

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ**

На правах рукопису

ДИЧЕНКО ОКСАНА ЮРІЇВНА

УДК:633.63:632.7:574.3(477.4)

**ЕКОЛОГІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИНАМІКИ
ПОПУЛЯЦІЙ ШКІДНИКІВ БУРЯКІВ
ЦУКРОВИХ
У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

03.0016 – екологія

**Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук**

**Науковий керівник:
Писаренко Павло Вікторович,
доктор сільськогосподарських наук,
професор**

Полтава – 2015

ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u>	5
<u>РОЗДІЛ 1. ДИНАМІКА ПОПУЛЯЦІЙ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ МАСОВОГО РОЗМНОЖЕННЯ КОМАХ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД)</u>	11
<u>1.1. Динаміка популяцій</u>	11
<u>1.2. Теоретичні уявлення про закономірності масового розмноження шкідливих комах</u>	12
<u>1.3. Популяційні цикли (екологічні коливання чисельності) комах</u>	17
<u>1.4. Методи прогнозування масового розмноження шкідливих комах</u>	21
<u>1.5. Моделювання динаміки чисельності шкідливих комах</u> Ошибка! Закладка не	
Висновки до розділу	Ошибка! Закладка не определена.
Обґрунтування напряму досліджень	Ошибка! Закладка не определена.
<u>РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</u> ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА	
<u>2.1. Методологія досліджень</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>2.2. Методи досліджень</u>	Ошибка! Закладка не определена.
2.3. Методи обліку чисельності шкідників буряків цукрових	31
<u>2.4. Територія та умови проведення досліджень</u> Ошибка! Закладка не определена	
<u>РОЗДІЛ 3. РОЛЬ ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ У ДИНАМІЦІ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДЛИВИХ КОМАХ</u>	52
<u>3.1. Різноманіття типів ландшафтного покриття Полтавської області за даними GLC 2000</u>	52
<u>3.2. Роль різноманіття типів ландшафтного покриття в динаміці чисельності популяцій шкідників</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>3.2. Залежність динаміки чисельності популяцій шкідників від динаміки ландшафтного різноманіття</u>	62
Висновки до розділу	71
<u>РОЗДІЛ 4. ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДНИКІВ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ</u>	72
4.1. Динаміка бурякової та лободової щитоносок	72
4.2. Динаміка бурякової кореневої попелиці Ошибка! Закладка не определена.	

4.3. Динаміка бурякової листової попелиці **Ошибка! Закладка не определена.**

4.4. Динаміка звичайного бурякового довгоносика **Ошибка! Закладка не определена.**

4.5. Динаміка сірого бурякового довгоносика **Ошибка! Закладка не определена.**

Висновки до розділу..... **Ошибка! Закладка не определена.**

**РОЗДІЛ 5. ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ДИНАМІКА РОСЛИННОГО
ПОКРИВУ ЯК ФАКТОР ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДЛИВИХ
КОМАХ..... 133**

5.1. Оцінка варіювання у просторі та часі рослинного покриття засобами
дистанційного зондування Землі..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2. Динамічна карта *Aphis fabae*..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3. Динамічна карта *Asproparthenis punctiventris* **Ошибка! Закладка не определена.**

5.4. Динамічна карта *Cassida nebulosa* та *Cassida nobilis* **Ошибка! Закладка не определена.**

5.5. Динамічна карта *Tanymecus palliatus* **Ошибка! Закладка не определена.**

Висновки до розділу..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ВИСНОВКИ **ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ **ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ **ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**

ВСТУП

Актуальність теми. Динаміка популяцій упродовж тривалого часу залишається провідною проблемою в екологічних дослідженнях багатьох країн світу. Особливо актуальним є вивчення екологічних закономірностей динаміки популяцій як основи біологічного (екологічного) прогнозування.

Концепція ландшафтно-екологічного різноманіття – як фактору стійкого функціонування агропромислового комплексу – базується на піонерних працях М. П. Акімова (1960). Ці ідеї в аспекті вивчення комплексів шкідливої ентомофауни були творчо розвинені Л. Г. Апостоловим (1981), В. П. Федоренко (1998), В. О. Барсовим (1996), О. М. Сумароковим (2007, 2009, 2013).

