодо природного довкілля. Дотепер немає єдиного комплексного підходу до суспільної освіти й навчання в галузі збереження біорізноманіття, у тому числі з використанням міжнародного досвіду. Недостатньо ефективною є система підвищення рівня спеціальної кваліфікації спеціалістів, що приймають рішення у сфері живої природи. Більшість програм, пов'язаних із підвищенням рівня знань громадськості з питань збереження й невиснажливого використання біорізноманіття, мають фрагментарний характер з обмеженим інформуванням населення, особливо в регіонах [46].

### **1.6. Методи збереження біорізноманіття**

Проблема біорізноманіття розглядається у двох аспектах: збереження різноманіття різних рівнів організації; збереження структурно-функціональної організації стійкості екосистем, як необхідної умови існування біоти. Об'єктом стратегії для збереження біорізноманіття є, як природні види, біоценози та екосистеми, так і культурні породи тварин, сорти

рослин, а також створені людиною штучні екосистеми (агроценози, екосистеми міст, парків, водосховищ тощо).

*Біологічні принципи збереження біорізноманіття.*

Під час розгляду проблем збереження біорізноманіття потрібно враховувати, що органічний світ на Землі складається з окремих комплексних утворень різного рівня. Для кожного архаїчного рівня є свої специфічні проблеми, вирішення яких ґрунтується на певних принципах.

Принципи розв'язання проблем популяційно-видового рівня [13]:

1. збереження і відновлення чисельності та ареалів видів, їх природних популяцій, достатніх для їхнього стабільного існування та розвитку;
2. збереження внутрішньопопуляційного генетичного різноманіття та генетичної унікальності видів та їхніх природних популяцій;
3. збереження різноманіття структури популяції (статевої, вікової, соціальної);
4. збереження різноманіття популяцій, внутрішньовидових форм (рас, екологічних форм, підвидів та ін.);
5. збереження середовища існування – типового для певних популяцій.

Принципи розв'язання проблем екосистемного рівня [98]:

1. збереження та відновлення рослинних і тваринних угруповань;
2. підтримання природних процесів формування складу і структури цих угруповань;
3. збереження та відтворення природних екосистем;
4. збереження різноманіття екосистем;
5. збереження абіотичного середовища (абіотичних компонентів екосистем).

Принципи розв'язання проблем біосферного рівня [98, 13]:

1. збереження територіальних комплексів екосистем – біомів;
2. збереження глобальної екосистеми – біосфери;
3. збереження глобального видового різноманіття;

Збереження генофонду рослинного і тваринного світу – генетичної пам'яті розвитку життя на Землі [10, 13, 98].

До сучасних методів збереження біорізноманіття належать:

– Червона книга – це офіційний документ, що містить регулярно поновлювані дані про стан та розповсюдження рідкісних і тих, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин і тварин. У 1949 році МСОП створив Комісію з рідкісних та зникаючих видів, яка мала за мету створення світового кадастру рослин і тварин, яким загрожує зникнення [87]. Цей список було запропоновано назвати Червоною книгою (Red Data Book), оскільки червоний колір характеризує небезпеку. Червона книга МСОП не є юридичним документом, а має рекомендаційний характер. Що стосується Червоної книги України, вона є основним державним документом, який містить перелік рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тваринного й рослинного світу в межах території України, а також узагальнені відомості про сучасний стан цих видів рослин і тварин та заходи щодо їхнього збереження і відтворення [23, 28].

– Зелена книга України – офіційний державний документ, в якому зосереджено відомості про стан рідкісних, тих що перебувають під загрозою зникнення, і типових природних рослинних угруповань, що підлягають охороні. Зелена книга є унікальним у світовій практиці виданням і являє собою новий концептуальний підхід до збереження біорізноманіття на ценотичному рівні [43, 96].

– Важливим аспектом збереження біорізноманіття є охоронні території, які визначають спеціальний режим природокористування. Значною мірою вирішенню завдань збереження біологічного та ландшафтного різноманіття сприяло розроблення та затвердження Верховною Радою України у 1994 р. «Програми перспективного розвитку заповідної справи в Україні». У ній було визначено стратегію розвитку цього важливого напрямку природоохоронної діяльності, наукові, правові, організаційні, фінансові та матеріально-технічні засоби реалізації. Закон «Про природно-заповідний фонд України» 1992 р.



забезпечує класифікацію територій та об'єктів природно-заповідного фонду і виділяє окремо природні території та об'єкти і штучно створені комплекси. До першої групи належать: природний заповідник, біосферний заповідник, національний природний парк, регіональний ландшафтний парк, заказник, пам'ятка природи, заповідне урочище. До другої групи належать: ботанічний сад, дендрологічний парк, зоологічний парк, парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва [14, 22, 96].

– Міжнародне співробітництво в питаннях збереження біорізноманіття. У світі є декілька груп організацій, що займаються питаннями охорони довкілля. Це організації ООН, зокрема, ЮНЕП, ЮНЕСКО; різні міжурядові та неурядові організації типу МСОП, Фонд дикої природи, Грінпіс; наукові та навчальні заклади, які займаються дослідженням специфічних проблем. Україна є країною з понад 50 міжнародних угод, спрямованих на збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. Найвагоміші з них Конвенція про біологічне різноманіття (Ріо-де-Жанейро, 1992.) [10], Конвенція про водно-болотні угіддя (Рамсар, 1971.) [28]. Конвенція про міжнародну торгівлю видами тваринного світу, що перебувають під загрозою зникнення (Вашингтон, 1973) [27], Конвенція про охорону дикої фауни та флори і природних середовищ у Європі (Берн, 1979) [28] та Конвенція про збереження мігруючих видів диких тварин (Бонн, 1979) [22]. Важке економічне становище України не дає змогу повністю реалізувати наявні можливості й запровадити нові інструменти для збереження та відтворення біорізноманіття в Україні. Тому актуальною є технічна та фінансова допомога, яка надається міжнародними організаціями, поміж них: Глобальний екологічний фонд, Міжнародний банк реконструкції та розвитку, Рада Європи, ЮНЕП та інші, а також розвиненими країнами – США, Канадою, Францією, Австрією тощо [13, 24, 47].

За підтримання Глобального екологічного фонду та відповідно до угод між Україною й Міжнародним банком реконструкції та розвитку на умовах безповоротної фінансової допомоги фінансуються такі важливі для

збереження біологічного різноманіття проєкти: «Збереження біорізноманіття Карпат». Вартість проєкту – 500 тис. доларів США. Термін виконання – 1993 – 1997 рр. (проєкт завершений). Проєкт був спрямований на покращення охорони цінних природних екосистем Карпат, передусім у межах Карпатського біосферного заповідника та прилеглих до нього територій; «Збереження біорізноманіття в українській частині дельти Дунаю». Вартість проєкту – 1500 тис. доларів США. Термін виконання – 1994 – 1998 рр. Метою проєкту є покращення управління природними ресурсами в дельті Дунаю, розширення території природного заповідника «Дунайські плавні» та створення на його базі біосферного заповідника; Питання збереження біологічного різноманіття є складовими міжнародної Програми «Управління станом і захист Чорного моря», яка виконується за підтримання Глобального екологічного фонду та в реалізації якої беруть участь держави Чорноморського регіону, у тому числі Україна [59].

Українськими фахівцями разом із МСОП здійснюються пректи «Збереження та невиснажливе використання лісів у Центральній і Східній Європі» (1995 – 1996 рр.) та довготермінової політики, що законодавчо буде закріплено в основних напрямках державної політики у галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки, затверджених Верховною Радою України 5 червня 1997 року, відповідних програмах діяльності Кабінету Міністрів України та постанові Кабінету Міністрів України від 12 травня 1997 р. «Про концепцію збереження біологічного різноманіття України» [33]. Створення екологічної мережі (рис. 1.6), до якої входитимуть найбільші об'єкти природно-заповідного фонду України, справді може закласти міцні підвалини у розв'язанні проблеми, пов'язаної зі збереженням та раціональним використанням земель, необхідних нашій країні для того, щоб зберегти тваринний і рослинний світ, що постійно зазнає людського втручання. Зокрема, особливої уваги заслуговують місця оселення тварин та гніздування птахів, території, на яких зростають зникаючі види рослин, а також землі, які

здавна використовуються тваринами для міграції. Екологічна мережа (рис. 1.6) – єдина територіальна система, яка включає ділянки природних ландшафтів, що підлягають особливій охороні і території та об'єкти природно-заповідного фонду, курортні й лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, полезахисні території та об'єкти інших типів, що визначаються законодавством України, і є частиною структурних територіальних елементів екологічної мережі – природних регіонів, екологічних коридорів, буферних зон [47].

Основною метою Програми є збільшення площі земель країни з природними ландшафтами до рівня, достатнього для збереження їхнього різноманіття, близького до властивого їм природного стану, та формування їхньої територіально єдиної системи, побудованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграції та поширення видів рослин і тварин, яка б сприяла збереженню природних екосистем, видів рослинного і тваринного світу та їхніх популяцій. Водночас національна екологічна мережа має відповідати вимогам щодо її функціонування у Всеєвропейській екологічній мережі та виконувати провідні функції щодо збереження біологічного різноманіття. Крім того, програма має сприяти збалансованому та невиснажливому використанню біологічних ресурсів у господарській діяльності:

*Нормативно-правове забезпечення.* Нормативними документами, які забезпечують формування екологічної мережі на регіональному та місцевому рівнях, є рішення обласних і місцевих рад, щодо затвердження регіональних програм та схем формування екомережі, заходів з охорони біо- та ландшафтного різноманіття, зокрема, рідкісних і зникаючих видів тварин і рослин, що підлягають особливій охороні, створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду та інші організаційні питання, а також фінансування запланованих заходів за областями.

Регуляторні механізми, пов'язані з формуванням, збереженням та невиснажливим використанням екомережі України регулюються також іншими законодавчими актами, що спрямовані на:

- збереження біологічного різноманіття («Про тваринний світ», «Про рослинний світ», «Про Червону книгу України», «Про зелену книгу України») [165];
- створення заповідних територій («Про природно-заповідний фонд України») [165];
- охорону навколишнього природного середовища («Про охорону навколишнього природного середовища»);
- невиснажливе використання природних ресурсів («Про охорону земель», Водний, Лісовий, Земельний кодекси України) [165];
- забезпечення комфортного проживання та безпеку для здоров'я людей («Про планування та забудову територій», «Про землеустрій», «Про місцеве самоврядування в Україні») інших актів законодавства України з питань формування екомережі та міжнародних договорів, згоду на обов'язковість яких надано Верховною Радою України [166].

Для забезпечення реалізації основних завдань програм Міністерство екології та природних ресурсів України разом з іншими центральними органами виконавчої влади здійснювали роботу з удосконалення нормативно-правової бази за такими напрямками:

- формування та функціонування екологічної мережі;
- охорона, використання та відтворення ресурсів рослинного і тваринного світу;
- охорона та відтворення водних ресурсів;
- охорона та відтворення земельних ресурсів.

*Організаційне забезпечення.* Для забезпечення координації діяльності центральних і місцевих органів влади, спрямованої на виконання Загальнодержавної програми формування національної екомережі України на 2000 – 2015 рр., проведення аналізу стану виконання її основних положень,

організацію розроблення Зведеної та регіональної схем формування національної екологічної мережі тощо, постановою Кабінету Міністрів України від 29 листопада 2001 р. № 1603 утворена Координаційна рада з питань формування національної екологічної мережі, як спеціальної функціональної території загальнодержавного значення до Генеральної схеми планування території України; підготовки в разі потреби пропозицій про внесення змін до Програми; організації підготовки раз на п'ять років національної доповіді про стан формування національної екологічної мережі [166].

Координаційна рада є дорадчим органом, до складу якої входять посадові особи органів виконавчої влади, а також провідні вчені, представники громадських організацій. З огляду на реорганізацію системи державних органів управління, до постанови Кабінету Міністрів України від 29 листопада 2001 року № 1603 у 2006, 2007, 2009 роках внесено зміни щодо посадового складу Координаційної ради з питань формування екологічної мережі. Щороку координаційна рада проводила засідання з питань формування національної екологічної мережі. За результатами засідань приймалися відповідні рішення, які направлялися виконавцям Програми [166].

Для координації діяльності місцевих органів виконавчої влади з формування екологічної мережі в регіонах були створені та функціонували обласні координаційні ради, до складу яких упродовж 2006 – 2010 рр. вносили зміни.

Поміж основних напрямів діяльності на регіональному рівні, спрямованих на формування екологічної мережі, виділяють такі:

- розроблення регіональних програм і схем формування екологічної мережі та інтеграція положень програм у плани економічного та соціального розвитку регіонів;
- визначення природних територій, перспективних для подальшого заповідання та збереження біотичного й ландшафтного різноманіття, їх

обстеження та підготовка наукових обґрунтувань щодо створення нових об'єктів природно-заповідного фонду і включення до екологічної мережі;

- розширення наявних і створення нових територій та об'єктів природно-заповідного фонду;
- створення лісів та інших насаджень;
- встановлення водоохоронних зон і прибережних захисних смуг вздовж водних об'єктів;
- залуження деградованих земель, виведення земель з інтенсивного використання, відновлення природного стану (ренатуралізація) територій, що зазнали антропогенного впливу;
- інвентаризація флори та фауни перспективних природних та напівприродних територій для розбудови екомережі;
- започаткування і ведення кадастрів рослинного і тваринного світу;
- формування переліку першочергових заходів щодо формування регіональної екомережі на наступний рік із передбачуваними обсягами фінансування місцевими коштами;
- проведення тематичних конференцій за участю зацікавлених сторін, громадськості тощо;
- інформування громадськості щодо цілей і завдань розбудови екомережі через засоби масової інформації.

*Фінансове забезпечення.* Основним джерелом покриття витрат на формування національної екологічної мережі загальнодержавного значення є кошти, передбачені в загальному та спеціальному фондах Державного бюджету України на виконання заходів, що забезпечують охорону навколишнього природного середовища.

Природоохоронні заходи, спрямовані на виконання Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України на 2000 – 2015 рр., фінансувалися за коштів бюджетних програм [166]:

- формування національної екологічної мережі – з Державного фонду охорони навколишнього природного середовища – 9469,9 тис. грн;

- прикладні наукові та науково-технічні розробки, виконання робіт за державними цільовими програмами й державним замовленням у сфері природоохоронної діяльності та гідрометеорології, фінансова підтримка підготовки наукових кадрів – із загального фонду державного бюджету – 501,6 тис. грн.

Доречно зазначити, що стан фінансування заходів, спрямованих на формування національної екологічної мережі, збереження біологічного та ландшафтного різноманіття на місцевому та регіональному рівні, був незадовільним. Фактичне фінансування зазначених заходів на місцевому рівні здійснювалося в основному за коштом місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища (до 90 %) і становило приблизно 9 % обсягу коштів місцевих фондів [58].

*Наукове забезпечення.* Задля наукового забезпечення виконання заходів і формування національної екологічної мережі Програма передбачає проведення фундаментальних і прикладних досліджень, спрямованих на розроблення рекомендацій та методів, щодо збереження та відтворення біо- і ландшафтного різноманіття. Це має забезпечити збалансоване й невиснажливе використання їхніх природних ресурсів, інвентаризацію природних комплексів та компонентів, організацію ведення кадастрів природних ресурсів і моніторингу довкілля у межах національної екологічної мережі, створення відповідних банків даних та геоінформаційних систем.

Програма передбачає такі заходи з формування національної екомережі [33, 78, 166]:

- розроблення проєктів створення, відведення земель для організації території об'єктів природно-заповідного фонду;
- ведення державного кадастру природно-заповідного фонду України;
- збереження популяцій видів рослин і тварин;
- здійснення заходів, що впливають з виконання зобов'язань України за міжнародними договорами;
- наукові розробки для забезпечення реалізації Програми.

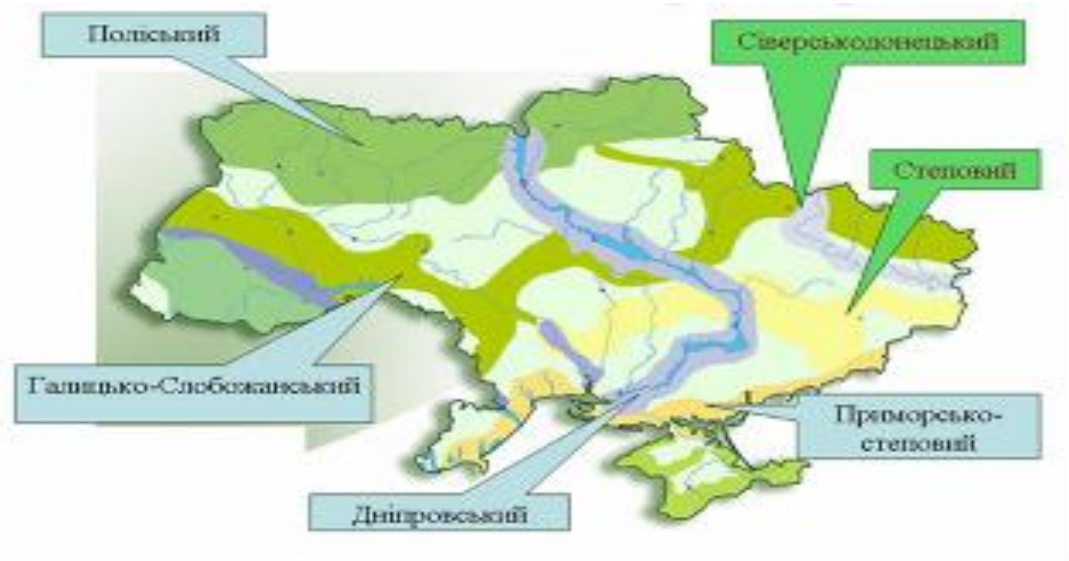


Рис. 1.6. Карта екомережі України [166]

### Висновки до розділу 1

1. Біологічне різноманіття – унікальна особливість живої природи. Саме завдяки йому формується структурно-функціональна організація екосистем, що забезпечує їхню стабільність і стійкість до змін зовнішнього середовища, у тому числі спричиненими антропогенними впливами.

2. Головні загрози біорізноманіттю пов'язані сьогодні з діяльністю людини. Вони полягають у знищенні природних середовищ існування тварин і місць зростання рослин, їх фрагментації та деградації (включно з забрудненнями), у глобальній зміні клімату, екологічно-незбалансованій експлуатації видів людиною, поширенні чужорідних видів, розповсюдженні хвороб тощо.

3. Біорізноманіття комах в природі виконує важливу біологічну і високу еколого-економічну функцію: – перероблення гною; контроль чисельності шкідників культурних рослин; запилення; джерело харчування для інших тварин. За оцінюванням глобального економічного значення лише запилення комахами сільськогосподарських рослин становить 112–200 млрд доларів США щорічно.



4. Одним з найкращих заходів збереження біорізноманіття є створення екомереж на регіональному, національному та європейському рівнях.

## **РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Методи проведення дослідження стану агроландшафтів України**

У ході системного аналізу використовували аналітичні, еколого-статистичні та розрахунково-аналітичні методи, апробовані та рекомендовані для польових, лабораторних досліджень в галузі екології. Серед основних методів досліджень використовували такі:

1. науково-пошуковий: опрацювання джерел літератури;
2. камеральний: формування етапів дослідження, узагальнення базових матеріалів, статистичних даних;
3. польовий: робота з кадастровою картою, звітною документацією господарства щодо структури посівних площ, результатами суцільного ґрунтово-агрохімічного обстеження сільськогосподарських угідь;
4. розрахунковий: комплексна агроекологічна оцінка земель сільськогосподарського призначення (методика бального оцінювання) [157].
5. статистичний метод – встановлення достовірності отриманих даних.

#### **2.2.1. Методика оцінки екологічної стійкості агроландшафтів**

Екологічна стійкість агроландшафтів напряму залежить від площ збережених природних біогеоценозів, фітоценозів. Поліпшення екологічної ситуації вбачається в зниженні питомої ваги орних земель і, відповідно, в збільшенні площі кормових угідь, чагарниково-деревних насаджень, тобто еколого-стабілізуючих угідь, що функціонують за природними аналогами при мінімізованому антропогенному впливі [157].

Базовими якісними показниками, які вказують на екологічну збалансованість агроландшафтів, їх стійкість і ступінь перетворення під впливом господарської діяльності, є коефіцієнти антропогенного навантаження та екологічної стійкості.

Коефіцієнт антропогенного навантаження (*Ка.н.*) характеризує: наскільки великий вплив несе в собі діяльність людини на стан довкілля, в тому числі і на земельні ресурси. Даний коефіцієнт вираховується за формулою 2.1:

$$Ка.н.= P*B/P \quad (1), \quad 2.1$$

де P – площа земель з відповідним рівнем антропогенного навантаження, га.; B – бал, відповідної площі з певним рівнем антропогенного навантаження. Згідно розробок А.М. Третьяка (формула 1) [167], землі промисловості, транспорту, населених пунктів мають 5 балів; орні землі, багаторічні насадження – 4; природні кормові угіддя, залужені балки – 3; лісосмуги, чагарники, ліси, болота, землі під водою – 2; мікрозаповідники – 1 бал [157]. Оцінка впливу складу угідь на екологічну стабільність території, стійкість якої залежить від сільськогосподарської освоєності земель, розораності і інтенсивності використання угідь, проведення меліоративних і культуртехнічних робіт, забудови території, характеризується коефіцієнтом екологічної стабільності. За розрахунками І. Риторські та Е. Гойке [157], коефіцієнт екологічної стабільності окремих угідь становить: забудована територія і дороги – 0,00; рілля – 0,14; лісосмуги – 0,38; фруктові сади, чагарники – 0,43; городи – 0,50; сіножаті – 0,62; пасовища – 0,68; ставки і болота природного походження – 0,79; ліси природного походження – 1,00 [156].

При різному складі земельних угідь коефіцієнт екологічної стабільності території землекористування (*Кек.ст.*) розраховується за формулою 2.2:

$$Кек.ст.=K_i*N_i/P_i \quad 2.2$$

де  $P_i$  – площа угіддя і-го виду;  $K_i$  - коефіцієнт екологічної стабільності угіддя і-го виду.

Якщо одержане значення *Кек.ст.* менше 0,33, то землекористування є екологічно нестабільним, якщо змінюється від 0,34 до 0,50, то відноситься до

стабільно нестійкої, якщо знаходиться в межах від 0,51 до 0,66, то переходить в межі середньої стабільності, якщо перевищує 0,67, то територія землекористування є екологічно стабільною.

Слід зауважити, що близько 72 % територій України – це сільськогосподарські землі, тобто біорізноманіття в Україні є переважно сільськогосподарським, а його збалансоване використання й підтримка повинні виступати основними пріоритетами при розробці стратегії невиснажливого розвитку. Україна як держава з достатньо різноманітною біотою (понад 70 тис. видів), вартість якої оцінена в 7,6 трлн. доларів США [6], є одним із потужних резерватів відновлення біорізноманіття Європи, і тому зберігання біорізноманіття як складової природного капіталу України може бути одним із важливих чинників росту її ВВП. В цьому контексті слід звернути увагу на те, що офіційній статистичній базі з питань агробіорізноманіття в Україні притаманні: по-перше: розкиданість, розсіяність необхідних даних по різних статистичних джерелах; по-друге: частковість вихідних даних; по-третє: подекуди, неповнота даних у порівнянні зі значенням подібних міжнародних індикаторів; по-четверте: здебільшого відсутність показників, які відбивають динаміку стану агробіорізноманіття або питому вагу; по-п'яте: незатребуваність державною статичною звітністю відповідної статистичної інформації, що міститься у розробках наукових установ. Зазначені недоліки ускладнюють процес розбудови української офіційної статистики у напрямі наближення її та адаптації до світових стандартів, водночас, виявляючи певні резерви і шляхи проведення необхідної роботи з удосконалення національної статистичної бази. Таким чином, слід зауважити наступне: «здорове навколишнє середовище є основою здорової економіки; без продуктів та послуг, які забезпечують різноманітні природні системи, ми не змогли б виживати, не кажучи про процвітання» – за даними проекту біорізноманіття.

Екологічну стійкість (стабільність) території визначають за коефіцієнтом екологічної стабільності території ( $K_{ec}$ ) та розраховують за формулою (2.3):

$$K_{ec} = \frac{\sum^n S_i K_i}{\sum^n S_i} \quad 2.3$$

де  $K_i$  – коефіцієнт екологічних властивостей угідь і-виду (їх значення наведені в таблиці 2.1);

$S_i$  – площа угіддя і-виду, га;

$n$  – кількість показників.

За критерій антропогенного тиску на довкілля використовували коефіцієнт антропогенного навантаження  $K_{ан}$ , що визначали за формулою (2.4):

$$K_{ан} = \frac{\sum^n S B}{\sum^n S} \quad 2.4$$

де  $S_1 - S_n$  – площа угіддя з певним рівнем антропогенного навантаження;

$B_1 - B_n$  – оціночні бали відповідних угідь (5-ти бальна шкала наведена в табл. 2.5);  $n$  – кількість показників.

Таблиця 2.1.

### Значення коефіцієнтів екологічних властивостей різних типів угідь (К)

Угіддя	К
Рілля	0,14
Виноградники	0,29
Лісосмуги	0,38
Багаторічні насадження, чагарники	0,43
Городи	0,50
Сіножаті	0,62
Пасовища	0,68
Ставки і болота природного походження	0,79
Ліси природного походження	1,00
Забудована територія і дороги	0,00

Як свідчать результати проведеної оцінки функціонального використання земельних угідь Тернопільської області, найбільшим чинником

антропогенного тиску та дестабілізації екологічної ситуації у регіоні є ступінь розораності ґрунтового покриву, між якими виявлено пряму залежність [72].

Таблиця 2.2.

**Бальна оцінка ступеня антропогенного навантаження на земельні угіддя**

Вид угідь	Бал
Землі промисловості, транспорту, під забудовою	5
Рілля, багаторічні насадження	4
Природні кормові угіддя, залужені балки	3
Лісосмуги, чагарники, ліси, болота, під водою	2
Мікрозаповідники	1

Залежно від одержаних значень  $K_{ec}$  та  $K_{an}$  визначали стан екологічної стабільності території і рівень антропогенного навантаження на земельні ресурси за шкалою (табл. 2.3).

Таблиця 2.3.

