

I. AGRICULTURE AND FORESTRY

DOI 10.26886/2520-7474.1(51)2022.1

UDC: 630.2:504:574 (477.41/42)

**INNOVATIVE FOREST AND BIOLOGICAL METHODS
OF ENTOMOLOGICAL MONITORING OF TRUMPET PESTS
IN THE CONDITIONS OF THE PERGAN NATURE CONSERVATION
RESEARCH DEPARTMENT OF POLISKA NATURE RESERVE**

Valeriy Levchenko, Ph.D., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-3638-1015>

e-mail: valeriy07@ukr.net

Igor Shulga, Ph.D. Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1886-6868>

e-mail: shulgaigor64@ukr.net

Ihor Ivanyuk, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1989-7906>

e-mail: mltk-1927@ukr.net

Alla Romanyuk, teacher of the highest category, teacher-methodologist

<https://orcid.org/0000-0002-4497-5972>

e-mail: allaromaniuk1960@gmail.com

Natalya Rusetskaya, teacher of the highest category

<https://orcid.org/0000-0002-5568-4708>

e-mail: natalia.rusetska@gmail.com

Malyn Vocational College, Ukraine, Malin.

Polissya National University, Ukraine, Zhytomyr.

Zhytomyr Agrotechnical Vocational College, Ukraine, Zhytomyr

Topical issues of comprehensive entomological monitoring of major forest-forming species with the use of innovative forestry, physiological and biochemical, entomological, forest assessment, geoinformation methods to determine the degree of population of forest stands by entom pests, as well as conducting a comprehensive analysis of basic conditions -research department of Polissya Nature Reserve.

The subject of the work is innovative complex methods of entomological monitoring of stands of Polissya Nature Reserve, based on a rational combination of forestry, physiological and biochemical, entomological, forest taxonomic and geoinformation monitoring, as well as forecasting the degree of settlement of . In most cases, entom pests of the main forest-forming species, namely: Scots pine, Scots oak, hanging birch, sticky alder (black), aspen affect at the age of 20-45 years. The maximum degree of damage by entom pests in the Pergan environmental research department is observed at the age of 55-65 years. Weakened and dead forest stands are further centers of epiphytosis of pathogens of fungal and bacterial origin.

The aim of the work is to assess the effectiveness of a comprehensive innovative method of monitoring the entomological condition of forest stands, as well as to determine the possibility of their implementation in forest enterprises of Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting to prevent mass spread of forest pests.

The main methods of conducting research on the study and evaluation of innovative methodological approaches to entomological monitoring of the sanitary condition of forest plantations on the example of the Pergana Environmental Research Department of the Polissya Nature Reserve were:

- 1. Calculation and analytical collection and processing of research results of complex entomological monitoring of major forest-forming species in forest edatopes of Pergana Nature Protection Research Department of*

Polissya Nature Reserve with varying degrees of damage to conifers and leaf-eating pests.

2. Carrying out of complex entomological monitoring and statistical analysis of the received results with use of already existing methodologies of researches of a sanitary condition of wood plantings.

3. Assessment of the representativeness and objectivity of the obtained research results in relation to all forestry enterprises in the Central Polissya region of Ukraine on the example of the Pergan nature protection research department of the Polissya Nature Reserve.

4. Practical approbation of innovative methodologies for comprehensive entomological monitoring of the main forest-forming species of Polissya Nature Reserve with determination of the nature of their damage by major forest pests.

According to the results of the work it was established that the method of complex monitoring with the use of forestry, physiological-biochemical, entomological, forest assessment, geoinformation methods to determine the degree of damage to major forest-forming species of Pergana Nature Protection Research Department of Polissya Nature Reserve. section of the main forest-forming species. It is established that when applying the complex method of entomological diagnostics of forest plantations, with a probability of 85% we can conclude about the stability or favorableness of forest stands to their probable weakening due to active biological activity of entomological pests on the example of Pergan Environmental Research.

The scope of the research results is forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting in order to preserve and protect the main forest-forming species of the Central Polissya zone from the negative effects and mass population of entom pests.

The conclusions of the research are that today, due to changes in climatic conditions, forest entomoids have become widespread, which leads

to the destruction of large areas of forests in the Central Polissya region. Methods of complex entomological monitoring based on the use of forestry, physiological, biochemical, entomological, forest taxonomy, geoinformation methods to determine the population of forest stands by entom pests, as well as a comprehensive analysis to assess the degree of damage to the damaged forest conditions Polissya Nature Reserve will further reduce the risks of mass spread of major conifers and leaf-eating pests in the Central Polissya region of Ukraine. A comprehensive method of monitoring the entomological condition of forest plantations allows you to fairly objectively predict the probability of spread of a single pest, and the probability of a particular outbreak of several species of forest pests. The application of the methodology of complex entomological monitoring of the pathological condition of forest plantations will allow to predict with 85% probability both the occurrence and spread of forest pests with subsequent determination of the level of economic threshold of their harmfulness to the main forest-forming species of Central Polissya. The imperfection of the current methods of entomological monitoring of forest stands does not give a real picture to determine the degree of distribution and damage by entomos pests of major forest-forming species. The proposed methods of entomological monitoring of the state of forest plantations will further allow to forecast the development and spread of forest pests in time and on the territory of forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting.

Keywords: innovation, method, methodology, forest pest, monitoring, forecast, forestry, physiology, biochemistry, forest, entomology, distribution, sustainability, risk.