Принципи сільськогосподарської екології М. Т. Масюка (1986), розвинуті в працях А. С. Кобця, Ю. І. Грицана, М. М. Харитонова, А. В. Фокіна, О. В. Жукова, дозволяють підійти до розкриття складних взаємодій живих організмів, умов середовища та діяльності людини у функціонуванні агровиробництва.

Українськими екологами В. М. Чайкою, Є. М. Білецьким, учнями їх наукових шкіл та послідовниками було закладено підвалини циклічної динаміки популяцій комах з урахуванням геліобіологічної концепції О. Л. Чижевського (1995). Крім того, ними обґрунтовано можливість прогнозування масового розмноження шкідливих комах із використанням поточного й прогностичного стану динаміки сонячної активності.

Однак, враховуючи те, що прогностичні моделі й досі розробляють на основі кількісних показників фітосанітарного стану будь-яких агроценозів, що вже відбулися, а також для всієї України в цілому, постає необхідність подальшого продовження дослідження екологічних закономірностей динаміки популяцій шкідників основних сільськогосподарських культур в окремих ґрунтово-кліматичних зонах країни.

Серед шкідників буряків цукрових комахам належить провідне місце: вони постійно або циклічно завдають шкоди цій культурі у різних природно-

кліматичних зонах України. Недостатня вивченість екологічних закономірностей динаміки популяцій окремих шкідників буряків цукрових у Центральному Лісостепу України, відсутність надійних регіональних методів прогнозування початку їх чергових популяційних циклів визначили актуальність теми та доцільність її виконання на користь регіону буряківництва.

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

Дисертаційна робота виконана в рамках робочої програми Полтавської державної аграрної академії за державною темою «Розробка технологій вирощування екологічно чистого високоякісного зерна для виробництва продуктів дитячого дієтичного харчування» (№ 0198U007120); робочою програмою кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова Полтавської державної аграрної академії «Розвиток АПК на засадах раціонального природокористування» (№ 0114U000625); науковою тематикою лабораторії агроекологічного моніторингу Полтавської державної аграрної академії.

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – визначити ландшафтно-екологічні детермінанти динаміки популяцій окремих шкідників буряків цукрових у Центральному Лісостепу України та на їх основі розробити алгоритми прогнозування популяційних циклів комах у названому регіоні.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити рівень ландшафтно-екологічного різноманіття в Центральному Лісостепу України на прикладі Полтавської області;
- встановити роль ландшафтно-екологічного різноманіття в динаміці популяцій шкідливих комах буряку цукрового;
- дослідити просторово-часову динаміку (в межах адміністративних районів Полтавської області) наступних шкідників: сірого та звичайного бурякових довгоносиків, бурякових листкової та кореневої попелиць, бурякової та лободової щитаносок;

- обґрунтувати роль компонентів динаміки популяцій шкідників у прогнозі їх чисельності;
- оцінити роль біогеоценотичного покриву в формуванні динаміки шкідливих комах;
- визначити роль динаміки рослинного покриву у динаміці популяцій шкідливих комах за даними дистанційного зондування Землі;
- створити регресійні моделі, які можна застосовувати для прогнозу динаміки чисельності шкідників та оцінити їх пояснювальну здатність.

Об’єкт дослідження: шкідники буряків цукрових із класу комахи – сірий буряковий довгоносик (*Tanymecus palliatus* (Fabricius, 1787)), звичайний буряковий довгоносик (*Asproparthenis punctiventris* (Germar, 1824)), бурякова листкова попелиця (*Aphis fabae* (Scopoli, 1763)), бурякова коренева попелиця (*Pemphigus fuscicornis* (Koch, 1857)), бурякова та лободова щитоноски (*Cassida nebulosa* (Linnaeus, 1758) та *Cassida (Cassidulella) nobilis* (Linnaeus, 1758)).