**Оцінка екологічного стану території за показниками  $K_{ec}$  та  $K_{an}$**

Коефіцієнти		Екологічний стан	Рівень антропогенного навантаження
$K_{ec}$	$K_{an}$		
$\leq 0,33$	4,1–5,0	Екологічно нестабільний	Високий
0,34–0,50	3,1–4,0	Слабо стабільний	Підвищений
0,51–0,66	2,1–3,0	Середньо стабільний	Середній
$\geq 0,67$	1,0–2,0	Екологічно стабільний	Низький

**2.2. Методика оцінювання дії чинників різної природи на біорізноманіття за індикатором RDB – індекс (відповідь червонокнижних видів)**

Індекс запропоновано Проектом BINU і він є новим для України. Автори вважають, що користувачами можуть бути, зокрема, Кабінет Міністрів України, спеціально уповноважені центральні органи виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів; Національна комісія з питань Червоної книги України [164]; установи з питань мисливського господарства та

полювання, рибного господарства та їхні органи на місцях; місцеві державні адміністрації, інші спеціально уповноважені органи виконавчої влади, відповідно до їхніх повноважень; бенефіціар та реципієнти проєкту ЮНЕП–ГЕФ «Індикатори біорізноманіття для національних потреб» (BINU), навчальні заклади, де викладається екологія, інші користувачі. Ключові питання, на які допомагає відповісти індикатор: «Які основні фактори, що викликають втрати чи збільшення агробіорізноманіття, та як зміни у землекористуванні впливають на втрату чи збільшення агробіорізноманіття?», «Як створити сценарії змін агробіорізноманіття, та як зупинити втрати біорізноманіття у найближчому майбутньому?».

*Масштаб для застосування та потенціал для агрегації.* Вся Україна фактично є індексом щодо основних категорій антропогенної діяльності, які є причиною переходу видів до категорій зникаючі, зниклі, вразливі для подальшого внесення їх до Червоної книги України.

*Значення та потенційні причини тенденції (падіння чи зростання).* Антропогенний тиск впливає на стійкість екосистеми: за посилення дії певного антропогенного чинника, відповідно, страждають або зникають ті чи інші види в зоні цього впливу; за послаблення впливу і, відповідно, покращення стану популяцій деяких видів, такі можуть бути вилучені з Червоної книги України. В низці публікацій акцентується, що кількість червонокнижних видів в Україні буде збільшуватись, тому цей індекс надзвичайно актуальним.

*Залучення в менеджменті біорізноманіття.* Використання й обґрунтування індексу ініційовано Проєктом BINU. Поштовхом була публікація однієї з установ-реципієнтів Проєкту BINU – УІДНСіР. У перспективі RDB-індекс враховуватиметься під час реалізації Концепції збалансованого розвитку аграрної сфери України. Основні положення цієї концепції опубліковані у 2003 році [73]. Зазначеного індексу, із зрозумілих причин, немає в списку, укладеному Допоміжним органом із науково-технічної та технологічної підтримки (SBSTTA), що при Комітеті Конвенції з

біорізноманіття. Можна передбачити, що фахівці звернуть на нього увагу, оскільки RDB-індекс допомагатиме оцінювати ситуацію і поза межами України. Алгоритму перерахунку цього індексу в якийсь інший щодо біорізноманіття ще не вдосконалено, хоча, фактично мова йде про біорізноманіття в контексті «червонокнижних видів». Учасниками робочих нарад по BINU, які відбулися у 2002 – 2004 рр., було прийнято, що актуальною є індикація тиску на дике агробіорізноманіття і до цього мають відношення види Червоної книги України. Одна із версій назви цього нового індекса: Критичні види антропогенної діяльності, які є причиною переходу видів до категорій зникаючі, зниклі, вразливі – для внесення їх до Червоної книги України.

Одиниці виміру (наприклад, км<sup>2</sup>, кількість особин, % змін) в нашому прикладі – це % (див. процес обчислення). Характеристика вихідних даних (походження, дати, одиниці вимірювання, розмір та протяжність, відповідальні особи). Джерелом інформації є Червона книга України, інші відповідні матеріали державної статистичної звітності [127].

Індикатор визначається на підставі даних Червоної книги України, як відношення кількості «червонокнижних видів» із певної групи антропогенної діяльності до загальної кількості видів, що потрапили до Червоної книги України внаслідок усіх інших видів антропогенної діяльності. Як було запропоновано розробниками RDB-індексу, види антропогенної діяльності класифікуються у відповідності до матриці Леопольда [111] (табл. 2.4).

Джерелом даних та процесом їх поповнення є Червона книга України (Рослинний та Тваринний світ). Кабінет Міністрів України забезпечує офіційне видання та розповсюдження Червоної книги України не рідше одного разу на 10 років.



Таблиця 2.4.

**Формалізовані екологічні чинники впливу на біорізноманіття  
території (матриця Леопольда)**

<b>Група</b>	<b>Визначення ризиків від</b>
1	Забруднення навколишнього середовища (евтрофування водойм; забруднення водойм, повітря, ґрунту; використання пестицидів, добрив; зміна режиму солоності)
2	Деградація ґрунтів (розорювання земель)
3	Зміна режиму ґрунтових вод (зміна рівня води в дельтах рік, лиманах, водосховищах; зміна гідрологічного режиму; створення штучних водойм; осушувально-меліоративні заходи)
4	Знищення екониш (осушування боліт, заплав річок; вирубування лісів, знищення водойм, розорювання цілих земель, розчленування ареалів під впливом господарської діяльності; санітарні рубки; заміна первинних лісів вторинними; деградація місць гніздування; затоплення заплав річок)
5	Трансформування та руйнування ландшафтів (ерозійні процеси; штучне заліснення з порушенням первинного стану екосистем; терасування схилів; скорочення площ лісів; зарегулювання стоку річок)
6	Будівництво (забудова прибережних частин; будівництво ГЕС, АЕС; створення водосховищ, прокладання густої мережі доріг)
7	Добування корисних копалин (пісок, щебінь, граніт, камінь, вапняк; розробка торфовищ)
8	Сільськогосподарська діяльність (нераціональне використання сільськогосподарських угідь)
9	Рекреаційне навантаження (туризм)
10	Нераціональне добування ресурсів (браконьєрство; полювання; колекціонування; збирання заготівельними організаціями)
11	Природні чинники (тенденція виду до вимирання, епізоотії; генетичні порушення; знищення видами-конкурентами, повільне розмноження; зміна кліматичних умов)

### 2.3. Методика дослідження стану ентомофауни агроландшафтів

З урахуванням видової насиченості ентомофауни агроценозів України, стан популяцій досліджували на прикладі індикаторної групи видів – ентомологічного комплексу основних комах-фітофагів посівів пшениці озимої. До 2005 року в цей комплекс входили наступні види: мухи злакові – шведські (*Oscinosoma frit* L. і *Oscinella pusilla* Mg.), гессенська (*Mayetiola destructor* Say.), озима (*Hylemyia coarctata* Fln.), пшенична (*Phorbia securis* Tiensum.), опоміза (*Opomyza Florum* F.); попелиці злакові – звичайна злакова (*Schizaphis graminum* Rond.), велика злакова (*Sitobion avenae* F.); клопи хлібні – черепашка шкідлива (*Eurygaster integriceps* Put.), клоп маврський (*Eurygaster*

*maura* L.), клоп австрійський (*Eurygaster austriacus* Schr.), клоп гостроголовий (*Aelia acuminata* L.); жуки хлібні – жук кузька (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), жук красун (*A. segetum* Hrbst.), жук хрестоносець (*A. agricola* Poda.); трипс пшеничний (*Haplothrips tritici* Kurd.); совка озима (*Agrotis segetum* Schiff.), турун хлібний (*Zabrus tenebrioides* Geoze.); дротяники (личинки коваликів) (Elateridae) [139]. Для визначення ступеня загрози урожаю від шкідників користувалися [171]. Найвну чисельність шкідливого виду усереднювали за областями агроекологічної зони спостережень.

Для аналізу ходу природного потепління використали багаторічну базу даних Гідрометеоцентру України. Відомо, що природно-кліматичні зони України характеризуються специфічними показниками норми СЕТ. На період аналізу норми для різних природно-кліматичних зон становили: Полісся – 969 °С, Лісостеп – 1124 °С, Степ – 1400 °С [97].

Визначали СЕТ вище 10 °С за період вегетації для кожної природно-кліматичної зони за формулою [71]:  $\Sigma te_{\phi} = (t_{сер} - B) n$ ; де  $\Sigma te_{\phi}$  – сума ефективних температур повітря за період, °С,  $t_{сер}$  – середня за період активна температура повітря, °С,  $B$  – біологічний мінімум (для комах становить 10 °С), °С,  $n$  – кількість днів у періоді.

Результати аналізу обробляли статистично за програмою Excel, проводили лінійний кореляційно-регресійний аналіз. Для оцінки сили кореляційного зв'язку використовували шкалу Чеддока [30]: за абсолютного значення  $r_{xy} < 0.3$  сила кореляційного зв'язку слабка, за  $r_{xy}$  від 0.3 до 0.5 – помірна, за  $r_{xy}$  від 0.5 до 0.7 – помітна, за  $r_{xy}$  від 0.7 до 0.9 – висока, за абсолютного значення  $r_{xy} > 0.9$  – сила кореляційного зв'язку дуже висока. Для оцінки достовірності [30].

#### **2.4. Методика визначення індикатора глобального біорізноманіття – LPI – індекс.**

Індекс «живої планети» (LPI-index) – індикатор глобального біорізноманіття. За його допомогою визначається стан біологічного

різноманіття та здоров'я нашої планети. Опублікований вперше в 1998 році, впродовж десятиліть цей показник використовується для моніторингу чисельності тисяч видів ссавців, птахів, риб, рептилій, безхребетних та амфібій в світі. Індекс використовує тенденції, які стали одиницею виміру змін біорізноманіття. Зібрана інформація про чисельність популяцій враховується у Глобальному індексі, а також у індексах конкретних біогеографічних районів та локальних територій, що базуються на чітких угрупованнях видів [15].

Індекс розраховується у відсотках від оцінюваної величини популяції в рік, коли було започатковано моніторинг; основне значення індексу визначається, як середнє з індексів усіх видів, включених до розрахунку, за кожен часовий інтервал. Індекс був розрахований для лісових, морських і прісноводних екосистем. Значення індексу лісових екосистем, розрахованого на основі чисельності 319 видів помірних і тропічних широт (переважно птахів), що зменшуються на 12 відсотків за період з 1970 до 1999 року. Значення індексу для видів помірних широт за цей період незначно зменшується (основне зведення лісів в цій зоні відбувалося до ХХ століття). Показник по тваринному світу внутрішніх водойм і заболочених територій, представлений 194 популяціями, скоротився на 50 відсотків. Це доводить, що екосистеми внутрішніх водойм деградували сильніше в порівнянні з іншими типами екосистем, що підтверджується й іншими даними.

Для порівняння та усереднення багаторічних даних динаміки різних популяцій, показники чисельності для кожної досліджуваної популяції нормували до чисельності популяції у 2004 році. Отримували низку індексів, значення яких свідчили щодо стану популяції у кожному році: якщо індекс більше одиниці – популяція збільшила свою чисельність, якщо менше одиниці – зменшила. Для визначення LPI-index згідно з методикою чисельність досліджених популяцій за кожний рік усереднювали.

## 2.5. Методика еколого-економічної оцінки екосистемних послуг

Роботу проводили у польовій сівозміні фермерського господарства «ХАЛАХУР І КО» Уманського району Черкаської області. Землі господарства рівнинні, належать до зони Лісостепу України.

Досліди проводили на посівах таких ентомофільних культур, як гречка посівна (*Fagopyrum esculentum* Moench) сорту Мальва, ріпак озимий (*Brassica napus* L.) сорту Умберто КВС, соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.) гібриду Антей та огірок посівний у відкритому ґрунті (*Cucumis sativus* L.) сорту Рамзес. Відомо, що медоносні бджоли запилюють приблизно 80 % ентомофільних культур, інші комахи – 18 %, вітром запилюється 2 % [58]. Інтенсивність відвідування рослин комахами-запилювачами проводили методом прямого спостереження [68, 69].

Для кожної культури була обрана ділянка площею 1 м<sup>2</sup> для підрахунку комах, які прилітали на квітки рослин. Огляд комах проводили в період цвітіння ентомофільних культур, переважно в ранкові та вечірні години з 9 до 10 та з 16 до 18 години упродовж 15 хвилин кожного обліку. Визначали кількість домашніх бджіл, що прилетіли, із загальної кількості комах, які відвідували культурні рослини на дослідних ділянках. Визначення комах проводили окомірно – у випадку бджоли медоносної це не спричиняло труднощів, інших представників оцінювали на рівні ряду. Так, поміж диких запилювачів траплялися представники рядів Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera та роду *Bombus*.

Під час визначення економічної складової, використовували результати досліджень приросту врожаю різних ентомофільних культур від запилення [58]. Поточну вартість сільськогосподарської продукції аналізували за даними мережі Інтернет.

Отримані результати обробляли статистично за стандартними програмами обробки результатів біологічних експериментів.

### РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ БАГАТОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ОСНОВНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ В УКРАЇНІ

Клімат України значною мірою формується під впливом глобального клімату й наразі характеризується, як потепління, що супроводжується деяким зменшення кількості опадів. Найбільш інтенсивне потепління клімату в Україні чітко простежується з 1988 – 1989 рр. За минулий після цього період воно найбільш чітко виражене в зимові місяці, а середня місячна температура двох зимових місяців (січня та лютого) зросла найбільше. Поступово зростає й температура літніх місяців, чітко простежується тенденція деякого зниження температури в листопаді та в грудні [4, 5, 7].

Зміна температурного режиму та режиму зволоження в Україні та розвиток значної кількості стихійних явищ, які й надалі становитимуть характерну особливість регіонального клімату, пов'язані зі змінами атмосферної циркуляції у всьому Євroatлантичному регіоні, які зумовлюють посилення впливу Атлантики на погоду України. В останнє десятиріччя відбулося зміщення на схід (до 20°) «центрів дії атмосфери» Сибірського та Азорського максимумів (антициклонів), що супроводжувалося зростанням ймовірності формування позитивних аномалій температури повітря в Україні взимку [92].

#### *Полісся.*

Середня річна температура повітря є головним показником термічного режиму території. Аналіз цього показника за тривалий період спостережень дає змогу виявити тенденції його зміни. Як свідчать дані наведені на рисунку 3, до 1989 року позитивні та від'ємні відхилення значень середньої річної температури повітря від норми загалом були рівноважними. Починаючи з 1989 року, як і в інших природно-кліматичних зонах України (Степ та Лісостеп), середня річна температура повітря в основному перевищувала норму на 0,5-2,0 °С. Винятком були всього два роки – 1993 та 1996, коли середня річна температура повітря була близькою або дещо нижчою кліматичної норми.

Середнє за приблизно 15 років (1999 – 2016 рр.). відхилення річної температури повітря склало близько плюс 1,2 °С. Це є підтвердженням того, що зміна клімату відбувається надзвичайно швидкими темпами.

Зміна середньої температури повітря в теплий (квітень – жовтень) та холодного (листопад – березень) періодів у зоні Полісся схожа на зміну цього показника в Лісостепу та Степу, тобто температура повітря холодного періоду стійко зростає, починаючи з 1989 року, дещо пізніше визначилася й тенденція зростання її в теплий період року (рис. 3.1).

На рисунку 3.1 представлено узагальненні дані про середню місячну та середньорічну температури повітря на метеорологічних станціях, які розташовані в зоні Полісся, за різні періоди спостережень – за період 1961-1990 (кліматична норма, що характеризує сучасний клімат) та за останні 15 років (період найбільш інтенсивного потепління).

Аналіз наведених даних про середню температуру повітря за різні періоди спостережень свідчить про таке: найбільші зміни відбулися в крайніх північних районах поліської зони. Наприклад, за спостереженнями метеостанції Чернігів за період 1991 – 2005 рр. – середня температура повітря в січні була вища на 3,4 °С, у лютому – на 2,1 °С, у березні, квітні – на 1,7–1,3 °С, у липні, серпні – на 1,2 1,6 °С. У листопаді та грудні, як і в зоні Лісостепу, середня місячна температура дещо знизилася. У західних районах Полісся спостерігається схожий розподіл температури повітря. За аналізом спостережень метеорологічних станцій розташованих у поліській зоні визначено, що за останні 15 років були перевищені значення найвищої та найнижчої середньої місячної температури повітря за 100-річний період. Так, у січні 1994 р. спостерігалася найвища середня місячна температура. За аналізом спостережень метеорологічних станцій розташованих у поліській зоні визначено, що за останні 15 років були перевищені значення найвищої та

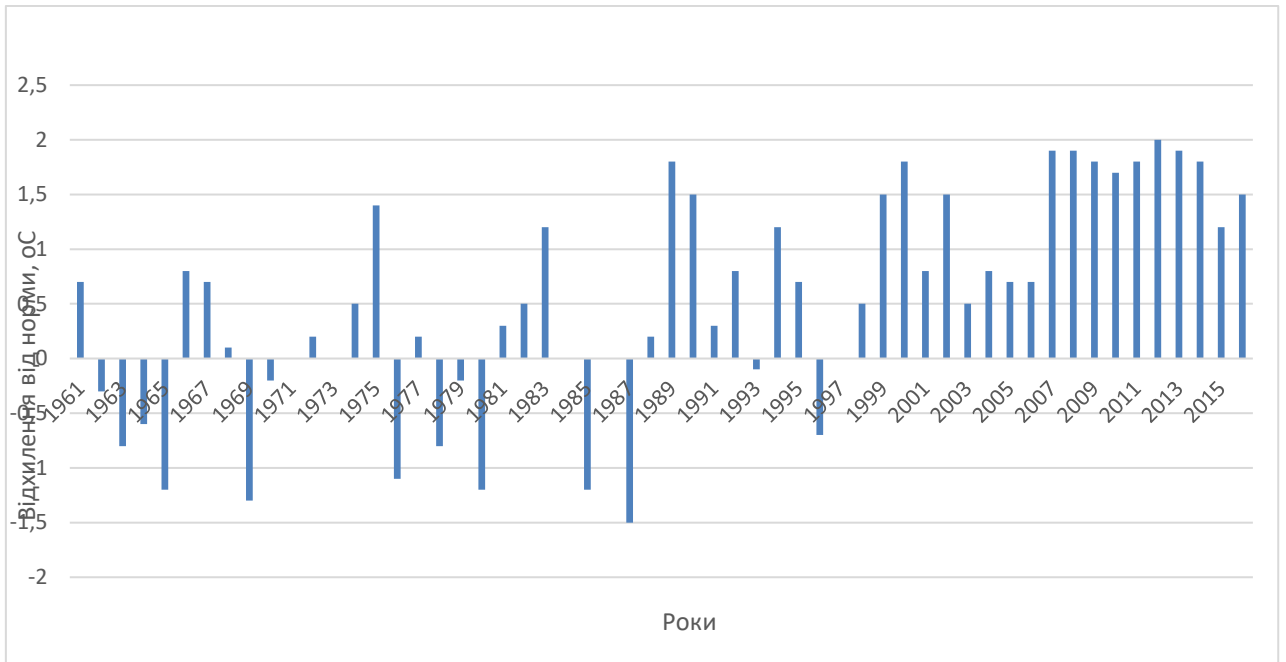


Рис. 3.1. Відхилення середньорічної температури повітря від норми за період 1961 – 2016 рр. у зоні Полісся

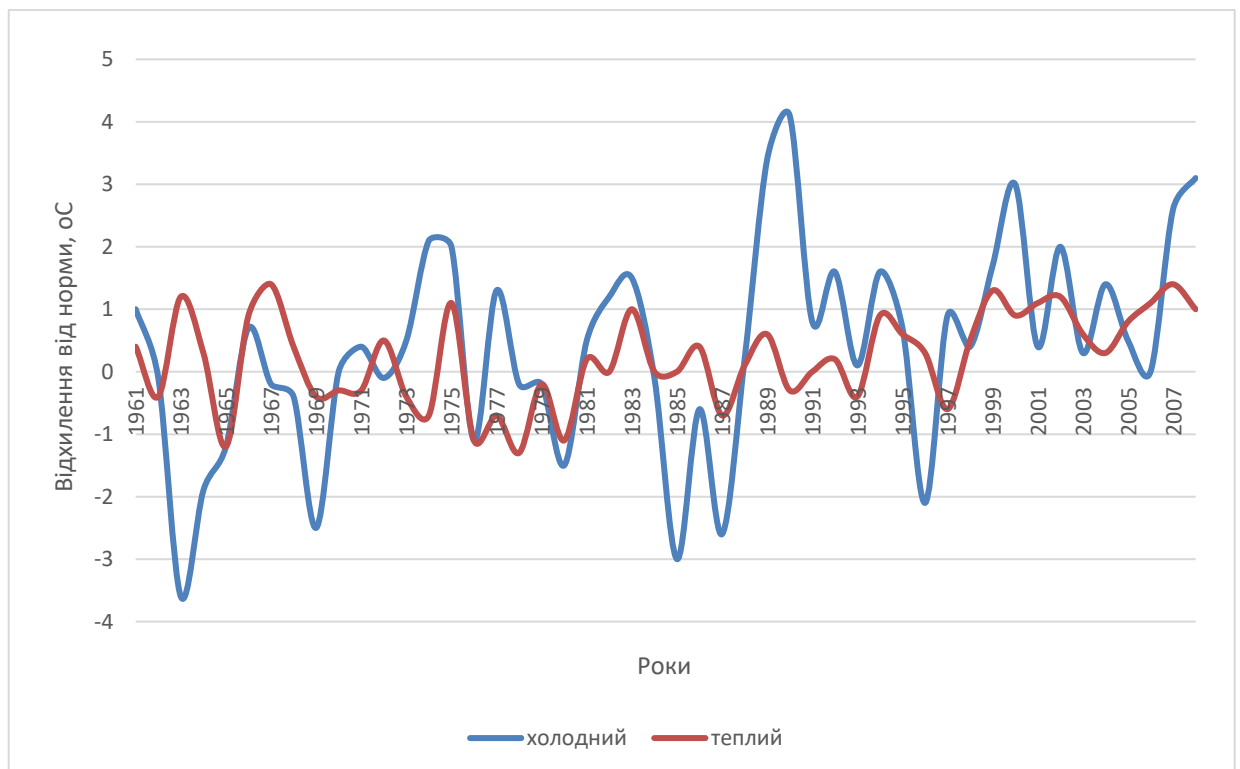


Рис. 3.2. Відхилення середньої температури повітря від норми холодного (листопад – березень) та теплого (квітень–жовтень) періодів року в зоні Полісся

найнижчої середньої місячної температури повітря за 100-річний період. Так, у січні 1994 року спостерігалася найвища середня місячна температура повітря на Поліссі – вона була додатною і становила 1 °С тепла, у найтеплішому 2007 році – 20 °С. Внаслідок суттєвого підвищення температури повітря в зимові місяці тривалість зими скоротилася на 10–15 днів.

Таблиця 3.1.

**Порівняння середньої місячної й річної температур повітря (°С)  
за різні періоди спостережень на метеостанціях зони Полісся**

Період (роки)	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Чернігів</b>													
1991 – 2016	-3,7	-3,5	0,7	8,5	14,	17,	20,	18,	13,	7,1	0,6	-4,0	7,5
1961 – 1990	-7,1	-5,6	-0,6	7,8	14,5	17,6	18,7	17,7	12,8	6,8	1,2	-3,3	6,7
Різниця	3,4	2,1	1,3	0,7	-0,2	0,1	1,6	1,2	0,2	0,3	-0,6	-0,7	0,8
<b>Луцьк</b>													
1991 – 2016	-2,7	-2,1	1,5	8,4	14,1	17,1	19,2	18,4	13,0	7,9	2,0	-2,7	7,8
1961 – 1990	-4,9	-3,5	0,9	8,0	13,8	16,8	18,0	17,4	13,3	7,9	2,6	-2,0	7,4
Різниця	2,2	1,4	0,6	0,4	0,3	0,3	1,2	1,0	-0,3	0,0	-0,6	-0,7	0,4
<b>Львів</b>													
1991 – 2016	-2,7	-1,8	1,9	8,3	13,7	16,6	18,6	17,9	12,8	8,0	2,5	-2,4	7,8
1961 – 1990	4,6	-3,1	1,1	7,7	13,2	16,1	17,3	16,8	13,0	8,0	2,5	-2,1	7,2
Різниця	1,9	1,3	0,8	0,6	0,5	0,5	1,3	1,1	-0,2	0,0	0,0	-0,3	0,6

Значно підвищилися абсолютні мінімуми температури повітря взимку. Наприклад, до 1989 року абсолютний мінімум температури повітря в поліській зоні досягав мінус 36-37 ° С, за останні 20 років найнижча температура становила мінус 25-32 °С.

У зоні Полісся тривалість залягання стійкого снігового покриву за зиму в середньому зменшилася на 10–15 діб, досить часто останніми роками за зиму



відбувається неодноразове утворення та танення снігу. Суттєво зменшилася глибина промерзання ґрунту.

Середня багаторічна сума від'ємних температур повітря за 100 річний період у поліській зоні становить – 445 °С, за стандартний період (1961 – 1990 рр.) – 420 °С, за 1991 – 2000 рр. – 320 °С. У найтеплішу зиму 2006 – 2007 рр. сума від'ємних температур повітря не перевищила 95–120 °С.

Зими останніх двох десятиріч характеризуються глибокими довготривалими відлигами, значним скороченням періоду зимового спокою культур, що зимують, сприятливими умовами для збереження шкідників та хвороб (рис. 3.3).

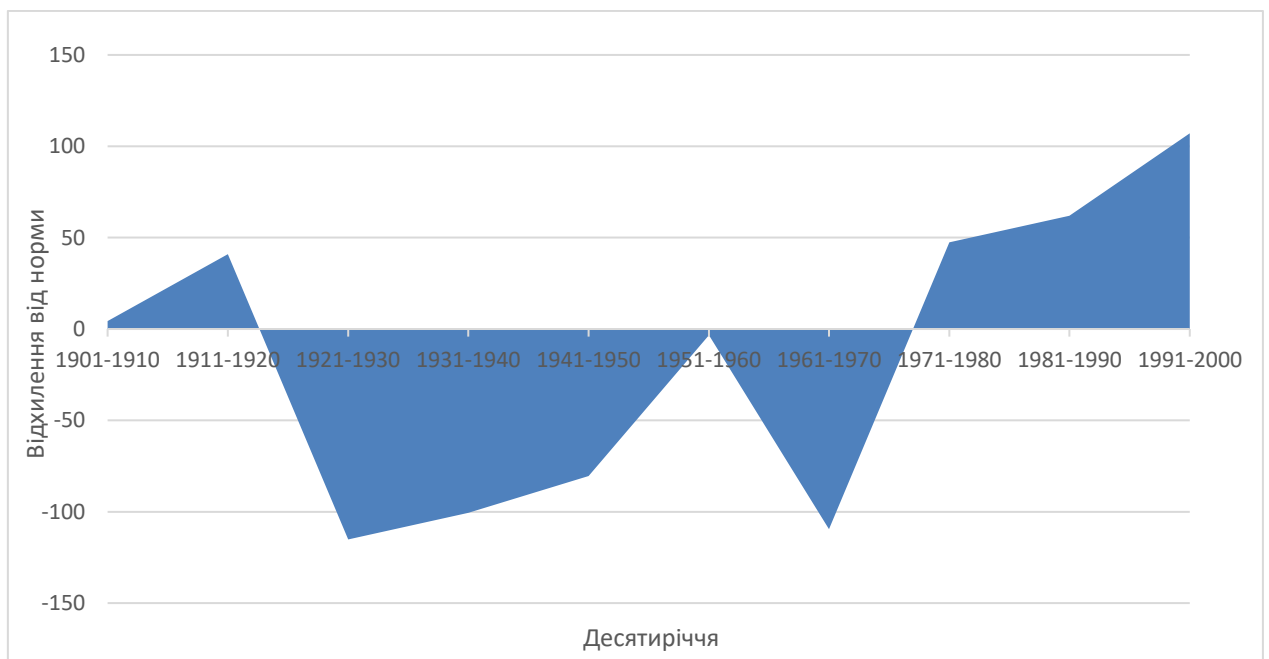


Рис. 3.3. Відхилення сум від'ємних температур повітря від стандартної норми за холодний період року по десятиріччях у Поліссі

Глибина промерзання ґрунту до 1989 року в зоні Полісся становила в середньому 30–40 см, у найхолодніші зими ґрунт промерзав до 100–150 см, в останні 20 років промерзання ґрунту в середньому не перевищує 18–25 см, а максимальне – 60–80 см.