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент Левченко В. Б., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Шульга І. В., доктор сільськогосподарських наук, доцент Іванюк І. Д., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Романюк А. А., спеціаліст вищої

категорії Русецька Н. М., Інноваційні лісівничо-біологічні методи ентомологічного моніторингу стовбурових шкідників в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника/ Малинський фаховий коледж, Україна, Малин; Поліський національний університет, Україна, Житомир; Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Україна, Житомир

Обґрунтовано актуальні питання проведення комплексного ентомологічного моніторингу основних лісоутворюючих порід із застосуванням інноваційних лісівничих, фізіолого-біохімічних, ентомологічних, лісотаксаційних, геоінформаційних методів по визначенню ступеня заселення лісових деревостанів ентомошкідниками, а також проведення комплексного аналізу щодо оцінки пошкодження ними основних лісоутворюючих порід в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника.

Предметом роботи є інноваційні комплексні методи ентомологічного моніторингу деревостанів Поліського природного заповідника, що ґрунтуються на раціональному поєднанні лісівничого, фізіолого-біохімічного, ентомологічного, лісотаксаційного та геоінформаційного моніторингу, а також прогнозу ступеня заселення стовбурів основних лісоутворюючих порід Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника ентомошкідниками. В більшості випадків, ентомошкідники основних лісоутворюючих порід, а саме: сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої, вільхи клейкої (чорної), осики уражують їх у віці від 20-45 років. Максимальний ступінь ураження ентомошкідниками в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення спостерігається у

віці 55-65 років. Ослаблені і загиблі лісові деревостани в подальшому є осередками епіфітотій збудників хвороб грибкового та бактеріального походження.

Метою роботи є оцінка ефективності комплексного інноваційного методу моніторингу ентомологічного стану лісових насаджень, а також визначення можливості їх впровадження в лісогосподарських підприємствах Житомирського обласного управління лісового і мисливського господарства з метою запобігання масового розповсюдження шкідників лісу.

Основними методами проведення досліджень по вивченню та оцінці інноваційних методологічних підходів ентомологічного моніторингу санітарного стану лісових насаджень на прикладі Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника були:

1. Розрахунково-аналітичний по збору і обробці результатів досліджень комплексного ентомологічного моніторингу основних лісоутворюючих порід в лісових едатопах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника з різним ступенем пошкодження хвоє- та листогризучими шкідниками.

2. Проведення комплексного ентомологічного моніторингу та статистичного аналізу отриманих результатів з використанням вже існуючих методологій досліджень санітарного стану лісових насаджень.

3. Оцінка репрезентативності та об'єктивності отриманих результатів досліджень по відношенню до всіх лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся України на прикладі Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника.

4. Практична апробація інноваційних методологій щодо комплексного проведення ентомологічного моніторингу основних лісоутворюючих порід Поліського природного заповідника з визначенням характеру їх ураження основними шкідниками лісу.

За результатами роботи було встановлено, що метод комплексного моніторингу із застосуванням лісівничого, фізіолого-біохімічного, ентомологічного, лісотаксаційного, геоінформаційного методів визначення ступеня пошкодження основних лісоутворюючих порід Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, дає об'єктивне уявлення про стан лісових насаджень в розрізі основних лісоутворюючих порід. Встановлено, що при застосуванні комплексного методу ентомологічної діагностики лісових насаджень, з ймовірністю в 85% можна зробити висновок про стійкість або сприятливість лісових деревостанів до ймовірного їх ослаблення через активну біологічну діяльність комплексу ентомологічних шкідників на прикладі Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника.

Сферою застосування результатів досліджень є лісогосподарські підприємства Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства з метою збереження та захисту основних лісоутворюючих порід зони Центрального Полісся від негативної дії і масового заселення ентомошкідниками.

Висновки досліджень полягають в тому, що на сьогоднішній день у зв'язку зі змінами кліматичних умов лісові ентомошкідники набули масового розповсюдження, що призводить до знищення ними значних площ лісів в зоні Центрального Полісся. Запропоновані методи комплексного ентомологічного моніторингу, що ґрунтуються на застосуванні лісівничих, фізіолого-біохімічних, ентомологічних,

лісотаксаційних, геоінформаційних методів по визначенню заселення лісових деревостанів ентомошкідниками, а також проведення комплексного аналізу щодо оцінки ступеня пошкодження ними основних лісоутворюючих порід в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника в подальшому дадуть змогу знизити ризики масового поширення основних хвоє та листогризух шкідників в зоні Центрального Полісся України. Комплексна методика моніторингу ентомологічного стану лісових насаджень дає змогу досить об'єктивно прогнозувати ймовірність розповсюдження як окремо взятого шкідника, так і ймовірність виникнення певного осередку з декількох видів шкідників лісу. Застосування методології комплексного ентомологічного моніторингу патологічного стану лісових насаджень, дасть змогу з ймовірністю у 85% прогнозувати як виникнення, так і поширення ентомошкідників лісу з наступним визначенням рівня економічного порогу їх шкідливості для основних лісоутворюючих порід зони Центрального Полісся. Недосконалість на сьогоднішній день діючих методик по проведенню ентомологічного моніторингу лісових деревостанів не дає реальної картини по визначенню ступеня розповсюдження і пошкодження ентомошкідниками основних лісоутворюючих порід. Запропоновані методики ентомологічного моніторингу стану лісових насаджень дадуть в подальшому змогу проводити прогноз розвитку та поширення шкідників лісу в часі та на території лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства.