Предмет дослідження: екологічні закономірності просторово-часової динаміки популяцій окремих шкідників буряків цукрових у Центральному Лісостепу України та обґрунтування алгоритмів екологічного прогнозування їх популяційних циклів.

Методи дослідження: польовий метод обліку – для встановлення видового складу та показників заселеності й щільності на полях шкідників буряків цукрових; аналіз даних дистанційного зондування Землі – для визначення типів землекористування та ландшафтно-екологічних типів у межах досліджуваної території та їх динаміки; аналіз часових рядів показників чисельності шкідників – для встановлення характеристик динаміки комах у просторі та часі; багатовимірний факторний аналіз – для встановлення просторово-часових патернів динаміки популяцій шкідників; регресійний аналіз – для визначення характеру впливу ландшафтно-екологічних показників на динаміку чисельності комах; метод динамічних карт – для графічного відображення впливу динаміки рослинного покриву

на стан популяцій шкідників. Латинські назви комах наведено відповідно до бази даних Fauna Europea (de Jong, Y.S.D.M. (ed.) (2013) Fauna Europaea version 2.6. Web Service available online at <http://www.faunaeur.org>).

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

Вперше:

– здійснено оцінку ландшафтно-екологічного різноманіття Полтавської області та досліджено його динаміку на основі даних дистанційного зондування поверхні Землі MODIS (GLC 2000, MCD12Q1);

– показано залежність рівня варіювання шкідливих комах від ландшафтно-екологічного різноманіття;

– визначено характер впливу динаміки ландшафтно-екологічного покриву на динаміку популяцій шкідливих комах;

– відкрито залежність між щільністю та заселеністю полів шкідників буряку цукрового;

– показано просторовий характер детермінації часових патернів динаміки шкідників;

– відкрито композитний характер динаміки чисельності шкідників на регіональному рівні;

– показано інформаційну цінність показників швидкості зміни рослинного покриву (похідна від динаміки індексу NDVI) для прогнозування динаміки чисельності шкідників;

– запропоновано динамічні карти для якісної оцінки характеру впливу динаміки рослинності на чисельність шкідників; цей інструмент дозволяє візуалізувати складний характер процесів, що визначають динаміку чисельності комах, у тому числі шкідливих.

Удосконалено:

– алгоритми оцінки та показники динаміки чисельності шкідливих комах;

– алгоритми просторово-часового прогнозу чисельності шкідливих комах на рівні адміністративних районів.

Набули подальшого розвитку:

- принципи сільськогосподарської екології М. Т. Масюка;
- концепція про функціональний зв'язок різноманіття та стійкості екосистем;
- концепція М. П. Акімова про роль ландшафтно-екологічного різноманіття (лісопілля) у стійкому функціонуванні агропромислового комплексу.

Практичне значення одержаних результатів. На основі одержаних результатів досліджень стало можливим прогнозувати фази популяційних циклів сірого та звичайного бурякових довгоносиків, бурякових листової та кореневої попелиць, бурякової та лободової щитоносок у Центральному Лісостепу України для перспективного планування й прийняття рішень щодо захисту буряків цукрових від шкідників у зазначеному регіоні.

Результати дисертаційних досліджень рекомендується використовувати службам фітосанітарного моніторингу та прогнозу, а також у навчальному процесі Полтавської державної аграрної академії при викладанні курсів «Загальна екологія», «Екологія біологічних систем», «Екологія популяцій» та «Прогноз розвитку шкідливих організмів».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є особистою науковою працею автора. Особисто опрацьовано наукову літературу за напрямом дисертації, висунуто робочі гіпотези, узагальнено результати досліджень. Здобувач особисто планував, складав схеми, готував і проводив дослідження, спостереження, приймав особисту участь в обліках шкідників, обробці та аналізі отриманих експериментальних даних, підготовці матеріалів до друку. Всі наукові положення дисертації сформульовано особисто автором.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертаційної роботи й результати досліджень доповідалися та обговорювалися на щорічних засіданнях кафедри землеробства й агрохімії ім. В. І. Сазанова; на науково-практичній конференції професорсько-

