

II. AGRICULTURE AND FORESTRY

DOI 10.26886/2414-634X.3(55)2022.2

UDC: 630*23*228*232.44

FOREST PATHOLOGICAL MONITORING OF PINE STANDS IN THE CONDITIONS OF THE PERGHAN SCIENTIFIC AND RESEARCH NATURE PROTECTION DEPARTMENT POLISH NATURE RESERVE

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

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

e-mail: waleriy07@ukr.net

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

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

e-mail: shulgaigor64@ukr.net

Yaroslav Fuchylo, Doctor of agricultural sciences, professor

<https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>

e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

Marina Karpovych, Ph. D. Candidate of Agricultural Sciences

<https://orcid.org/0000-0002-4159-5499>

e-mail: marinakarpovich1990@gmail.com

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

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

e-mail: allaromaniuk1960@gmail.com

Olga Belska, Senior researcher at the scientific department

<https://orcid.org/0000-0002-1745-344X>

e-mail: olucky@i.ua

Malyn Vocational College, Ukraine, Malin.

Polissya National University, Ukraine, Zhytomyr.

Zhytomyr Agrotechnical Vocational College, Ukraine, Zhytomyr.

Polissky Nature Reserve, village Selezivka.

The issue of comprehensive forest pathological monitoring of pine stands in centers of mass distribution of root, pine sponge, ordinary and snow Schütte is substantiated. The effectiveness of the practical application of forest pathology monitoring methodologies by classical phytopathological methods is analyzed, as well as a comparative assessment of the proposed and developed methods of forest pathology diagnosis of the disease complex of pine stands of different ages is given. The effectiveness of the practical complex application of modern forestry, phytopathological, taxing, geo-informational drone methods for determining the extent of damage to Scots pine by a complex of diseases, foci of epiphytotia, forecasting their further spread and the possibilities of practical localization in order to prevent the spread of pathologies of pine stands in the conditions of the Pergana nature protection research department was evaluated Polisky nature reserve.

The subject of the work is a practical evaluation of the effectiveness of complex forest pathological monitoring of pine stands with signs of their damage by root and pine fungus, common and snow Schütte, as well as their complex damage by diseases of the crown and trunks in the conditions of the nature reserve fund of the Pergana Nature Conservation Scientific Research Department of the Polissky Nature Reserve. Practical studies to determine the effectiveness of the proposed methodologies regarding the possibility of applying silvicultural, phytopathological, taxing, geo-informational and drone monitoring methods for the state of pine forests of the Polissky Nature Reserve. A practical comparison of the

results of complex forest pathology monitoring using the proposed methods with those already widely used in practical forest phytopathology, classic methods of assessment, forecasting the probable degree of damage to Scots pine forest stands and the vector of disease spread, including those with signs of mass epiphytosis using the example of nature, was carried out - reserve fund of the Polissky Nature Reserve. Approbation of the proposed forest pathology methods regarding the possibility of their implementation and use in the conditions of both the nature reserve fund and in the forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting and the Central Polissia zone in particular.

The aim of the work is a comprehensive comparative assessment of the effectiveness of the methods of forest pathology monitoring proposed by us for the spread of Scots pine diseases in A₁₋₂, B₁₋₂ conditions with already existing, classic phytopathological methodologies for assessing the condition of Scots pine, as well as determining the possibility of their implementation for use in production as in under the conditions of the nature reserve fund, on the example of the Pergana nature protection research department of the Polissky nature reserve, as well as forestry enterprises of both the Zhytomyr regional forestry and hunting management, as well as forestry enterprises of the Central Polissia zone as a whole.

The main methods of conducting research on the study and evaluation of the proposed methodologies of forest pathological monitoring of Scots pine in relation to its damage by pathogens of root fungus, pine fungus, common and snow Schütte, a complex of diseases of trunks and tree crowns, which were carried out in the conditions of A₁₋₂, B₁₋₂ of the Pergansk nature reserve of the research department of the Polissky Nature Reserve were:

1. Computational and analytical for the collection and processing of research results of our proposed complex and already existing classical methods of forest pathological monitoring of pine stands in forest vegetation conditions A_{1-2} , B_{1-2} of the Pergansk nature protection scientific and research department of the Polissky nature reserve with different degrees of damage to the root systems, trunks, crowns of trees.

2. Conducting complex phytopathological monitoring of forest plantations in the conditions of A_{1-2} , B_{1-2} of the Pergana Scientific and Research Nature Protection Department of the Polissky Nature Reserve, comparing the results obtained with the results of already existing, generally accepted and recognized methodologies that have been used for a long time for surveying forest plantations and identification of signs of Scots pine diseases, statistical analysis of the obtained results and their comparison with the results using already existing forest pathology methodologies of studies of the phytopathological state of forest plantations.

3. Evaluation of the representativeness and objectivity of the obtained research results in relation to all objects of the nature reserve fund, as well as forestry enterprises of the Central Polissia zone of Ukraine, using the example of the Pergana nature protection scientific research department of the Polissky Nature Reserve.

4. Practical testing of the proposed methodologies for assessing the forest pathological condition of Scots pine in both the Polissky Nature Reserve and forestry enterprises in the Central Polissia zone.

According to the results of the work, it was established that the methodology of forest pathology monitoring for the spread of pathogens of common pine root fungus, pine fungus, common and snow Schütte, a complex of diseases of tree trunks and crowns with the use of silvicultural, phytopathological, forest taxa, geo-information and drone methods for

assessing the nature of damage to pine stands of Pergansk of the nature conservation scientific research department of the Polissky Nature Reserve will make it possible to determine the sanitary, including phytopathological, condition of common nightshade. It has been established that when applying the proposed method of forest pathology monitoring of Scots pine, it is possible to predict in detail and with high probability the further center of epiphytotypy and the spread of causative agents of Scots pine diseases to other areas of forest use. It was determined that the proposed forest pathology methodology for conducting reconnaissance surveys makes it possible to carry out practical preventive measures to prevent the spread of common pine root sponge, pine sponge, common and snow Schütte, a complex of diseases of trunks and crowns of trees both in the conditions of the Pergansk Nature Conservation and Research Department of the Polissky Nature Reserve, as well as forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting and forestry enterprises of the Central Polissia zone in particular.

The field of application of research results is the objects of the nature reserve fund, forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting, forestry enterprises of the Central Polissia zone in order to preserve and protect the common pine from damage by the root sponge of the common pine, pine sponge, common and snow Schütte, of the complex of diseases of trunks and crowns of common pine trees of both the nature reserve fund and forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting, as well as the Central Polissia zone from pathology and epiphytobia in pine stands.

The conclusions of the research are that today, due to climate changes in the forest ecosystems of both the Pergana Nature Conservation and Research Department of the Polissky Nature Reserve,

as well as the forestry enterprises of the Central Polissia zone, in particular, such pathogens as pine root fungus, pine fungus, common and snow Schütte, a complex of diseases of the trunks and crowns of Scots pine trees have become widespread in the form of epiphytophytes, which today leads to the destruction of significant areas of the forest fund both within the boundaries of the Polissky Nature Reserve, the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting, and forestry enterprises of the zone Central Polissia. The proposed methodology of complex forest pathological monitoring, which is conceptually based on the practical application of silvicultural, phytopathological, taxing, geo-informational and drone methods for monitoring damage to pine stands in the conditions of A₁₋₂, B₁₋₂ of the Pergansk nature protection and research department of the Polissky Nature Reserve, will be given in the future it will be possible to carry out operational forest pathological monitoring of pine stands, to implement timely measures to prevent epiphytophytes of pathogens, to reduce the risks of their mass spread in the conditions of the nature reserve fund of the Polissky Nature Reserve, the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting, forestry enterprises of the Central Polissia zone of Ukraine. In the future, the complex forest pathology methodology for determining the sanitary state of pine plantations will make it possible to timely and effectively predict the foci of occurrence, vectors of spread, the probability of epiphytosis as a separately-taken pathogen, examples of which can be root sponge of common pine, pine sponge, common and snow Schütte, a complex of diseases trunks and crowns of Scots pine trees, as well as the probability of the occurrence of a specific center in the complex of action of causative agents of Scots pine diseases in symbiosis with trunk pests. The practical use of the method of complex phytopathological monitoring of the state of pine plantations will make it possible to predict and identify the foci of epiphytophytes of

causative agents of root sponge, pine sponge, common and snow Schütte, a complex of diseases of trunks and crowns of pine stands, as well as timely implementation of measures to prevent the spread of causative agents to other territories forest uses and prevent their massive epiphytomy. The proposed forest pathology methodology for conducting reconnaissance surveys makes it possible to carry out practical preventive measures to prevent the large-scale spread of the common pine root sponge, pine sponge, common and snow Schütte, a complex of diseases of trunks and tree crowns both in the conditions of the Pergansk Nature Conservation Scientific Research Department of the Polissky Nature Reserve, and forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting and forestry enterprises of the Central Polissia zone in particular.