Ключові слова: інновація, метод, методологія, шкідник лісу, моніторинг, прогноз, лісівництво, фізіологія, біохімія, ліс, ентомологія, поширення, стійкість, ризик.

Вступ. Основним завданням лісозахисту є обмеження шкоди, заподіяної лісовому господарству діяльністю шкідливих організмів, підвищення стійкості лісових насаджень та профілактика патологічних процесів в лісах України під час проведення лісогосподарських заходів. Значних збитків лісам зони Центрального Полісся України і Житомирської області зокрема завдають хвое та листогризучі шкідники, масове поширення яких призводить до ослаблення і втрати стійкості лісових деревостанів, їх передчасному розладу та масової загибелі. Шляхом аналізу отриманих баз ентомологічних даних щодо лісових насаджень Поліського природного заповідника, уражених різними видами шкідників було виявлено, що з метою оздоровлення лісових деревостанів в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення, використовують метод природного добору по визначенню і пеленгації найбільш стійких до ураження шкідниками насаджень, оскільки в умовах природно-заповідного фонду будь-яка господарська діяльність не дозволена. При цьому на фоні значного всихання основних лісоутворюючих порід, таких як сосна звичайна, осика звичайна, береза повисла, вільха клейка (чорна), дуб звичайний спостерігаються окремі ендемічні осередки досить стійких до пошкодження комплексом ентомошкідників особин. Такі особини в лісовому едатопі не зважаючи на досить значне біологічне навантаження, мають значну стійкість до пошкодження верхівковим, шетизубчатим короїдами, сосною златкою. Тому на сьогоднішній день гостро постає питання щодо удосконалення методологічної бази проведення комплексного ентомологічного моніторингу з використанням аналітичного методу оцінки санітарного стану лісових едатопів із залученням лісівничих, фізіолого-біохімічних, ентомологічних, лісотаксаційних, геоінформаційних методів по визначенню інтенсивності заселення лісових деревостанів ентомошкідниками, а також проведення

комплексного аналізу щодо оцінки ступеня пошкодження ними основних лісоутворюючих порід.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми. До стовбурових шкідників лісу відносяться комахи з родин: короїди (Scolytidae), вусачі (Cerambycidae), златки (Buprestidae), довгоносики (Curculionidae), рогахвости (Siricidae), деревоточці (Cossidae), скляниці (Sesiidae), а також деякі інші [1, с.32-45]. Їх головною біологічною особливістю є приховане проживання всередині тканин деревних рослин, тому вони можуть успішно оселятися і розмножуватись тільки на ослаблених в тій чи іншій мірі деревах, що дає підставу вважати їх "вторинними" шкідниками [2, с.41-54]. Однак деякі види здатні поселятися на цілком життєздатних деревах або деревах з частковою втратою стійкості і призводити в подальшому до їх загибелі [3, с.12-43]. Такі види відносяться до груп «фізіологічних» і «власне вторинних», що мають найбільше господарське значення і підлягають першочерговому нагляду та обліку [4, с.23-67]. Згідно «Настановою по нагляду, обліку та прогнозуванню масових розмножень стовбурових шкідників лісу» (1993 року), облік чисельності і стану популяцій найбільш небезпечних видів стовбурових шкідників доцільно здійснювати лише в особливо великих осередках (понад 100 га), на особливо цінних ділянках насаджень і в інших відповідальних випадках [5, с.34-56]. В інших випадках, насадження обстежуються з урахуванням стану насаджень із зазначенням їх заселеності шкідниками найважливіших видів [6, с.45-61]. Поселення стовбурових шкідників зазвичай приурочені до одного з основних морфологічних частин у структурі стовбура дерева - зони товстої або тонкої кори [7, с.41-54]. Так, наприклад, для великого соснового лубоїда (*Blastophagus piniperda*) типовим районом поселення на стовбурі сосни є товста кора, для малого соснового лубоїда (*Blastophagus minor*) - тонка кора [8, с.21-32]. Неповне використання

видом свого типового району поселення на дереві свідчить про його не чисельність або про несприятливі умови для розвитку [9, с.42-56]. Якщо крім типового, заселяється ще і суміжний район поселення, це говорить про надмірну чисельності шкідника та хороші умови розмноження [10, с.37-67]. Ряд видів стовбурових шкідників (наприклад: вусачі роду *Monochamus*, короїд-тіпограф (*Ips typographic*) і ін.) використовують для поселення весь або майже весь стовбур, проте ступінь його заселення так само є показником розмноження виду [4, с.41-53]. Послідовність заселення дерева комахами і складання ними екологічних угруповань (початкового, проміжного, кінцевого) залежить від типу ослаблення або відмирання дерева, наявності в лісі виду шкідника, часу ослаблення дерева [2, с.12-43]. При обліку на дереві всього комплексу видів розселення комах слід виділяти види першопоселенців, які мають найбільше значення. Шляхом аналізу послідовності заселення дерева окремими видами комах визначають тип його ослаблення і відмирання, що необхідно враховувати при призначенні лісозахисних заходів і термінів їх проведення [1, с.32-54]. Конкретні способи обліку стовбурових шкідників на дереві обумовлені нерівномірністю їх розподілу по стовбуру, викликаній мінливістю характеру кори по висоті стовбура, екологічними вимогами виду, іншими умовами [4, с.45-61]. Так, наприклад, крива розподілу по стовбуру поселень малого соснового лубоїда щодо полога, а по продукції молодих жуків – опукла [8, с.33-61]. Максимум щільності поселення даного лубоїда припадає приблизно на середину району його поселення, а вихід молодих жуків – на 0,7 - 0,8 відносної висоти району поселення (Н). В оптимальній зоні показник щільності поселення перевищує його середнє значення в 1,26 рази, продукції – в 1,42 рази [5, с.31-73]. У великого соснового лубоїда розподіл по стовбуру сосни інший: максимум щільності поселення спостерігається в окоренковій частині стовбура, де він в 1,6 рази перевищує середнє значення. У