Після 1988 року, як і в лісостеповій, так і в степовій зонах, (за винятком 2003 р.) на Поліссі щорічно спостерігався більш ранній розвиток весняних процесів. Передвесіння (період між датами переходу середньої добової температури повітря через 0 °С та +5 °С у бік підвищення) починається в середньому на півмісяця раніше.

Середня тривалість періоду з температурами вище +5 °С збільшилася в середньому на 8 – 20 діб. Дослідження зміни цього показника свідчить про те, що збільшення його тривалості не пов'язане з підвищенням температури в липні, а скоріш за все зумовлене зменшенням ступеня континентальності клімату, внаслідок чого подовжився період між датами переходу середніх добових температур повітря через +5 °С навесні та восени.

Одночасно тривалість періоду із середніми добовими температурами повітря вище +10 °С, яка асоціюється з тривалістю вегетаційного періоду для більшої кількості сільськогосподарських культур, у зоні Полісся збільшилася в середньому по зоні на 7–12 діб (табл. 3.2).

Тривалість метеорологічного літа (періоду із середніми добовими температурами повітря вище +15 °С) змінилося незначно.

У літній період помітно підвищилися максимальні температури повітря – якщо до 1989 року найвищі температури повітря, які спостерігалися у цій зоні, досягали плюс 33–35 °С, то за період 1989 – 2008 рр. було зафіксовано найвищі температури повітря – плюс 36–39 °С. Збільшилася і тривалість періодів із високими температурами повітря вдень (вище плюс 25–30 °С), збільшилася кількість днів із суховійними явищами, тобто кількість діб зі зниженням відносної вологості повітря до 30 % і нижче. Збільшення тривалості вегетаційного періоду та підвищення його тепло забезпечення набули стійкого характеру.

Таблиця 3.2.

**Динаміка термічного режиму в зоні Полісся за даними метеостанції м.  
Сарни (Рівненська область)**

Рік							
1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2016
Тривалість періоду з температурою вище +5°C							
205	198	210	200	225	215	218	213
Сума ефективних температур повітря вище +10°C							
870	780	850	800	850	1000	1035	1040
Середня температура повітря у січні, °C							
-6,1	-5,4	-5,6	-8,4	0,1	-1,0	-1,6	-1,3
Середня температура повітря у липні, °C							
17,0	17,0	17,1	16,9	17,3	17,7	18,5	19,2

За аналізом даних спостережень у період 1961 – 1970 рр. спостерігалось підвищене теплозабезпечення, у десятиріччя 1971 – 1980 рр. – понижене, а починаючи з 1981 відмічається стійка тенденція до його підвищення. На кінець 2000 року – до 100 °C Якщо середня багаторічна суми ефективних температур повітря вище +10 °C (період травень–серпень) за стандартний кліматичний період (1961 – 1990 рр.) становить – 845 °C, то за 1989 – 2008 рр. – 950 °C. У найтепліші роки (2002 та 2008) вона сягнула 1075–1100 °C.

Як і в інших природно-кліматичних зонах на Поліссі відбувається явне зменшення кількості зимових опадів. За спостереженнями метеорологічних станцій, розташованих у цій природно-кліматичній зоні, за останні 20 років кількість опадів за грудень–січень у середньому зменшилася на 15–20 %. Водночас на 6–13 % зросла кількість опадів у березні, липні та жовтні (табл. 3.3). У деякі місяці збільшилася ймовірність випадання сильних та тривалих дощів за певну добу.

Аналіз і порівняння гідротермічного коефіцієнта за різні періоди в Поліссі, вказує на те, що умови зволоження вегетаційного періоду в цій природній кліматичній зоні на цей час кардинально не змінилися, як не спостерігається й тенденції до погіршення цих умов, ймовірно завдяки тому, що відбувається зменшення кількості зимових опадів, кількість їх у теплий період дещо збільшилася.

Таблиця 3.3.

**Відхилення середньої за період 1990 – 2016 рр. кількості опадів за  
місяцями від норми (%). Полісся**

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
% до норми	85	106	109	103	100	91	106	98	126	113	100	80	101

### Лісостеп

Температурні умови. За аналізом середньої річної температури повітря за 100 років метеорологічних спостережень найтеплішим було останнє десятиріччя ХХ ст. (1991 – 2000 рр.), найхолоднішим – перші три десятиріччя ХХ ст. та сорокові роки. Як свідчать дані про відхилення середньої річної температури повітря від норми за період 1991 – 2016 рр. в зоні Лісостепу лише середня річна температура повітря перевищує норми в середньому на 1,0 °С, а в же у 2017 році на 1,8 °С (рис. 3.2) [25, 48].

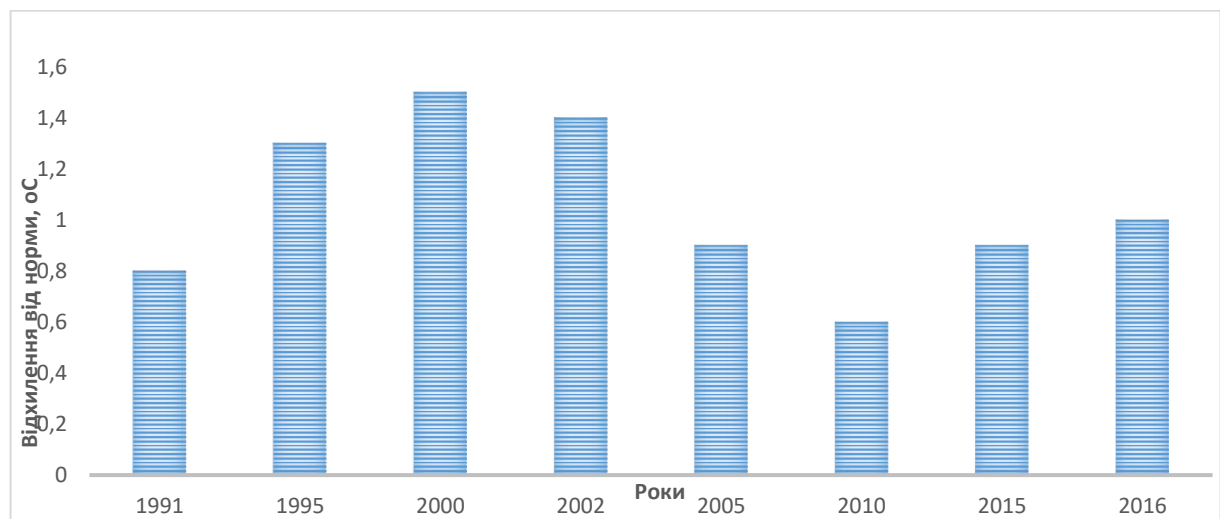


Рис.3.2. Відхилення середньої річної температури повітря від норми за період 1991 – 2016 рр. в зоні Лісостепу

За 100 років спостережень у зоні Лісостепу температура повітря теплого періоду упродовж 1901 – 1971 рр. у порівнянні з нормою змінювалася незначно (+0,1–0,2 °С) з переважанням позитивних аномалій, в десятиріччя 1971 – 1980 рр. спостерігалася зниження середньої температури періоду порівняно норми (–0,4 °С), починаючи із десятиліття 1971 – 1981 рр. розпочалося стійке її підвищення [31, 49].

У таблиці 3.4 представлені дані про середню місячну та середньорічну температуру повітря по метеостанціях розташованих у зоні Лісостепу за різні періоди спостережень – за період 1961 – 1990 рр. (кліматологічна норма, що характеризує сучасний клімат) та за останні 15 років (період найбільш інтенсивного потепління). Наприклад, у Києві за період 1991 – 2005 рр. середня температура повітря в січні була вища майже на 3 °С, у лютому – на 2 °С, у березні, квітні, липні, серпні й загалом за рік – на 0,7–1,6 °С, а в листопаді, грудні – на 0,5–0,7 °С нижча у порівнянні з нормою; у травні, червні, вересні, жовтні – майже не змінилася. Аналогічна картина спостерігається і в інших регіонах Лісостепу. Середня річна температура повітря, як головна характеристика глобального потепління, у порівнянні з нормою в Лісостепу за 15 років уже зросла на 0,4–0,7 °С.

Варто зазначити, що в період 1991 – 2005 рр. були пережиті значення найвищої й найнижчої середньої місячної температур повітря за 100-річний період метеорологічних спостережень. Так, найвища середньомісячна температура повітря відмічалась у січні 1994 року; у лютому – 2002 року – у квітні – 2000 року, у травні – 2003 року, у червні – 1999 року., у липні – 2001 року, у серпні – 1999 року. У той час, як найнижчу середню місячну температуру повітря було зафіксовано лише у вересні 1996 року і листопаді 1993 року. В останні роки найвища температура повітря була зафіксована в серпні 2010 року – + 42 °С. Температурних мінімумів за останні роки не спостерігалось [50, 53].

Підвищення температури повітря призвело до зміни в розвитку природних процесів – часу встановлення й руйнування снігового покриву, настання м'якопластичного стану ґрунту, переходу середньодобових температур через певні межі (0,5 °С, 10 °С, 15 С°), тобто до зміни тривалості сезонів року, відповідно – розвитку сільськогосподарських культур, шкідників та хвороб [1, 5].

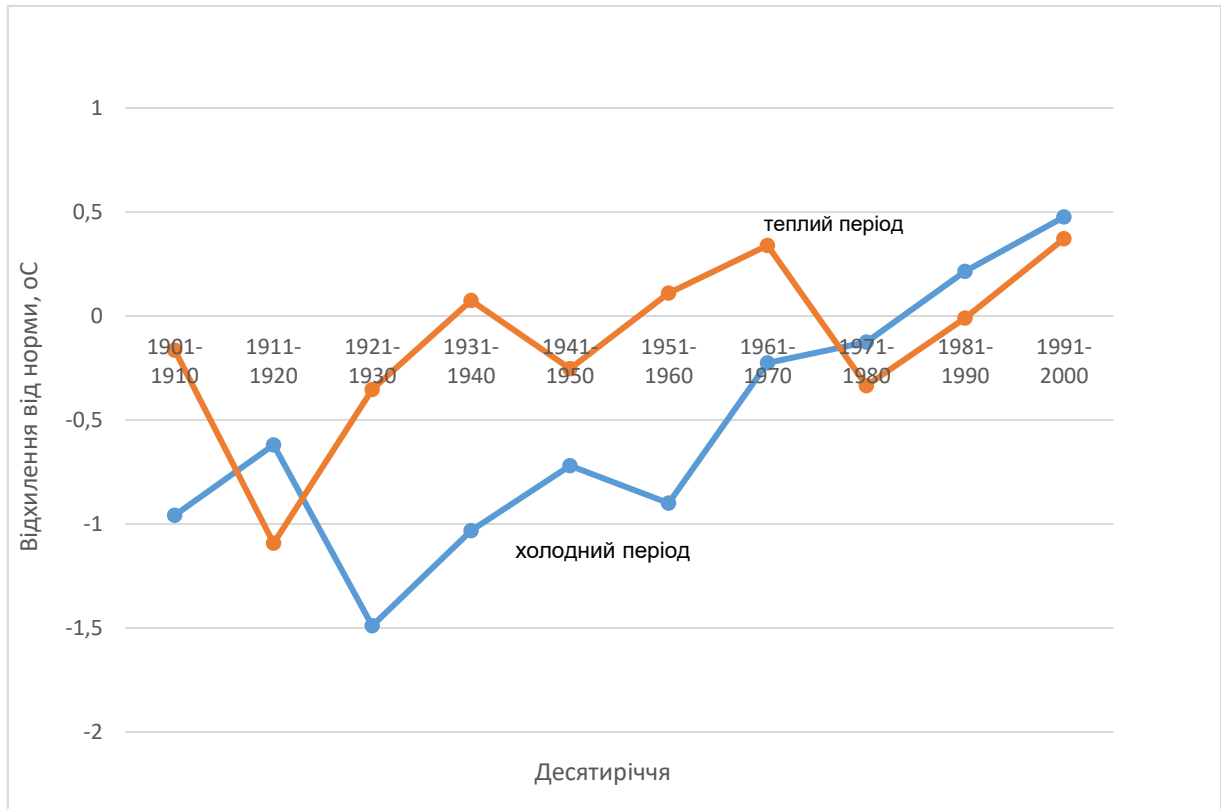


Рис. 3.3. Відхилення середньої температури повітря від норми за холодний та теплий період року по десятиріччях у Лісостепу

Таблиця 3.4.

### Порівняння середньої місячної і річної температур повітря (°C) за різні періоди

Період / місяці	Місяці												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Суми													
1991 – 2015	-4,5	-4,6	-0,1	8,4	14,3	17,8	20,3	18,8	13,0	6,8	-0,1	-4,9	7,1
1961 – 1990	-7,7	-4,6	-1,1	7,9	14,9	18,0	19,2	18,2	13,0	6,6	0,6	-4,1	6,6
Різниця	3,2	1,8	1,0	0,5	-0,6	-0,2	1,1	0,6	0,0	0,2	-0,7	-0,8	0,5
Луцьк													
1991 – 2015	-2,7	-2,1	1,5	8,4	14,1	17,1	19,2	18,4	13,0	7,9	2,0	-2,7	7,8
1961 – 1990	-4,9	-3,5	0,9	8,0	13,8	16,8	18,0	17,4	13,3	7,9	2,6	-2,0	7,4
Різниця	2,2	1,4	0,6	0,4	0,3	0,3	1,2	1,0	-0,3	0,0	-0,6	-0,7	0,4
Київ													

Період	Місяці												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1991 – 2015	-2,9	- 2,4	1,7	0,4	15,2	18,4	20,9	19,7	13,9	8,1	1,6	- 3,0	8,4
1961 – 1990	-5,6	- 4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	8,1	2,1	- 2,3	7,7
Різниця	2,7	1,8	1,0	0,7	0,0	0,2	1,6	1,1	0,0	0,0	- 0,5	- 0,7	0,7
Львів													
1991 – 2005	-2,7	- 1,8	1,9	8,3	13,7	16,6	18,6	17,9	12,8	8,0	2,5	- 2,4	7,8
1961 – 1990	-4,6	-3,1	1,1	7,7	13,2	16,1	17,3	16,8	13,0	8,0	2,5	- 2,1	7,2
Різниця	1,9	1,3	0,8	0,6	0,5	0,5	1,3	1,1	- 0,2	0,0	0,0	- 0,3	0,6
Полтава													
1991 – 2015	-3,7	- 3,6	1,0	9,4	15,3	18,7	21,4	20,1	14,4	8,0	0,9	- 3,9	8,2
1961 – 1990	-6,6	- 5,3	- 0,1	8,8	15,4	18,7	20,1	19,4	14,3	7,6	1,5	- 3,1	7,6
Різниця	2,9	1,7	1,1	0,6	- 0,1	0,0	1,3	0,7	0,1	0,4	- 0,6	- 0,8	0,6
Чернівці													
1991 – 2015	-2,5	- 1,3	2,7	9,1	14,9	18,2	20,0	19,2	13,8	8,7	2,4	- 2,6	8,6
1961 – 1990	-4,9	- 2,9	1,7	8,7	14,3	17,4	18,7	18,0	14,3	8,6	2,9	- 1,9	7,9
Різниця	2,4	1,6	1,0	0,4	0,6	0,8	1,3	1,2	- 0,5	0,1	- 0,5	- 0,7	0,7

Встановлення снігового покриву в певні роки відбувається раніше середніх дат, але він рідко зберігається впродовж зими, або ж не утворюється зовсім. Середня висота снігового покриву за зиму в середньому зменшилася на 5–15 см.

Стійкий перехід температури повітря навесні через 0 °С відбувається в середньому на 15–20 днів раніше. В деякі роки спостерігалися екстремально ранні дати переходу температури повітря через 0 °С у бік потепління, так у 1990, 1995, 1999, 2001, 2007 роках ці дати спостерігалися на 20–60 днів раніше – наприкінці січня або на початку лютого [9, 29]. У крайніх південних районах Лісостепу в 1990 – 1991, 1998 – 1999, 2000 – 2001, 2006 – 2007 рр. зимовий період (зі стійкими від’ємними температурами повітря) був екстремально коротким – менше ніж два-три тижні. Початок весни (перехід середньодобової

температури повітря через плюс 5 °С та плюс 10 °С) також став більш раннім – в середньому на 2–7 діб (табл. 3.5).

Таблиця 3.5.

**Зміна дат стійкого переходу температури повітря через  
0,5°, 10°, 15° у Лісостепу України**

Зміна дат переходу (діб) через:							
0 °С		5 °С		10 °С		15 °С	
Весна	Осінь	Весна	Осінь	Весна	Осінь	Весна	Осінь
*15	2	2	2	7	2	-3	0

\* - «+» – більш рання дата, «-» – більш пізня дата

Найбільш значущі зміни дат переходу температури повітря через 0 °С весною спостерігалися після 1988 року (за винятком 2003 року) – майже щорічно відмічався більш ранній розвиток весняних процесів. Однак, дати початку активної вегетації рослинності (перехід середніх добових температур повітря через +5 °С) змінилися значно менше, що свідчить про подовження періоду між датами переходу через 0 °С та 5 °С весною, тобто подовження періоду «передвесіння». Перехід добових температур повітря через +10 °С також в середньому спостерігається на 7 днів раніше.

Настання метеорологічного літа (перехід середніх добових температур повітря через +15 °С) в середньому відбувалося на 3 доби пізніше. Майже не змінилися водночас дати настання осені [35].

У лісостепових областях у літній період помітно збільшилася повторюваність та тривалість високих та екстремально високих температур повітря (вище плюс 25–30 °С та плюс 35 °С) та тривалість періодів з високими температурами. Водночас абсолютні значення максимальної температури перевищувалися не часто. Наприклад, унікальним літом 1999 року, яке за тривалістю дії високих температур не мало аналогів, абсолютні максимуми температури повітря червня, липня та серпня були перевершені лише в деяких пунктах. Але кількість днів з максимальною температурою вище +25 °С за червень, липень, серпень у лісостепових областях досягла 75–85, з



температурою вище  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 45–65 діб. На цю кількість днів із критичною для життєдіяльності рослин відносно вологістю повітря (менше ніж 30 %) перевищила норму в 1,5–2 рази. Такі агрометеорологічні умови відповідали умовам Південного сходу [38].

Відомо, що підвищення середньої річної температури повітря на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  призводить до збільшення тривалості вегетаційного періоду до 10 діб і збільшення теплозабезпеченості території [49].

Факт того, що рослинність вже відреагувала на ці зміни, підтверджуються результатами агрометеорологічних спостережень та даними супутникових вимірювань вегетаційного індексу, які показують, що в період з 1981 до 2005 роки тривалість вегетаційного періоду відчутно збільшилася.

Останніми роками спостерігається надзвичайно раннє відновлення вегетації культур, що зимують, а підвищений або близький до норми температурний режим упродовж весняних та літніх місяців зумовлює прискорений розвиток зернових культур – у фазовому розвитку спостерігається випередження в середньому на 7–15 діб. Крім того, спостерігається зменшення добової амплітуди температури повітря влітку, зменшення кількості днів з морозами – взимку [29].

Як було зазначено вище, найбільш відчутне потепління відбувається в холодний період. Аналіз накопичення суми від'ємних температур повітря свідчить, що найбільші зміни ступеня суворості (річна сума всіх від'ємних середньодобових температур повітря зими за Колосковим А. І.) відбулись у поліській та лісостеповій зонах України (рис. 3.7) [31].

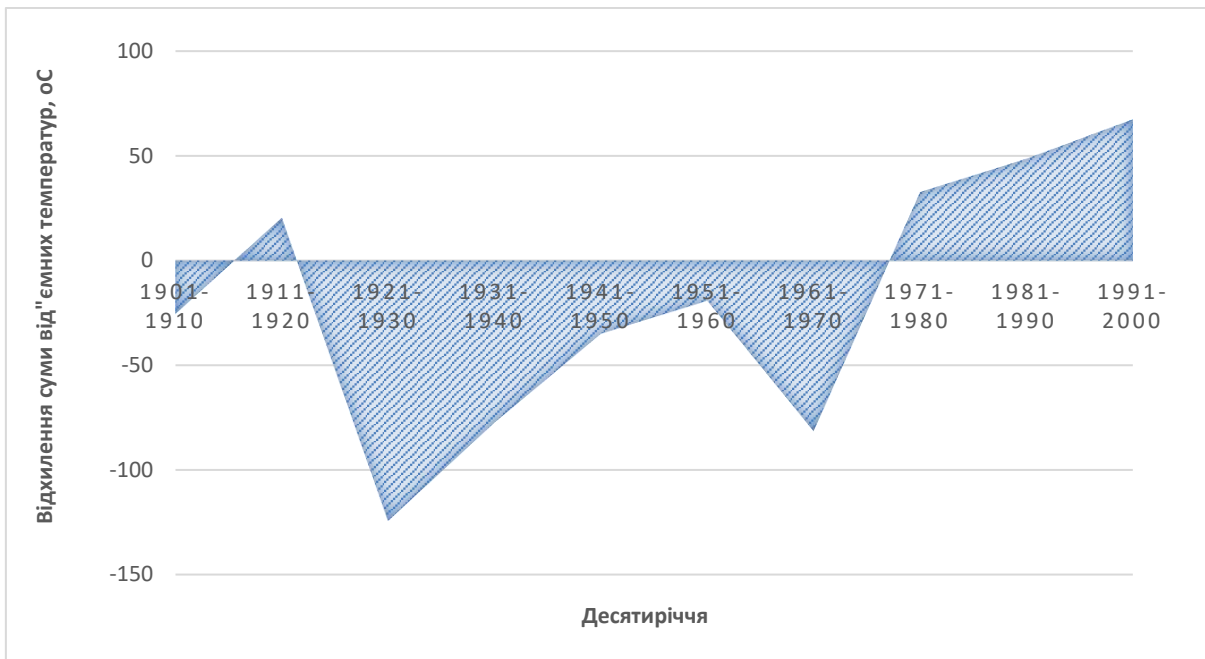


Рис. 3.4. Відхилення суми від'ємних температур повітря від норми за холодний період року (листопад–березень) по десятиріччях у Лісостепу

Найбільш холодними були зимові періоди в десятиріччя 1921 – 1940 рр. Відхилення від стандартної норми досягали  $-50$ – $125$  °С, потім відбулося пом'якшення зим до 1961 року (до норми), а впродовж 1961 – 1970 рр. знову зниження з відхиленням від норми на  $80$ – $100$  °С. Після 1971 року відбувалося постійне пом'якшення зим, більш помірно до 1990 року та стрімке до 2000 року [7].

Позитивна аномалія в десятиріччя 1991 – 2000 рр. досягла  $80$ – $100$  °С. У цей період за наявності інтенсивних короткочасних холодних періодів з історичними морозами (1997 рік) відбувалося загальне скорочення тривалості зимового періоду, в південній частині країни збільшилася кількість зим із надзвичайно коротким або і зовсім відсутнім періодом зі стійкими середньодобовими від'ємними температурами повітря (1999, 2000) [7].

Починаючи з 1961 року, в Україні все частіше й частіше зазначають м'які теплі зими, а тривалість зимового періоду зменшилася майже на місяць. Проте, зберігається контрастність клімату. Певні зими, наприклад, 1984 – 1985, 1986 – 1987, 1996 – 1997 років були надзвичайно холодними й безсніжними.

На території багатьох областей спостерігалось вимерзання озимих культур на значних площах. Середня багаторічна сума від'ємних температур повітря за 100 річний період у лісостеповій зоні становить  $-480\text{ }^{\circ}\text{C}$ , за період (1961 – 1990 рр. –  $460\text{ }^{\circ}\text{C}$ , за 1991 – 2000 рр. –  $365\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в останнє десятиріччя вона становить  $-368\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Тобто відбулося зменшення суворості зими більше, ніж на  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Крім того, зими останнього десятиріччя ХХ ст. і початку ХХІ ст. характеризувалися глибокими довготривалими відлигами [4].

Отже, у сучасному кліматі в Лісостепу переважають м'які теплі та малосніжні зими. Унікальна щодо сполучення несприятливих чинників зима 2002–2003 рр. є лише підтвердженням контрастності клімату, що збільшується. Один раз на 10–12 років в Україні бувають випадки сполучення несприятливих умов перезимівлі з умовами весняної посухи [31].

У період інтенсивного потепління клімату відбулося значне зменшення глибини промерзання ґрунту – до 20–50 см. Унаслідок зменшення кількості опадів у зимові місяці та випадіння рідких опадів значно зменшилася висота снігового покриву [53].

*Зволоження території.* В умовах найбільш інтенсивного потепління клімату (два останні десятиліття) у лісостеповій зоні спостерігалось деяке зменшення коливання кількості опадів, як за величиною, так і за амплітудою з року в рік. Тобто режим зволоження стабілізувався в межах кліматичної норми. Водночас в деякі місяці збільшилася ймовірність випадання сильних дощів за певну добу (сильних злив). Одночасно у південних районах Лісостепу простежується тенденція до збільшення посушливих явищ.

За період із 2000 – 2016 рр. найбільшої позначки досягла кількість опадів у 2013 році – 532 мм, найменша у 2015 році – 370 мм, з урахуванням того, що нормою встановлено позначку 650 мм.

У розподілі місячної величини опадів відмічено такі тенденції – зменшення їхньої кількості в зимові місяці та збільшення – у вересні й жовтні. У січні в середньому опадів випадає менше норми – до 30 %, літня кількість опадів у середньому зменшилася на 5–15 %.