викладацького складу ПДАА «Підсумки науково-дослідної роботи технологічних факультетів за 2009 рік» (Полтава, 2010); на науково-практичній конференції професорсько-викладацького складу ПДАА «Підсумки науково-дослідної роботи аграрно-інженерного інституту за 2011–2012 роки» (Полтава, 2012); на науково-практичній конференції професорсько-викладацького складу ПДАА «Підсумки науково-дослідної роботи технологічних факультетів за 2013 рік» (Полтава, 2014); на міжнародній науково-практичній конференції «Экономические, экологические и социальные перспективы развития России, стран СНГ и ближнего зарубежья» (Новосибирск – Полтава – Семей, 2014); на науково-практичній конференції «100 років на харківській землі», присвяченій 100-річчю харківського періоду агроуніверситету імені В. В. Докучаєва (Харків, 2014); на XI міжнародній науковій інтернет-конференції «Сучасний соціокультурний простір – 2014» (Київ, 2014); на XI всеукраїнській з міжнародною участю науково-практичній заочній конференції «Наука України. Перспективи та потенціал» (Київ, 2014); на міжнародній науково-практичній конференції «Развитие АПК на основе рационального природопользования: экологический, социальный и экономический аспекты» (Полтава, 2014); на науково-практичній конференції професорсько-викладацького складу ПДАА «Підсумки науково-дослідної роботи технологічних факультетів за 2014 рік» (Полтава, 2015).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 18 наукових праць, у тому числі: 10 статей, з яких 5 – у виданнях іноземних держав або у виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз, 5 – у наукових фахових виданнях України, 8 – матеріали конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 178 сторінках комп'ютерного тексту й складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Вона містить 45 таблиць і 72 рисунка.

РОЗДІЛ 1

ДИНАМІКА ПОПУЛЯЦІЙ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ МАСОВОГО РОЗМНОЖЕННЯ КОМАХ (аналітичний огляд)

1.1. Динаміка популяцій

Важливим досягненням екології є створення вчення про популяцію. Динаміка популяцій (популяційна динаміка) – це зміна в просторі й часі чисельності, просторово-часової, статевої, фенологічної структури (організації), фізіологічного стану популяцій тощо. Тобто, динаміка популяцій – це інтегрована їх відповідь на безперервно мінливі екологічні умови помешкання [1–7]. Всі динамічні процеси відбуваються в екологічно-структурованих мікропопуляціях (локальних популяціях), кожна з яких має особисту екологічну та генетичну структуру, що змінюється одночасно зі зміною чисельності популяцій [8–12].

Стосовно проблеми динаміки популяцій у теперішній час опублікована практично неоглядна кількість статей і монографій, проте й досі ця екологічна проблема залишається актуальною та недостатньо вивченою, особливо закономірності масового розмноження шкідливих комах та їх прогнозування в окремих регіонах.

Закономірності – це конкретне вираження універсального зв'язку, що охоплює певну царину явищ проблеми або людського суспільства [13–18].

Відомо два види основних закономірностей: якісні (еволюційні) та кількісні (динамічні) [19–20].

Для вивчення екологічних закономірностей динаміки популяцій та прогнозування рекомендують використовувати якісні закономірності [15, 20].

Використання якісних закономірностей узгоджується з теорією стійкості, що обґрунтована Ремі Томом [16] і заснована на дослідженнях динаміки біологічних систем.

Основний принцип цієї теорії: якісне пояснення явищ не є чимось

другорядним для їх кількісного опису (як це часто приймалося у сучасній науці), а навпаки, воно має основоположний характер і звичайно є значно істотним [16].

До якісних показників, що характеризують багаторічну динаміку популяцій комах, належать хроніки їх масових розмножень, які інтегрують у собі вплив усіх екологічних чинників (геофізичних і космічних) [21–24].

Масове розмноження – це екологічне явище, за якого чисельність будь-якого виду у разі його багаторічних циклічних коливань збільшується у декілька разів (порядків) і цей вид або популяція набуває господарського значення, істотно впливаючи і змінюючи одночасно трофічні та інші зв'язки в екосистемі [24–30].