чорного соснового вусаня (*Monochamus galloprovincialis*) максимум щільності поселення припадає на 0,3 Н, де його значення в 2 рази вище середнього [3, с.21-37]. Розподіл поселень короїда-тіпографа по стовбурі дерева описується параболою другого порядку, а максимум щільності поселення доводиться на 0,5 – 0,6 Н, середнє значення цього показника – на 0,7 Н. На вітровальній ялині криволінійний характер розподілу поселень короїда-тіпографа менш виражений. Нерівномірний розподіл комах спостерігається і по колу стовбура, що призводить до необхідності вести облік шкідників на кільцевих палетка [9, с.41-62]. Їх довжина по стовбурі дерева оптимізована з урахуванням довжини маточних ходів короїдів, числа поселень і ін. [3, с.21-38]. Високий ступінь мінливості щільності поселення і репродуктивності спостерігається і між деревами, що викликає необхідність збільшення числа модельних дерев. Розподіл заселених стовбуровими шкідниками дерев в насадженні залежить від багатьох причин [5, с.42-51]. Найбільш характерними є груповий, куртинний, суцільний і дисперсійний розподіл. Обсяг вибірки дерев при закладці тимчасових і постійних пробних площ повинен враховувати ці особливості. При вирішенні більшості виробничих завдань достатня точність обліку, яка дорівнює $\pm 20\%$, В необхідних випадках її можна підвищити до $\pm 10\%$ [3, с.22-43, 5, с.16-34].

Формулювання мети та завдань досліджень. Предметом наших досліджень були лісові деревостани Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, а також осередки пошкодження основних лісоутворюючих порід різними видами ентомошкідників, різні типи лісу та методологічні підходи щодо проведення ентомологічного моніторингу стану ураження лісових едатоїв в умовах зони Полісся України. Крім цього, визначались найбільш ефективні методики проведення ентомологічного моніторингу лісових деревостанів, що були уражені різними видами хвое та

листогризучих шкідників. Завданням досліджень було проаналізувати ефективність запропонованих методологічних підходів щодо проведення ентомологічної експертизи уражених лісових деревостанів різними видами шкідників в умовах зони Центрального Полісся і Житомирської області зокрема, а також надання практичних рекомендацій щодо застосування інноваційних методик діагностики пошкодження лісових деревостанів різними шкідниками і підвищення стійкості лісових насаджень в умовах Центрального Полісся. Під час проведення досліджень було обстежено осередки пошкодження лісових деревостанів комплексом ентомошкідників в чистих та змішаних насадженнях сосни звичайної, берези повислої, вільхи чорної (клейкої), дуба звичайного, осики звичайної в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника у віці 30-40 років. Пробні площі закладено за загальноприйнятою методикою, на них здійснювали суцільний перелік дерев і фіксували їх стан за шкалою згідно з нормативним документом «Санітарні правила в лісах України». Характер пошкодження шкідниками визначався із застосуванням лісівничих, фізіолого-біохімічних, ентомологічних, лісотаксаційних, геоінформаційних методів по визначенню інтенсивності заселення лісових деревостанів ентомошкідниками. В осередках пошкодження (ступінь пошкодження насаджень шкідниками становила від 55 до 70%), було виявлено масове всихання чистих та змішаних сосново-березових, соснових, сосново-вільхових, сосново-осикових, дубових деревостанів від комплексного негативного впливу ентомошкідників, їх ослаблення і всихання. Проведення обліків в умовах пробних площ здійснювали по прокладених маршрутах. Для проведення обліків використовували методику обстеження пробних площ лісових масивів. В процесі проведення ентомологічної експертизи особливу увагу звертали на виявлення

основного та прихованого пошкодження лісових насаджень шкідниками різних видів. Всі результати ентомологічного моніторингу і апробованих методик досліджень записувались нами в реєстраційний журнал.

Виклад основного матеріалу статті. В результаті проведення досліджень нами було встановлено, що для здійснення об'єктивного лісопатологічного моніторингу необхідно користуватись не лише апробованими, але і досконалими інноваційними методологічними підходами, які в свою чергу дозволяють реально оцінити санітарний стан лісів зони Центрального Полісся. Зокрема, для проведення аналізу заселеності ентомошкідниками деревостанів, на закладених пробних площах проводили відбір модельних дерев. Модельне дерево вибирають з числа заселених або відпрацьованих стовбуровими шкідниками, це - середнє за розмірами і типове за станом для даної ділянки вогнища. Відзначають його категорію стану, клас розвитку по Крафту, стан крони, кори і корневих лап, наявність плодових дереворуйнівних грибів та інших патологічних змін, вимірюють діаметр на висоті 1,3 м (в середньому висота грудей). Потім дерево зрубують, очищають від сучків, визначають вік дерева та наявність гнилі на ньому. Проводять розмітку стовбура крейдою по метровим або двометровим відрізкам, вимірюють загальну висоту (м) і протяжність товстої і тонкої кори. При необхідності вимірюють діаметр (см) на половині висоти. На стовбурі розмічають стовбур на сортименти або відрізки. Вздовж стовбура сокирою або ножем роблять затісування шириною близько 10 см. Потім встановлюють види що оселилися шкідливих комах, визначають стадію (фазу) їх розвитку. Для найважливіших видів визначають райони поселення, вимірюють їх протяжність (м) і зіставляють з протяжністю типового (оптимального) для кожного виду району поселення. З урахуванням стадій, або фаз розвитку шкідників, періодів їх льоту також стану дерева визначають послідовність його заселення, причини