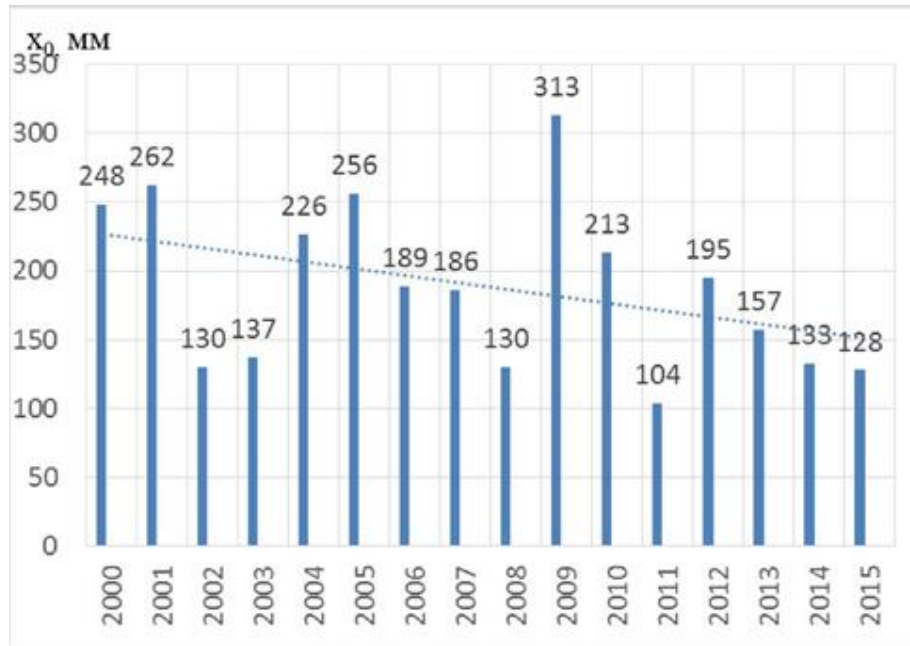


Рис. 3.5. Динаміка кількості атмосферних опадів (холодний період)

Якщо у попередні десятиріччя порівняння кількості щорічних сум опадів із нормою вказували на стабілізацію в межах норми, то на разі в зоні Лісостепу з'явилася тенденція до їхнього зменшення. Динаміка відхилення від норми річної кількості опадів у лісостеповій зоні наведена на рисунку 3.6. [35].

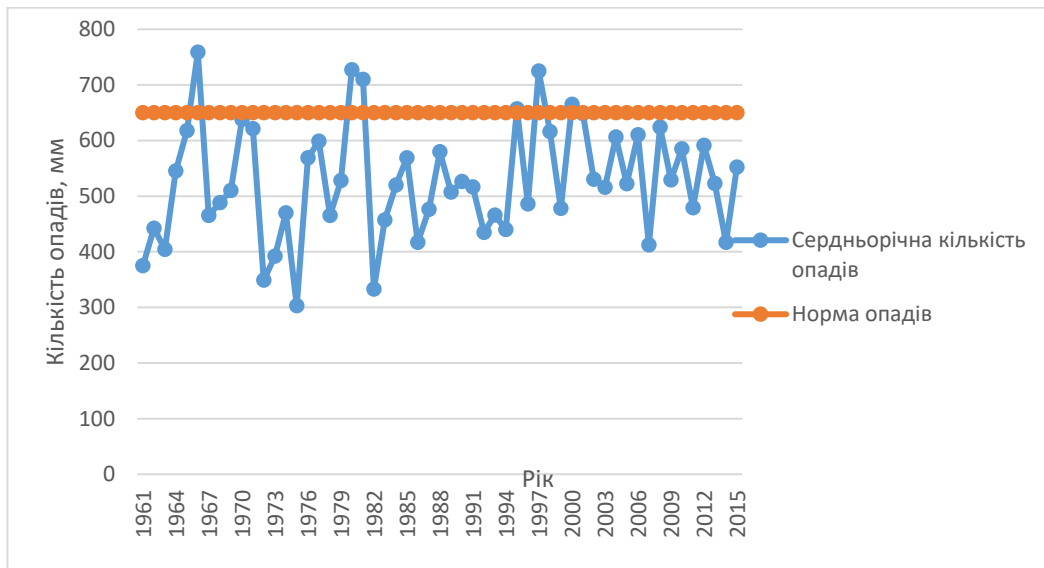


Рис. 3.6. Динаміка відхилення від норми річної кількості опадів у лісостеповій зоні.

### *Степ*

Провідна роль у формуванні клімату будь-якої території належить теплу та волозі.

За результатами досліджень встановлено, що у степовій зоні, у порівнянні з Лісостепом та Поліссям, зміна річної температури повітря за стандартний період спостережень (1961 – 1990 рр.) порівнюючи з сторічним періодом спостережень є найменшою – 0,2–0,7 °С в бік підвищення.

Найбільше підвищення температури повітря відбулось у зимовий (1,2 °С) та весняний (0,8 °С) сезони року. Влітку зміна температури незначна. Восени температура повітря залишилася на тому ж рівні.

На рисунку 3.9 наведено аномалії (відхилення) середньорічної температури повітря за період найбільш інтенсивного потепління в степовій зоні. Як свідчить крива, практично кожного року після 1990 року (за винятком 1993 та 1997) середньорічна температура повітря перевищувала норму.

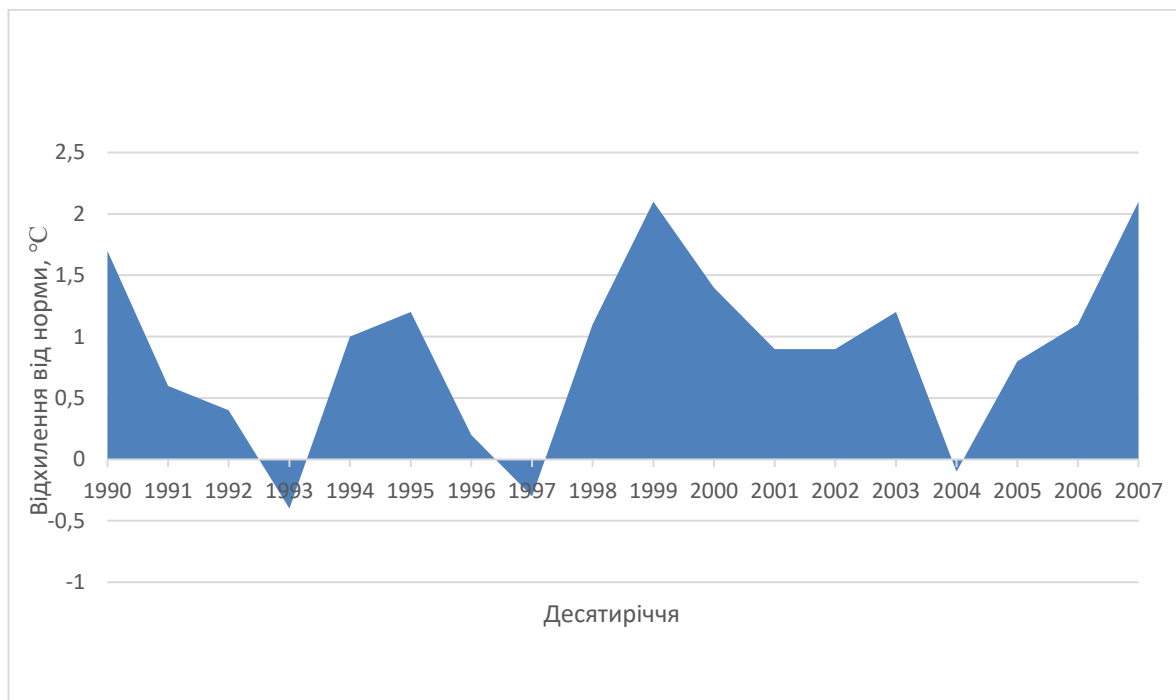


Рис. 3.9. Відхилення середньорічної температури повітря від норми за період 1990 – 2007 рр. у зоні Степу

Як видно з даних, наведених у таблиці 3.7, останніми роками зберігається тенденція підвищення температури взимку та навесні. Найбільш інтенсивне потепління відбулося в січні, лютому та березні.

Внаслідок такого розподілу температури в холодний період року в степових областях відбулася зміна в термінах настання тривалості теплового та холодних періодів до 5–10 діб.

Таблиця 3.6.

**Порівняння середньомісячної й річної температури повітря (°С) за різні періоди спостережень на метеостанціях степової зони України**

Період (роки)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Кропивницький</b>													
1991 – 2015	- 3,3	- 3,0	1,4	9,5	15,2	18,6	21,3	20,2	14,5	8,4	1,7	- 3,1	8,5
1961 – 1990	- 5,7	- 4,3	0,5	8,9	15,3	18,6	20,0	19,4	14,7	8,1	2,3	- 2,3	8,0
Різниця	2,4	1,3	0,9	0,6	- 0,1	0,0	1,3	0,8	- 0,2	0,3	- 0,6	- 0,8	0,5
<b>Донецьк</b>													
1991 – 2015	- 3,6	- 3,7	1,3	9,6	15,2	18,9	21,9	20,5	14,9	8,4	1,3	- 3,5	8,4
1961 – 1990	- 6,1	- 4,8	0,4	9,3	15,5	19,0	20,9	20,1	14,9	7,8	2,0	- 2,6	8,0
Різниця	2,5	1,1	0,9	0,3	- 0,3	- 0,1	1,0	0,4	0,0	0,6	- 0,7	- 0,9	0,4
<b>Одеса</b>													
1991 – 2015	- 0,5	0,1	3,6	9,4	15,6	19,9	22,9	22,3	17,0	11,6	5,6	0,5	10,7
1961 – 1990	- 1,7	- 1,0	2,6	9,0	15,1	19,4	21,4	21,2	17,1	11,1	5,9	1,4	10,1
Різниця	1,2	1,1	1,0	0,4	0,5	0,5	1,5	1,1	- 0,1	0,5	- 0,3	- 0,9	0,6
<b>Запоріжжя</b>													
1991 – 2015	- 2,2	- 2,0	2,6	10,4	16,4	20,2	23,1	21,8	16,3	9,9	2,9	- 1,8	9,8
1961 – 1990	- 4,2	- 2,9	1,7	9,9	16,4	20,2	22,0	21,2	16,2	9,5	3,8	- 0,8	9,4
Різниця	2,0	0,9	0,9	0,5	0,0	0,0	1,1	0,6	0,1	0,4	- 0,9	- 1,0	0,4
<b>Миколаїв</b>													
1991 – 2015	- 1,8	- 1,2	3,1	10,2	16,2	20,3	23,4	22,5	16,6	10,5	3,8	- 1,1	10,2
1961 – 1990	- 3,1	- 1,8	2,6	10,2	16,5	20,4	22,3	21,8	16,9	10,3	4,4	- 0,4	10,0
Різниця	1,3	0,6	0,5	0,0	- 0,3	- 0,1	1,1	0,7	- 0,3	0,2	- 0,6	- 1,0	0,2

Період (роки)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Херсон													
1991 – 2015	- 1,4	- 1,0	3,3	10,2	16,1	20,2	23,4	22,3	16,6	10,5	3,9	- 0,6	10,3
1961 – 1990	- 3,0	- 1,8	2,3	10,0	16,0	19,9	21,9	21,3	16,4	9,8	4,4	0,1	9,8
Різниця	1,6	0,8	1,0	0,2	0,1	0,3	1,5	1,0	0,2	0,7	- 0,5	- 0,7	0,5
Сімферополь													
1991 – 2015	0,2	0,5	3,9	9,9	15,0	19,2	22,7	21,9	16,7	11,4	5,8	1,5	10,7
1961 – 1990	- 0,5	0,4	3,6	10,2	15,2	19,2	21,5	21,0	16,6	10,7	6,3	2,4	10,6
Різниця	0,7	0,1	0,3	- 0,3	- 0,2	0,0	1,2	0,9	0,1	0,7	- 0,5	- 0,9	0,1

У перші роки XXI сторіччя зберігається раніше виявлена тенденція, однак швидкість зміни річної температури змінюється – процеси прискорилися і вже майже досягли інтенсивності підвищення в лісостеповій та поліській зонах.

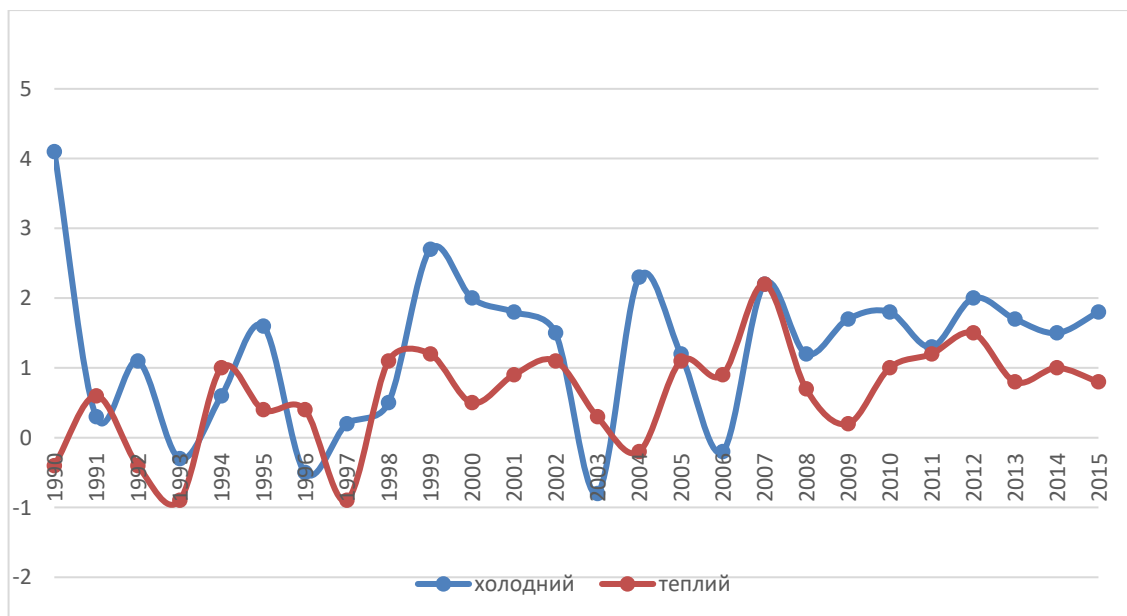


Рис. 3.10. Відхилення від норми температури теплового та холодного періодів у зоні Степу

Як свідчать дані наведені на рис. 3.10, простежується інтенсивне підвищення середньої температури холодного періоду загалом (середньої температури повітря за період, який включає січень, лютий, березень, листопад та грудень); лише в 1997 та 2003 роках вона була в межах та дещо

нижчою від норми, у решті років вона значно перевищувала норму, причому в певні роки (1990, 1999, 2004, 2007) це перевищення досягало 2–4 °С. Упродовж наступних років перевищення норми стабільно тримається на високому рівні.

У степових областях України, як і на решті території, в останні роки переважає дуже м'який тип зими (з сумою негативних температур повітря менше ніж 150 °С). За наявності лише в деякі зими (наприклад, 1996 – 1997, 2002 – 2003, 2005 – 2006 рр.) дуже холодних, короткочасних періодів, загалом відбулося загальне скорочення тривалості зимового періоду. Збільшилася кількість зим із надзвичайно коротким або зовсім відсутнім періодом зі стійкими морозами (1999, 2000 рр.). Це призвело до істотних зміни умов перезимівлі сільськогосподарських культур, результатом чого може бути збільшення вірогідності пошкодження озимих культур, вимокання, випрівання, сніжної цвілі.

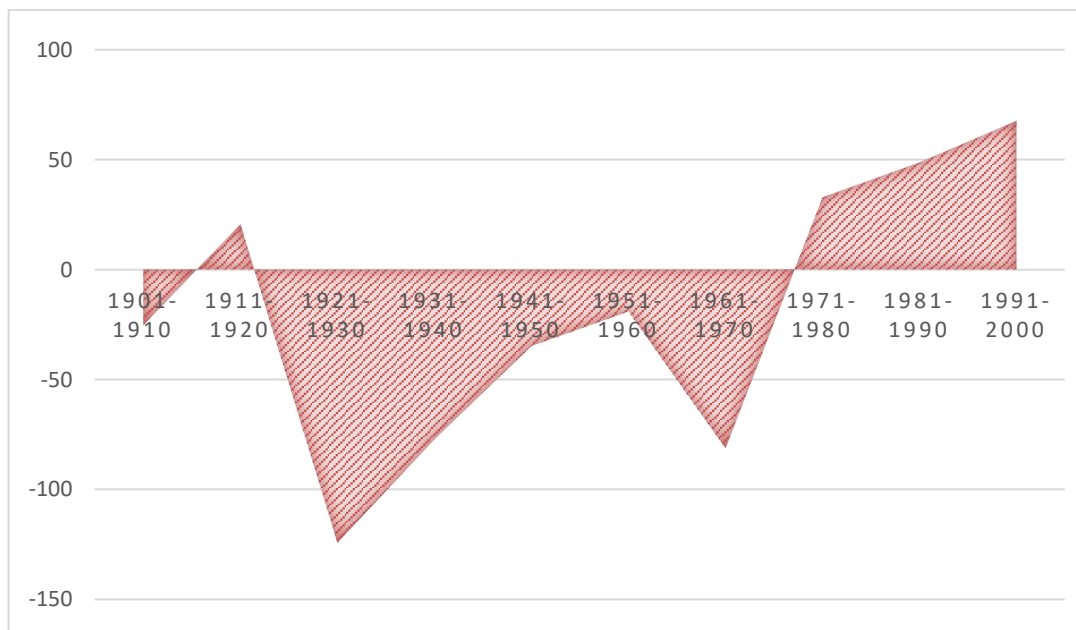


Рис. 3.11. Відхилення суми від'ємних температур повітря від норми (листопад–березень) за десятиріччя у Степу

Як свідчать наведені дані, починаючи з 70-х років минулого століття ці відхилення виключно позитивні, тобто кількість зимового холоду зменшилася в рази. Крім того, навіть за наявності відчутних морозів спостерігалися глибокі та тривалі відлиги – підвищення температури зимою до позитивних значень,



що взагалі є характерною особливістю української зими. У степовій зоні останніми роками збільшилася їхня повторюваність та тривалість – спостерігаються практично щороку у всі зимові місяці.

Зростання тривалості періодів відлиги й підвищення максимальної температури повітря під час відлиги своєю чергою провокує відновлення процесів життєдіяльності в рослинах. Одночасно відбувається витрата культурами, що зимують живильних речовин, ослаблення зимостійкості, підвищується небезпека вимерзання рослин у випадках подальшого похолодання або утворення льодяної кірки та ін.

Останніми роками взимку практично не було тривалих періодів із середньодобовими температурами повітря нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ . Зменшилася і кількість днів з дуже низькими температурами повітря (нижче мінус  $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ ). В результаті таких процесів значно покращилися умови перезимівлі, скоротився період спокою культур, що зимують, почастишали роки, коли зимового спокою в рослин не спостерігалось зовсім.

У степових областях відновлення вегетації рослин відбувається в середньому на 2–3 тижні раніше багаторічних термінів.

Дослідження динаміки річної кількості опадів у степових областях показали, що відчутних змін не відбулося, тобто наразі з високою ймовірністю можна стверджувати, що баланс опадів не порушився.

У період 1990 – 2015 рр. річна кількість опадів загалом на території України змінювалася неоднорідно. Якщо у поліському регіоні та в Криму вона зменшилась на 5–10 % (до 20 мм) щодо кліматичної норми за весь період спостережень, то в степових та лісостепових областях річна кількість опадів за кліматичною стандартною нормою зросла в середньому на 2–10 % (до 20 мм).

Для певних місяців, попри те, що опади мають складний і неоднорідний характер розподілу, дуже мінливі в часі і в просторі, се ж виявлено деякі тенденції в зміні цього показника.

Найстрокатіший розподіл опадів спостерігається в червні. Виявлено, що все ж таки кількість опадів у червні останніми роками здебільшого перевищила кліматичну стандартну норму, а у червні 1997 та 2001 року в степових областях випала одна з найбільших кількостей опадів за весь період спостережень – до 150% місячної норми (рис. 3.12).

У серпні в областях південного Степу кількість опадів за стандартний період дещо більша (1–5 %), або в тих же межах, що і кліматична норма.

У вересні в степових областях кількість опадів більша (на 3–26 %), ніж кліматична норма за весь період спостережень.

Для комплексної характеристики зволоження території широко використовується гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК), який враховує, як надходження води у вигляді дощів у теплий період (з температурою вище +10 °С), так і сумарні її витрати на випаровування. У зв'язку зі змінами температурного режиму, значну цікавість представляє аналіз тенденції зміни ГТК.

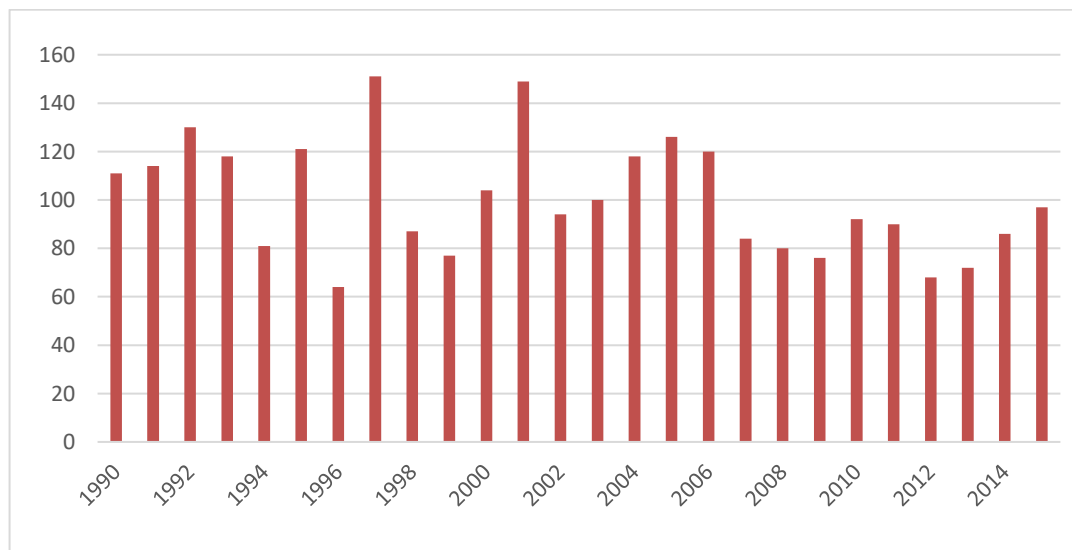


Рис. 3.12. Сума опадів (% до норми ) у червні в зоні Степу.

Порівняння значень ГТК за різні кліматологічні періоди – 1900 – 1964, 1961 – 1990 та за 2001 – 2010 рр. наведено на рисунку 3.12. Для визначення ГТК було розраховано суми опадів за вегетаційний період з 1961 до 2000 року (для

кожного року) та суми температур повітря вище  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  за вегетаційний період з 1961 до 2000 року (для кожного року).

Аналіз зміни ГТК за період 1961 – 2000 рр. щодо ГТК по певних станціях за період 1900 – 1964 рр. свідчить, що у всіх ґрунтово-кліматичних зонах відбулося деяке збільшення значення ГТК на 0,1–0,34. Як видно із рисунка 3.15 для зони Північного степу ГТК практично не змінився за періоди 1900 – 1964, 1961 – 1990 та збільшився за десятиріччя (2000 – 2010) на 0,1.

Аналіз ГТК за п'ятиріччя в областях Північного Степу дає змогу зробити висновки, що найбільш посушливими були п'ятиріччя 1961 – 1965 та 1971 – 1975, а найбільш вологими – 1976 – 1980 та 1981. Для зони Південного Степу ГТК за період (1961 – 1990) знизився на 0,04 у порівнянні з періодом 1900 – 1964,

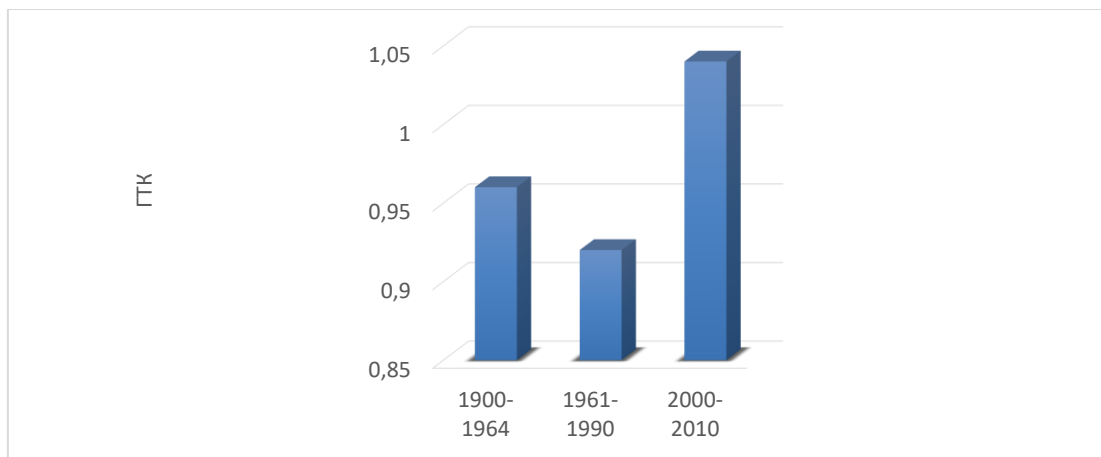


Рис. 3.13. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за різні кліматологічні періоди в умовах Північного Степу

збільшився за десятиріччя (2000 – 2010) на 0,12 у порівнянні з періодом 1961 – 1990 та на 0,08 щодо періоду 1900 – 1964, тобто умови вологозабезпечення вегетаційного періоду загалом в областях Південного Степу дещо покращились.

### Висновки до розділу 3

1. Починаючи з 1989 року, як і в інших природно-кліматичних зонах України (Степ та Лісостеп), середня річна температура повітря в Поліссі в

основному перевищувала норму на 0,5–2,0 °С. Середнє за приблизно 15 років (1999 – 2016) відхилення річної температури повітря склало близько 1,2 °С. Це є підтвердженням того, що зміна клімату відбувається надзвичайно швидкими темпами.

2. Зміна середньої температури повітря в теплий (квітень – жовтень) та холодний (листопад – березень) періоди в зоні Полісся схожа на зміну цього показника у Лісостепу та Степу, тобто температура повітря холодного періоду стійко зростає, починаючи з 1989 року, дещо пізніше визначилася й тенденція зростання її в теплий період року.

3. Аналіз і порівняння гідротермічного коефіцієнта за різні періоди в Поліссі, вказує на те, що умови зволоження вегетаційного періоду в цій природній кліматичній зоні на даний час кардинально не змінилися. Не спостерігається і тенденції до погіршення цих умов, ймовірно внаслідок того, що відбувається зменшення кількості зимових опадів, кількість їх у теплий період дещо збільшилася.

4. У такий спосіб у сучасному кліматі в Лісостепу переважають м'які теплі та малосніжні зими. У період інтенсивного потепління клімату відбулося значне зменшення глибини промерзання ґрунту – до 20–50 см. Завдяки зменшенню кількості опадів у зимові місяці та випадіння рідких опадів, значно зменшилася висота снігового покриву.