Keywords: forest, phytopathology, pathogen, disease, technique, forecast, forestry, taxation, geoinformation and drone monitoring, epiphytomy, protection.

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент Левченко В. Б., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Шульга І. В., доктор сільськогосподарських наук, професор Фучило Я. Д., кандидат сільськогосподарських наук Карпович М. С., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Романюк А. А., старший науковий співробітник Бельська О. В. Лісопатологічний моніторинг соснових деревостанів в умовах Перганського науково-дослідного природоохоронного відділення Поліського природного заповідника/Малинський фаховий коледж. Україна. Малин; Поліський національний університет. Україна. Житомир; Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Україна. Житомир; Поліський природний заповідник. Україна. Село Селезівка.

Обґрунтовано питання проведення комплексного лісопатологічного моніторингу соснових деревостанів в осередках масового поширення кореневої, соснової губки, звичайного та снігового Шютте. Проаналізована ефективність практичного застосування методологій лісопатологічного моніторингу класичними фітопатологічними методами, а також наведена порівняльна оцінка запропонованих розроблених методів лісопатологічної діагностики ураження комплексом хвороб соснових деревостанів різного віку. Оцінено ефективність практичного комплексного застосуванням сучасних лісівничих, фітопатологічних, таксаційних, геоінформаційно-дронових методів по визначенню масштабів ураження сосни звичайної комплексом хвороб, осередків епіфітотій, прогнозування їх подальшого поширення і можливостей практичної локалізації щодо унеможливлення розповсюдження патологій соснових деревостанів в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника.

Предметом роботи є практична оцінка ефективності проведення комплексного лісопатологічного моніторингу соснових деревостанів з ознаками ураження їх кореневою та сосною губкою, звичайним та сніговим Шютте, а також їх комплексного ураження хворобами крони та стовбурів в умовах природо-заповідного фонду Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника та практичні дослідження по визначенню ефективності запропонованих методологій щодо можливості застосування лісівничого, фітопатологічного, таксаційного, геоінформаційно-дронових методів моніторингу за станом соснових лісів Поліського природного заповідника. Проведено практичне порівняння

результатів комплексного лісопатологічного моніторингу за запропонованими методами з такими, що вже широко використовуються в лісовій практичній фітопатології класичними методами оцінки, прогнозу ймовірного ступеня ураження лісових деревостанів сосни звичайної і вектора поширення хвороб, в тому числі і тих, що мають ознаки масової епіфітотій на прикладі природо-заповідного фонду Поліського природного заповідника. Апробація запропонованих лісопатологічних методик щодо можливості їх впровадження та використання в умовах як природо-заповідного фонду, так і в лісогосподарських підприємствах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства і зони Центрального Полісся зокрема.

Метою роботи є комплексна порівняльна оцінка ефективності запропонованих нами методів лісопатологічного моніторингу за поширенням хвороб сосни звичайної в умовах A_{1-2} , B_{1-2} з вже існуючими, класичними фітопатологічними методологіями оцінки стану сосни звичайної, а також визначення можливості їх впровадження для використання у виробництві як в умовах природо-заповідного фонду - на прикладі Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, так і лісогосподарських підприємств як Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства, так і лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся в цілому.

Основними методами проведення досліджень по вивченню та оцінці запропонованих методологій лісопатологічного моніторингу сосни звичайної щодо її ураження збудниками кореневої губки, соснової губки, звичайним та сніговим Шютте, комплексом хвороб стовбурів та крон дерев, що проводились в умовах A_{1-2} , B_{1-2}

Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника були:

1. Розрахунково-аналітичний по збору і обробці результатів досліджень запропонованого нами комплексного, та вже існуючого класичного методів лісопатологічного моніторингу соснових деревостанів в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника з різним ступенем ураження кореневих систем, стовбурів, крон дерев.

2. Проведення комплексного фітопатологічного моніторингу лісових насаджень в умовах A_{1-2} , B_{1-2} Перганського науково-дослідного природоохоронного відділення Поліського природного заповідника, порівняння отриманих результатів, з результатами вже існуючих, загально прийнятих і визнаних методологій які використовуються протягом тривалого часу для обстеження лісових насаджень і виявлення ознак хвороб сосни звичайної, статистичного аналізу отриманих результатів і їх порівняння з результатами використанням вже існуючих лісопатологічних методологій досліджень фітопатологічного стану лісових насаджень.

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

4. Практична апробація запропонованих методологій проведення оцінки лісопатологічного стану сосни звичайної як

Поліського природного заповідника, так і лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся.

За результатами роботи було встановлено, що методологія лісопатологічного моніторингу за поширенням збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев із застосуванням лісівничого, фітопатологічного, лісотаксаційного, геоінформаційно-дронового методів оцінки характеру ураження соснових деревостанів Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника дасть змогу визначити санітарний, в тому числі фітопатологічний стан сосни звичайної. Встановлено, що при застосуванні запропонованого методу лісопатологічного моніторингу сосни звичайної можливо детально і з великою вірогідністю спрогнозувати подальший осередок епіфітотії та поширення збудників хвороб сосни звичайної на інші території лісокористування. Визначено, що запропонована лісопатологічна методологія проведення рекогносцирувальних обстежень дає змогу проводити практичні профілактичні заходи по унеможливленню поширення кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев як в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, так і лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства і лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся зокрема.

Сферою застосування результатів досліджень є об'єкти природо-заповідного фонду, лісогосподарські підприємства Житомирського обласного управління лісового та мисливського

господарства, лісогосподарські підприємства зони Центрального Полісся з метою збереження та захисту сосни звичайної від ураження кореневою губкою сосни звичайної, сосною губкою, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев сосни звичайної як природо-заповідного фонду, так і лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства, а також зони Центрального Полісся від патології та епіфітотій в соснових деревостанах.

Висновки досліджень полягають в тому, що на сьогоднішній день через кліматичні зміни як в лісових екосистемах як Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, так і лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся, такі патогенні збудники хвороб, як коренева губка сосни звичайної, соснова губка, звичайне та снігове Шютте, комплекс хвороб стовбурів та крон дерев сосни звичайної набули масового розповсюдження у вигляді епіфітотій, що на сьогоднішній день призводить до ураження значних площ лісового фонду. Запропонована методологія комплексного лісопатологічного моніторингу, що концептуально базується на практичному застосуванні лісівничого, фітопатологічного, таксаційного, геоінформаційно-дронового методів по проведенню моніторингу ураження соснових деревостанів в умовах А₁₋₂, В₁₋₂ Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, в подальшому дасть змогу проводити оперативний лісопатологічний моніторинг соснових деревостанів, вчасно запроваджувати заходи щодо унеможливлення епіфітотій збудників хвороб, знизити ризики масового їх поширення в умовах природо-заповідного фонду Поліського природного

заповідника, Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства, лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся України. Комплексна лісопатологічна методологія визначення санітарного стану соснових насаджень в подальшому дасть змогу вчасно та ефективно прогнозувати осередки виникнення, вектори поширення, ймовірність епіфітотії як окремо-взятого збудника, прикладами таких можуть бути коренева губка сосни звичайної, соснова губка, звичайне та снігове Шютте, комплекс хвороб стовбурів та крон дерев сосни звичайної, так і ймовірність виникнення певного осередку в комплексі дії збудників хвороб сосни звичайної у симбіозі зі стовбуровими шкідниками. Практичне використання методу комплексного фітопатологічного моніторингу стану соснових насаджень дасть змогу прогнозувати та визначити осередки епіфітотії збудників кореневої губки, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев соснових деревостанів, а також вчасно проводити заходи щодо унеможливлення поширення збудників хвороб на інші території лісокористувань і запобігти масовим їх епіфітотіям. Запропонована лісопатологічна методологія проведення рекогносцирувальних обстежень дає змогу проводити практичні профілактичні заходи по унеможливленню масштабного поширення кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев як в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідник, так і лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства і лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся зокрема.

Ключові слова: ліс, фітопатологія, збудник, хвороба, методика, прогноз, лісівництво, таксація, геоінформаційно-дроновий моніторинг, епіфітотія, захист.