1.2. Теоретичні уявлення про закономірності масового розмноження шкідливих комах

У ХІХ – на початку ХХ століть наукові дослідження (як фундаментальні, так і прикладні) були зосереджені в університетах України [19]. У Харківському університеті працювали відомі зоологи-екологи Ф. П. Кеппен і К. Е. Ліндеман. Кеппен Ф. П. [31] уперше проаналізував масові розмноження саранових у Росії й суміжних країнах за тривалий історичний період (понад 1800 років), визначив їх повторність через різні проміжки часу в залежності від динаміки сонячних плям і показав, що масові розмноження – це закономірний історико-екологічний процес. Пізніше Ф. П. Кеппен [21] опублікував огляд видового складу й екології комах, що шкодять бурякам цукровим, а у 1881 році вперше обґрунтував концепцію чинників, що впливають на динаміку популяцій шкідливих комах [21].

Участь українських екологів, які працювали у науково-дослідних установах України, у дослідженнях закономірностей масового розмноження шкідливих комах показана в оглядовій роботі Є. М. Білецького [20].

У 1925 році В. Г. Аверін [22] переконливо довів повторюваність

масових розмножень у часі важливих шкідників України. Гросгейм О. О. [23] масові розмноження шкідливих комах розглядав як центральну проблему розвитку біосфери (В. І. Вернадського), а циклічність (періодичність) – як основу прогнозування спалахів чисельності шкідливих комах. Водночас він критикував кліматичну та трофічну концепції динаміки популяцій комах, які вважав непридатними передбачити масове розмноження шкідників, а головним чинником, що обумовлює спалах їх чисельності, вважав плідність комах та її змінення під впливом «внутрішніх чинників».

У кінці 30-х років ХХ століття українські екологи провели фундаментальні теоретичні дослідження популяційної динаміки шкідливих комах. У 1938 році було опубліковано колективну монографію «Масові розмноження тварин і теорії градацій» [24–25]. У названій роботі було вперше виконано теоретичний синтез досягнень вітчизняних й іноземних екологів у галузі популяційної динаміки тварин, у тому числі шкідливих комах і закономірностей їх масових розмножень. Четвертий розділ цієї монографії присвячено періодичності градацій та їх можливої залежності від багаторічної динаміки сонячних плям (сонячної активності або «космічної погоди» за О. Л. Чижевським). Висновок авторів монографії наступний: «Не можна цілковито відкидати наявність періодичності градацій тварин (у тому числі комах) та їх залежності від динаміки сонячних плям». Дійсно, в той час (1938 р.) не було сумнівів щодо висновку про те, що сонячна активність є провідним чинником у динаміці популяцій.

У середині 40-х років минулого століття знову було відмічено регіональні й глобальні масові розмноження шкідливих комах як в Україні, так і в минулому СРСР. Саме з цього періоду в Києві у державному університеті ім. Т. Г. Шевченка почали проводити всесоюзні екологічні конференції «Масові розмноження тварин та їх прогнози» (у 1940, 1950, 1952 та 1962

роках). Серед опублікованих робіт у вигляді тез були теоретичні висновки відомого українського еколога І. Д. Білановського [26] «О массовых размножениях насекомых» та «Особенности массовых размножений насекомых и принципы их прогнозирования» [27]. У роботах І. Д. Білановського показана помилковість думки щодо ролі ентомофагів як основних регуляторів динаміки популяцій комах, а також однобічність ствердження щодо метеорологічних чинників і їх регуляторної ролі.

Із робіт українських екологів можна зробити наступні висновки: істотною є екологічна роль природного добору в динаміці популяцій; низка найрізноманітніших чинників викликає добір, а градації залежать від різних причин, тому спроби визначити універсальну причину всіх випадків градацій є хибними [32–37].