тип ослаблення і відмирання. Обравши оптимальну схему і конкретний спосіб обліку, на стовбурі розміщують облікові палетки, на яких до розтину кори підраховують льотні отвори комах, відзначають пошкодження кори птахами, а після її розтину - число маточних камер, маточних ходів короїдів, личинок вусачів і інших комах, ходів личинок вусачів в деревині. Якщо шкідники не вилетіли, підраховують число молодих жуків, лялечок; встановлюють ураженість шкідників паразитами, хворобами; підраховують число хижих комах. На кожній з палеток вимірюють довжину маточних ходів короїдів. Загальна кількість вимірювань на дерево має скласти не менше 15. Далі розраховують найважливіші показники розмноження шкідливих комах: в середньому на дерево, на пробну площу або 1 га. Результати аналізу і розрахунку поспідовно заносять у облікові відомості. Оптимальну схему обліку стовбурових шкідників на модельному дереві вибирають з урахуванням довжини району поселення, щільності поселення комах і необхідної точності обліку. Рекомендований розмір кругових палеток при обліку соснового лубоїда, короїда-тіпографа і аналогічних їм видів комах – 15 см; вусачів, златок, смолівок та інші - 25 см. При низькій щільності поселення, коли не набирається вказане вище число поселень, розмір палетки по довжині стовбура, відповідно збільшується.

При використанні спрощених методів обліку стовбурових шкідників безпосередній підрахунок числа маточних камер, маточних ходів короїдів, інших показників чисельності стовбурових шкідників (пробних площ і ходів в деревину личинок вусачів і т. п.) нерідко буває дуже трудомістким і технічно складним, особливо при дуже високій генерації і після додаткового живлення молодих жуків в місцях розвитку під корою. У цих випадках рекомендується використовувати методи спрощеного, або непрямого, обліку щільності поселення комах методами перетинів, трикутників і іншими.

Метод перетинів. При обліку щільності поселення короїдів з поперечними маточними ходами, наприклад малого соснового лубоїда, за допомогою крейди, нитки, шнурка і т. п. на ділянці стовбура зі знятою корою в місці розташування облікової палетки прокладають три поздовжніх лінії по 5 дм кожна, розташовуючи їх рівномірно по заселеній частині кола стовбура. Підраховують число пересічених лініями маткових ходів і потім визначають середнє число перетинів на 1 погонний дм. Маючи середню протяжність маточного ходу, по номограмі визначають середню щільність маточних ходів на 1 дм². При обліку щільності поселення короїдів з поздовжніми маточними ходами (великий сосновий лубоїд, короїд-тіпограф та ін.) проводять три лінії по колу заселеної частини стовбура, розташовуючи їх рівномірно в межах облікової палетки. Вимірюють довжину кожної лінії, підраховують число пересічених ними маточних ходів короїда і середнє число перетинів на 1 погонний дм. Використовуючи середню довжину маточного ходу, по номограмі визначають щільність маточних ходів короїда на 1 дм².

Метод трикутників заснований на визначенні середньої відстані між трьома найближчими маточними камерами чи маточними ходами (або центрами майданчиків, прогризенних личинками вусачів, проходів в деревину і т. п.), тобто на вимірі периметра трикутника, в вершинах якого знаходяться названі пошкодження. Викреслювати трикутники рекомендується крейдою, кольоровим олівцем і т. п. У кожній обліковій палетки на стовбурі вимірюється (мм) периметр 5-ти трикутників, розташованих відносно рівномірно по колу заселеної частини стовбура. За середнім з усіх вимірів при допомозі номограм визначають щільність поселення шкідників на 1 дм². Цей метод доцільно застосовувати при обліку дрібних видів короїдів, що мають зіркоподібну систему ходів (гравер, верхівковий і т. п.). На повалених деревах, коли не всі вхідні

отвори простих маточних ходів орієнтовані до окорінкової частини стовбура, слід вимірювати відстань між центрами маточних ходів.

Облік короїдів по вхідним і льотним отворам. На попередньо обмеженій обліковій палетці без розтину кори підраховують число вхідних отворів короїдів, які зазвичай розташовані в тріщинах кори. Кількість жуків (самців і самок) отримують множенням числа вхідних отворів на число жуків в сім'ї: у короїдів-моногамів (великий і малий соснові лубоїди) – 2,0; короїд-тіпограф – 3,0. Для інших видів рекомендується розраховувати статевий індекс, проаналізувавши 100 сімей. Щільність поселення батьківського покоління розраховують, розділивши число жуків на палетці на її площу. Даний метод використовують в тому випадку, якщо добре видно вхідні отвори короїдів і всі поселення жуків виявилися життєздатними. Підрахувавши число льотних отворів молодих жуків, частіше розташованих відкрито на поверхні кори, отримуємо продуктивність (з урахуванням площі палетки). Далі можна розраховувати енергію розмноження, розділивши показник продуктивності на число жуків.