5. В умовах найбільш інтенсивного потепління клімату (два останні десятиліття) у лісостеповій зоні спостерігалось деяке зменшення коливання кількості опадів, як за величиною, так і за амплітудою з року в рік. Тобто режим зволоження стабілізувався в межах кліматичної норми. Водночас в деякі місяці збільшилася ймовірність випадання сильних дощів за певну добу (сильних злив). Одночасно у південних районах Лісостепу простежується тенденція до збільшення посушливих явищ.

6. Встановлено, що у степовій зоні, у порівнянні з Лісостепом та Поліссям, зміна річної температури повітря за стандартний період спостережень (1961 – 1990 рр.) у порівнянні зі сторічним періодом

спостережень є найменшою – 0,2–0,7 °С в бік підвищення. Найбільше підвищення температури повітря відбулось у зимовий (1,2 °С) та весняний (0,8 °С) сезони року. Влітку зміна температури незначна. Восени температура повітря залишилася на тому ж рівні.

7. Дослідження динаміки річної кількості опадів у степових областях показали, що відчутних змін не відбулося, тобто наразі з високою ймовірністю можна стверджувати, що баланс опадів не порушився.

8. Аналіз ГТК за п'ятиріччя в областях Північного Степу дає змогу зробити висновки, що найбільш посушливими були п'ятиріччя 1961 – 1965 рр. та 1971 – 1975 рр., а найбільш вологими – 1976 – 1980 рр. та 1981 рік. Для зони Південного Степу ГТК за період (1961 – 1990 рр.) знизився на 0,04 у порівнянні з періодом 1900 – 1964 рр., збільшився за десятиріччя (2000 – 2010 рр.) на 0,12 у порівнянні з періодом 1961 – 1990 рр. та на 0,08 щодо періоду 1900 – 1964 рр. Таким чином умови вологозабезпечення вегетаційного періоду загалом в областях Південного Степу дещо покращились.

#### **РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АГРОЛАНДШАФТІВ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Агроландшафти – антропогенні ландшафти з переважанням у їхній біотичній частині спільнот організмів, штучно сформованих людиною – становлять приблизно 72 % території України. Головна характеристика агроландшафтів країни – домінування орних земель. Відомо, що середній показник розораності угідь в Україні сягає 78,3 % [за даними Держземагентства України станом на 01.01.2013]. У Херсонській, Черкаській, Кіровоградській областях розорано приблизно 90 %, а в деяких районах Степу – 95–96 % сільськогосподарських угідь. Жодна розвинута країна не має такого рівня розораності земель, наприклад, у Франції – 60,6 %, США – 43,5 %, Англії – 34,5 % (станом на 01.01.2012 р.).

Комплексне оцінювання агроекологічного стану орних земель буде здійснено за критеріями й показниками, що характеризують ступінь порушення екологічної рівноваги в співвідношенні ріллі та екологостабілізуючих угідь – за методикою О. І. Фурдичка [156].

Концепція управління агроландшафтами, яка сприятиме переведенню природокористування в аграрній сфері на засади збалансованого розвитку: відновленню стабільності порушених агроландшафтів України; збереженню та відтворенню природноресурсного потенціалу агроландшафтів, біотичного, органічного та ландшафтного різноманіття; створенню сприятливих умов для ведення сільського господарства та проживання людей [168].

Екологічна стійкість агроландшафту – здатність агроландшафту протистояти змінам під дією різноманітних зовнішніх чинників впливу, зберігати структуру й особливості функціонування за зміни умов середовища, антропогенного навантаження (сільськогосподарського виробництва) [168].

Комплексне оцінювання агроекологічного стану сільськогосподарських угідь проводиться на рівні певних адміністративних районів, груп районів у межах природно-сільськогосподарських зон і провінцій, а також на обласному

(регіональному) рівні. Коефіцієнт антропогенного навантаження ( $K_{ан.}$ ) характеризує ступінь впливу діяльності людини на стан довкілля, у тому числі й на земельні ресурси.

Із загальної площі Черкаської області (2091,6 тис. га) сільськогосподарські землі складають 1486,9 тис. га, у тому числі сільськогосподарські угіддя 1450,8 тис. га, з них: рілля – 1271,9 тис. га, перелоги – 8,5 тис. га, багаторічні насадження – 27,4 тис. га, сіножаті – 64,8 тис. га та пасовища – 78,4 тис. га, інші сільськогосподарські землі – 36,1 тис. га.

Сучасний стан використання земельних ресурсів області не відповідає вимогам раціонального природокористування. Порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму і упродовж років залишилася майже незмінною. Так, у складі сільськогосподарських угідь області зосереджено 520,7 тис. га або 40 % особливо цінних земель, в тому числі рілля – 514,6 тис. га (43,8 %) від обстежуваної площі.

Нераціональна система землекористування призвела до тяжких екологічних наслідків, а саме: наявності таких проявів деградації земель, як ерозія, техногенне забруднення, вторинне осолонцювання, підтоплення та зсуви ґрунтів [97].

Залежно від отриманих значень  $K_{ec}$  (коефіцієнт екологічної стабільності території) та  $K_{ан}$  (коефіцієнт антропогенного навантаження) визначається стан екологічної стабільності території та рівень антропогенного навантаження на земельні ресурси за шкалою, наведеною у таблиці 1. Ранжування шкали проводилося з урахуванням прямого зв'язку екологічної ситуації з розораністю земель і зворотного – із залуженням та лісистістю.

Формування екологічно стійких ландшафтів потребує визначення оптимального співвідношення природних і змінених господарською діяльністю угідь, тому що співвідношення угідь є основним критерієм

оцінювання екологічного стану агроландшафтів [168].

Таблиця 4.1.

Оцінювання екологічного стану території проводиться за показниками  $K_{ec}$  та  $K_{an}$  [168]

Значення коефіцієнтів		Екологічний стан	Рівень антропогенного навантаження
$K_{ec}$	$K_{an}$		
0-0,33	4,1-5,0	Екологічно нестабільний	Високий
0,34-0,50	3,1-4,0	Слабо стабільний	Підвищений
0,51-0,66	2,1-3,0	Середньо стабільний	Середній
0,67	1,0-2,0	Екологічно стабільний	Низький

Головну роль у підтриманні екологічної стабільності агроландшафтів має відігравати природна рослинність [157]. У системі запропонованих нами заходів, що підвищують стійкість усього агроландшафту, особливе місце належить обґрунтуванню норм, які визначають оптимальне співвідношення між ріллею, лісом, луками й водами залежно від місцевих умов.

Таблиця 4.2.

Оцінювання екологічного стану території Черкаської області за показниками  $K_{ec}$  та  $K_{an}$ .

Райони Черкаської області	$K_{ec}$	$K_{an}$
1	2	3
Городищенський район	0,38	3,29
Драбівський район	0,38	3,32
Жашківський район	0,38	3,34
Звенигородський район	0,39	3,30
Золотоніський район	0,45	3,17
Кам'янський район	0,36	3,33
Канівський район	0,52	2,86
Катеринопільський район	0,36	3,36
Корсунь-Шевченківський	0,38	3,31
Лисянський район	0,37	3,32
Маньківський район	0,36	3,36
Монастирищенський район	0,36	3,35
Смілянський район	0,37	3,33
Тальнівський район	0,38	3,34



1	2	3
Уманський район	0,37	3,37
Христинівський район	0,37	3,38
Черкаський район	0,42	3,16
Чигиринський район	0,40	3,22
Чорнобаївський район	0,37	3,37
Шполянський район	0,33	3,46

Результати проведеного оцінювання екологічного стану агроландшафтів Черкаської області свідчать, що за сучасних умов функціонального використання земельних ресурсів області основним чинником антропогенного навантаження на довкілля є ступінь розораності ґрунтового покриву. Тільки в Канівському районі рівень антропогенного навантаження середній, а екологічний стан території середньо стабільний. З даних можемо зробити висновок, що рівень антропогенного навантаження області підвищений.

Проблема оптимізації структури сучасних агроландшафтів вимагає вирішення цілого комплексу питань, що витікають з основного завдання - забезпечення оптимальної продуктивності, стійкості та стабільності функціонування агроєкосистем.

Екологічний стан сільськогосподарських ландшафтів оцінюють за ступенем порушення рівноваги в співвідношенні основних типів угідь. З одного боку, це рілля (Р), як головний дестабілізаційний чинник агроландшафтів, з іншого – сумарна площа природних компонентів ландшафту (ЕСУ), що виконують екологостабілізуючу функцію. Згідно з модифікованою п'ятибальною шкалою [168], з підвищенням у складі ландшафтів частки природних комплексів, ландшафти зі стану порушених переходять до більш стійких (табл. 4.3).

Питому вагу показників Р та ЕСУ розраховують у процентах від загальної сумарної площі орних земель та стабільних з екологічного погляду угідь.

Формування екологічно стійких ландшафтів потребує визначення оптимального співвідношення природних і змінених господарською

діяльністю угідь, тому що співвідношення угідь є основним критерієм оцінювання екологічного стану агроландшафтів [168].

Таблиця 4.3.

**Оцінки екологічного стану агроландшафтів за співвідношенням угідь Черкаської області за районами**

Райони Черкаської області	Р	ЕСУ
Городищенський район	61,78 %	38,22 %
Драбівський район	64,60 %	35,40 %
Жашківський район	65,12 %	34,88 %
Звенигородський район	61,71 %	38,29 %
Золотоніський район	55,03 %	44,97 %
Кам'янський район	64,09 %	35,91 %
Канівський район	40,45 %	59,55 %
Катеринопільський район	64,97 %	35,03 %
Корсунь-Шевченківський	62,54 %	37,46 %
Лисянський район	63,20 %	36,80 %
Маньківський район	64,95 %	35,05 %
Монастирищенський район	64,49 %	35,51 %
Смілянський район	63,76 %	36,24 %
Тальнівський район	63,84 %	36,16 %
Уманський район	66,24 %	33,76 %
Христинівський район	65,47 %	34,53 %
Черкаський район	55,16 %	44,84 %
Чигиринський район	58,27 %	41,73 %
Чорнобаївський район	65,53 %	34,47 %
Шполянський район	70,32 %	29,68 %

Ще В. В. Докучаєв [107] вказував, що головну роль у підтриманні екологічної стабільності агроландшафтів має відігравати природна рослинність. У системі запропонованих ним заходів, що підвищують стійкість усього агроландшафту, особливе місце належить обґрунтуванню норм, що визначають оптимальне співвідношення між ріллею, лісом, луками і водами залежно від місцевих умов.

Останніми роками неодноразово робилися спроби обґрунтувати оптимальне співвідношення, проте наразі ця проблема й досі не вирішена. Вірогідно, ще тривалий час вона залишатиметься дискусійною. Є думка, що характеристики співвідношення ріллі та лісу для країни, окремих природних

зон, області мають оглядовий характер і ніколи не призведуть до розв'язання поставленої задачі [3].

Перевага цього підходу полягає у використанні простої двочленної пропорції  $P : ЕСУ$ , застосування якої, виключаючи необхідність встановлювати співвідношення з жорстко фіксованою кількістю того чи іншого угіддя, дає змогу досить не тільки точно та просто оцінити екологічний стан сільськогосподарських ландшафтів у діапазоні від оптимального до критичного, але й виділити згідно з градаціями шкали у межах досліджуваного регіону території (екотипи), агроландшафти яких різняться за екологічним станом і стійкістю проти деградації.

Сільськогосподарські ландшафти, частка ріллі у структурі яких перевищує 56 %, відносять до нестійких та сильно деградованих (III та IV екотипи). Екологічна незбалансованість таких ландшафтів, спричинена надмірною розораністю земель, загострює екологічну ситуацію до критичної, що вимагає прийняття невідкладних заходів з оптимізації компонентного складу та структури деградованих агроландшафтів.

З проаналізованих районів можемо зробити висновки, що сільськогосподарські угіддя Черкаської області є в критичному стані, тільки Канівський район в межах задовільного стану.

Сучасний стан використання земельних ресурсів області не відповідає вимогам раціонального природокористування. Порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму і упродовж років залишилася майже незмінною. Так, у складі сільськогосподарських угідь області зосереджено 520,7 тис. га або 40 % особливо цінних земель, у тому числі рілля – 514,6 тис. га (43,8 %) від обстежуваної площі.

Нераціональна система землекористування призвела до тяжких екологічних наслідків, а саме: наявності таких проявів деградації земель, як

ерозія, техногенне забруднення, вторинне осолонцювання, підтоплення та зсуви ґрунтів [156].

#### **Висновки до розділу 4**

1. Сучасний стан використання земельних ресурсів Черкаської області не відповідає вимогам раціонального природокористування. Порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму і упродовж років залишилася майже незмінною.

2. Результати проведеного оцінювання екологічного стану агроландшафтів Черкаської області свідчать, що за сучасних умов функціонального використання земельних ресурсів області основним чинником антропогенного навантаження на довкілля є ступінь розораності ґрунтового покриву. Тільки в Канівському районі рівень антропогенного навантаження середній, а екологічний стан території середньо стабільний. З даних можемо зробити висновок, що рівень антропогенного навантаження області підвищений.

3. Екологічний стан агроландшафтів Черкаської області віддзеркалює стан агроландшафтів агросфери України та переконливо свідчить щодо актуальності впровадження заходів з екологічного впорядкування сільськогосподарських територій.

## РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ЗБІДНЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В УКРАЇНІ ЗА ДОПОМОГОЮ RDB-ІНДЕКСУ

Глобальне збіднення біорізноманіття нерозривно пов'язане зі станом екосистем планети. Руйнування екосистем несе загрозу не тільки для тварин і рослин, що входять до їхнього складу, а і для людини. Це пов'язано з тим, що екосистеми забезпечують людство екосистемними послугами – продовольством, прісною водою, чистим повітрям, енергією, лікарською сировиною, можливостями для відпочинку тощо [183]. Економічне оцінювання глобальних екосистемних послуг, яке було проведена у 2011 році, засвідчило, що ефект становить від 125 до 145 трлн доларів США на рік. Відповідно, втрати біорізноманіття тільки впродовж 1997 – 2011 рр. зумовили глобально економічні збитки на суму 4,3-20,2 трлн доларів США. [166]. Економічна значущість екосистемних послуг в окрузі Міюнь (КНР) оцінена від 2968,34 до 3759,77 млн юанів. З погляду функції екосистемного обслуговування сільського господарства, найбільшу частку – до 35 % становило підтримання екологічної стабільності ґрунтів [162].

Фахівці Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) обґрунтували п'ять груп основних екологічних чинників, які зумовлюють глобальне збіднення біорізноманіття [89]: 1). *втрата і деградація середовища існування*. Це передбачає зміну місця існування виду в результаті повного знищення або фрагментації місцеперебування, а також погіршення його основних характеристик. Типовими причинами є ведення сільського господарства, лісозаготівлі, забудова, виробництво енергії та видобуток корисних копалин. До частих причин деградації прісноводних середовищ існування належать фрагментація річок та інших водотоків, а також водозабір. 2). *надмірна експлуатація видів*. Форми надмірної експлуатації включають нестійкий промисел, видобуток або браконьєрство, ненавмисне знищення особин непромислових видів тощо. 3). *забруднення*. Може впливати на види

безпосередньо, перетворюючи середовище проживання в несприятливе для їхнього життя (наприклад, у разі розливу нафти). Або опосередковано, спричиняючи зниження чисельності кормових видів, репродуктивної активності і призводити у такий спосіб до зниження чисельності виду.

4). *чужорідні види й захворювання*. Чужорідні види можуть конкурувати з місцевими за території або акваторії, харчові або інші ресурси. Вони можуть бути хижаками для місцевих видів або сприяти поширенню захворювань, які раніше не зустрічалися в цій місцевості. Люди також спроможні переносити збудників захворювань з одного регіону планети в інший.

5). *зміни клімату*. За змін температур деякі види будуть змушені адаптуватися через переміщення в райони з більш сприятливими умовами. Вплив зміни клімату на види часто буває непрямим. Так, зміни температурного режиму можуть призводити до «помилкових сигналів» для початку важливих подій в життєвому циклі виду, наприклад, міграції або розмноження. У результаті, наприклад, період розмноження може не збігатися з часом найкращою доступності їжі в цьому місцеперебуванні.

Перераховані чинники впливають на біоту, як правило, сукупно. Наприклад, деградація Великого бар'єрного рифу, на думку екологів, зумовлена змінами клімату та забрудненням акваторії світового океану [126].

Головна роль біорізноманіття пов'язана із забезпеченням стійкості екосистем та біосфери загалом і з його регулювальною функцією в здійсненні всіх біогеохімічних, кліматичних та інших процесів на Землі [16]. Тому біорізноманіття має життєво важливе значення для підтримання екологічних процесів і в цей час розглядається, як основний параметр, що характеризує стан екологічних систем [134].

Екологи вважають, що планета переживає епоху шостого масового вимирання біоти, найбільшого, починаючи з пізнього пермського і крейдяного періодів [100]. Так, за даними Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) середня чисельність популяцій хребетних видів за 40 років зменшилась у 2 рази [89]. Особливе занепокоєння спричиняє збіднення популяцій комах,

оскільки останні становлять близько двох третин усіх видів біоти на планеті та мають важливе значення для підтримання стабільності екосистем. За останні 27 років втрати біомаси комах становлять приблизно 75 % і, це спостерігається, навіть, в середовищі існування з низьким рівнем антропогенного порушення [133]. На сьогодні щорічні втрати біомаси комах оцінюються у 2,5 %. Нині орієнтовно третини всіх видів комах перебувають під загрозою вимирання [169].

Проблема вивчення причин збіднення біорізноманіття в Україні досліджена недостатньо. Визначення основних чинників зникнення видів біоти дасть змогу скорегувати першочергові національні заходи зі збереження навколишнього природного середовища, що зумовлює актуальність нашого дослідження.

Дослідження проведені з допомогою визначення індикатора «Сила антропогенного тиску: відповідь червонокнижних видів на антропогенний тиск (RDB-індекс)», який було розроблено в результаті співпраці Міністерства охорони навколишнього природного середовища України зі Світовим центром моніторингу збереження природи (UNEP-WCMC), Кембридж, Велика Британія, та Національним інститутом із питань охорони здоров'я та довкілля (RIVM), Більтховен, Королівство Нідерланди (Проект BINU) (Індикатори біорізноманіття для національних потреб агробіорізноманіття. Україна).

Індикатор визначається з допомогою статистичної обробки результатів експертних оцінок причин переходу видів до категорій вразливі, зникаючі, зниклі, як відношення кількості «червонокнижних видів» (%) із певної групи антропогенної діяльності до загальної кількості видів, що потрапили до Червоної книги внаслідок усіх інших видів антропогенної діяльності. Фактично індикатор віддзеркалює силу тиску різних екологічних чинників на біорізноманіття [20].

Аналізували вплив таких груп екологічних чинників: I – забруднення навколишнього середовища (евтрофування водойм; забруднення водойм, повітря, ґрунту; використання пестицидів, добрив; зміна режиму солоності);

II – деградація ґрунтів (розорювання земель); III – зміна режиму ґрунтових вод (зміна рівня води в дельтах рік, лиманах, водосховищах; зміна гідрологічного режиму; створення штучних водойм; осушувально-меліоративні заходи); IV – знищення еконіш (осушування боліт, заплав річок; вирубування лісів, знищення водойм, розорювання цілинних земель, розчленування ареалів під впливом господарської діяльності; санітарні рубки; заміна первинних лісів вторинними; деградація місць гніздування; затоплення заплав річок); V – трансформування та руйнування ландшафтів (ерозійні процеси; штучне заліснення з порушенням первинного стану екосистем; терасування схилів; скорочення площ лісів; зарегулювання стоку річок); VI – будівництво (забудова прибережних частин; будівництво ГЕС, АЕС; створення водосховищ, прокладання густої мережі доріг); VII – добування корисних копалин (пісок, щебінь, граніт, камінь, вапняк; розроблення торфовищ); VIII – сільськогосподарська діяльність (нераціональне використання сільськогосподарських угідь); IX – рекреаційне навантаження (туризм); X – нераціональне добування ресурсів (браконьєрство; полювання; колекціонування; збирання заготівельними організаціями); XI – природні чинники (тенденція виду до вимирання, епізоотії; генетичні порушення; знищення видами-конкурентами, повільне розмноження; зміна кліматичних умов) [18].

Джерелом експертних оцінок слугувала Червона книга України (Рослинний та Тваринний світ); перелік червонокнижних видів за територіями дослідження визначали за Екологічними паспортами регіонів України (Екологічні паспорти регіонів).

Результати проведеного нами дослідження рівня впливу різних груп екологічних чинників на види рослин і тварин, які, за думкою експертів, зумовили отримання статусу «червонокнижних», наведені у таблиці 5.1 та 5.2.

Аналіз наведених результатів за регіонами дослідження засвідчив, що найбільший тиск на різноманіття флори і фауни I групи чинників реєструється в Дніпровській і Житомирській областях – відповідно 20,48 і 20,31 %. II група



Таблиця 5.1.

**Потужність тиску (%) різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність червонокнижних видів рослин за областями України**

Групи чинників	Волинська	Рівненська	Житомирська	Київська	Чернігівська	Сумська	Кіровоградська	Дніпропетровська	Херсонська
I	5,88	3,76	20,31	7,41	3,76	6,27	2,31	20,48	9,84
II	1,84	0,54	2,60	4,40	0,63	7,01	8,46	3,61	20,49
III	18,38	17,74	6,25	18,68	17,74	14,76	6,92	10,84	3,28
IV	20,59	29,57	23,44	14,29	29,57	14,39	23,08	21,68	24,59
V	12,13	16,67	12,50	12,64	16,67	12,55	14,62	7,22	5,74
VI	1,47	1,61	5,73	1,65	1,61	2,58	4,62	6,62	2,46
VII	2,57	2,69	0,52	1,65	2,69	1,48	1,54	0,60	0,82
VIII	12,13	5,91	5,21	12,64	5,91	14,39	14,62	7,22	14,75
IX	6,62	8,60	4,69	8,79	8,60	7,01	9,23	3,61	4,92
X	11,40	8,06	8,85	12,36	8,06	14,39	10,0	12,65	4,01
XI	6,99	4,84	9,90	5,49	4,84	5,17	4,62	5,42	6,56

найбільше проявляє себе в умовах Херсонської області (20,49 %), рівень розораності, якої поміж найбільших в Україні. III група має найбільший вплив на чисельність популяцій рослин в умовах Волинської, Рівненської, Київської, Чернігівської та Сумської областях. Показники тиску становлять, відповідно 18,38, 17,74, 18,68, 17,74 та 14,76 %. IV група створює потужний вплив на біорізноманіття в усіх регіонах України. V – помітно впливає в усіх досліджених регіонах, окрім Дніпропетровської й Херсонської областей. VI – чинить помітний вплив в умовах Кіровоградської й Дніпропетровської областей, відповідно 4,62 і 6,62 %. VII – найбільш помітний вплив у Рівненській і Чернігівській областях – 2,69 %. VIII – помітно впливає на біорізноманіття в Сумській, Кіровоградській та Херсонської областях, відповідно 14,39, 14,62 та 14,75 %. IX – найбільше пригнічує біорізноманіття у Київській (8,79 %) та Кіровоградській (9,23 %) областях. X – найбільший тиск на біорізноманіття реєструється у Волинській, Київській та Дніпропетровській областях, відповідно 11,4, 12,36 і 12,65 %. XI група

чинників – тиск проявляється майже однаково у всіх досліджених регіонах і розподіляється в діапазоні від 4,62 (Кіровоградська обл.) до 9,9 % (Житомирська обл.).

Таблиця 5.2.

**Потужність тиску (%) різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність червонокнижних видів тварин за областями України**

Групи чинників	Волинська	Рівненська	Житомирська	Київська	Чернігівська	Сумська	Кропивницька	Дніпропетровська	Херсонська
I	16,91	15,25	8,53	18,0	15,25	17,44	16,38	1,38	6,80
II	2,42	1,69	2,39	4,38	1,69	7,56	2,59	8,75	1,94
III	13,04	10,73	22,53	9,49	10,73	10,47	5,17	4,83	8,74
IV	20,29	25,42	16,38	20,19	25,42	22,09	28,45	18,86	31,07
V	12,56	10,73	12,29	12,90	10,73	12,21	15,95	13,36	17,48
VI	3,38	5,65	2,39	5,35	5,65	3,49	4,74	3,45	0
VII	0,97	0	3,41	0,49	0,3	0	0	1,61	3,88
VIII	6,76	3,39	10,92	6,33	3,39	5,23	6,47	9,67	6,80
IX	3,38	3,95	5,80	2,68	3,95	1,74	2,59	14,28	2,91
X	12,08	14,69	10,92	10,71	14,69	10,74	9,05	15,20	17,48
XI	8,21	8,47	4,44	9,49	8,47	9,30	8,62	8,75	0

Наведені результати засвідчили, що тиск I групи екологічних чинників на біорізноманіття тварин у досліджених регіонах був найбільшим у Київській, Сумській, Волинській і Кіровоградській областях, відповідно – 18, 17,44, 16,91 та 16,38%. II групи – Дніпропетровській, Сумській та Київській областях, відповідно – 8,75, 7,56 та 4,38 %. Чинники III групи створювали найбільший тиск на тварин у регіонах Полісся. Чинники IV групи потужно впливали на стан біорізноманіття у всіх досліджених областях, максимально – Херсонській і Кіровоградській, відповідно 31,07 і 28,45 %. V – ландшафтні чинники помітно впливали на біорізноманіття тварин у всіх досліджених областях, найбільший – 17,48, 15,95 – в регіонах Степу. VI – тиск цієї групи чинників розподілявся майже рівномірно в досліджених областях у діапазоні

від 0 до 5,65 %. VII – помірно впливали на біорізноманіття досліджених областей в діапазоні 0–3,88 %. ПХ – помірно впливали у всіх досліджених областях на рівні 3,39–10,92 %. ІХ – помірно впливали на біорізноманіття тварин у діапазоні 1,74–14,28 %. Х – помітно рівномірно пригнічували біорізноманіття в досліджених областях на рівні 9,05–17,48 %. ХІ – природні чинники в досліджених областях помірно впливали на стан біорізноманіття в діапазоні 0-9,49 %.