Річні прогнози, які розробляють на основі результатів осінніх обстежень з урахуванням погодних умов, приречені на невдачу, тому що прогноз погоди на тривалий термін може бути складений лише в загальних рисах [27–34]. Після 1948 року дослідження в екології були практично згорнуті [35–38], основні положення в опублікованих роботах І. Я. Полякова [29–30] полягали у відкиданні закономірної повторюваності масових розмножень тварин як закономірного екологічного процесу. Екологія, як системна наука, по суті справи, була позбавлена права на самостійне існування [38].

На початку 50-х років ХХ століття І. Я. Поляков [29–30] запропонував теорію змінення життєздатності популяцій. У світлі цієї теорії чисельність популяцій змінюється під впливом умов живлення, водного і теплового обміну та інших екологічних чинників, які впливають на енергетичні витрати та їх компенсацію. Але ця теорія є основою річного прогнозу і не вирішує проблеми масового розмноження тварин [39–45].

Узагальнення та аналіз теоретичних уявлень про динаміку популяцій комах виконав Г. О. Вікторов [32–33]. На його думку [32], коливання

чисельності комах визначається взаємодією двох принципово різних процесів – модифікації та регуляції. Модифікація обумовлена дією випадково мінливих чинників зовнішнього середовища (абіотичні), а регуляція – чинниками, чисельність яких змінюється у відповідності до коливань чисельності регульованої популяції [32].

Відомий еволюціоніст І. І. Шмальгаузен [34] обґрунтував теорію саморегуляції чисельності. Мікроеволюційний процес, згідно з цією теорією, це:

- боротьба за існування всередині екосистеми;
- вплив екосистеми на популяцію шляхом прямої та непрямой загибелі її особин;
- природний добір фенотипів усередині популяції (перебудова її структури);
- схрещування і розмноження відібраних особин;
- індивідуальний розвиток згідно з успадкованою програмою за прямою регуляцією;
- вплив популяції на екосистему та боротьба за існування всередині екосистеми.

Шмальгаузен І. І. [34] вважав, що циклічні зміни чисельності популяцій вносять лише часткове обмеження панміксії у періоди депресії, однак її еволюційне значення безсумнівне.

Фундаментальні роботи І. І. Шмальгаузена стали синтезом різних галузей біології, екології та генетики й довели закономірності онтогенезу і теорії еволюції.

У 1962 році Д. Ф. Руднев [35] на прикладі масових розмножень шкідників лісу обґрунтував трофічну теорію динаміки популяцій. Згідно з цією теорією, головним чинником динаміки популяцій є погода, яка має опосередкований вплив на комах через стан кормових рослин.

Наприкінці 70-х років минулого століття П. М. Рафес [36]

запропонував біогеоценотичну теорію динаміки популяцій лісових комах. Її концептуальна основа – залежність зміни динаміки популяцій від біогеоценозу як надсистеми.

Аналіз наведених теоретичних уявлень дозволяє зробити наступний методологічний висновок: усі перелічені теорії пояснюють лише сезонну та річну динаміку популяцій шкідливих комах.

«Теорія динаміки чисельності виду повинна висвітлювати обидва процеси: поточні зміни чисельності та явища багаторічних її флуктуацій» [17, С. 200]. На думку А. О. Максимова [17], задача еколога полягає в тому, щоб на основі фундаментальних закономірностей розвитку спалахів масового розмноження прогнозувати дане явище.

Він стверджує, що спалахи масових розмножень тварин у агроекосистемах – це типове явище, вони постійно повторюються і цей факт широко відомий. Однак слід мати на увазі, що багаторічна динаміка популяцій сільськогосподарських шкідників складається із чергування депресій і спалахів. Один сприятливий рік не може привести популяцію шкідника від мінімуму до максимуму. Спалах виникає не водночас, а протягом низки років, що свідчить про постійний розвиток кліматичних та інших умов щодо росту чисельності шкідника. Його осередки на початку виникають локально, а лише потім за сприятливого (оптимального) збігу всіх чинників спалах поширюється на обширнішу теорію [17].