*Облік пошкоджень дерев при додатковому харчуванні вусачів роду *Monochamus*.* Для оцінки ступеня пошкодження крон дерев ялини звичайної, інших хвойних порід підбирають і зрубують 3 середніх за розмірами і за ступенем всихання крони (при наявності цієї ознаки) модельних дерева. Крону дерева розмічають по висоті на 3 частини - нижню, середню і верхню. У кожній частині підраховують кількість гілок (сучків) і в якості модельних беруть по одній середній за розмірами і ступенем всихання хвої. На кожній модельній гілці підраховують число гілок другого, третього і т.д. порядку, на яких враховують число погризів кори жуками вусачами, о кільцюючи в тій чи іншій мірі ці гілки. Окремо враховують число гілок (гілочок, пагонів), всохлих від ураження вусача. Результати обліку перераховують на число гілок в кожній частині крони і

на все дерево. При оцінці ступеня впливу вусача на життєздатність ушкоджених ними при додатковому харчуванні дерев мають на увазі, що ялина може бути заселена цими шкідниками, а також і іншими видами стовбурових шкідників вже при всиханні 60% гілок крони, сосна – 80-100%. При одночасній дефоліації крон дерев гусеницями хвоєгризучих комах і сосновими вусачами спостерігається зменшення резистентності насадження до цілого комплексу шкідників.

Облік стовбурових шкідників в насадженні полягає в оцінці ступеня заселеності деревостану цими комахами, а в разі потреби також в оцінці їх чисельності в перерахунку на 1 дерево або 1 га вогнища. Заселеність деревостану стовбуровими шкідниками визначають шляхом огляду дерев при їх переліку на тимчасових або постійних пробних площах. Тимчасова пробна площа, в залежності від рівномірності (характеру) пошкодження або ослаблення деревостану, може бути стрічковою, шириною 10 м, або прямокутною, або у вигляді кругових майданчиків, а у випадках, коли немає необхідності переліку даних на 1 га вогнища – безрозмірною, тобто у вигляді переліку по ходовій лінії. Число дерев, що підлягають обліку на пробі, залежить від величини відпаду і необхідної точності обліку. Для досягнення точності, що дорівнює $\pm 20\%$, і при величині відпаду до 10% обліку підлягають не менше 150 дерев, при більшій величині відпаду – 100 дерев. На постійних пробних площах, які зазвичай мають прямокутну форму або закладених у вигляді 3 - 5 кругових майданчиків радіусом до 20 м, враховується не менше 150 дерев. У змішаних насадженнях на тимчасовій пробній площі число дерев головної породи має бути не менше 80 шт., на постійній – не менше 120. При роботі в осередках стовбурових шкідників доцільно враховувати стан дерев у відповідності до «Санітарних правил в лісах України». При неможливості шляхом огляду знизу визначити заселеність дерев в кроні і верхньої частини стовбура, зрубують 1 - 3 контрольних

дерева. Число заселених (відпрацьованих) стовбуровими шкідниками дерев по кожній категорії стану визначають (шт., або % на пробну площу), а потім – на 1 га вогнища. Результати перерахунку заносять у відповідну відомість. Для характеристики вогнищ одного типу загальне число пробних площ повинно бути не менше 3-5 шт. На пробній площі рекомендується аналізувати не менше 3-5 модельних дерев, а в осередках – не менше 15-20. Показники чисельності стовбурових шкідників слід визначати як середньозважені величини. Модельні дерева необхідно відбирати з числа заселених, вони повинні бути середні за розмірами і типові за станом для даного вогнища. Як правило, модельні дерева відбирають поза пробної площі. Облік чисельності великої соснового лубоїда на зимівлі проводять восени – з кінця вересня до стійкого снігового покриву. На пробній площі уважно оглядають нижню частину стовбурів сосен в районі кореневої шийки і кореневої лапи. Дереву поділяють на 2 категорії: з місцями зимівель лубоїда, тобто зі свіжими смоляними воронками, що свідчать про наявності зимуючих жуків, і без зимівлі. З числа дерев з зимівлями розкривають всі смоляні воронки у 3-5 модельних дерев при точності $\pm 20\%$ і 5 - 10 шт. – при точності $\pm 10\%$. Визначають абсолютне число всіх зимуючих жуків, їх життєздатність, а при необхідності – їх статевий індекс, зараженість паразитами і т.п. За даними цього обліку розраховують запас зимуючих жуків на 1 га насадження:

$$P_{\text{га}} = \frac{P_{\text{зим}} \times D_{\text{зим}}}{n \times S_{\text{пр}}}$$

де:

$P_{\text{зим}}$ – загальна кількість зимуючих імаго жуків на модельних деревах, шт.;

$D_{\text{зим}}$ – кількість дерев на пробній площі з зимівлями жуків, шт.;

n – кількість модельних дерев, шт.;

$S_{\text{пр}}$ – площа проби, га.

Облік соснових лубоїдів по інтенсивності їх додаткового харчування.