Вступ. Соснові деревостани є досить поширеними у зоні Центрального Полісся України. Вони є лісоуворюючими на території лісокористувань Перганського науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника. Питома їх часта складає 52,4%. Під впливом зміни кліматичних умов, зокрема режиму зволоження ґрунтів, пересихання лісових болотних екосистем в останні 15 років на території природно-заповідного фонду Поліського природного заповідника фіксується поширення кореневої губки, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев соснових деревостанів. Все це призводить не лише до зниження річного приросту, уповільнення фізіологічних процесів, а й до чисельного відпаду, накопичення великої кількості сухоостою що в подальшому стає осередком для заселення шкідниками, поширення збудників хвороб та виникнення лісових пожеж. Тому на сьогоднішній день особливо актуальним є питання вчасного виявлення осередків патологічного процесу в соснових деревостанах, їх вмілої локалізації задля унеможливлення поширення на території сусідніх лісокористувань, і як наслідок – виникнення масштабних епіфітотій. Слід зауважити, що з урахуванням режиму заповідності, територія лісокористувань Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника є унікальним місцем, де гармонійно поєднані трофотопи і гігротопи лісорослинних умов А₁₋₂, В₁₋₂. Саме тут спостерігається симбіотична дія шкідників, зокрема верхівкового, шести зубчатого короїдів і збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу хвороб стовбурів та крон

дерев. Результатами лісопатологічних досліджень низки вчених як в Україні, так і за кордоном було встановлено, що коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. S. Str.) зустрічається на більш ніж 200 видах деревних рослин і вважається найнебезпечним збудником, особливо в насадженнях сосни звичайної в зоні Центрального Полісся. Особливу небезпеку збудник цього захворювання становить на ділянках соснових деревостанів, які раніше були пройдені масштабними лісовими пожежами, ослаблені діяльністю стовбурових шкідників, зниженням рівня ґрунтових вод через кліматичні зміни. В більшій мірі це проявляється на територіях лісокористувань з порушеним шаром лісової підстилки, а також на територіях, де раніше інтенсивно велось лісове господарство. При досягненні кореневою системою сосни звичайної ущільненого горизонту, починає формуватись поверхнева коренева система, що створює в подальшому сприятливі умови для розвитку патологічного процесу. При такому процесі соснові деревостани Поліського природного заповідника стають досить чутливими до кліматичних аномалій і в першу чергу до посухи, знижується їх стійкість до комплексного біотичного патогенного впливу. Проте на сьогоднішній день не розроблено практичних заходів щодо виявлення, попередження поширення, локалізації і не допущення епіфітотій таких небезпечних хвороб сосни звичайної, як коренева губка, соснова губка, звичайного та снігового Шютте, а також комплексу хвороб стовбурів та крон соснових деревостанів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми.

Молоді рослини в лісорозсадниках, культурах, на вирубках, під пологом лісу найбільш чутливі до впливу несприятливих антропогенних і природних факторів зовнішнього середовища, в тому

числі і до інфекційних хвороб [1, с.25-34, 4, с.16-27, 15, с.54-76]. Відмінності комплексів хвороб, що сформувалися в зазначених екологічних об'єктах, визначаються наявністю в них рослин різних вікових категорій і особливостями умов їх зростання. Для сходів сосни звичайної специфічним і найбільш небезпечним захворюванням є вилягання. Великої шкоди сіянцям і самосіву хвойних порід наносять звичайне і сніжне Шютте сосни, іржа пагонів сосни, Шютте модрина, "зонтична хвороба" (стовбуровий і гілковий рак, склеродеріоз) сосни [2, с.45-68, 8, с.34-87, 16, с.73-84]. З віком шкідливість хвороб хвої (за винятком, наприклад, шютте ялини) знижується, але більш широке поширення набувають некрозно-ракові хвороби стовбурів та гілок [3, с.87-96, 9, с.45-84, 17, с.34-82]. Небезпечними для хвойних порід в культурах є ступінчастий рак модрина, стовбуровий та гілковий рак сосни [5, с. 78-92, 10, с.76-94. 18, с. 45-87]. Всі зазначені хвороби викликають ослаблення і загибель рослин, знижують їх стійкість до інших хвороб і шкідливих комах. Багато з них (вилягання, хвороби типу Шютте, стовбуровий рак, цитоспороз) часто приймають характер епіфітотій, наслідком чого є зниження виходу стандартного посадкового матеріалу в розсадниках, погіршення стану культур і підвищення ймовірності розвитку в них вогнищ стовбурових шкідників [6, с.56-87, 19, с.14-35]. Висока ефективність контролю за хворобами лісу може бути досягнута при знанні діагностичних ознак хвороб. Терміни спостереження за хворобами залежать від часу прояви їх характерних симптомів на рослинах і особливостей розвитку, пов'язаних з умовами зовнішнього середовища [7, с.34-52, 20, с.46-86]. При здійсненні моніторингу в інші терміни можуть бути допущені помилки в діагностиці та визначенні, які приведуть до невиправданих витрат грошових коштів на проведення лісозахисних заходів. Нагляд за виляганням проводиться з моменту появи повних сходів, коли в

посівних рядках добре видно порожнини, характерні для ураження насіння і проростків [11, с.23-45, 21, с.56-60]. В той самий час з'являються вогнища полеглих, усихаючих і всохлих сходів, які легко витягуються з землі з оголеним осьовим циліндриком кореня (рис. 1). Якщо зазначені ознаки інфекційного вилягання виражені нечітко, необхідно провести лабораторний аналіз сходів з використанням вологої камери [12, с. 67-92. 22, с.73-112]. Вогнища вилягання при сприятливих для збудників умовах поширюються дуже швидко, тому необхідно зробити кілька обліків: відразу після появи повних сходів і ще два з інтервалом 7 - 10 на добу, залежно від погодних умов. Ознаки звичайного Шютте сосни виявляються після сходу снігу по червоно-бурій хвої, яка в цей період часто буває покрита численними дрібними темними пікнідами збудників (рис. 2), однак характерна ознака хвороби – апотеції (чорні, овальні, опуклі плодові тіла), з'являються тільки на початку липня [13, с.34-42, 23, с.56-64]. У зв'язку з цим моніторинг проводять навесні і в середині літа. Моніторинг за сніговим Шютте сосни здійснюється ранньою весною і восени, що пов'язане зі зміною ознак хвороби в цей період часу. Навесні, відразу після сходу снігу, уражена хвоя покрита щільними білими або сірувато-білими плівками міцелію, які є характерним, але швидко зникаючим симптомом. Після руйнування міцелію і до кінця літа - початку осені діагностика хвороби може бути ускладнена [14, с.36-54]. Наприкінці літа - початку осені проявляються головні ознаки хвороби, які виражаються в попелясто-сірому забарвленні хвої і наявності на ній зрілих апотецій (рис. 3).

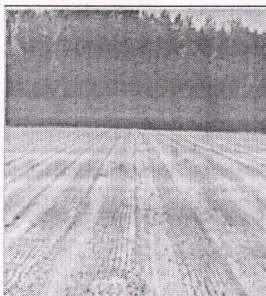


Рис. 1. Посіви сосни звичайної, уражені виляганням



Рис. 2. Вогнище звичайного Шютте в соснових культурах



Рис. 3. снігове Шютте (*Phacidium infestans*), уражений молодий підріст

Тому на сьогоднішній день гостро стоїть питання своєчасного лісопатологічного моніторингу та діагностики хвороб сосни звичайної у відповідних лісорослинних умовах як Поліського природного заповідника, так і зони Центрального Полісся взагалі.

Формулювання мети статті та завдань досліджень.

Предметом наших досліджень були лісові соснові деревостани Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, а також осередки поширення збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₁₋₂, а також методичні підходи по проведенню лісопатологічного моніторингу ураження сосни звичайної збудниками хвороб, їх комплексами та синергетична взаємодія з шкідниками сосни звичайної в умовах зони Центрального Полісся України. Було проведено методологічну експертизу найбільш ефективних фітопатологічних методик по оцінці фітосанітарного стану соснових деревостанів в осередках кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб

стовбурів та крон дерев з метою визначення їх автентичності, ефективності визначення стану ураження соснових деревостанів, а також репрезентативності щодо зони Центрального Полісся України. Завданням досліджень було проаналізувати ефективність запропонованих фітопатологічних методик по проведенню лісопатологічного моніторингу соснових деревостанів в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, а також формулювання практичних рекомендацій щодо можливостей використання досліджуваних лісопатологічних методик моніторингу та діагностики ураження соснових деревостанів кореневою губкою сосни звичайної, сосною губкою, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев в умовах Центрального Полісся. Під час проведення досліджень нами було обстежено осередки епіфітотій кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев в умовах А₁₋₂, В₁₋₂ Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника у віці 30-40 років. Пробні площі було закладено за загальноприйнятою методикою, на них здійснювали суцільний перелік дерев і фіксували їх лісопатологічний стан за шкалою згідно з нормативним документом «Санітарні правила в лісах України». Характер ураження кореневою губкою сосни звичайної, сосною губкою, звичайним та сніговим Шютте, комплексом хвороб стовбурів та крон дерев визначався із застосуванням лісівничих, іфтопатологічних, таксаційних, геоінформаційно-дронових методик та прийомів по визначенню характеру ураження соснових насаджень кореневою губкою, сосною губкою, звичайним та сніговим Шютте, комплексом хвороб стовбурів та крон дерев. В осередках ураження (ураження

деревостану сосни звичайної становило від 65 до 90%), нами було виявлене масове всихання сосни звичайної від комплексної патологічної дії збудників вищевказаних хвороб. Проведення обліків в умовах пробних площ здійснювали по прокладених маршрутах. Для проведення обліків використовували методику обстеження пробних площ лісових масивів. В процесі проведення лісопатологічного моніторингу, особливу увагу звертали на виявлення основного та прихованого ураження сосни звичайної патогенами різних видів. Всі результати лісопатологічного моніторингу санітарного стану соснових насаджень в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення і апробації запропонованих методик фітопатологічних досліджень по проведенню лісопатологічного моніторингу записувались нами в реєстраційний журнал.