Аналогічну концепцію обґрунтував на початку 60-х років минулого століття японський еколог Міяшита Казуозі [37], вивчаючи спалахи чисельності комах-шкідників, головним чином, сільськогосподарських культур, у Японії. Він дійшов висновку, що за географічною ознакою спалахи розмноження можна розділити на дві обширні категорії: осередкові та спалахи, що поширюються. Осередкові спалахи виникають одночасно у багатьох місцях на обширній території [37]. У другому випадку раптовий ріст популяції спостерігається на початку в одному місці, а потім поступово, рік

за роком, поширюється на великій території. Охоплена спалахом площа послідовно збільшується, а після досягнення піку чисельності різко скорочується.

Міяшита Казуозі [37] наводить чисельні приклади осередкових спалахів розмноження лісових шкідників у Європі та шкідників рисових полів у Японії. Класифікація Міяшита висуває одну з актуальних проблем популяційної динаміки шкідливих комах – проблему популяційних циклів та їх причини.

1.3. Популяційні цикли (екологічні коливання чисельності) комах

Переважає більшість екологів вважають, що популяційна динаміка залежить від різноманітності зовнішнього середовища, а остання – від мозаїчності та екологічних коливань. Мозаїчність середовища забезпечує його непостійність у просторі, екологічні коливання – у часі [46–50].

Наприкінці 80-х років минулого століття було доведено, що популяції багатьох видів розселяються в місцях помешкання у вигляді окремих плям, створюючи так звані метапопуляції [50–56]. Це висуває проблеми, пов'язані з їх стабільністю на регіональному рівні: метапопуляція являє собою системну взаємодію субпопуляцій (локальних популяцій), які можуть пересуватися у межах даного регіону [54–62].

Екологічні коливання відомі також як «хвилі життя»: «...«Волны жизни», как всякие волны, состоят из подъема и падения; те случаи, когда происходит внезапное массовое появление какого-либо вида, представляющее некоторое время и кончающиеся уменьшением численности его снова до прежней нормы, будем называть «приливами жизни». И обратно – в тех случаях, когда численность какого-нибудь вида внезапно опускается ниже его обычной нормы, происходят «отливы жизни». Вот вся совокупность этих явлений, этих приливов и отливов видовой жизни, и образует «волны жизни»..... Можно без всякого преувеличения сказать, что фауна ни минуты

безперервно продовжується диференціація генетичного складу популяцій комах.

Для пояснення закономірностей популяційних циклів важливими є деякі висновки І. І. Шмальгаузена [34], наведені в його роботі «Факторы эволюции», щодо чотирьох фаз зміни чисельності комах.

Перша фаза – зростання чисельності в сприятливих умовах при послабленні природного добору, що сприяє накопиченню та комбінації мутацій.

Друга фаза – відносна стабілізація, посилення конкуренції, а також прямої боротьби за існування, що є ефективним добором, спрямованими комбінаціями та скороченням мінливості.

Третя фаза – більш або менш різке скорочення чисельності під тиском потужних лімітуючих чинників з подальшим скороченням мінливості й, частково, з випадковим виживанням деяких більш сприятливих комбінацій.

Четверта фаза – нове розмноження, пов'язане зі швидким розмноженням генотипів, що вижили, й подальшим накопиченням мутацій у популяціях.

Проте для пояснення закономірностей просторово-часової повторюваності популяційних циклів та їх прогнозування необхідними були подальші системні дослідження на новій методологічній основі з урахуванням фундаментальних досліджень О. Л. Чижевського та його послідовників стосовно проблем «Сонце – Земля» і «Сонце – Біосфера» [48, 72].

Наприкінці 80-х, початку 90-х років минулого століття Є. М. Білецький на основі синтезу теоретичних уявлень вітчизняних і закордонних дослідників та особистих досліджень масових розмножень 70 видів комах-шкідників сільськогосподарських рослин і лісових насаджень обґрунтував синтетичну теорію циклічності динаміки популяцій та її технологічне рішення щодо розроблення багаторічного (стратегічного)

прогнозу масового розмноження шкідливих комах. Її концептуальна основа – зв'язок, взаємодія і синхронізація розвитку біосфери, біогеоценозів і популяцій з космічними, кліматичними та трофічними (врожайність сільськогосподарських рослин) циклами. Циклічність – як всезагальна фундаментальна закономірність розвитку і функціонування будь-якої природної системи – пояснює повторюваність масових розмножень комах та інших організмів у просторі й часі та є об'єктивним критерієм для прогнозування їх популяційних циклів.

