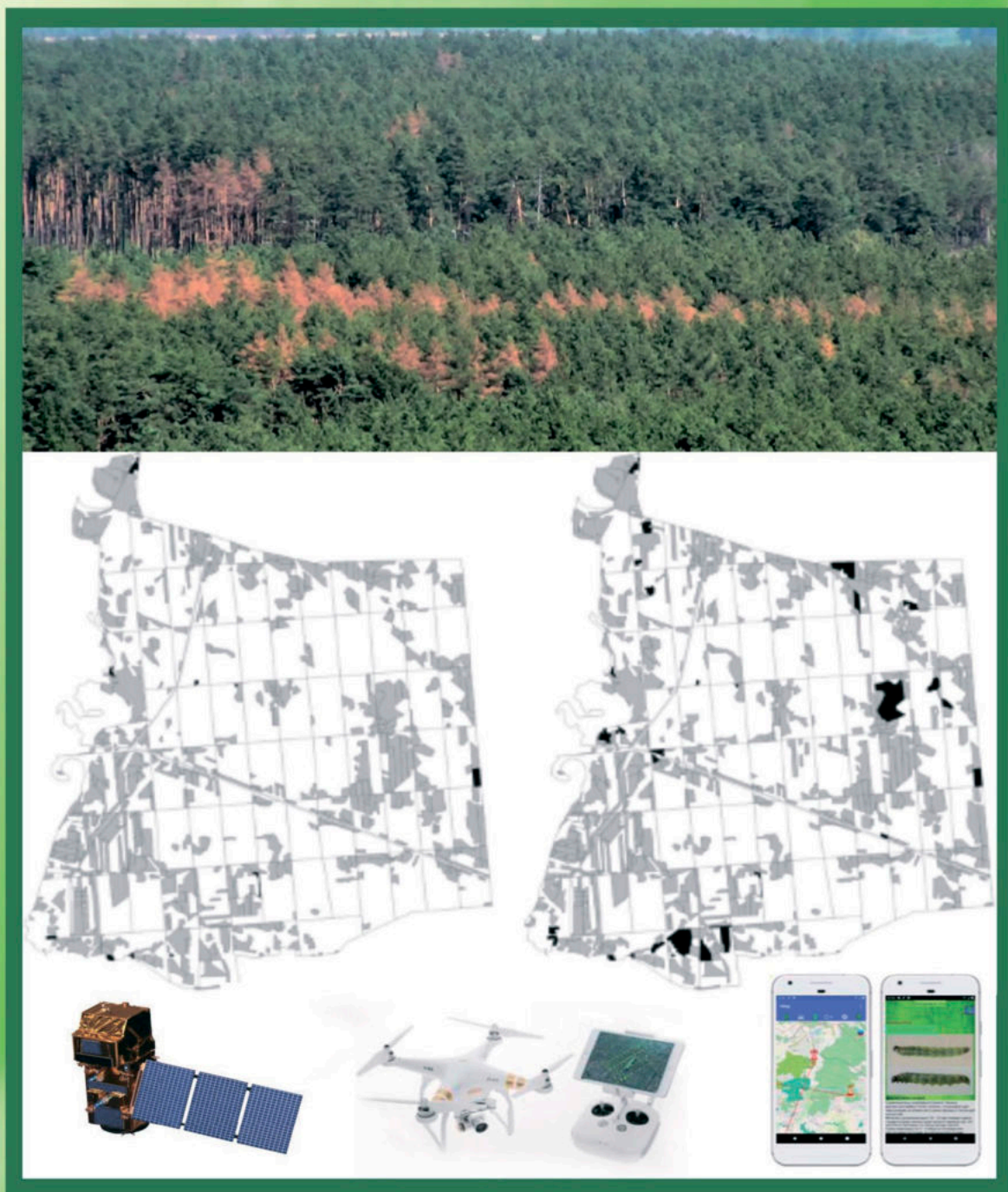


О. І. Борисенко, В. Л. Мєшкова

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖ ТА ОСЕРЕДКІВ ШКІДЛИВИХ КОМАХ У СОСНОВИХ ЛІСАХ ЗАСОБАМИ ГІС



Державне агентство лісових ресурсів України
Національна академія наук України
Український ордена "Знак Пошани" науково-дослідний інститут
лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького

О.І. Борисенко, В. Л. Мєшкова

**ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ
ПОЖЕЖ ТА ОСЕРЕДКІВ ШКІДЛИВИХ
КОМАХ У СОСНОВИХ ЛІСАХ
ЗАСОБАМИ ГІС**

Монографія

Харків – 2021

УДК 630.453 : 595.754

Бор82

*Рекомендовано до друку вченою радою
Українського науково-дослідного інституту
лісового господарства та агролісомеліорації
ім. Г. М. Висоцького (протокол №10 від
6 вересня 2021 р.)*

Рецензенти:

Гойчук Анатолій Федорович, д-р с.-г. наук, професор, професор кафедри біології лісу та мисливствознавства Національного університету біоресурсів і природокористування України

Мазепа Василь Григорович, д-р с.-г. наук, професор, професор кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України

Борисенко О. І., Мешкова В. Л.