Виклад основного матеріалу статті. Проведення лісопатологічного моніторингу по визначенню характеру ураження соснових насаджень кореневою губкою, сосною губкою, звичайним та сніговим Шютте, комплексом хвороб стовбурів та крон дерев рекомендується проводити навесні, коли відбувається активізація ростових процесів у соснових деревостанах. Це відслідковується при умові, коли температура повітря переходить через позначку $+10^{\circ}\text{C}$, а також в кінці літа, коли найбільш чітко проявляється характерні ознаки хвороби. Перед проведенням обстеження детально ознайомлюються з матеріалами попередніх лісопатологічних обстежень. При рекогносцирувальному фітопатологічному обстеженні візуально визначають ступінь патологічного відпаду і ослаблення сосни звичайної, причини цього відпаду, типи хвороб і характер ураження. Ділянки, де виявлені ураження сосни звичайної хворобами, відзначають на плані. Якщо вид збудника хвороби в польових умовах визначити неможливо, то беруть зразки для лабораторного аналізу.

Якщо за даними рекогносцирувального обстеження ураженість кореневою губкою, сосною губкою, звичайним та сніговим Шютте, комплексом хвороб стовбурів та крон дерев хворобами становить вище 10%, здійснюють їх детальне обстеження шляхом аналізу фітопатологічного стану. Для визначення необхідного числа пробних площ (n) на виділеній для обстеження ділянці попередньо закладають 6 пробних площ, на яких проводять перелік всіх дерев на пробній площі, підрозділяючи їх на здорові і хворі, і визначають середній відсоток ураження хворобою (p). Далі проводять розрахунок за формулою:

$$n = \frac{t^2 \hat{p}(1 - \hat{p})}{m^2}$$

де:

n – необхідна кількість пробних площ; шт.

t – нормативне відхилення при відповідних рівняннях ймовірності (зазвичай для польових досліджень воно приймається 0,68, при цьому значення нормативного відхилення дорівнює 1);

$\hat{p}$ – середній відсоток уражених дерев сосни звичайної, виражений в долях одиниці;

m – допустима похибка у відсотках або долях одиниці.

Пробні площі розміщують рівномірно по ділянці, по двом його діагоналях або випадкової вибірки з використанням таблиці випадкових чисел. В останньому варіанті кожен з двох умовно вирівняних сторін ділянки, що обстежується, розбивають на 100 частин і використовують як координатні осі. Вибрані пари випадкових чисел відміряють по двом сторонам ділянки і по цих координатах вибирають місця розташування пробних площ. Методика аналізу вибірових одиниць залежить від виду хвороби і форми її прояву.

Вилягання сходів сосни звичайної. У стрічкових і грядкових посівах закладають пробні площі на одному середньому рядку і на ньому проводять перерахунок сходів з перерозподілом на здорові і хворі. При необхідності проводять облік загиблого насіння і сходів шляхом розкопки пустот в посівних рядках. Для визначення причин загибелі насіння застосовують метод вологої камери.

Хвороби хвої (Шютте та інші). На пробних площах проводять перерахунок сіянців з зазначенням категорії їх стану, а у хворих – ступеня ураження хвої. За станом виділяють три категорії: без ознак ослаблення, всихаючи та всохлі сходи. Ступінь ураженості хвої оцінюють за 3-бальною шкалою: 1 бал – уражено до 25% хвої; 2 бали – 26 - 50, 3 бали – більше 50%.

Іржа пагонів сосни звичайної (сосновий пагонов'юн). При обліку виділяють зазначені вище категорії стану сіянців, відзначають число не уражених і уражених хворобою. Відразу після обстеження в лабораторних умовах проводять визначення збудників тих хвороб, діагностика яких ускладнена в польових умовах. Для цього користуються наявною довідковою літературою, посібниками та визначниками. При ускладненнях при проведенні діагностики за зовнішніми ознаками, вид збудника і характер поширення хвороби встановлюють за допомогою мікроскопіювання за характером спороутворення. У деяких випадках застосовують метод вологої камери. Найчастіше всього цей метод використовують з метою визначення інфекційного вилягання. За результатами детального лісопатологічного обстеження визначають розповсюдженість хвороби, тобто кількість уражених рослин в фітоценозі за формулою:

$$P = \frac{n \times 100}{N},$$

де:

P – розповсюдження хвороби, %;

N – загальна кількість обстежених рослин, шт;

n – кількість уражених рослин, шт.

Для характеристики середнього ступеня ураження сосни звичайної на пробній площі обчислюють розвиток хвороби за формулою:

$$R = \frac{\sum(ab) 100}{nk},$$

де:

R – розвиток хвороби, %;

$\sum(ab)$ – сума добутків кількості хворих рослин (a) на відповідний бал ураження (b);

n – загальна кількість облікових рослин;

k – найвищий бал обліку прийнятої шкали.

Для хвороб хвої обчислюють середній бал ураження по формулі:

$$СБУ = \frac{\sum ab}{n},$$

де:

СБУ – середній бал ураження рослин сосни звичайної;

$\sum ab$ – сума добутків числа уражених рослин за балом ураження;

n – загальна кількість рослин на пробній площі, шт.

На підставі отриманих даних роблять висновок про ступінь розповсюдження хвороб в розсаднику, їх шкодочинність, необхідність захисних заходів і дають рекомендації по вибору найбільш ефективних методів, засобів і термінів боротьби. Рекогносцирувальний моніторинг за кореневою губкою, сосною губкою, звичайним та сніговим Шютте, комплексом хвороб стовбурів

та крон дерев в культурах і молодняках здійснюють на спеціально зазначених ділянках, де є або передбачається наявність вогнищ хвороб. Їх наносять на схематичну карту або в спеціальну фітопатологічну відомість. При цьому візуально встановлюють причини ослаблення і всихання рослин, оцінюють загальний стан, ступінь поширеності хвороб. Для детального обстеження закладають пробні площі, площею 0,1 га або безрозмірні, але з таким розрахунком, щоб в перелік увійшло не менше 100 рослин сосни звичайної. Категорії стану дерев при переліку відповідають «Санітарним правилам в лісах України». При цьому, дерева кожної категорії поділяють на неуразені і уражені хворобами, по кожному місцю поширення хвороби перелік ведуть окремо, шляхом "точкування" в особливому горизонтальному рядку. При переліку в молодих культурах (I клас віку), діаметр стовбура не вимірюють. Для з'ясування ступеню впливу основних видів хвороб на приріст деревини, на пробі проводять детальний аналіз 10 уражених (з різних категорій стану) і 10 здорових дерев з вимірюванням приросту по висоті за останні 3 - 5 років шляхом відбору приросних кернів при допомозі бора Преслера (рис. 4, 5).



Рис. 4. Відбір кернів буром Преслера в насадженні сосни звичайної з ознаками кореневої губки



Рис. 5. Відбір кернів в насадженні з ознаками ураження сірянкою (смоляний рак сосни звичайної)

Методика аналізу сосни звичайної на пробних площах залежить від виду хвороби і форми її прояву.