Метод заснований на обліку опалих на підстилку або поверхню ґрунту пагонів сосни, пошкоджених сосновим лубоїдом при додатковому харчуванні. Облік проводиться пізньої осені, після опадання пагонів на землю, але до випадання снігу. При цьому підраховують число опалих пагонів на 3-5 майданчиках розміром 1 м^2 кожний, потім визначають середнє число пагонів на 1 м^2 . Одночасно дають візуальну оцінку числа опалих пагонів (одиночні, масові, багато, дуже багато) і за обома показниками за допомогою даних встановлюють орієнтовний запас молодого покоління короїдів на 1 га насадження. Чисельність жуків можна встановлювати тільки за візуальною оцінкою числа опалих пагонів. Для досягнення точності обліку $\pm 10\%$, необхідно врахувати опалі пагони сосни на 20-25 майданчиках розміром $1 \times 1 \text{ м}$, для точності $\pm 20\%$ - на 5 - 12 майданчиках того ж розміру.

Облік специфічних видів стовбурових шкідників проводять відповідно до їх біології та фенологічних фаз розвитку. Облік великого ялинового лубоїда, або дендроктона, проводять в залежності від характеру заселення ним дерев певної породи. На ялині можливий суцільний облік поселень лубоїда по свіжим смоляним воронкам, пов'язаний зазвичай до якихось дефектів на стовбурі (механічні пошкодження, тріщини, розгалуження стовбура і т.п.) від окорінкової частини і вище, в межах району поселення. На сосні так само можливий суцільний облік лубоїду по свіжих смоляних воронках, частіше розташованим біля кореневої шийки стовбура, і на кореневих лапах нижче поверхні підстилки. Після закінчення обліку необхідно розкрити 3 - 5 ходів лубоїду, щоб уточнити осередок його поселення, наявність під корою кладок яєць, личинок, лялечок і жуків шкідника. Загальна кількість

модельних дерев – не менше 3 шт. на пробу. Облік чисельності деревинниці в'їдливої (*Zeuzera pyrina*) і деревоточеці пахнастої (*Cossus cossus*) проводиться по екзувіям, а саме в середньому на одне дерево, або за кількістю заселених пагонів, що відрізняються прив'яненням і наявності вибуреного борошна біля розвилки гілок. Для більш точного обліку шкідника, розколюють 2-метрові окорінкові частини стовбура не менше ніж у 3-х дерев. При обліку заселеності тополь великою тополевою скляницею (*Aegeria apiformis*) і великим тополевим вусачем (*Saperda carcharias*) розколюють 1,5-метрові відрубки комелевої частини стовбурів і верхні коріння дерев, яких беруть не менше 3 шт. Заселеність тополь темнокрилою скляницею (*Sciapteron tabaniformis*) і малим тополевым вусачем (*Saperda populnea*) визначають методом підрахунку галлів на гілках і стовбурах не менше ніж у 10 рослин. Поселення тополевого хоботника (*Cryptorrhynchus lapathi*) враховують не менше ніж на 3-х моделях, розколюючи 0,5-метрові відрубки стовбурів. Отримані дані про кількість поселень шкідника у відповідній фазі розвитку, ураженості ентомофагами, хворобами перераховують в середньому на одне дерево.

Для узагальнення результатів проведення обліків застосовують методи математичної статистики. При веденні облікових робіт на тимчасових і постійних пробних площах, крім оцінки результатів обліку популяцій стовбурових шкідників, наводиться загальна характеристика вогнища розмноження цих комах – час і причина ослаблення насадження, а також тип і фази розвитку вогнища. При визначенні типу вогнища виходять з того, що епізодично вогнище розмноження стовбурових шкідників зазвичай виникає при одночасному сильному ослабленні (пошкодженні) деревостану (наприклад: пожежею, ураганим вітром і т.п.). Хронічне розмноження стовбурових шкідників відбувається в результаті багаторічного (хронічного) ослаблення або пошкодження

деревостану (наприклад: кореневою губкою, промисловими емісіями і т.п.). Розмноження комах в хронічних вогнищах відрізняється невисокою амплітудою коливання чисельності, але має багаторічний стійкий характер. У «Настанові по нагляду, обліку та прогнозу масових розмножень стовбурових шкідників», а також в інших посібниках, описані особливості розмноження стовбурових шкідників в насадженнях, ослаблених або пошкоджених усіма основними видами патології, що допоможе визначити тип вогнища і намітити лісозахисні заходи. Незалежно від типу вогнища розмноження, комахи проходить 3 основні фази:

- 1) початкова, або зростання чисельності;
- 2) максимальної чисельності, або власне спалаху;
- 3) кризи.

Кожна з цих фаз, відповідно до типу вогнища, пов'язана зі зміною показників стану насаджень, тобто динамікою деревного відпаду, а саме: кількості заселених, свіже уражених дерев, старого сухостою, а також динамікою всіх основних показників розмноження комах.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

1. Встановлено, що запропоновані методики по проведенню лісопатологічної експертизи із застосуванням ентомологічного методу є достатньою ефективними для визначення характеру та ступеня заселення лісових деревостанів ентомошкідниками, а також для проведення комплексного аналізу оцінки ступеня пошкодження ними основних лісоутворюючих порід в лісах зони Центрального Полісся України.

2. Доведено, що запропоновані методи комплексного ентомологічного моніторингу які ґрунтуються на застосуванні лісівничих, фізіолого-біохімічних, ентомологічних, лісотаксаційних, геоінформаційних

методів по визначенню заселення лісових деревостанів ентомошкідниками, а також проведення комплексного аналізу щодо оцінки ступеня пошкодження ними основних лісоутворюючих порід в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника в подальшому дадуть можливість суттєво знизити ризики масового поширення основних хвое та листогризучих шкідників в зоні Центрального Полісся України

3. В результаті проведених досліджень нами встановлено, що комплексна методика моніторингу ентомологічного стану лісових насаджень дає змогу досить об'єктивно прогнозувати ймовірність розповсюдження як окремо взятого шкідника, так і ймовірність виникнення певного осередку з декількох видів шкідників лісу.