Головні висновки з даної теорії

Багаторічна повторюваність масових розмножень комах – закономірний автохвильовий процес розвитку і функціонування популяцій, синхронізований із циклами сонячної активності (її різких змін у часі), погоди і клімату, що визначають енергетичні ресурси (трофічну базу) і просторово-часову організацію популяцій (генетичну й екологічну).

Теорія циклічності динаміки популяцій виконує описову, пояснювальну, синтезуючу і прогностичну функції. Вона через закон циклічності об'єднує раніше запропоновані біогеоценотичну, кліматичну і трофічну концепції.

На основі теорії циклічності динаміки популяцій розроблено міжсистемний метод прогнозування масового розмноження комах [83–90].

Сутність міжсистемного методу полягає в тому, що за поведінкою однієї системи в момент прогнозування (сонячної активності та її різких змін) прогнозується поведінка в майбутньому іншої системи (динаміки популяцій). Обидва процеси – сонячна активність і динаміка популяцій – є однаковими, тобто циклічними, з однаковим періодом. Загальним джерелом цих систем є процеси сонячної активності.

У подальшому в результаті історико-статистичного аналізу циклічності сонячних, атмосферних і біосферних процесів та теоретичних узагальнень були обґрунтовані наступні положення [12, 76–77, 83–85]:

- циклічність – це фундаментальна властивість динаміки й функціонування природних систем, один із універсальних принципів еволюції природи і суспільства;

- циклічність притаманна всім нині відомим рівням біологічної організації матеріального світу: від молекулярно-генетичного, організменного, популяційно-біогеоценотичного, біосферного до космічного.

Циклічність більшості процесів, що протікають на Землі, можна пояснити, з одного боку, постійним впливом зовнішніх космічних чинників (сонячна і магнітна активність, сонячна і космічна радіація та ін.), з іншого – постійною рухомістю мас речовини, енергії та інформації в умовах відносно замкнутого простору нашої планети [82–85].

Пізнання екологічних закономірностей циклічної динаміки природних систем – це основа для прогнозування [12, 78].

1.4. Методи прогнозування масового розмноження шкідливих комах

Прогнозування – це процес розробки прогнозів [55–56]. *Методика прогнозування* – сукупність методів і правил розроблення прогнозів конкретних об'єктів [55–56]. *Метод прогнозування* – спосіб дослідження об'єкту прогнозування, спрямований на розроблення прогнозу [57, С. 77].

Прогноз у захисті рослин – це екологічний прогноз [82–50]. Екологічне прогнозування як складова частина прогнозування (науки про закономірності розроблення прогнозів) не лише підпорядковане його основним поняттям, а й має специфічні особливості, пов'язані з вивченням живих систем. В основі екологічного прогнозування – пошукове прогнозування з орієнтацією на передбачення майбутнього стану явища. В основі екологічного прогнозування, як і будь-якого іншого, лежать три джерела інформації про майбутнє:

1) оцінка майбутнього стану явища або системи на підставі доводу, аналогії з відомими явищами і процесами;

2) умовне продовження в майбутнє тенденцій, закономірностей, що були виявлені в минулому і добре відомі в теперішньому;

3) модель майбутнього стану явища або системи, побудована на основі закономірностей або даних, які вже є у наявності.

Ці три джерела інформації визначають і три засоби прогнозування: експертні оцінки, екстраполяція й інтерполяція та моделювання.

У той же час вивченість багатьох біологічних систем ще поки недостатня і не охоплює всіх питань їхньої організації [90–96].

Відомо, що всі фітосанітарні (екологічні) прогнози нині розробляють на основі експертних оцінок поточного стану агроecosystem і популяцій, що їх складають з екстраполяцією закономірностей із теперішнього в майбутнє. Але теперішнє, згідно положення нерівноважної термодинаміки, не містить