Хвороби хвої (Шютте і інші). Оцінку ступеня ураження крони проводять за 5-бальною шкалою: 1 бал – уражено до 10% хвої; 2 – до 20; 3 – до 50; 4 – до 75; 5 балів – уражено понад 75% хвої. При обліку ураження сніжним Шютте в примітці відзначають тривалість періоду ураження хвої. Свіжоуражена хвоя має сірувато-коричневе забарвлення і добре утримується на гілці. Хвоя, уражена в попередній рік, має попелясто-сіре забарвлення, вона дуже ламка, при дотику легко осипається. Це необхідно знати при оцінці стану вогнища хвороби. При оцінці стану сосни звичайної, що має ознаки ураження іржею пагонів, відзначають вид уражених пагонів (верхнього, бічних), число бічних пагонів з ознаками хвороби і ярус крони, де вони зустрічаються (верхній, середній і нижній), а також фітопатологічний стан уражених пагонів, якщо в період обстеження є чіткі ознаки різного ступеня їх фітопатологічного стану (уражені, але зберегли первісну форму, викривлені, всохлі і т. п.). В осередках цитоспорозу, крім кількості уражених рослин, визначають наявність на стовбурах і гілках свіжих спороношень, що мають вигляд золотисто-жовтих крапель, вусиків, спіральок. Після обстеження рослин, в лабораторних умовах проводять ідентифікацію тих хвороб, діагностика яких в польових умовах викликала складнощі. При цьому використовують методи, описані вище. За результатами детального обстеження складають таблиці, що характеризують стан сосни звичайної і видовий склад хвороб, їх поширення та шкодочинність, роблять висновок про стан і ураження культур різними хворобами і аналізують інші причини всихання (неправильна посадка, пошкодження комахами, механічні пошкодження при догляді за культурами та ін.), порівнюють стан дерев і їх ураженість. За

результатами вимірювання приросту за останні 3 - 5 років у дерев різних категорій стану будують графіки приростів і роблять висновки про динаміку приросту за ці роки, вплив хвороб і шкідників на ріст соснових деревостанів. При наявності декількох пробних площ порівнюють дані про стан і ураження сосни звичайної різного віку, складу, повноти, які ростуть в різних лісорослинних умовах. На підставі отриманих даних визначають доцільність боротьби з хворобами, що були виявлені під час фітопатологічного моніторингу, методи, засоби, терміни і обсяг проведення робіт.

Лісопатологічний моніторинг осередків хвороб в насадженнях. Судинні і некрозно-ракові хвороби стовбурів та гілок. У лісових насадженнях широко поширеними і небезпечними є судинні та некрозно-ракові хвороби стовбурів і гілок, що викликаються різними видами грибів. Збудники цих хвороб відрізняються високою патогенністю, біологією, морфологічними особливостями, способом проникнення в тканини дерева і характером поширення в них, що визначає різний ступінь заподіяної шкоди. Наслідки ураження судинними та некрозно-раковими хворобами виражаються в ослабленні, суховершності, часткової сухокронності, загибелі окремих дерев, а нерідко – цілих насаджень. Найбільшу небезпеку для насаджень представляють хвороби, які можуть приймати характер епіфітотій, супроводжуються масовим ураженням і загибеллю рослин на великих площах. До них відносяться судинні хвороби (голландська хвороба, судинний мікоз, вертициліозне всихання сосни звичайної), цитоспороз тополі, інфекційне всихання (стігмінтоз, тиростромоз) липи і в'яза і т.п. У хвойних насадженнях великої шкоди завдають смоляний рак (сірянка) сосни і іржавий рак ялини. Шкода від судинних і некрозно-ракових хвороб ускладнюється тим, що в осередках цих хвороб нерідко виникають вогнища опенька осіннього і стовбурових

комах, що за рахунок своєї синергетичної діяльності прискорюють і довершують всихання насаджень. Знання діагностичних ознак основних хвороб стовбурів і гілок є необхідною умовою правильного здійснення фітопатологічного контролю за ними.

Гнильові хвороби. Хвороби цього типу вражають деревину коренів, стовбурів і гілок. Збудниками гнилевих хвороб є дереворуйнуючі гриби-ксилотрофи, більшість з яких відноситься до афілофороїдних та агарікоїдних гіменоміцетів. Серед них переважають види, здатні розвиватися як в живій, так і в мертвій деревині, переходити з зростаючих дерев на мертві та навпаки. Велика кількість ксилотрофів розвивається тільки на мертвій деревині сухостою, пеньках, повалених деревах. Збудники гнилей проникають в тканини дерева через різні механічні та біологічні ушкодження стовбурів, гілок і коренів: обдири, зарубки, затеси, ошмиги, ракові рани, морозобійні тріщини, зпили або обломи сучків, опіки, пошкодження ратичними тваринами, комахами, гризунами. Зараження стовбурів здійснюється спорами збудників грибів, актиноміцетів. Зараження кореневими гнилями частіше відбувається за допомогою міцелію при контакті хворих коренів зі здоровими, рідше – спорами збудників через рани.

Терміни і методи фітопатологічної експертизи та моніторингу появи і поширення основних хвороб насаджень. Терміни моніторингу за хворобами в соснових насадженнях визначаються особливостями розвитку їх збудників та проявом симптомів на дорослих деревах. У насадженнях одні хвороби досить легко виявляються за зовнішніми, добре помітними ознаками: характер всихання крони, багаторічні, часто досягаючи великих розмірів рани або пухлини, великі плодові тіла і т. п. У інших хвороб, характерними ознаками є спороношення збудників, що абсолютно очевидно в лупу.

У більшості випадків ознаки, необхідні для діагностування хвороб є постійними, які розвиваються на деревах протягом багатьох років, тому фітопатологічний моніторинг за ними можливий протягом усього вегетаційного періоду. У деяких хвороб характерні ознаки проявляються в певний час, за яким визначають терміни проведення моніторингу. Моніторинг за судинними хворобами слід проводити з червня до другої декади вересня, коли відбувається часткове або повне всихання крони. Моніторинг за смоляним раком (сірянкою) сосни звичайної, іржі, раком ялини, стовбуровими гнилями і кореневою губкою проводять з весни до осені. У збудників інфекційного всихання липи (стігмініоза, тіростромоза) і цитоспороза тополі спороношення і характерні ознаки хвороби проявляються навесні. Тому моніторинг за цими хворобами рекомендується проводити після розпускання листя. Моніторинг за опеньком осіннім краще проводити в серпні-вересні, коли у нього відбувається масове утворення плодових тіл. У діючих або потенційних осередках хвороби в насадженнях сосни звичайної рекогносцирувальний і детальний моніторинг здійснюють у відповідні об'єктам моніторингу терміни. Рекогносцирувальний моніторинг проводять на ділянках, де виявлені вогнища хвороби або де вони ймовірно можуть бути. При цьому дають оцінку біологічної стійкості насаджень, їх санітарного стану, поширення та видового складу хвороб. Ураження судинними і некрозно-раковими хворобами встановлюють по всиханню крони або окремих гілок, наявності на стовбурах і гілках некрозів, ракових утворень (виразок, ступінчатих і не ступінчатих ран, пухлин), «відьминих мітел», смолотечії, ексудату, спороношення. Останні часто є головними симптомами хвороб. При наявності 10% хворих (уражених) дерев зараженість вважається слабкою, від 10 до 30% – середньою, понад 30% – сильною. Всі деревостани з ураженням

понад 10%, якщо їх площа становить понад 0,1 га, відзначають на плані як осередки. Окомірну оцінку ступеня всихання і ураження періодично перевіряють шляхом проведення огляду та переліку 20 - 50 дерев на пробній площі, обраних в випадковому порядку. Дані рекогносцирувального обстеження використовують при виборі ділянок для детального моніторингу і складання плану лісозахисних заходів. Судинні хвороби характеризуються ураженням провідної системи, що веде до повного або часткового всихання крони. Судинні хвороби протікають в гострій або хронічній формі. В першому випадку всихання відбувається протягом одного вегетаційного періоду, місяця або декількох днів. При хронічній формі хвороба триває протягом 8 - 10 років. Зовнішні ознаки судинних хвороб (всихання окремих гілок або раптове всихання всієї крони) не є специфічними, і можуть бути наслідком впливу різних несприятливих факторів. В цьому випадку необхідно виявити характерні симптоми хвороби, які проявляються в потемнінні судин або деревини, добре помітному на поздовжніх і поперечних зрізах гілок і стовбурів. Судинні хвороби поширюються спорами збудників, переносниками яких є комахи (частіше заболонні), порослю від хворих пеньків і при контакті хворих і здорових кореневих систем. Залежно від способу розповсюдження інфекції осередки судинних хвороб можуть бути дифузними або локальними. При груповому поширенні судинних хвороб розрізняють наступні типи вогнищ: виникає на площі виділу куртинами уражуючи 5-10 ослаблених, всихаючих і свіже всохлих дерев, діючі на площі виділу, прогресуюче всихання, відбувається накопичення. На площі виділу інтенсивність всихання знижується, свіжий сухостій, поодинокий або повністю відсутній. В осередках голандської хвороби при перерахунку на пробних площах додатково відмічають форму прояву хвороби (гостра і хронічна). В осередках судинного мікозу для визначення

об'єму вибірки при лісовідновних рубках уражені хворобою дерева враховують окремо з метою визначення ступеню поширення інфекції в стовбурах і коренях дерев (таблиця 1).