Узагальнення результатів експертного оцінювання щодо впливу різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність «червонокнижних» видів біоти в досліджених областях України наведено на рисунку 5.1





Рис. 5.1. Тиск різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність «червонокнижних» видів рослин (А) та тварин (В) в досліджених областях України

Наведені дані свідчать, що досліджені групи чинників сукупно визначають чисельність «червонокнижних» видів рослин і тварин, але «вага» їхнього впливу різна. До найбільш «потужних» чинників, які в деяких регіонах зумовлюють втрату до 30 % різноманіття видів рослин і тварин належать ті, дія яких призводить до знищення екологічних ніш (що охоплює осушення боліт, заплав річок; вирубку лісів, знищення водойм, розорювання цілинних земель, розчленування ареалів під впливом господарської діяльності, санітарні рубки, заміна первинних лісів вторинними, деградація місць гніздування, затоплення заплав річок). До 15 % втрат різноманіття видів рослин і тварин зумовлює група ландшафтних чинників (ерозійні процеси; штучне заліснення з порушенням первинного стану екосистем; терасування схилів; скорочення площ лісів; зарегулювання стоку річок). Поміж чинників, які помітно впливають на стан різноманіття рослин і тварин треба зазначити забруднення навколишнього середовища (10–13 %), сільськогосподарська діяльність (6–

10 %), зміна режиму ґрунтових вод (10–13 %), нераціональне добування ресурсів (10–13 %).

Результати проведеного нами дослідження добре узгоджуються з висновками фахівців Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) – вони свідчать, що до головної причини збіднення біорізноманіття треба віднести такі види діяльності людини, які призводять до знищення екологічних ніш. Коло інших зазначених антропогенних чинників визначають помітний внесок у процес деградації біосфери [89].

Наведені результати дослідження треба враховувати під час планування національних екологічних дій щодо виконання Конвенції про збереження біорізноманіття.

### **Висновки до розділу 5**

1. Встановлено, що основними чинниками збіднення чисельності видів біоти в Україні є ті, які призводять до знищення екологічних ніш. Це найчастіше відбувається внаслідок осушування боліт, заплав річок, вирубування лісів, знищення водойм, розорювання цілинних земель, розчленування ареалів під впливом господарської діяльності, санітарні рубки, заміна первинних лісів вторинними, деградація місць гніздування, затоплення заплав річок. Тиск цієї групи антропогенних чинників зумовив в Україні збіднення чисельності 25 % видів рослин та 27 % тварин, які набули статусу «червонокнижних».

## РОЗДІЛ 6. ЗМЕНШЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ЕНТОМОФАУНИ АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ

Сьогодні землі сільськогосподарського призначення в Україні займають майже 71 % усієї території [118]. У такий спосіб, переважна більшість біорізноманіття країни представлена мешканцями агроландшафтів, серед яких домінують комахи (приблизно 35 тис. видів) [70]. Багато років екологи стурбовані збідненням глобального біорізноманіття багатьох наземних і водних хребетних [107], проте лише недавно було озвучено подібні занепокоєння щодо стану таксонів безхребетних, особливо комах [169]. Популяції комах почали втрачати чисельність та географічне поширення, що являє собою перший крок у напрямку вимирання [118]. Як шокуючий факт наукова спільнота сприйняла зниження впродовж 27 років на 76 % біомаси комах на деяких охоронюваних територіях Німеччини [132]. У новітніх публікаціях відзначається, що в джунглях Пуерто-Ріко втрати біомаси членистоногих становлять 78–98 % [141].

До основних чинників зниження чисельності популяцій комах відносять: 1) втрату середовища існування, перехід до інтенсивного сільського господарства та урбанізації; 2) забруднення, головню, синтетичними пестицидами та добривами; 3) біологічні фактори, включно з патогенами; 4) зміни клімату [169]. Потепління клімату вважається деякими екологами головним чинником збіднення чисельності метеликів та диких бджіл у помірних широтах [105, 107].

Метеорологи встановили, що за період 1991 – 2016 рр. середня річна температура повітря в Україні вже перевищила норму на 1,0 °С. У 2017 році – на 1,8 °С. [1]. Вплив змін клімату на ентомологічне різноманіття агроландшафтів в Україні досліджено недостатньо. Так, на прикладі індикаторної групи видів у зоні Лісостепу встановлене суттєве збіднення різноманіття ентомофауни під дією комплексу екологічних чинників [4]. Актуальність досліджень зумовлена можливими впливами показників клімату

на чисельність та поширення основних шкідливих комах агроценозів України, які визначають можливі втрати врожаю.

Динаміка потепління клімату за показником СЕТ у різних природно-кліматичних зонах України впродовж 2005 – 2017 рр. наведена на рисунку 6.1.

Аналіз кліматичних даних засвідчив, що в 2005 – 2017 рр. в Україні сума ефективних температур майже постійно перевищувала кліматичні норми регіонів, але показники потепління були різними. Так, наприклад, в Поліссі перевищення щодо норми складало мінімально  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  у 2005 та 2008 роках, максимальне –  $+331\text{ }^{\circ}\text{C}$  у 2012 році. У середньому за роки аналізу сума температур збільшилася на  $207\text{ }^{\circ}\text{C}$ . У Лісостепу мінімальне перевищення суми ефективних температур зареєстровано у 2009 році –  $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , максимальне – у 2012 році, коли воно складало  $+726\text{ }^{\circ}\text{C}$ . У середньому по зоні щодо кліматичної норми сума температур збільшилась на  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

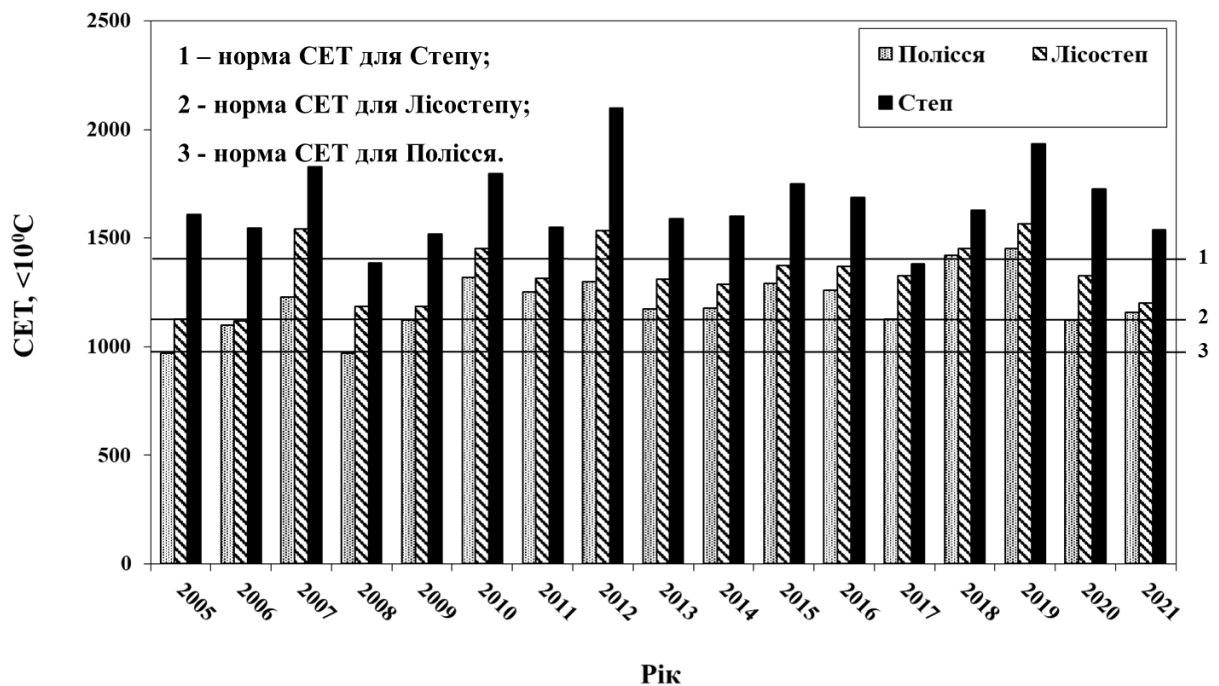


Рис. 6.1. Природний хід СЕТ ( $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) у різних природно-кліматичних зонах України

У степовій зоні у 2008 та 2017 роках спостерігалось деяке зменшення СЕТ щодо кліматичної норми – відповідно  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Максимальне

збільшення тепла (+700 °С) зареєстровано у 2012 році (найтепліший рік у всіх зонах за період дослідження). У середньому в зоні Степу сума температур збільшилася на +368 °С.

За реакцією шкідливий ентомокомплекс пшениці, який сформувався на посівах до середини ХХ століття, у відповідь на тиск зміни клімату можна поділити на три групи видів: 1. Опоміза (*Opomyza florum* F.), озима муха (*Leptohylemya coarctata* Flln.), злакові попелиці (*Schizaphis graminum*), пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurdjumoz) та хлібний пильщик (*Cephus pygmeus* L.) – проявили найбільшу чутливість. Ці види втратили показники екологічної константності та суттєво зменшили чисельність, проявляють шкідливість тільки у вогнищах розмноження деяких господарств. 2. Шведські мухи (*Oscinella*), пшенична муха (*Phorbia securis* Tiensum.), гессенська муха (*Mayetiola destructor* Say.) – види, які проявляють чутливість до змін клімату (рис. 6.2–6.3). Це підтверджує, як динаміка стану популяцій, так і наявність оберненого кореляційного зв'язку чисельності із показниками СЕТ. Сила зв'язку (r) за Чеддоком для мух злакових визначається, як помітна та помірна і становить для пшеничної (*Phorbia securis* Tiensum.), шведських (*Oscinella*) та гессенської мухи (*Mayetiola destructor* Say.) відповідно -0,69\*\*\*, -0,50\*, -0,49\* (Полісся) та -0,53\*, -0,38, -0,43 (Лісостеп). У зоні Степу таких кореляцій майже немає. Сила зв'язку визначається, як слаба та становить для пшеничної (*Phorbia securis* Tiensum.), шведських (*Oscinella*) та гессенської мух (*Mayetiola destructor* Say.) відповідно -0,04, -0,05 та 0,03. Характер відповіді популяцій злакових мух (*Phorbia securis*) на збільшення суми тепла в Степу можливо зумовлена силою тиску екологічного чинника, який може досягати межі толерантності комах до температури.



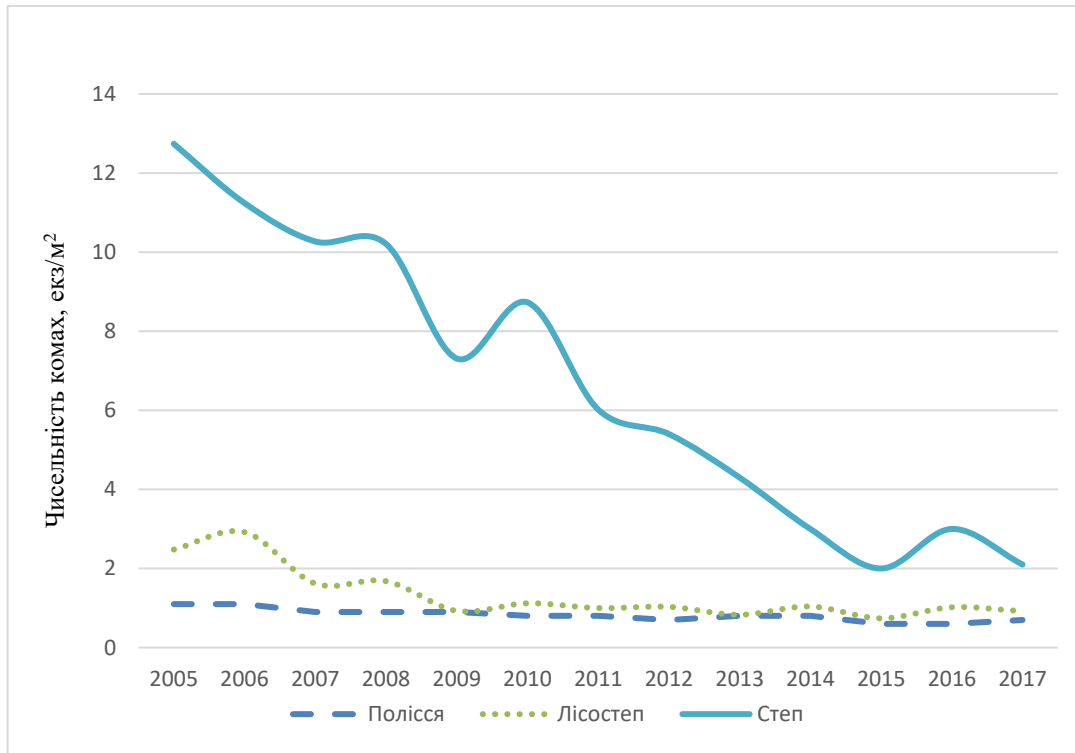


Рис. 6.2. Багаторічна динаміка чисельності мухи пшеничної (*Phorbia securis* Tiensum.) на посівах пшениці озимої

Клопи хлібні, турун хлібний, жуки хлібні, совка озима та дротяники (личинки довгоносиків) – види, які завдяки екологічній пластичності, поки що мало реагують на температурний чинник (рис. 6.4. – 6.6.). Про це свідчить слабка та помірна кореляція.

2. Примітка:
3. \* – кореляція значима на рівні 0,1;
4. \*\* – кореляція значима на рівні 0,05;
5. \*\*\* – кореляція значима на рівні 0,01;
6. інші – кореляція не значима

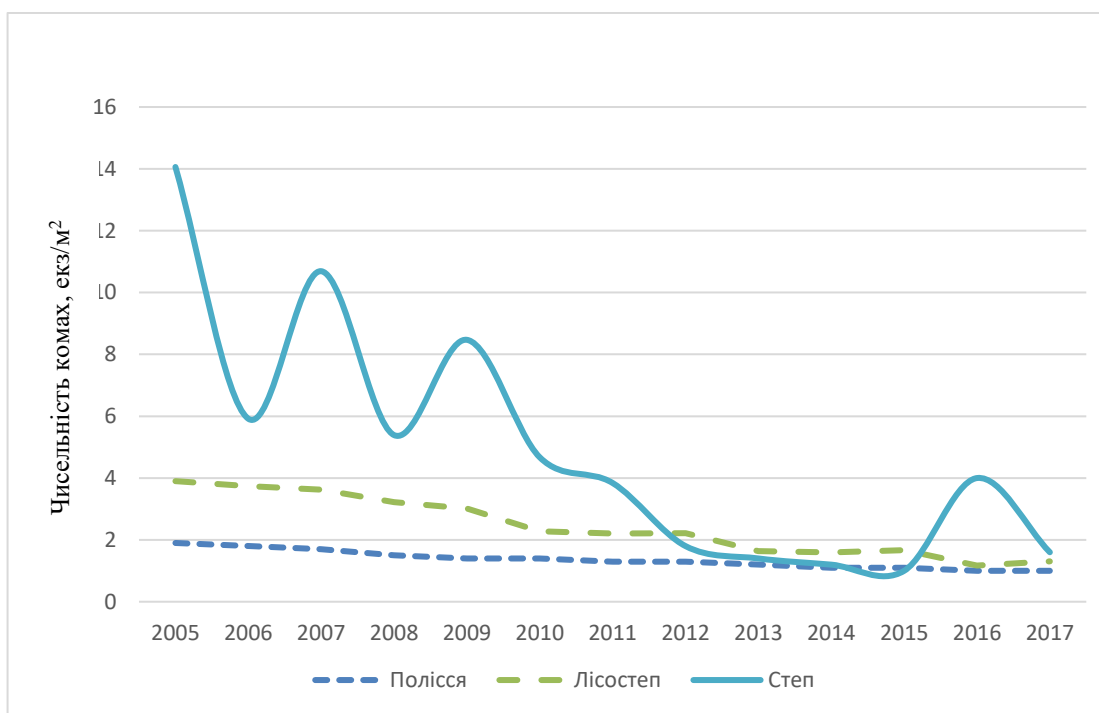


Рис. 6.3. Багаторічна динаміка чисельності мух шведських (*Oscinella*) на посівах пшениці озимої

між багаторічною чисельністю та показниками зміни клімату. Так, кореляція між чисельністю жуків хлібних та природним потепління в різних зонах

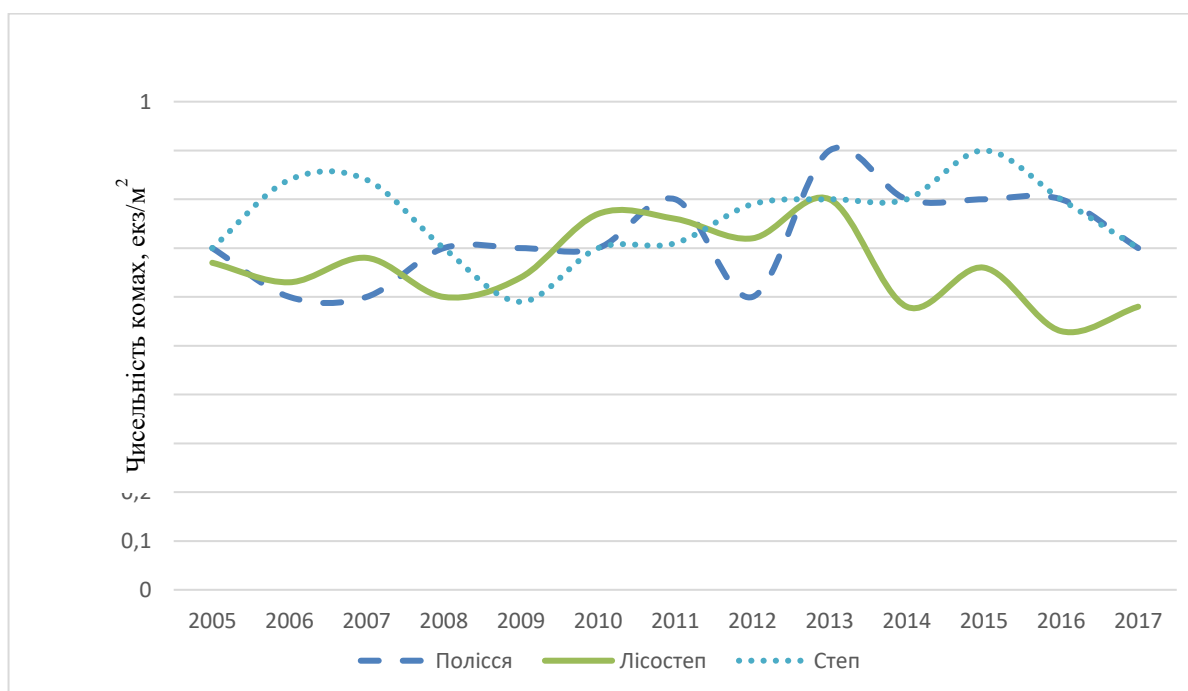


Рис. 6.4. Багаторічна динаміка чисельності хлібних жуків (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) на посівах пшениці озимої

становить: 0,13 (зона Полісся), 0,30 (зона Лісостепу) та 0,43 (зона Степу).

Характер зв'язку –

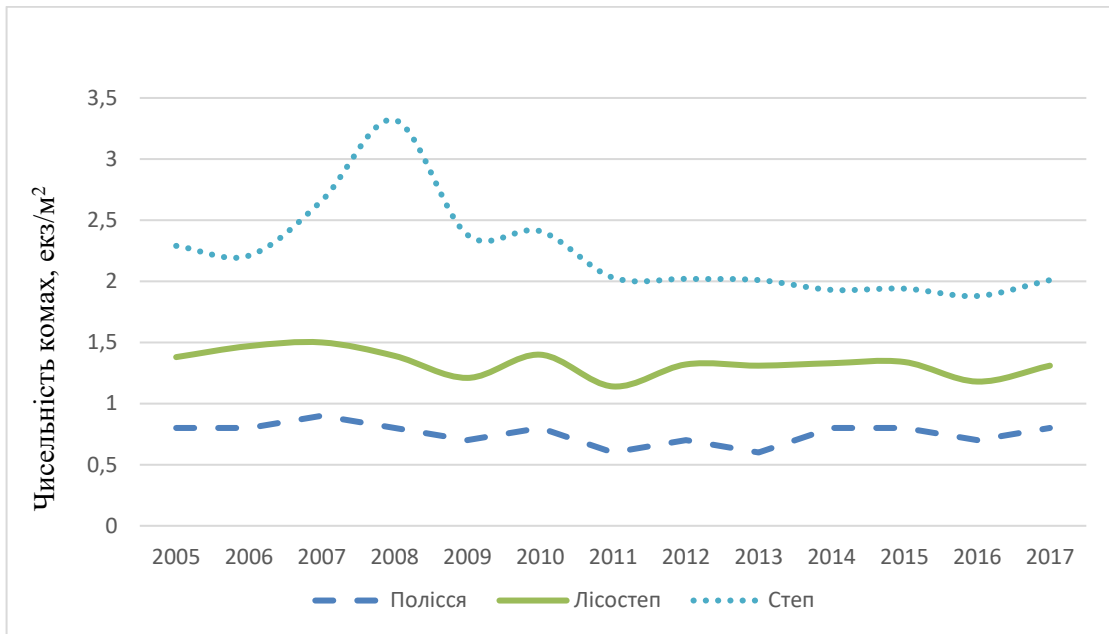


Рис. 6.5. Багаторічна динаміка чисельності туруна хлібного (*Zabrus tenebrioides* Goeze.) на посівах пшениці озимої

прямий, що може пояснюватись особливостями біології жуків: тривалий термін розвитку личинок у ґрунті має нівелювати кореляційний зв'язок. Для туруна хлібного кореляції становлять, відповідно  $-0,20$ ,  $-0,02$ ,  $-0,32$ .

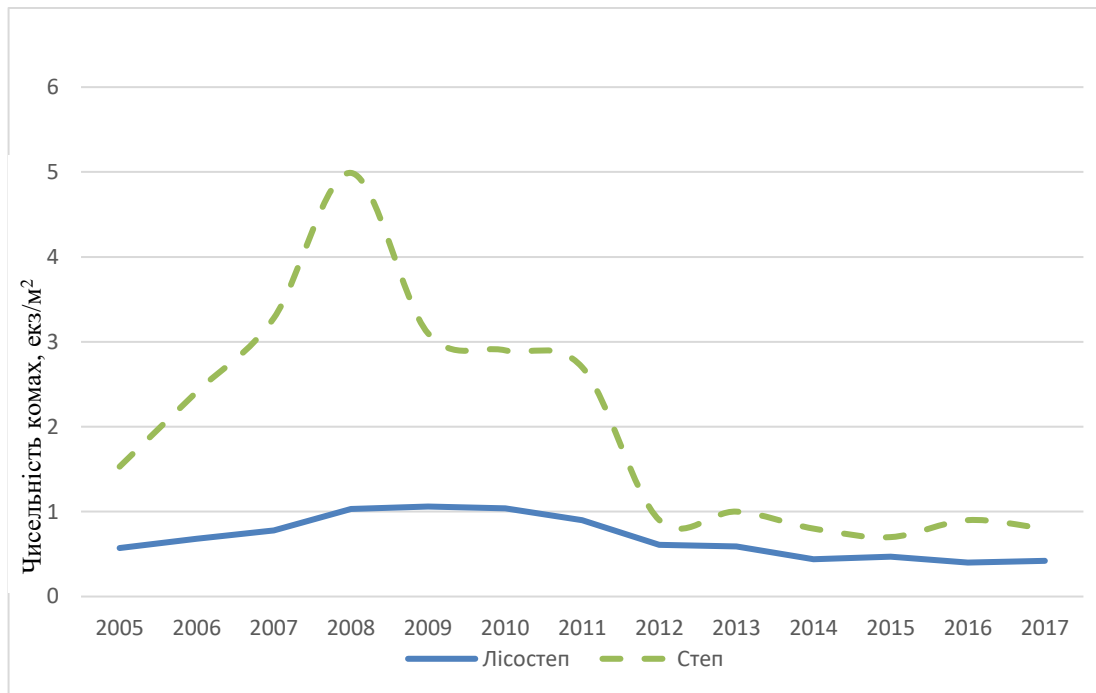


Рис. 6.6 Багаторічна динаміка чисельності клопа черепашки шкідливої (*Eurygaster integriceps* Put.) на посівах пшениці озимої

Клоп черепашка шкідлива (*Eurygaster integriceps* Put.) – основний шкідник пшениці озимої в зоні Степу. З кінця ХХ століття в умовах потепління клімату клоп збільшив показники чисельності та поширення в Лісостепу України, де почав відчутно шкодити пшениці.

Як видно, з наведених на рисунку 6 даних, в умовах Степу чисельність клопа почала суттєво зменшуватися з 2009 року. У 2012 році вона вже не досягала рівня економічного порогу шкідливості і надалі змінювалася мало. Кореляційний аналіз не дав змоги виявити зв'язку чисельності популяції клопа та СЕТ:  $r$  дорівнює  $-0,10$  для Лісостепу та  $-0,28$  – для Степу.

Аналіз багаторічної динаміки чисельності шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої, як індикаторної групи видів дає змогу дійти висновку щодо поступового зменшення чисельності комах в умовах потепління клімату в Україні. Цей висновок добре узгоджується з літературними даними щодо глобального збіднення чисельності безхребетних [84]. Кореляційний аналіз не дає змоги однозначно зв'язати процес збіднення популяцій зі збільшенням теплозабезпеченості території у вегетаційний період.

Сільське господарство безпосередньо впливає на збіднення чисельності значної частки видів комах у Європі та в Північній Америці [23]. В регіонах високої активності людини, де скорочення чисельності комах найпомітніше, одночасно діють декілька чинників стресу. Залишається значна невизначеність щодо відносної важливості цих чинників, їхньої взаємодії, а також тимчасових і просторових варіацій їхньої інтенсивності. У той же час відомо, що біологічні кризи в еволюції біосфери, як правило, обумовлені внутрішніми причинами. Зовнішні впливи можуть прискорити, або загальмувати розвиток кризи.

У процесі вегетації культури на комплекс комах діють екологічні чинники різної природи. Згідно із законом сукупної дії (*закон Мітчерліха-Тинемана-Бауле*), екологічні чинники будуть впливати на популяції комах сукупно. Відомо, наприклад, що кліматичні й погодні зміни визначають чисельність популяцій комах-шкідників, їхній біотопічний розподіл, інтенсивність харчування [99], змінюють відносини хижака та жертви, імунні реакції комах, швидкість розвитку та плодючість [187]. Тепловий ефект може призвести до зміни статусу шкідливого організму через пригнічення або стимуляції генетичного потенціалу, а також відносин із рослиною-господарем [124, 165]. Результативна комплексної дії чинників проявляється в депресії чисельності популяцій.

Цей висновок підтверджує також визначення багаторічної динаміки зваженого індексу LPI (рис. 6.7). Аналіз свідчить, що, починаючи з 2009 року, в Україні спостерігається стабільна депресія чисельності популяцій комах.