4. Встановлено, що застосування методології комплексного ентомологічного моніторингу патологічного стану лісових насаджень, дасть змогу з ймовірністю у 85% прогнозувати як виникнення, так і поширення ентомошкідників лісу з наступним визначенням рівня економічного порогу їх шкідливості для основних лісоутворюючих порід зони Центрального Полісся.

5. Доведено, що недосконалість існуючих методик по проведенню ентомологічного моніторингу лісових деревостанів не дає реальної картини по визначенню ступеня розповсюдження і пошкодження ентомошкідниками основних лісоутворюючих порід.

6. Запропоновані нами інноваційні методики ентомологічного моніторингу стану лісових насаджень дадуть в подальшому змогу проводити прогнозування розвитку та поширення шкідників лісу в часі та просторі. в тому числі - на територіях лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства.

Література:

1. Билай В. И., Гвоздяк Р. И., Скрипаль И. Г. (2008). *Микроорганизмы-возбудители болезней растений*. Киев, Наукова думка, 552.
2. Бондарцев А. С. (2013). *Основные вредители лесов зоны Полесья Украины*. Киев, Либидь, 106.
3. Бугиевский Л. М., Цветков В. Я. (2014). *Геоинформационные системы в лесном хозяйстве и их использование для мониторинга*. Харьков, Златоуст, 222.
4. Бусыгин Б. С., Гаркуша И. Н., Середини Е. С., Гаевенко А. Ю. *Инструментарий геоинформационных систем. Справочное пособие*. Киев, ИРГ "ВБ", 172.
5. Вакин А. Т., Полубояринов О. И., Соловьев В. А. (2006). *Пороки древесины. -2-е изд., перераб. и доп.* Чернигов, Лесная промышленность, 112.
6. Гарибова Л. В., Лекомцева С. Н. (2012) *Основы лесной энтомологии: Морфология и систематика вредителей леса*. Киев, Товарищество научных изданий КМК, 220 с.
7. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л. (2016). *Лісова фітопатологія у визначеннях, рисунках, схемах. Вид. 2-е, перероб. і доповн.* Житомир, Полісся, 186.
8. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л. (2019). *Довідник-визначник базидіом головних дереворуйнівних грибів*. Житомир, Полісся, 48.
9. Іванюк Д. П., Шульга І. В. (2011). *Управління природоохоронною діяльністю*. Житомир, І. Франка, 414.
10. Чумакова А. Е., Минкевич И. И., Власов Ю. И., Гаврилова Е. А. (2020) *Основные методы энтомологических исследований*. Харьков, Кальвария, 190.

References:

1. Bylai V. Y., Hvozdiak R. Y., Skrypal Y. H. (2008). Mykroorhanyzmy-vozbudytely boleznei rastenyi. Kyev, Naukova dumka, 552. [in Russian].
2. Bondartsev A. S. (2013). Osnovnye vreditely lesov zony Polesia Ukrainy. Kyev, Lybyd, 106. [in Russian].
3. Buhayevskiy L. M., Tsvetkov V. Ya. (2014). Heoynformatsyonnye systemy v lesnom khoziaistve y ykh yspolzovanye dlia monytorynha. Kharkov, Zlatoust, 222. [in Russian].
4. Busyhyn B. S., Harkusha Y. N., Seredynny E. S., Haevenko A. Yu. Ynstrumentary heoynformatsyonnykh system. Spravochnoe posobyе. Kyev, YRH "VB", 172. [in Russian].
5. Vakyn A. T., Poluboiarynov O. Y., Solovev V. A. (2006). Poroky drevesyny. -2-e yzd., pererab. y dop. Chernyov, Lesnaia promyshlennost, 112. [in Russian].
6. Harybova L. V., Lekomtseva S. N. (2012) Osnovy lesnoi entomolohyy: Morfolohiya y systematyka vrediteli lesa. Kyev, Tovaryshchestvo nauchnykh yzdanyi KMK, 220. [in Russian].
7. Hoichuk A. F., Reshetnyk L. L. (2016). Lisova fitopatolohiia u vyznachenniakh, rysunkakh, skhemakh. Vyd. 2-e, pererob. i dopovn. Zhytomyr, Polissia, 186. [in Ukrainian].
8. Hoichuk A. F., Reshetnyk L. L. (2019). Dovidnyk-vyznachnyk bazydiom holovnykh derevoruivnykh hrybiv. Zhytomyr, Polissia, 48. [in Ukrainian].
9. Ivaniuk D. P., Shulha I. V. (2011). Upravlinnia pryrodookhoronnoi diialnistiu. Zhytomyr, I. Franka, 414. [in Ukrainian].
10. Chumakova A. E., Mynkevych Y. Y., Vlasov Yu. Y., Havrylova E. A. (2020) Osnovnye metody entomolohycheskykh yssledovanyi. Kharkov, Kalvaryia, 190. [in Russian].

Citation: Valeriy Levchenko, Igor Shulga, Ihor Ivanyuk, Alla Romanyuk, Natalya Rusetskaya (2022). INNOVATIVE FOREST AND BIOLOGICAL METHODS OF ENTOMOLOGICAL MONITORING OF TRUMPET PESTS IN THE CONDITIONS OF THE PERGAN NATURE CONSERVATION RESEARCH