Таблиця 1

Взаємозв'язок поширення інфекції судинного мікозу по деревині з всиханням крони сони звичайної (середнє за 2020 – 2022 роки).

Вік, років	Ступінь Всихання крони, %	Розповсюдження інфекції
10 - 20	25	Не доходить до краю на 25-50 см.
	50	Не доходить до краю на 10-20 см.
	75	Уражує коріння
	100	Уражує коріння
20 – 70 і >	25	Доходить до середини стовбура деревини
	50	Доходить до середини стовбура дерева і нижче
	75	Не доходить до кореневої шийки на 20-100 см, в окремих місцях проникає в коріння
	100	Не доходить до кореневої шийки на 10-20 см або уражує коріння

При перерахунку на пробних площах, уточнюють діагноз хвороби шляхом аналізу пробних дерев. Для цього на стовбурах дерев з сухими гілками роблять зарубки сокирою або ножом на глибину до 1 см, на яких видно темні тяжі. Аналіз модельних дерев в осередках судинних хвороб проводять з метою конкретизації діагнозу і ступеня поширення інфекції в деревині стовбурів і коренів. Беруть три модельні дерева з кожної категорії стану. Після опису і рубки модельного дерева детально досліджують гілки, стовбур і коріння, роблячи поперечні зрізи і заруби із зовнішніх шарів деревини. При

цьому визначають наявність потемнілих (уражених) судин і характер потемніння на поперечних зрізах (у вигляді кільця, напівкільця, окремих цяток). Крім того, визначають частку уражених коренів. Для визначення ураження коренів, аналізують коріння діаметром більше 1 см, ставлять зарубки від кореневої шийки через кожні 10 - 20 см до центру кореня. У живій частині крони оглядають 3 модельні гілки третього порядку, де підраховують число погризів при додатковому харчуванні заболонників на розвилках тонких пагонів, біля бруньок і листя. У випадку ракових захворювань, що повільно протікають, ураження їх кори, лубу, камбію, деревини, патологічний процес може розвиватися протягом кількох десятків років. Тривалість всихання дерев залежить від швидкості поширення міцелію і розташування ран (виразок, пухлин) на стовбурах і гілках. Ракові захворювання частіше викликають гриби і бактерії, рідше – абіотичні фактори. Залежно від причин хвороби і особливостей збудника, вогнища ракових хвороб носять дифузний або локальний характер. Ракові захворювання мають чітко виражені макроскопічні ознаки, що полегшує їх діагностику. В осередках ракових хвороб, крім звичайного переліку на пробних площах, окремо проводять перелік уражених раком дерев, визначаючи їх діаметр, клас зростання, стан, заселеність дерева стовбуровими шкідниками. Вказують розташування рани на стовбурі (під кроною, в нижній або середній частині крони, на вершині), ураження стовбура (кільця, до 1/3, 1/2 і більше 1/2 діаметра стовбура), кількість і розташування ран.

При наявності сухоостою визначають характер його розподілу. Аналіз модельних дерев проводять для конкретизації діагнозу хвороби і впливу її на стан дерева. При цьому відзначають характер новоутворень (пухлина, ступінчаста рана, рана без явно вираженої ступінчатості, виразка), наявність і характер спороношення,

розташування рани на стовбурі; вимірюють довжину і ширину рани; підраховують число ран; визначають їх розташування. Додатково отримують відомості про вік ран і роблять висновок про швидкість їх зростання по довжині і ширині. Вік рани визначають шляхом розрізу стовбура через центральну її частину і підрахунку річних кілець після початку утворення рани. Потім роблять схему проаналізованого дерева, досліджують видовий склад, розподіл по стовбуру і чисельність стовбурових шкідників. В осередках смоляного раку для встановлення виду збудника визначають наявність в трав'яному покриві проміжних господарів на майданчиках розміром

1x1 м. З тією ж метою визначають характер розташування уражених дерев в насадженні. При ураженні сапрофітующим грибом, зараження відбувається від дерева до дерева, тому хворі дерева зазвичай розташовуються групами. В осередках смоляного раку, викликаного різновидом гриба, хворі дерева частіше розташовуються випадково. За результатами переліку на пробних площах складається таблиця, по якій роблять висновок про стан насаджень в осередках ракових хвороб, рівні ураження деревостану, заселеності стовбуровими шкідниками.

Поширення осередків корневих гнилей в насадженнях відбувається при контакті коренів хворих і здорових дерев. У зв'язку з цим ураження корневими гнилями проявляється в утворенні груп або куртин всохлих дерев. Найбільш розповсюдженим і небезпечним збудником гнилей коренів є коренева губка сосни звичайної (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. S. Str.). Вона вражає різні хвойні породи, особливо від неї страждають сосна, ялина, ялиця. Розвиток гнилі у сосни звичайної, ялини та ялиці відбувається по-різному, відповідно і різний і характер вогнищ. У зв'язку з цим, обстеження осередків кореневої губки в сосняках і ялиниках має свої

особливості. Найчастіше коренева губка вражає чисті соснові культури, створені на нелісових ґрунтах. Природні насадження більш стійкі до хвороби. У коренях розвивається ядрово-заболонна гниль. У початковій стадії ураження, деревина коренів просочується смолою, набуває червонуватого відтінку, видає різкий скипидарний запах. Пізніше просмоленість зникає, деревина набуває рівномірний жовтий колір. На останній стадії розвитку гнилі, уражена деревина стає волокниста, трухлява, ситєва. У сосни звичайної гниль найчастіше розвивається в коренях, рідше – проникає в стовбур на невелику глибину (не більше 20 см). Розповсюдження ядрово-заболонної гнилі в коренях призводить до їх швидкого відмирання і ослаблення дерев, що діагностуються вкороченими пагонами, ажурною кроною, блідою матовою хвоєю. На кореневій шийці і в пустотах під корінням утворюються плодові тіла - базидіоми. В соснових насадженнях, поширення кореневої губки носить куртини характер, в цьому випадку утворюються локальні вогнища. В центрі вогнища спочатку формуються куртини сухостою, а після їх випадання – прогалини «вікна», які поступово заростають листяними породами, чагарником і тонконоговими травами. По периферії прогалин розміщуються дерева з різним ступенем ослаблення. Залежно від ступеня і динаміки всихання розрізняють три категорії локальних вогнищ кореневої губки (таблиця 2).

Тип вогнищ необхідно визначати при плануванні термінів і об'ємів лісогосподарських заходів. У деяких випадках при обстеженні доцільно виділяти насадження, в яких є ознаки ураження кореневою губкою, але ослаблення і всихання дерев не відзначається. Такі ділянки можна віднести до несформованих. За даними рекогносцирувального обстеження вибирають ділянки, де виявлені

ознаки корневих гнилей, дається детальна характеристика насаджень і умов їх зростання. При огляді ділянки роблять попередній

Таблиця 2

**Характеристика локальних вогнищ кореневої губки сосни звичайної, діагностованих в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника
(середнє за 2020-2022 роки)**

Категорія вогнища ураження	Ознаки ураження соснового насадження
виникаюче	на території виділа куртинне ураження, яке складає 5-10 ослаблених, всихаючих, всохлих дерев.
діюче	на площі прогресує всихання, відбувається накопичення сухоюстю, з'являються прогалини діаметром 5 метрів.
затухаюче	на території виділу сухостві поточного року відсутній або поодинокий.

висновок про загальний стан деревостану і ступінь його ураження кореневою губкою. Для визначення ступеня ураження соснових деревостанів різного віку, користуються такою шкалою (таблиця 3).