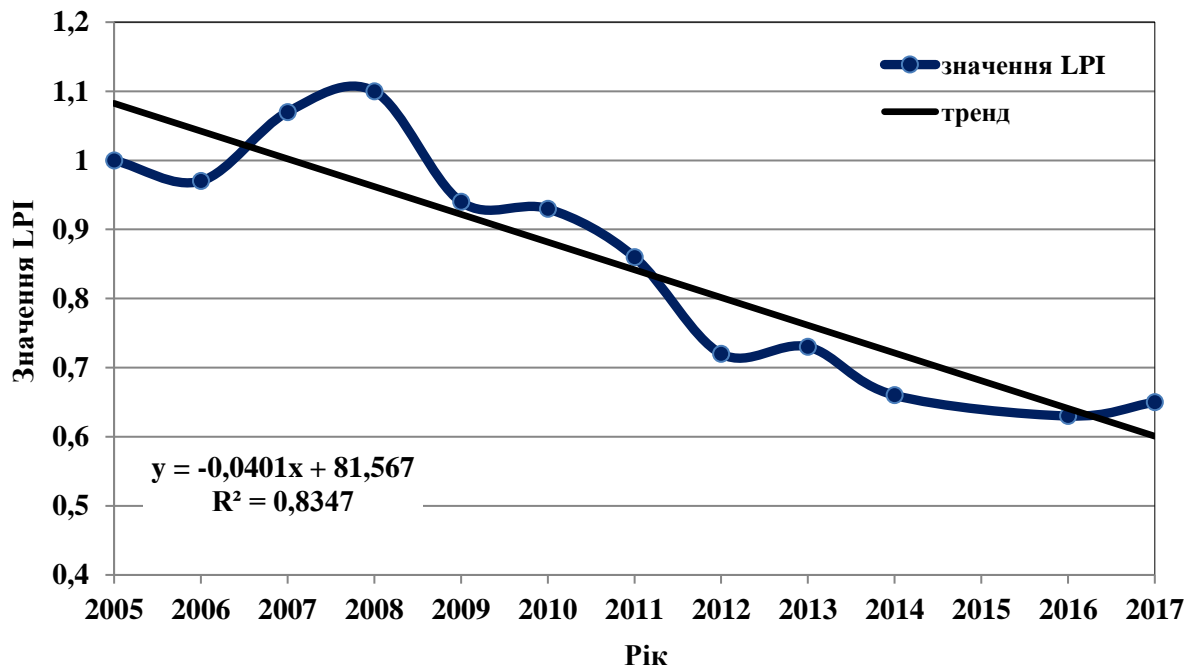


Рис. 6.7. Багаторічна динаміка зваженого індексу живої планети (LPI) в Україні

Як засвідчили результати багаторічного фітосанітарного моніторингу, в останні 10 років в Україні спостерігається поступове зменшення чисельності комплексу шкідливих комах-фітофагів пшениці озимої. Показники їхньої чисельності тільки в деяких випадках досягають рівня економічних порогів шкідливості, коли застосування інсектицидів окупується збереженим врожаєм. Водночас, за даними управління фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби України обсяги застосування хімічних засобів захисту зернових культур в порівнянні з 2005 роком збільшилися в 5 разів. В умовах екологічної кризи, яка охопила територію України, визначення доцільності хімічних обробок посівів та насаджень сільськогосподарських культур надзвичайно актуально.

### Висновки до розділу 6

1. Аналіз багаторічного стану популяцій шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої, як індикаторної групи по-різному реагують на потепління залежно від своєї біології видів та дає змогу дійти висновку

щодо поступового зменшення чисельності комах агроландшафтів в умовах потепління клімату в Україні. Цей висновок добре узгоджується з літературними даними щодо глобального збіднення чисельності популяцій безхребетних.

2. За останні 10 років в Україні показники чисельності шкідників пшениці озимої тільки в деяких випадках досягають рівня економічних порогів шкідливості, коли застосування інсектицидів окупається збереженим врожаєм. Водночас, обсяги застосування хімічних засобів захисту зернових культур в порівнянні з 2005 роком збільшилися в 5 разів. В умовах екологічної кризи, яка охопила територію України, визначення доцільності хімічних обробок посівів та насаджень сільськогосподарських культур надзвичайно актуально.

## **РОЗДІЛ. 7. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ НА ПРИКЛАДІ КОМАХ-ЗАПИЛЮВАЧІВ**

Екосистемні послуги – це всі корисні блага, які можливо отримати від близького сусідства з природою. Фундаментальне задоволення потреб людини прямо залежить від екосистемних послуг. Науковці екологи-економісти розробили методики розрахунку оцінки вартості скільки коштує чисте повітря, спів пташок, шелест листя, красивий краєвид.

Знання про екосистемні послуги потрібні, щоб люди зрозуміли що вони необхідні та важливі для збереження біорізноманіття та підтримання природних процесів у довкіллі. Нажаль, не всі люди розуміють що збереження природи це інвестиція у власний добробут [51].

Вивчення екосистемних послуг є дуже важливим для ухвалення рішень, які можуть вплинути на природні екосистеми. На сьогоднішній день очевидним, що громадяни що інвестують у захист довкілля та збереження біорізноманіття це в перспективі отримання дивідендів не лише від чистого довкілля а й здоров'я людей [51].

На сьогоднішній день плата за екосистемні послуги це нове та не зовсім зрозуміле поняття, дослідження та обговорення якого здебільшого обмежується науковими та дослідницькими колами. Добробут та благополуччя людей прямо залежить від стійкості та збереження природних екосистем. Оцінка та аналіз екосистемних послуг це проста і зрозуміла нова методика оцінки основних екосистемних послуг які в свою чергу дозволять застосувати при оцінці завданих збитків.

Грошова оцінка екосистемних послуг необхідна для того щоб оцінити масштаби втрат, які ми втрачаємо від руйнування природних екосистем. На відміну від безкоштовних благ які ми отримуємо від природи, економічні втрати мають уже цілком реальну грошову оцінку. Тобто, якщо ми активно



знищуємо природні екосистеми сьогодні, то завтра обов'язково ми отримуємо втрати та занепад [51].

Зарубіжні науковці Т. Браун, Дж. Бергстром і Дж. Лумис виділили екосистемні блага і екосистемні послуги. До групи благ увійшли непоновлювані блага (корисні копалини) і поновлювані (тварини, рослини, вода, повітря, ґрунт, рекреація, естетика). До екосистемних послуг вони віднесли: очищення повітря і води, перенесення біогенів, підтримку і відновлення ґрунтів і їх родючості, запобігання ерозії і боротьба з нею, підтримка місць життя рослин і тварин, підтримка регіональних опадів, запилення диких і культурних рослин, поширення насіння, контроль видів-шкідників, захист від ураження ультрафіолетовими променями, стабілізацію клімату, зниження температурних екстремумів, сили вітру і хвиль, захист від паводків і посух [136].

Біорізноманіття має життєво важливе значення для підтримання екологічних процесів і в цей час розглядається, як основний параметр, що характеризує стан екологічних систем [134]. Руйнування екосистем несе загрозу не тільки для тварин і рослин, що входять до їхнього складу, а й для людини.

У 2007 р. сформувався новий напрям наукових досліджень – економіка екосистем і біорізноманіття, у рамках якого були сформульовані такі ключові принципи: визнання цінності екосистем, ландшафтів, біорізноманіття, її вираження в економічних категоріях, а також вироблення механізмів обліку в плануванні господарської діяльності послуг та благ, що надаються екосистемами [16].

Комахи становлять близько двох третин усіх видів біоти та мають важливе значення для підтримання стабільності екосистем і надання екосистемних послуг [114, 115, 178].

Класифікація екосистемних послуг базується за поділом їх на групи за функціями [51, 136]:

1. **Постачання** – відносять продовольство, сировину, прісну воду,

грунти та інші ресурси, ціну на які можна визначити в грошовому еквіваленті.

2. **Регулювання** – усе різноманіття процесів у екосистемах, які формують середовище існування біоти, зокрема, людини. Це регуляція клімату, погодних умов, якість повітря, якість і кількість прісної води, формування ґрунтів, запилення рослин та інші процеси, які підтримують стійкість екологічних систем.

3. **Підтримання екосистем** – глобальні процеси формування атмосфери, кліматичних зон, колообіг речовин у природі. Підтримання біорізноманіття, глобальних процесів біохімічних циклів, накопичення органічної речовини.

4. **Культурні та соціальні послуги** – належать нематеріальні вигоди й блага, які людина отримує від природи: можливість відпочинку, духовного збагачення, натхнення для творчості, отримання наукових знань, формування ідентичності соціальних і етнічних груп.

На відміну від багатьох інших екосистемних послуг, запилення можна порівняно точно монетизувати, адже відома вартість продуктів, що отримані від комахозапильних рослин. Наприклад, економічне значення запилення ентомофільних рослин з допомогою медоносних бджіл для глобального виробництва сільськогосподарських культур оцінюється в 518 мільярдів доларів за рік. Робота запилювачів у Європі оцінюється приблизно у 22 млрд євро на рік [136].

Втрати екосистем зупиняють постачання регулювальних та постачальних послуг. Усі форми життя на Землі поєднані складними зв'язками та зникнення будь-якого компонента робить всю систему менш стабільною. Приміром, зникнення комах-запилювачів, зумовить зникнення маси видів рослин із їхніми плодами, насінням і функціями, які вони виконували. Зникнення кожного виду рослин призведе до зникнення кількох видів комах, що так само зменшить кількість комахоїдних птахів; зникають також гриби, які перебувають у симбіозі з рослинами. Отже, зникнення одного виду з

природної екосистеми, спричинить руйнування великої складної конструкції, стабільність якої залежить від кожної складової [51].

Усіх комах-запилювачів умовно поділяють на спеціалізованих та другорядних. Ті види комах, личинки яких споживають нектар та пилок, є головними спеціалізованими запилювачами. До спеціалізованих запилювачів насамперед належать комахи ряду перетинчастокрилі, а саме бджоли та деякі оси [150].

В Україні дослідження з еколого-економічного оцінювання екосистемних послуг проводяться недостатньо, в основному вони зосереджені на обґрунтуванні методологічних підходів до оцінювання. Такий стан речей зумовлює актуальність нашої роботи. Знання вартості екосистемних послуг необхідні для прийняття рішень щодо збереження біорізноманіття й підтримання природних процесів у довкіллі.

Важливе значення бджільництва, як галузі сільськогосподарського виробництва визначається насамперед великим значенням бджіл для запилення сільськогосподарських культур, а також різними видами цінної продукції, яку дають бджоли (мед, віск, прополіс та ін.) [104]. Приріст врожаю від комах-запилювачів наведено у табл. 7.1.

*Табл. 7.1.*

**Еколого-економічна ефективність запилення ентомофільних  
сільськогосподарських культур**

Ентомофільна рослина, назва	Середня урожайність в господарстві, кг/га	Приріст врожаю від запилення*, %	Ціна продукції, грн/кг**
Гречка	2000	60	16,8
Ріпак озимий	1500	50	17,3
Соняшник	1800	50	21
Огірки у відкритому грунті	25000	30	22

\* за даними [136]

\*\*гречка – 16,8 грн/кг [178];

ріпак озимий – 17,3 грн/кг [179];

соняшник – 21 грн/кг [180];

огірки – 22 грн/кг [181].

Результати спостережень за відвідуванням дослідних ділянок бджолою медоносною та іншими комахами-запилювачами наведені в таблиці 7.2.

На прикладі запилювачів люцерни встановлено, що добова активність комах-запилювачів (бджолиних) характеризується двома піками льоту: перший – 10 екз./100 п.с. припадає на дванадцяту годину, другий – 18 екз./100п.с. – на шосту годину вечора [185]. Отже, приведений нами термін обліків чисельності комах перекриває період активності запилювачів у природі.

Як видно, з наведених даних, у структурі угруповання комах-запилювачів досліджених ентомофільних культур домінували медоносні бджоли, найвищий ступінь домінування відмічена на посівах гречки – 83,1 %.

*Таблиця 7.2.*

**Інтенсивність відвідування та склад угруповання запилювачів різних ентомофільних культур (2019 – 2020 рр.)**

Культура	Комахи-запилювачі, екз	Динаміка відвідування культури (1 м <sup>2</sup> за 15 хв)					Склад угруповання комах-запилювачів
		9 год	10 год	16 год	17 год	18 год	
Ріпак озимий	Домашня бджола,	7 ± 0,8	7 ± 0,5	10 ± 1,2	12 ± 1,4	10 ± 1,0	80,7 %
	Дикі запилювачі	3 ± 0,5	2 ± 1,2	1 ± 0,9	3 ± 0,5	2 ± 0,8	19,3 %
Гречка	Домашня бджола,	9 ± 0,1	12 ± 1,4	15 ± 1,8	15 ± 2,0	13 ± 1,6	83,1 %
	Дикі запилювачі	1 ± 1,2	3 ± 1,6	3 ± 1,9	2 ± 1,8	4 ± 1,8	16,9 %
Соняшник	Домашня бджола,	2 ± 0,9	5 ± 0,7	4 ± 0,6	2 ± 0,5	2 ± 0,7	78,9 %
	Дикі запилювачі	0	1 ± 0,9	2 ± 0,5	0	1 ± 0,9	21,1 %
Огірок	Домашня бджола,	4 ± 0,8	5 ± 0,7	5 ± 0,9	4 ± 0,5	3 ± 0,6	72,4 %
	Дикі запилювачі	2 ± 0,7	1 ± 0,9	2 ± 0,6	2 ± 0,9	1 ± 0,9	27,6 %

Використавши показники середньої урожайності досліджених ентомофільних культур у господарстві, показники загального приросту урожаю від запилення (табл. 7.1), та склад угруповання комах-запилювачів (табл. 7.2), обрахували фактичний приріст урожаю від запилення різних культур та диференціювали його за вкладом домашніх бджіл та угруповання диких запилювачів. Результати дослідження наведено в таблиці 7.3.

З урахуванням поточної ціни продукції досліджених ентомофільних культур (див. табл. 7.1) та фактичного приросту врожаю від запилювачів у господарстві обрахували дохід від приросту врожаю кожної культури. Отримані дані наведені в таблиці 7.4.

Таблиця 7.3.

**Приріст урожаю від запилення ентомофільних культур бджолою  
медоносною та іншими комахами-запилювачами, кг/га**

Назва культури	Приріст урожаю від запилення, кг/га	Приріст урожаю від запилення бджолою медоносною, кг/га	Приріст урожаю від запилення дикими комахами-запилювачами, кг/га
Гречка їстівна	1200	997	203
Ріпак озимий	750	606	144
Соняшник	900	710	190
Огірки у відкритому ґрунті	7500	5430	2070

Таблиця 7.4.

**Дохід від додаткового врожаю від запилення ентомофільних культур, грн/га**

Назва культури	Дохід від запилення ентомофільних культур комахами, грн	Дохід від запилення ентомофільних культур бджолою медоносною, грн	Дохід від запилення ентомофільних культур іншими комахами запилювачами, грн
Гречка їстівна	20160,00	16269,12	3890,88
Ріпак озимий	12975,00	10470,83	2504,17
Соняшник	18900,00	14912,10	3987,90
Огірки у відкритому ґрунті	165000,00	119460,00	45540,00
Всього	217035	161112,05	55922,95

Як видно, з наведених результатів, вартість екологічної послуги запилення досліджених ентомофільних культур у господарстві становить 217035 грн, з яких 161112,05 грн припадає на запилення медоносною бджолою.

Загальна площа досліджених ентомофільних культур в Україні становить: соняшник – 6,37 млн га [181]; ріпак – 1,1 млн га [180]; гречка – 60 тис. га [179]; огірок відкритого ґрунту – 80 тис. га [182].

За перерахунку на загальну площу досліджених культур в Україні, вартість екосистемної послуги оцінюється як:

запилення соняшнику –  $18900,00 \text{ грн/га} \times 6370000 \text{ га} = 120393000000 \text{ грн}$   
 $= 120,4 \text{ млрд грн};$

запилення ріпаку озимого –  $12975,00 \text{ грн/га} \times 1100000 \text{ га} =$   
 $14272500000 \text{ грн} = 14,3 \text{ млрд грн};$

запилення гречки –  $20160 \text{ грн/га} \times 60000 \text{ га} = 1209600000 \text{ грн} = 1,21 \text{ млрд}$   
 $\text{грн};$

запилення огірка відкритого ґрунту –  $165000,00 \text{ грн/га} \times 80000 \text{ га} =$   
 $13200000000 \text{ грн} = 13,2 \text{ млрд грн}.$

Усього – 149,11 млрд грн.

Сумарна вартість екосистемної послуги запилення тільки чотирьох досліджених ентомофільних культур в Україні переконливо свідчить щодо економічної актуальності збереження біорізноманіття комах.

У багатьох країнах відчувається нестача запилювачів. З 1960 до 2008 рік середня забезпеченість одного гектара комахозапильних культур бджолиними сім'ями знизилась у світі з 0,23 до 0,16, а в США – з 0,25 до 0,05 (за мінімально необхідної кількості для цих культур з урахуванням їхнього різноманіття 1,2 – 6,2 бджолосім'ї). У Європі попит на послуги запилення подекуди перевищує можливості наявної кількості медоносних бджіл майже в п'ять разів. Приміром, Великобританія має лише 34 % бджолосімей, необхідних для сільськогосподарських потреб країни [136].

Встановлено, що структура угруповання камах-запилювачів ентомофільних культур: соняшника, гречки, ріпака та огірка відкритого ґрунту на 72,4–83,1 % представлено бджолою медоносною. Відомо, що Україна займає 3 місце серед ТОП-10 світових країн-експортерів меду, що свідчить про поки що нормальний стан бджолосімей в Україні у порівняння з іншими країнами Європи.

На рисунку 7.1 наведена схема впливу збіднення біорізноманіття на екологічний стан довкілля України. Концепція екосистемних послуг дозволяє пояснити кризу екологічного стану довкілля внаслідок сільськогосподарської діяльності. Агроландшафти України складають більшу частку довкілля країни. Стан агроландшафтів чинить основний вплив на екологічний стан довкілля. Збіднення біорізноманіття обумовлено екологічним станом агроландшафтів та тиском антропогенних та природних чинників, які підсилюють кризу біорізноманіття, про що свідчить проведений нами аналіз екологічних індикаторів. Внаслідок дії комплексу екологічних чинників відбувається збіднення біорізноманіття та пов'язаних з ним екосистемних послуг. Відбувається екологічна деградація довкілля України.



Рис. 7.1. Схема впливу збіднення біорізноманіття агроландшафтів на екологічний стан довкілля України

На порядку денному впровадження екологічно збалансованого землекористування, що можливе тільки за умов створення ринку землі в Україні.

### Висновки до розділу 7

1. Дослідження структури угруповання комах-запилювачів ентомофільних культур: соняшника, гречки, ріпаку та огірка відкритого ґрунту на 72,4–83,1 % представлено бджолою медоносною, що свідчить про, поки що нормальний стан бджолосімей в Україні.

2. Сумарна вартість екосистемної послуги запилення тільки чотирьох досліджених ентомофільних культур в Україні (149,11 млрд грн) переконливо свідчить щодо економічної актуальності збереження біорізноманіття комах.



## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз показників абіотичних чинників (зміна температури та опадів) за зонами Полісся, Лісостепу, Степу в Україні за періоди в ХХ та ХХІ століттях: 1900–1961 рр., 1961–1990 рр. і порівняно з десятиріччям ХХІ ст. – (2000–2010 рр.) Відмічено, що в агрокліматичних зонах України СЕТ та кількість опадів змінюються, що відображається на негативній багаторічній динаміці чисельності ентомологічного біорізноманіття.

2. Оцінка екологічного стану агроландшафтів Черкаської області, структура замлекористування якої є типовою для України, свідчить, що за сучасних умов функціонального використання земельних ресурсів основним чинником антропогенного навантаження на довкілля є ступінь розораності ґрунтового покриву. З 20 адміністративних районів Черкаської області тільки в Канівському – рівень антропогенного навантаження середній, а екологічний стан території – середньо стабільний.

3. Досліджено реакцію популяцій шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої (індикаторної групи видів комах), як відповідь на тиск зміни клімату: опоміза (*Opomyza florum*), муха озима (*Leptohylemya coarctata*), попелиці злакові (*Schizaphis graminum*), трипс пшеничний (*Haplothrips tritici* Kurdjumov) та пильщик хлібний (*Cephus pygmaeus* L.) – проявили найбільшу чутливість; мухи шведські (*Oscinella*), муха пшенична (*Phorbia securis* Tiensum.), муха гессенська (*Mayetiola destructor* Say.) – види, які проявляють незначну чутливість до змін клімату; клоп хлібний (*Eurygaster integriceps* Put.), турун хлібний (*Zabrus tenebrioides* Goeze.), жук хлібний (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) – види, які завдяки екологічній пластичності, поки що, слабо реагують на зміну температурного показника.

4. Встановлено, що починаючи з 2009 року в Україні відбувається стабільне скорочення різноманіття комах за умови потепління клімату. Розрахунок індикатора індекс процвітання (Legatum Prosperity Index (LPI) засвідчив, що його значення впродовж 2005 – 2017 рр. скоротилося з 1,0 до 0,75 – (зменшилося майже на 25 %).

5. За аналізу індикатора RDB визначено, що головні загрози біорізноманіттю в Україні пов'язані з діяльністю людини (антропогенний чинник), в той час як потепління клімату (абіотичний чинник) сьогодні обумовлює збіднення різноманіття тварин в Україні тільки на 8 %.

6. Розроблено Концепцію екосистемних послуг, яка дозволила пояснити кризу екологічного стану довкілля внаслідок сільськогосподарської діяльності та комплексу біотичних та абіотичних чинників. Збіднення біорізноманіття обумовлено екологічним станом агроландшафтів. Вплив антропогенних та природних чинників підсилює кризу біорізноманіття, про що свідчить проведений нами аналіз екологічних індикаторів. Внаслідок дії комплексу екологічних чинників відбувається збіднення біорізноманіття та пов'язаних з ним екосистемних послуг. Відбувається екологічна деградація довкілля України.

7. Визначено, що сумарна вартість екосистемної послуги запилення тільки чотирьох досліджених ентомофільних культур в Україні становить 149,11 млрд грн, що переконливо свідчить про економічну актуальність збереження біорізноманіття комах, як основної складової в біологічному кругообігу речовини в агроландшафтах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ayres J. S. Schneider D. S. The role of anorexiain in resistance and tolerance to infectionsin in *Drosophila*. PLoSBiol, 2009. № 7. P. 1000–1005.
2. Barnosky A. D., Matzke N., Tomiya S., Wogan G.O.U., Swartz B., Qental T. B., Marshall C., McGuire J. L., Lindsey E. L., Maguire K. C., Mersey B., Ferrer E. A. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 2011. Vol. 471. P. 51–57.
3. Bartomeus, I., Ascher, J.S., Wagner, D., Danforth, B.N., Colla, S., Kornbluth, S., Winfree, R. Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pol- linated plants. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 20645–20649, 2011.
4. Bauer D.M., Wing I.S. Economic Consequences of Pollinator Declines: A Synthesis. *Agricultural and Resource Economic Review*, 2003. 39/3.
5. Biodiversity. National Forum on Biodiversity (1986: Washington, D.C.) / Wilson E.O. (Ed.) Washington: National Academy Press, 1988. 520 p.
6. Biodiversity. URL: <http://www.grida.no/geo2000/english/0045.htm> (дата звернення 01.06.2020).
7. Bondarchuk L. I. Atlas of honey plants of Ukraine / L. I. Bondarchuk, T. D. Solomakha, A. M. Ilyash and others. K.: Harvest, 1993. 272 p.
8. Breed G. A., Stichter S., Crone E. E.. Climate-driven changes in northeastern US butterfly communities. *Nat. Clim. Chang*, 2013. 3. P. 142.
9. Breeze, T. D., Bailey, A. P., Balcombe, K. G. and Potts, S. G. Pollination services in the UK: how important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2011. 142 (3-4). P. 137–143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.020>.
10. Ceballos G., Ehrlich P. R. Mammal population losses and the extinction crisis. *Science* 296, 2002. P. 904-907.

11. Ceballos G., Ehrlich, P. R., Dirzo, R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114, E6089-E6096 2017.
12. Chamberlain D. E., Fuller, R. J. Local extinctions and changes in species richness of lowland farmland birds in England and Wales in relation to recent changes in agricultural land-use. *Agric. Ecosyst. Environ*, 2000. 78. 1–17.
13. Chen I. C., Hill, J. K., Shiu, H.J., Holloway, J. D., Benedick, S., Chey, V. K., Barlow, H. S., Thomas, C. D. Asymmetric boundary shifts of tropical montane Lepidoptera over four decades of climate warming. *Glob. Ecol. Biogeogr*, 2011. 20. 34–45.
14. Cneveckow J. Environmental Policy in Central and Eastern Europe: The «Environment for Europe» Process. *New Eur.: Transform. and Environ. Issues. Development. Environmental Conservation*, 18/3. P. 201–208.
15. Collen, B. et al. Monitoring Change in Vertebrate Abundance: the Living Planet Index. *Conservation Biology* 23, 317–327, doi:10.1111/j.1523-1739.2008.01117.x (2009)
16. Colwell, R. K., Brehm, G., Cardelus, C. L., Gilman, A. C., Longino, J. T. Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics, 2008. *Science* 322. 258.
17. Costanza R. K., Farber S. R., Turner, K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 2014. 26. 152–158.
18. Costanza R. K., Farber S. R., Turner, K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change.*, 2014. 26. 152–158.
19. Dainese M. et al. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances* 16 Oct 2019: Vol. 5, no. 10, eaax0121 DOI: 10.1126/sciadv.aax0121
20. David L. Wagner, Eliza M. Grames, Matthew L. Forister, May R. Berenbaum, and David Stopak. Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *PNAS*, 2021. Vol. 118. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>.

21. De'ath G., Fabricius, K. E., Sweatman H., Puotinen M. The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 2012. 109 (44).17995–17999.
22. Diamond J.M. The present, past and future of human-caused extinctions. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol.*, 1989. Sci. 325, 469–477.
23. Dudley, N., Alexander, S. 2017 Agriculture and biodiversity: a review. *Biodiversity*, 2017. 18. 45–49.
24. ESA Position Statement on Insects and Biodiversity. URL: [http://www.entsoc.org/resources/position\\_papers/biodiversity.htm](http://www.entsoc.org/resources/position_papers/biodiversity.htm) (дата звернення 01.06.2020).
25. Evolution of Biological Diversity / Magurran A. E., May R. M. (Eds). N-Y: Oxford Univ. Press, 1999. 329 p.
26. FAO. Agricultural Biodiversity. Multifunctional Character of Agricultural Land. FAO Conference Background Paper No. 1. Maastricht, Netherlands, 1999.
27. FAO. FAOSTAT On-line Statistical Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. URL: [www.fao.org/faostat/en/](http://www.fao.org/faostat/en/) (дата звернення 01.06.2020).
28. Finlay-Doney M., Walter G H. Behavioral responses to specific prey and host plant species by a generalist predatory coccinellid (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant). *Biological Control*, 2012. 63(3). P. 270–278.
29. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. 194 p. URL: <https://www.fao.org>.
30. Forster E., Ronz B. Methoden der korrelations- und regressionsanalyse. M.: “Finance and Statistics”, 1983; 304 p (дисертація сторінка 70)
31. Fox, R. The decline of moths in Great Britain: a review of possible causes. *Insect Conserv. Divers*, 2013. 6. 5–19.
32. Gallai N. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 2009. Vol. 68. P. 810–821.

33. Gaston, K.J. and J.I. Spicer. *Biodiversity. An introduction*. 2nd Edition. Blackwell, 2004. ISBN: 1405118571.
34. Gilburn, A. S., Bunnefeld, N., Wilson, J. M., Botham, M. S., Brereton, T. M., Fox, R., Goulson, D. Are neonicotinoid insecticides driving declines of widespread butterflies? *PeerJ*, 2015. 3.
35. Global Biodiversity Assessment. UNEP. Annex 6, Glossary used as source by Biodiversity, Glossary of terms related to the CBD, Belgian Clearing-House Mechanism. Retrieved 2006-04-26.
36. Gonzalez-Del-Pliego P. et al., Phylogenetic and trait-based prediction of extinction risk for data-deficient amphibians. *Curr. Biol.* 29, 1557–1563.e3 (2019)
37. Grove, S. J.; Hanula, J. L. Insect biodiversity and dead wood. Proceedings of a symposium for the 22 nd International Congress of Entomology, 2006. Gen. Tech. Rep. SRS-93.
38. Hallmann C. A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W., Müller A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., de Kroon, H More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas, 2017. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809>.
39. Hallmann C., Sorg M., Jongejans E. et al. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 2017. 12(10). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809/>.
40. Hallmann C.A. et al., More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One* 12, e0185809 (2017)
41. Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., de Kroon, H. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One* 12, 2017. URL: [http://refhub.elsevier.com/S0006-3207\(18\)31363-6/rf0570](http://refhub.elsevier.com/S0006-3207(18)31363-6/rf0570).

42. He Jianhua, Huang Junlong, Liu Dianfeng, Wang Han, Li Chun. Updating the habitat conservation institution by prioritizing important connectivity and resilience providers outside. *Ecological Indicators*, 2018. V.88. P. 219–231.
43. Hyvonen, T., Salonen, J. Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels: a six-year experiment. *Plant Ecol*, 2002. 159, 73–81.
44. IPBES, The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production, S. G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, H. T. Ngo, Eds. (Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 2016.
45. Isaac, N.J.B., Girardello, M., Brereton, T.M., Roy, D.B. Butterfly abundance in a warming climate: patterns in space and time are not congruent. *J. Insect Conserv*, 2011. 15, 233–240.
46. Islands. *Biological Diversity and Ecosystem Function* / Vitousek P.M., Loope L.L., Anersen H. (Eds). N-Y: Springer, 1995. 228 p.
47. Kozak H. Harmful entomocomplex of winter wheat in the forest-steppe of Ukraine in the conditions of climate change. *Agriculture: Interdepartmental. Tem. Science. coll.*, 2005. 77. 65–72.
48. Kuussaari, M., Heliölä, J., Pöyry, J., Saarinen, K. Contrasting trends of butterfly species preferring semi-natural grasslands, field margins and forest edges in northern Europe. *J. Insect Conserv*, 2007. 11. 351–366.
49. Lister B.C., Garcia A. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1722477115>.
50. Living Planet Report, 2014 URL: <https://www.worldwildlife.org/pages/living-planet-report-2014>.
51. M. Dainese et al. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances* 16 Oct 2019. Vol. 5, No. 10, Issue 10. DOI: 10.1126/sciadv.aax0121.

52. Mattila, N., Kaitala, V., Komonen, A., Kotiaho Janne, S., PÄIvinen, J. Ecological determinants of distribution decline and risk of extinction in moths. *Conserv. Biol.*, 2006. 20. 1161–1168.
53. Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M., Watson, J. E. M. Biodiversity: the ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*, 2016. 536. 143–145.
54. Mayr E. *Evolution and the Diversity of Life*. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1976. URL: <http://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674271050>.
55. McArthur R. H. *Pattern of Terrestrial Bird Communities*. *Avian Biology*, 1971. 189–22.
56. McLellan R. WWF. 2014. *Living Planet Report 2014: people and places, species and spaces*. WWF, Gland, Switzerland, 2014. 178.
57. McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N. Oerlemans (Eds). *Living Planet Report 2014: people and places, species and spaces*. WWF, Gland, Switzerland, 2014. 178.
58. Mehed A. H., Polishchuk V. P. *Bdzhilnytstvo. K.: Vyshcha shkola. Holovne vyd-vo*, 1987. 335 p.
59. Mikhail Filatov, Irina Lezhenina. *Conservation of wild pollinators: solutions*. Kharkiv National Agrarian University named after VV Dokuchaeva. URL: <https://www.syngenta.ua/news/novini-kompaniyi/zberezhennya-dikih-zapilyuvachiv-shlyahi-virishennya> (дата звернення 01.06.2020).
60. Mulé, R., Sabella, G., Robba, L., Manachini, B. Systematic review of the effects of chemical insecticides on four common butterfly families. *Front. Environ. Sci.*, 2017. 5. 32.
61. Nicola Bradbear. *Bees and Their Role in Forest Livelihoods: A Guide to the Services Provided by Bees and the Sustainable Harvesting, Processing and Marketing of Their Products*, 2020. Vol.19.
62. Odum E. P. *Basic ecology*. Sounders College Publishing, Philadelphia et c. 2, 1983. V. 3.
63. Odum H. T., Cantlon J. E., Kornicker L. S. An organization hierarchy postulate for the interpretation of species-individuals distribution, species entropy



and ecosystem evolution and the meaning of a species-variety index. *Ecology*, 1960. V.41. P. 395–399.

64. Ollerton, J., Erenler, H., Edwards, M., Crockett, R. Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes, 2014. *Science* 346, 1360–1362.

65. Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J.K., Thomas, C.D., Descimon, H., Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W.J., Thomas, Jeremy A., Warren, Martin. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*, 1999. 399. 579–583.

66. Pimm, S. L., Raven, P. Extinction by numbers. *Nature*, 2000. 403. P. 843–845.

67. Ping Zhang et al. Ecosystem Service Value Assessment and Contribution Factor Analysis of Land Use Change in Miyun County, China Sustainability 2015. 7. 7333-7356. DOI:10.3390/su7067333.

68. Plavilshchikov N.N. Determinant of insects of the European part of the USSR. M.: Enlightenment, 1976. 304 p.

69. Plavylshchikov N.N. (1976) Opredelytel nasekomykh Evropeiskoi chasty SSSR. - M.: Prosveshchenye, 304 p.

70. Pocock, M. J. O., Jennings, N. Testing biotic indicator taxa: the sensitivity of insectivorous mammals and their prey to the intensification of lowland agriculture. *J. Appl. Ecol.*, 2008. 45. P.151–160.

71. Reimers NF. Nature management. M., Mysl, 1990; 638 p.

72. Regniere J., Powell J., Bentz B., Nealis V. Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: Experimental design, data analysis and modeling. *Journal of Insect Physiology*, 2012. 58(5). P. 634–647.

73. Robert Costanza, Rudolf de Groot, Paul Sutton, Sander van der Ploeg, Sharolyn J. Anderson, Ida Kubiszewski, Stephen Farber, R. Kerry Turner. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 2014. 26. P. 152–158.

74. Rosenberg K. V. et al., Decline of the North American avifauna. *Science* 366, 120–124 (2019)
75. Sanchez-Bayo, F., Goka, K. Pesticide residues and bees – a risk assessment. *PLoS One* 9, e94482, 2014.
76. Sanchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A. G. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*. 2019. 8–27 p.
77. Shortall C. R., Moore A., Smith E., Hall M. J., Woiwod I. P., Woiwod I. P., Harrington R. Long-term changes in the abundance of flying insects. *Insect Conservation* Retweeted, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00062.x>.
78. Southwood T. R. E. *The Components of Diversity*. Diversity of Insect Faunas. Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1978. P. 19–40.
79. Stefanescu, C., Torre, I., Jubany, J., Paramo, F. Recent trends in butterfly populations from north-east Spain and Andorra in the light of habitat and climate change. *J. Insect Conserv*, 2011. 15, 83–93.
80. Taxonomy. The science of naming and classifying organisms. URL: <http://www.uwgb.edu/Biodiversity/biota/index.htm> (дата звернення 01.06.2020).
81. Taylor L. R., Kempton R. A., Woiwod I. P. Diversity Statistics and Log-Series Model. *J. Anim. Ecol*, 1976. V. 45. P. 255–271.
82. Thomas, J. A., Telfer, M. G., Roy, D. B., Preston, C. D., Greenwood, J. J. D., Asher, J., Fox, R., Clarke, R. T., Lawton, J. H. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis, 2004. *Science* 303. 1879–1881.
83. UNEP. *Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human-Well Being: Biodiversity Synthesis*. ISBN: 1569735883, 2006.
84. Wagner D. L. et al. Insect declines in the Anthropocene. *Annu. Rev. Entomol.* 65, 457–480 (2020)
85. Warren et al. The decline of butterflies in Europe: Problems, significance, and possible solutions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 2021. DOI: [10.1073/pnas.2002551117](https://doi.org/10.1073/pnas.2002551117).

86. Williams P., Humphrics C., Araujo M. Mapping Europe Biodiversity. London: Nat. Hist. Museum, 1999.
87. Wilson E. O. The Diversity Of Life. W. W. Norton & Company, 1993. 134. p.
88. Wilson, J., Morris, A., Arroyo, B., Clark, S., Bradbury, R. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 1999. 75. 13–30.
89. WWF Living Planet Report, 2016. URL: [awsassets.panda.org/downloads/lpr\\_living\\_planet\\_report\\_2016.pdf](https://awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf) (дата звернення 01.06.2020).
90. Yakovlev I.V. Species composition of alfalfa agrocenosis pollinators and their daily activity in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bast and industrial crops*, 2015. Vip. 4. P. 104–109.
91. Yumamura K., Yokazawa M., Nishimori M., Ueda Y., Yokosuka T. How to analyse long-term insect population dynamics under climate change: 50 year data of three insect pest sinpad by fields. *Population Ecol*, 2006. 48. P. 38–48.
92. Абрамова Т.А. Колебание климата за последнее тысячелетие. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 408 с.
93. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 1. Київ: ЗАТ «Нічлава». 2009. 374 с.
94. Агрокліматичний довідник по території України. / За редакцією Адаменко Т.І., Кульбіда А.Л., Прокопенко А.Л. Кам'янець-Подільський, 2011. 108 с.
95. Агрокологія: підручник / за ред. В. М. Чайки, Ю. В. Рибалко, А. А. Мінняйла. 2016. 396 с.
96. Агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства Киевской области / сост. Н. Ф. Цупенко, Н. П. Кривенченко. К.: Урожай, 1985. 17 карт. 85

97. Агроекологічний стан орних земель Київщини: комплексна оцінка та заходи щодо його поліпшення [Методичні рекомендації] / За ред.академіка УААН О.І.Фурдичка. К., 2005. 54 с
98. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Видавництво ТОВ «РІА» БЛІЦ, 2014. С. 6–7.
99. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України. URL: <http://www.ioi.org.ua/ukr/Showart.php> (дата звернення: 01.06.2020)
100. Адаменко Т. Н. Перспективы украинского зернового рынка в контексте потепления климата: материалы VII междунар. конф. (Ялта, 26-27 мая 2008 г.). Ялта, 2008. С. 54–62.
101. Алимов А. Ф., Левченко В. Ф., Старобогатов Я. И. Биоразнообразие, его охрана и мониторинг. Мониторинг биоразнообразия. 1997. С. 16–25;
102. Барабаш М. Б. Изменение климата и хозяйственная деятельность. К., 1991. 20 с.
103. Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х тт. М.: Мир, 1989. Т. 1. 667 с., Т. 2. 477 с.
104. Биоразнообразие сельского хозяйства: оценка текущей деятельности и приоритетные направления программы работ. Конвенция о биологическом разнообразии. Вспомогательный орган по научным, техническим и технологическим консультациям: 5-е совещание. Монреаль, 2000. С. 23 (UNEP/CBD/SBSTTA/5/10 23 October 1999).
105. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. К.: Либідь, 1993.
106. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. Основи екологічних знань. К. Либідь, 1995.
107. Болотова Н. Л. Биологическое разнообразие и проблемы его сохранения. 2017. URL: <http://www.spass-sci.ru/documents/detail.php?> (дата звернення: 01.06.2020).

108. Бондарчук Л. І. Атлас медоносних рослин України / за ред. Л. І. Бондарчука, Т. Д. Соломахи, А. М. Ілляша та ін. К.: Урожай, 1993. 272 с.
109. Буравльов Є., Пньовська О., Коваль Г. Підхід до моніторингу антропогенного впливу на біорізноманіття. Екологія і ресурси: збірник наукових праць. Вип. 5. Київ, 2003. С. 64–68.
110. Буравльов Є., Пньовська О., Коваль Г., Придатко В. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Кн. 1. К.: ЗАТ «Нічлава», 2005. С. 235–240.
111. Буравльов Є., Пньовська О., Коваль Г., Придатко В. Сила антропогенного тиску: відповідь червонокнижних видів на антропогенний тиск (RDB-індекс). Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 1. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2005. 384 с.
112. Бурда Р. І. Прогнозування змін на основі питомого рівня флористичного багатства стандартної території та просторової різноманітності флори на певній географічній широті. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 1. К.: ЗАТ «Нічлава». Київ, 2005. С.135–138.
113. Василевич В. І. Альфа-різноманітність рослинних угруповань і фактори його, що визначають. Біологічне різноманіття: підходи до вивчення і збереження. СПб.: ЗІН РАН, 1992. С. 162–170.
114. Paling N. Arguments For and Against the Conservation of Insects. URL:<http://www.conservation-issues.co.uk/Articles%20Pages/Insect%20Conservation%2001-07.htm> (дата звернення: 01.06.2020).
115. ВМО и глобальное потепление. Женева: ВМО, 1990. 24 с.
116. Вплив на біорізноманіття WWF. URL: [https://wwf.panda.org/.../climate.../climate/effects\\_on\\_nature/](https://wwf.panda.org/.../climate.../climate/effects_on_nature/) (дата звернення: 01.06.2020).
117. Вплив змін клімату на види WWF 2015. <https://wwf.panda.org/ukraine>.
118. Гвоздева О. А. Биоразнообразие. С-Пб. гос. ун-т. фак. Лесоводства. URL: <http://www.darwin.museum.ru/EXPOS/bio/foreght.htm>.

119. Герасимчук З. Наукові засади дослідження екологічної безпеки, як фактора сталого розвитку. Економіка України. 2000. № 11. С. 63–69.
120. Глобальна зміна клімату – сучасні погляди та тенденції. URL:<http://meteo.gov.ua/ua/33345/zmi/articles/read/61> 1.08.16 (дата звернення : 01.06.2020).
121. Глобальное потепление делает насекомых более прожорливыми: людям грозит опасность. URL: <http://www.mos-finances.ru/content/view/10/2/> (дата звернення : 01.06.2020).
122. Городні перспективи. Укрінформ. Економіка, 2020 URL: <https://www.ukrinform.ua> (дата звернення: 01.06.2020).
123. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології. К.: «Либідь». Київ, 1993. 224 с.
124. Ґрунтовий покрив – складова природних ресурсів України: інформація управління державного земельного кадастру Держземагенства України. Землевпорядний вісник, 2012. № 4. 44 с.
125. Дідух Я. П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. Вісн. НАН України, 2009. № 2. С. 34–44.
126. Друге Національне повідомлення України з питань зміни клімату. К.: Інтерпрес ЛТД, 2006. 80 с.
127. Дудкін О. В. Оцінка і напрями зменшення загроз біорізноманіття України / О. В. Дудкін. К. : Хімджест, 2003. 255 с.
128. Екологічні паспорти регіонів. Міністерство екології та природи. URL: <https://menr.gov.ua/.../ekologichni-pasporti-regioniv.html> (дата звернення: 01.06.2020).
129. Екологічні паспорти регіонів за 2017 – 2020 рр. URL: <https://menr.gov.ua/content/ekologichni-pasporti-regioniv.html> (дата звернення: 01.06.2020).
130. Живая планета 2014. Виды и территории, люди и места: доклад WWF, Global Footprint Network, Water Footprint Network, London Zoological Society, 2014. 180 с.

131. Жук Павло. Сучасний стан природних складових довкілля Рівненської області. Вісті Рівненщини. №53 (1899) від 17.07.2009.
132. Загальнодержавна програма збереження біорізноманіття України на 2007–2025 роки. URL: [www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog\\_bio.htm](http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog_bio.htm) (дата звернення: 01.06.2020).
133. Зміна клімату: причини, наслідки, рішення / за ред. Н. А. Пустовіт. К.: «Імідж-прінт», 2006. 32 с.
134. Изменение климата: обобщающий доклад, 2001 г. / под ред. Р. Т. Уотсона. МГЭИК, 2003. 220 с.
135. Изменение климата: обобщающий доклад, Женева, Швейцария 2007 г. МГЭИК. Женева, 2007. 104 с.
136. Ільмінська Л. Запилення рослин комахами. Екосистемні послуги. URL: <https://uncg.org.ua/uploads/2020/08/EcoPos> (дата звернення 01.06.2020).
137. Індикатори біорізноманіття для національних потреб Агробіорізноманіття. Україна. URL: [http://www.ulrnc.org.ua/services/binu/index\\_ua.html](http://www.ulrnc.org.ua/services/binu/index_ua.html) (дата звернення 01.06.2020).
138. Інформаційний центр «Ініціатива з питань зміни клімату» (надзвичайні погодні явища). URL: <http://www.climate.org.ua/ghg/whatisgwua.html> (дата звернення 01.06.2020).
139. Козак Г. П. Вплив екологічних чинників. Автореф. дисер... канд. с.-г. наук, Київ, 2007 р.
140. Ландшафтное земледелие. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе. Курск, 1993. 100 с.
141. Лебедева Н. В. Измерение и оценка биологического разнообразия. Ч. 1. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 1997. 39 с. Ч. 2. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 1999. 41 с.

142. Лебедева Н. В., Дроздов Н. Н., Криволуцкий Д. А. Биоразнообразии и методы его оценки. М.: изд-во МГУ, 1999. 94 с.
143. Левченко В. Ф. Модели в теории биологической эволюции. СПб: Наука, 1993. 383 с.
144. Левченко В. Ф. О внутренних связях и консервативности структур экосистем. Методологические проблемы эволюционной теории. Тарту, 1984. С. 22–23.
145. Левченко В. Ф. Эволюционная физиология и эволюционная экология – что общего? Журнал эволюционной биохимии и физиологии, 1990. Т. 266, № 4. С. 455–461.
146. Левченко В. Ф., Старобогатов Я. И. Авторегулируемая эволюция биосферы. Динамика разнообразия органического мира во времени и пространстве: материалы 40 сессии ВПО. СПб, ВСЕГЕИ, 1994. С. 30–32.
147. Левченко В. Ф., Старобогатов Я. И. Канализирующие факторы в эволюции биосферы. Эволюция экосистем: тезисы междуна. симпозиума. М., 1995. 71 с.
148. Левченко В. Ф., Старобогатов Я. И. Сукцессионные изменения и эволюция экосистем (некоторые вопросы эволюционной экологии). Журнал общей биологии, 1990. Т.51, № 5. С. 619–631.
149. Лісовий М. М. Дослідження типології ентомологічного різноманіття агроландшафтів Центрального Лісостепу України / Лісовий М. М., Чайка В. М., Мінняло А. А. Вісн. аграр. науки, 2007. № 12. 24–26 с.
150. Лісовий М. М., Чайка В. М. Екологічна функція ентомологічного біорізноманіття. Фауна комах-фітофагів деревних і чагарникових насаджень Лісостепу України: монографія/ М. М.Лісовий, В. М.Чайка. Кам'янець-Подільський, 2008. 384 с.
151. Лісовий М.М., Чайка В.М., Мінняло А.А., Мухаммед М.З. Зниження біорізноманіття ентомокомплексів у агроландшафтах України – Агроекологічний журнал. 2019. № 2. С. 72–76.  
[http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2019\\_2\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2019_2_13)



152. Лісовий М.М, Чайка В.М., Вагалюк Л.В., Міняйло А.А., Сюткіна Н.Г. Збіднення видового різноманіття ентомофауни агроландшафтів Лісостепу України в умовах змін клімату. Науковий вісник НУБіП України: Серія «Агрономія». К.: ВЦ НУБіП України, 2016. Вип. 235. С. 249–260. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/7840>

153. Майборода Р.Є. Комп'ютерна статистика – професійний старт. Видавничий центр Київського національного університету імені Т. Шевченка, К. 2020

154. М'якушко В. К., Мельничук Д. О., Вольвач Ф. В. та ін.. Сільськогосподарська екологія / за ред. В. К. М'якушка. К.: Урожай, 1992. 264 с.

155. Макаренко Н. А., Ракоїд О. О., Москальов Є. Л. та ін. Агроекологічний стан орних земель Київщини: комплексна оцінка та заходи поліпшення: методичні рекомендації / за ред. Академіка УААН О. І. Фурдичка. К., 2005. 54 с.

156. Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення. Київ, 2008. 51 с.

157. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування. Третяк А.М., Третяк Р.А., Шквар М.І., К.: Інститут землеустрою УААН, 2001. 15 с.

158. Мзгарран. Биоразнообразие сельского хозяйства: оценка текущей деятельности и приоритетные направления программы работ. Конвенция о биологическом разнообразии. Вспомогательный орган по научным, техническим и технологическим консультациям: 5-е совещание. Монреаль, 2000. 23 с. (UNEP/CBD/SBSTTA/5/10 23 October 1999).

159. Національні програми по збереженню біорізноманіття та охорони і відновлення окремих видів рослин й тварин. URL: [http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog\\_bio.htm](http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog_bio.htm) (дата звернення 01.06.2020).

160. Офіційний сайт «Екодія». URL: <https://ecoaction.org.ua/vumyrannia-zahrozhuie-miljonu.html> (дата звернення 01.06.2020).

161. Патики В. П. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні / за ред. Патики В. П., Соломахи В. А.). Київ: Хімджест, 2003, 254 с.

162. Патики В. П., Соломаха В. А., Дем'янюк О.С. Збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні. Київ: Хімджест, 2005. 275с.

163. Площі під гречкою в Україні скоротилися в 20 разів, 2020. URL: <https://www.ukrinform.ua> Укрінформ > Економіка (дата звернення 01.06.2020).

164. Площі сівби соняшнику в Україні зросли на понад 500 тис. га, 2020. URL: <https://supragronom.com> > Новини > Посівна (дата звернення 01.06.2020).

165. Про Червону книгу України: Закон України від 07.02.2002 р. № 3055-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3055-14>.

166. Про екологічну мережу України: Закон України від 24.06.2004 р. № 1864-IV. Вісник ВРУ. 2004. № 45. С. 502. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1864-15#Text>

167. Протасов А. А. Біорізноманіття та його оцінка. Концептуальна диверсикологія. Київ: Ін-т гідробіології НАН України, 2002. 105 с.

168. Ракоїд О. О. Агроекологічна оцінка земель сільськогосподарського призначення. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук, Київ, 2007. 21 с.

169. Реакція видів біоти на вплив змін клімату. Вплив на біорізноманіття | WWF. URL: [https://wwf.panda.org/.../climate.../climate/effects\\_on\\_nature](https://wwf.panda.org/.../climate.../climate/effects_on_nature) (дата звернення 01.06.2020).

170. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2015 році: управління екології та

природних ресурсів, Черкаська обласна державна адміністрація. Черкаси, 2015.

171. Реймерс Н. Ф. Природо-пользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 640 с.

172. Рекомендации по определению экономических порогов вредоносности. Б. А. Арешников, А. П. Знаменский и др. – Киев, Изд. «Урожай», 1987. 63 с.

173. Рідей Н. М. Оцінка придатності сільськогосподарських земель для формування екологічно чистих сировинних зон: науково-методичні рекомендації / за ред. Рідей Н. М., Строкаль В. П., Наумовська О. І., Рибалко Ю. В., Шофолов Д. Л. К.: в-во УкрДГРІ, 2009. 190 с.

174. Старобогатов Я. И. Теоретическая биология: два разных понимания задач или две разные дисциплины? Известия Академии Наук: серия биологическая, 1993. № 2. С. 312–314.

175. Стовбчатий В. М. Видове різноманіття комах (Insecta) в агроценозах України (експертна оцінка). Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 2. Київ: ЗАТ «Нічлава». 2005. 592 с.

176. Суханова І. П., Сонько С. П. Прагнення до біорізноманіття – запорука стійкого сільського господарства. Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства: збірник тез IV Міжвузівської наук.-практ. конф. 16-17 жовтня 2014 р. / за ред. Непочатенко О. О. : УНУС. Умань, 2014. 24–27 с.

177. Терещенко В. Г., Терещенко Л. І., Сметанін М. М. Оцінка різних індексів для вираження біологічної різноманітності спільноти. Біорізноманіття: Ступінь таксономічної вивченості. М.: Наука, 1994. С. 86–98.

178. Фурдичко О. І. Словник-довідник з агроекології / за ред. О. І. Фурдичка. К.: Основа, 2007. 272 с.

179. Ціни на гречку, 2020. URL: <https://agrone> (дата звернення 01.06.2020).

180. Ціни на ріпак, 2020. URL: <https://tripoli.lan> (дата звернення 01.06.2020).
181. Ціни на соняшник, 2020. URL: <https://landlord.ua/news/zakupivelni-tsiny-na-soniashnyk-za-tyzhden-znyzyls-na-200-hrn-t/> (дата звернення 01.06.2022).
182. Ціни на огірок, 2020. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/wares/prods/> (дата звернення 01.06.2022).
183. Чайка В. М., Григорюк І. П., Мельничук М. Д. Екологія агроecosистем України в умовах змін клімату. К.: ЦП «Компринт», 2013. 628 с.
184. Чайка В. М., Лісовий М. М., Мухаммед М. З. Основні екологічні чинники збіднення природного біорізноманіття України. Агроecологічний журнал, 2018. № 3. С. 66–69. URL: [www.iogu.gov.ua](http://www.iogu.gov.ua) 2016/12.
185. Чайка В. М., Сядриста О. Б., Бакланова О. В., Мельник П. П., Кравченко О. Н. Шкодочинність фітофагів на озимині. Захист рослин, 2001. № 12. С. 1–2.
186. Черкаська обласна державна адміністрація URL: <https://ck-oda.gov.ua/heohrafichne-polozhennya/> (дата звернення 01.06.2022).
187. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Зеленая книга Украинской ССР: Редкие, исчезающие и типичные, нуждающиеся в охране растительные сообщества / под. ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. К., Наукова думка, 1987.
188. Юрцев Б. А. Еколого-географічна структура біологічного різноманіття та стратегія його обліку та охорони. Біологічне різноманіття: підходи до вивчення і збереження. С-Пб.: збірн. РАН, 1992. С. 7–21.
189. Докучаев В. В. К вопросу об открытии при русских университетах кафедр почвоведения и учение о микроорганизмах / В. В. Докучаев // Избранные сочинения. — М.: Гос. изд. с.-х. литературы, 1948. — Т. 2. — С. 290–318.