У локальних осередках при наявності груп, куртин сухоюстю та «вікон» проводять їх картування. Місце знаходження «вікон», груп сухоюстю і всихаючих дерев наносять на план ділянки. Площу виділених осередків вимірюють за допомогою крокоміра або мірної стрічки. Стан насаджень і ступінь розвитку (категорію) вогнища визначають на пробних площах шляхом переліку дерев за категоріями стану, ступеням товщини з виділенням заселених і уражених стовбуровими шкідниками дерев. При наявності груп,

Таблиця 3

**Ступенева шкала ураження кореневою губкою сосни звичайної
на прикладі
лісорослинних умов А₁₋₂, В₁₋₂ Перганського природоохоронного
науково-дослідного відділення Поліського природного
заповідника
(запропонована шкала патологічного процесу збудника
кореневої губки)**

Ступінь ураження насаджень	Сумарна площа вогнищ ураження, % від площі виділу за віковими групами насаджень		
	до 20 років	від 21 – 50 років	більше 50 років
слабка	до 5	до 10	до 15
середня	6-15	11-25	16-33
сильна	16 і більше	26 і більше	34 і більше

куртин сухою або «вікон», перелік ведуть окремо в осередку, в 5-метровій зоні навколо вогнища і поза ним. Всі дерева при переліку поділяють на заселені, уражені і незаселені стовбуровими шкідниками. Крім того, розкопують кореневу систему і визначають ступінь ураження коренів (в відсотках), визначають стадію гнилі в пеньках, наявність базидій або інших ознак. Для конкретизації діагнозу проводять лабораторний аналіз зразків, уражених коренів з використанням вологої камери. Для закладки у вологу камеру, стерильним ножом або скальпелем з глибших шарів вирізають невеликі шматочки деревини і викладають їх на фільтрувальний папір по 5 шт. методом конверта: чотири – по кутах, один – в центрі. Ознакою ураження кореневою губкою служить поява на шматочках деревини білого нальоту у вигляді міцелію.

Крім того, на обстеженій ділянці аналізують стан природного відновлення. Для цієї мети на пробній площі у випадковому порядку

зкладають облікові майданчики розміром 1x1, 1x2, 3x3, 2x5 м в залежності від висоти і віку підросту і характеру його розміщення на пробній площі. Чим старше і вище підріст і чим нерівномірніше його розміщення, тим більше повинен бути розмір майданчиків. Облік природного поновлення ведуть за групами висот, категоріями стану, ураженості хворобами і пошкодження шкідниками. У разі загибелі підросту, встановлюють причини, при цьому обов'язково оглядають кореневу систему. У зв'язку з особливостями розвитку кореневої гнилі в ялинниках і сосняках, ураженні дерева розміщується найчастіше розсіяно, а осередки носять дифузний характер. У виключних випадках вони можуть бути локальними. Ознака вогнищ кореневої губки в ялинниках і сосняках – наявність вітровальних дерев і пеньків з гниллю. Ступінь ураження насаджень кореневою губкою в дифузних вогнищах визначають як співвідношення частки уражених дерев III-VI категорій стану до загальної кількості дерев на пробній площі (таблиця 4).

Таблиця 4

Ступеневі категорії ураження кореневою губкою сосни звичайної дифузних вогнищ патологічного процесу в умовах А₁₋₂, В₁₋₂ Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника

Ступінь ураження соснових насаджень	Частка соснових насаджень, уражених збудником кореневої губки, %
слабкий	10-20
середній	21-40
сильний	більше 40

На пробних площах стан насаджень визначають шляхом перерахунку дерев по категоріях стану, ступенями товщини з виділенням заселених і не заселених стовбуровими комахами дерев.

При аналізі модельних дерев ялини та сосни звичайної, визначають ступінь розповсюдження гнилі в стовбурі. Для цього через рівні проміжки роблять зрізи на висоті 1,3 метри від поверхні землі, вимірюють діаметр зрізу і діаметр розповсюдження гнилі, визначають стадію гниття і частку ураженої частини стовбура. Крім того, на пробних площах оглядають пеньки і враховують співвідношення свіжих і старих, уражених і не уражених кореневою губкою. Результати переліку пеньків використовують для доповнення даних про ступінь ураження насаджень. Ступінь ураження кореневою губкою вирубок, призначених під лісові культури, визначаються за кількістю (в %) хворих пеньків. Для цього проводять перелік не менше 50 пеньків по діагоналям лісосіки із зазначенням наявності характерної для кореневої губки гнилі та плодових тіл. Крім кореневої губки, гниль коренів хвойних порід можуть викликати опеньок осінній, ялинова губка, ялиновий трутовик, трутовик швейниці. Збудниками корневих гнилей листяних порід можуть бути опеньок осінній, дібровний і плоский трутовики.

При обстеженні вогнищ опенька слід враховувати, що він вражає, як правило, дерева, що ослаблені іншими несприятливими факторами: судинними або раковими хворобами, шкідливими комахами, несприятливими ґрунтовими або кліматичними умовами, антропогенним впливом (поверхневі лісові пожежі, рекреація, промислові викиди та інше). У виявлених при рекогносцирувальних обстеженнях осередках стовбурових гнилей, вибирають ділянки для закладки пробних площ, дають їх детальну таксаційну характеристику. Після огляду ділянки, роблять попередній висновок про загальний стан насадження. Визначають характер розподілу сухостою на пробних площах. Стан насаджень, ступінь розвитку вогнища і заселеність дерев стовбуровими шкідниками встановлюють

описаним вище шляхом перерахунку дерев за категоріями стану та ступенями товщини з виділенням дерев, що мають плодові тіла грибів, заселених і відпрацьованих стовбуровими шкідниками. У тих випадках, коли можлива постановка причини виникнення хвороби по плодовим тілам, вказують вид збудника гнилі. Для отримання більш точних даних про ураженість деревостану стовбуровими гнилями при переліку беруть проби за допомогою приростного бура Преслера, як вказано на рис. 4. Якщо за взятими зразками визначити збудників важко, проводять лабораторний аналіз і за допомогою методу чистих культур встановлюють вид збудника. Окремо проводять індивідуальний перерахунок заселених і повністю уражених стовбуровими шкідниками дерев. При цьому вказують вид шкідника, фази і стадії його розвитку. Це роблять для визначення видового складу та співвідношення фенологічних комплексів стовбурових шкідників в осередках стовбурових гнилей. Аналіз модельних дерев проводять з метою визначення впливу гнилевих хвороб на вихід ділової деревини. В якості моделей вибирають дерева з плодовими тілами грибів з різних категорій стану, відповідні за своїми розмірами середнього дерева. При аналізі гнилевої моделі, описують зрубане дерево, вказують породу, категорію стану, клас зростання (по Крафту), діаметр, довжина крони, стан кори стовбура і крони, наявність усихання. Потім дерево очищають від гілок і розкряхують на 2-метрові колодки. Для визначення протяжності гнилі роблять додатковий розріз в передбачуваному місці її виходу. На кожній колодці (сортименті) заміряють діаметр дерева і діаметр гнилі, визначають кількість плодових тіл, розташування гнилі на зрізі, тип гниття, колір ураженої деревини і стадію гниття. Після цього обчислюють обсяг стовбура і гнилі, втрати від гниття по масі і у відсотках. Ці дані заносять в спеціальну форму; на її зворотному боці

дають схему модельного дерева, за якою визначають протяжність гнилі, місця розташування і кількість уражених дерев. При наявності у деревостанів з вогнищами гнилевих хвороб, уражених стовбурів шкідниками їх оглядають, визначають видовий склад стовбурових шкідників та їх повторюваність. За отриманими даними роблять висновок про необхідність і обсяг проведення лісозахисних заходів.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

1. Встановлено, що через кліматичні зміни в лісових екосистемах як Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, так і лісогосподарських підприємствах зони Центрального Полісся коренева губка сосни звичайної, соснова губка, звичайне та снігове Шютте, комплекс хвороб стовбурів та крон дерев сосни звичайної набули масового розповсюдження у вигляді епіфітотій, і на сьогоднішній день уражують соснові деревостани як в межах Поліського природного заповідника, Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства, так і лісогосподарських підприємств зони Центрального Полісся.

2. Підтверджено, що запропонована методика лісопатологічного моніторингу поширення збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев із застосуванням лісівничого, фітопатологічного, лісотаксаційного, геоінформаційно-дронового методів оцінки характеру ураження соснових деревостанів Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника дасть змогу визначити фітопатологічний стан сосни звичайної в умовах зони Центрального Полісся.

3. Визначено практичне значення запропонованої лісопатологічної методології проведення рекогносцирувальних обстежень, що в свою чергу дає змогу проводити практичні профілактичні заходи по унеможливленню поширення кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев як в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, так і лісогосподарських підприємств Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства і зони Центрального Полісся зокрема.

4. Обгрунтовано значення та методологічні підходи по застосуванню комплексного лісопатологічного моніторингу, що відрізняється від класичних загальноприйнятих і концептуально базується на практичному застосуванні лісівничого, фітопатологічного, таксаційного, геоінформаційно-дронового методів по проведенню моніторингу ураження соснових деревостанів в умовах А₁₋₂, В₁₋₂ Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника.

5. Результатами досліджень доведено, що практичне використання методу комплексного фітопатологічного моніторингу стану соснових насаджень в подальшому дасть змогу прогнозувати та визначити місця епіфітотій збудників кореневої губки, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев соснових деревостанів, а також вчасно проводити заходи лісозахисту.

6. Встановлено практичну ефективність запропонованої лісопатологічної методики проведення рекогносцирувальних обстежень соснових насаджень на відміну від загально прийнятої класичної, що в подальшому є перспективою для більш глибоких досліджень.

Література:

1. Апарин Б. Ф. (2017). *Верификация «Классификации и диагностики почв Украины» по коллекции почвенных монолитов Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева*. Киев, Наукова думка, 531.
2. Артюховский А. К. (2019). *О выращивании сосны на старопахотых землях*. Киев, Наукова думка, 176.
3. Евдокимов В. Н. (2020). *Особенности радиального прироста ели и влияние на него корневой губки*. Киев, Наукова думка, 256.
4. Коротков М. И. (2020). *Классификации и диагностики почв Украины*. Харьков, Знання, 341.
5. Коротков И. А. (2018). *Лесорастительное районирование Украины*. Харьков, Лыбидь, 437.
6. Лебедев А. В. (2019). *Патология деревьев в разных типах леса*. Харьков, Кальвария, 190.
7. Лебедев А. В. (2019). *Патология деревьев сосны обыкновенной в древостоях разного возраста*. Полтава, Знання, 169.
8. Levchenko V. B., Shulga I. V., Nemerytska L. V., Zhuravska I. A., Romanyuk A. A. (2021). Organization and monitoring of forest pests with the use of pheromones in the conditions of the state enterprise «ZARICHANSKE FORESTRY», S. 34-87. <https://doi.org/10.26886/2414-634>.
9. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Budnik I. P., Korkulenko A. M., Ganzhalyuk T. S. (2021). Restoration of forests in the territories passed by large-forest forest fire in conditions of the state enterprise «Ovrutske Forestry». S. 45-84. <https://doi.org/10.26886/2414-634>.
10. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. (2022). Innovative forest and biological methods of

entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pargan nature cnservation research department of Poliska nature reserve. S. 76-94. <https://doi.org/10.26886/2520-7474>.

11. Манаенков А. С. (2019). *Проблемы защиты сосняков Севера Украины*. Умань, Лесохозяйственная информация, 140.

12. Павлов И. Н. (2020). *Закономерности образования очагов Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. s. str. в географических культурах сосны обыкновенной в северных районах Украины*. Винница, Лесная промышленность, 136.

13. Романовский М. Г. *Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов Украины*. Киев, МГУЛ, 197.

14. Cherubini P. (2022). *Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently*. Hannofer, Ecol, 850.

15. Erbilgin N. (2020). *Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experienc-ing belowground herbivory and infection*. Ren, Forest, 153.

16. Heinsdorf D. (2021). *Heterobasidion annosum. Schaden in Kiefernstangenholzern auf Kippsubstraten durch den Pilz Heterobasidion annosum*. Bremen, AFZ/Wald, 699.

17. Heydeck P. (2000). *Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen Tiefland*, AFZ/Wald, 744.

18. Kozlowski T. (2021). *Growth Controle in Woody Plants*. Bonn, Academic Press, 644.

19. Linderholm H.W. *Climatic influence on scots pine growth on dry and wet soils in the central Scandinavian mountains, interpreted from tree-ring widths*. Silva, Fenn, 424.

20. Nobles M. K. (2021). *Identification of cultures of wood – in habiting Hymenomycetes*. Frankfurt, Rill, 139.

21. Schonhar S. (2021). *Bekämpfung der Rotfaule bei Fichte*. Dortmund, AFZWald, 100.

22. Shtukin S. S. (2021). *Changes in proportion of pine trees affected by root rots in cultivated stands*. Munhen, ARTF, 112.

23. Whitney R. D. (2020). *Relation ship of root rot to black spruce windfall and mortality following strip clearcutting*. Henn, Forest, 294.

References:

1. Aparyn B. F. (2017). Veryfykatsyia «Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukraini» po kolektsyy pochvennikh monolytov Tsentralnoho muzeia pochvovedenyia ym. V.V. Dokuchaeva. Kyev, Naukova dumka, 531. [in Ukrainian].

2. Artiukhovskiy A. K. (2019). O virashchyvanny sosni na staropakhotykh zemliakh. Kyev, Naukova dumka, 176. [in Ukrainian].

3. Evdokymov V. N. (2020). Osobennosti radyalnoho pryrosta ely y vlyiane na neho kornevoi hubky. Kyev, Naukova dumka, 256. [in Ukrainian].

4. Korotkov M. Y. (2020). Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukraini. Kharkov, Znanyia, 341. [in Ukrainian].

5. Korotkov Y. A. (2018). Lesorastytelnoe raionirovanye Ukraini. Khrkov, Libyd, 437. [in Ukrainian].

6. Lebedev A. V. (2019). Patolohyia derevev v raznykh typakh lesa. Kharkov, Kalvaryia, 190. [in Ukrainian].

7. Lebedev A. V. (2019). Patolohyia derevev sosni obiknovennoi v drevostoiakh raznoho vozrasta. Poltava, Znannia, 169. [in Ukrainian].

8. Levchenko V. B., Shulga I. V., Nemerytska L. V., Zhuravska I. A., Romanyuk A. A. (2021). Organization and monitoring of forest pests with the use of pheromones in the cnditions of the state enterprise «ZARICHANSKE FORESTRY», S. 34-87. <https://doi.org/10.26886/2414-634>. [in English].

9. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Budnik I. P., Korkulenko A. M., Ganzhalyuk T. S. (2021). Restoration of forests in the territories passed by large-forest forest fire in conditions of the state enterprise «Ovrutske Forestry». S. 45-84. <https://doi.org/10.26886/2414-634>. [in English].

10. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. (2022). Innovative forest and biologikalmethods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature cjservation research department of Poliska nature reserve. S. 76-94. <https://doi.org/10.26886/2520-7474>. [in English].

11. Manaenkov A. S. (2019). Problemi zashchyti sosniakov Severa Ukraini. Uman, Lesokhoziaistvennaia ynformatsiya, 140. [in Ukrainian].

12. Pavlov Y. N. (2020). Zakonomernosty obrazovanyia ochahov Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. s. str. v heohrafycheskykh kulturakh sosni obiknovennoi v severnikh raionakh Ukraini. Vynnytsa, Lesnaia promishlennost, 136. [in Ukrainian].

13. Romanovskyi M. H. Produktyvnost, ustoichyvost y byoraznoobrazye ravnynnikh lesov Ukraini. Kyev, MHUL, 197. [in English].

14. Cherubini P. (2022). Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. Hannofer, Ecol, 850. [in English].

15. Erbilgin N. (2020). Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experienc-ing belowground herbivory and infection. Ren, Forest, 153. [in English].

16. Heinsdorf D. (2021). Heterobasidion annosum. Schaden in Kiefernstangenholzern auf Kippsubstraten durch den Pilz Heterobasidion annosum. Bremen, AFZ/Wald, 699. [in English].

17. Heydeck P. (2000). Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen Tiefland, AFZ/Wald, 744. [in English].
18. Kozłowski T. (2021). Growth Control in Woody Plants. Bonn, Academic Press, 644. [in English].
19. Linderholm H.W. Climatic influence on scots pine growth on dry and wet soils in the central Scandinavian mountains, interpreted from tree-ring widths. Silva, Fenn, 424. [in English].
20. Nobles M. K. (2021). Identification of cultures of wood – in habiting Hymenomycetes. Frankfurt, Rill, 139. [in English].
21. Schonhar S. (2021). Bekämpfung der Rotfaule bei Fichte. Dortmund, AFZ/Wald, 100. [in English].
22. Shtukin S. S. (2021). Changes in proportion of pine trees affected by root rots in cultivated stands. Munhen, ARTF, 112. [in English].
23. Whitney R. D. (2020). Relation ship of root rot to black spruce windfall and mortality following strip clearcutting. Henn, Forest, 294. [in English].

Citation: Valeriy Levchenko, Igor Shulga, Yaroslav Fuchylo, Marina Karpovych, Alla Romanyuk, Olga Belska (2022). FOREST PATHOLOGICAL MONITORING OF PINE STANDS IN THE CONDITIONS OF THE PERGHAN SCIENTIFIC AND RESEARCH NATURE PROTECTION DEPARTMENT POLISH NATURE RESERVE. New York. TK Meganom LLC. Innovative Solutions in Modern Science. 3(55). doi: 10.26886/2414-634X.3(55)2022.2

Copyright: Valeriy Levchenko, Igor Shulga, Yaroslav Fuchylo, Marina Karpovych, Alla Romanyuk, Olga Belska ©. 2022. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.