Бор82 **Прогнозування поширення пожеж та осередків шкідливих комах у соснових лісах засобами ГІС: Монографія / О. І. Борисенко, В. Л. Мешкова. – Х.: Планета-Прінт, 2021. – 148 с.**

ISBN 978-617-7897-67-4

Наведено результати досліджень щодо виявлення особливостей поширення у соснових лісах пожеж, осередків комах-хвоєгризів і короїдів та розроблення методичних підходів для прогнозування найбільш небезпечних ділянок виникнення осередків.

Виявлено особливості просторово-часової динаміки всихання соснових насаджень із домінуванням верхівкового короїда. Доведено, що найбільше значення для поширення осередків "короїдного" всихання мають склад і вік насаджень. Відносна повнота насаджень є менш важливим чинником ризику, ніж її раптове зменшення. Запропоновані методики прогнозування ризику виникнення пожеж і осередків шкідливих комах включено до інформаційної системи охорони лісів від пожеж і моніторингу шкідників лісу з можливістю оперативного відображення інформації осередків на геопорталі "Ліси України".

Розраховано на фахівців лісового господарства, захисту лісу, науковців, аспірантів і студентів лісогосподарських та біологічних факультетів ВНЗ.

УДК 630.453 : 595.754

ISBN 978-617-7897-67-4

© Борисенко О.І., Мешкова В. Л., 2021

© УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького, 2021

ВСТУП

Останнім часом у багатьох регіонах світу збільшуються площі лісових пожеж і осередків шкідливих комах [159, 171]. В Україні найбільші площі осередків комах-хвоєгризів [45, 75] і лісових пожеж [22, 122] припадають на східні й південні області, тоді як осередки "короїдного" всихання поширюються переважно в Поліссі [4, 86, 93].

Поширення пожеж і осередків шкідливих комах часто пов'язані. Деревя, пошкоджені комахами-хвоєгризами, стають уразливими до дії вогню та заселення стовбуровими шкідниками, насамперед короїдами [40, 84]. Заселені стовбуровими шкідниками дерева або гілки поповнюють запаси горючих матеріалів у насадженні, що збільшує ризик поширення пожеж [34]. Пошкоджені вогнем дерева заселяють стовбурові шкідники [36], а у насадженнях на межі зі згарищами створюються умови для формування осередків комах-хвоєгризів [67]. У зв'язку із цим вивчення особливостей лісорослинних умов і характеристик насаджень, які є сприятливими для виникнення пожеж та осередків комах-хвоєгризів і стовбурових шкідників, є важливим для прогнозування та вчасного запобігання негативному впливу цих чинників на стан лісів.

Стосовно комах-хвоєгризів розроблені відповідні балові оцінки [69], а шкали оцінювання природної пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду є складовою "Правил пожежної безпеки в лісах України" [98]. Особливості просторової динаміки осередків короїдів у соснових насадженнях України досі залишаються невивченими, хоча досліджено видовий склад, біологію та особливості сезонного розвитку цих шкідників [3, 40, 112, 128, 165, 167].

Водночас окрім характеристик насаджень, сприятливих для виникнення пожеж [58] та осередків шкідливих комах [69], значну роль відіграє просторове розміщення ділянок відносно сусідніх виділів. Застосування ГІС-технологій дає змогу врахувати цей вплив під час проектування оптимальних обсягів обстеження насаджень, а також проведення заходів захисту лісу від шкідників і ліквідації лісових пожеж.

Наші дослідження були присвячені виявленню особливостей поширення у соснових лісах пожеж, осередків комах-хвоєгризів і

короїдів та розроблення методичних підходів для прогнозування найбільш небезпечних ділянок виникнення осередків.

Згідно із цим було приділено увагу:

- визначенню особливостей зміни класу пожежної небезпеки в соснових лісах зі зміною типу господарства, віку насаджень та категорії земель сусідніх виділів (на прикладі модельних лісогосподарських підприємств у різних природних зонах);

- вдосконаленню та апробуванню методики прогнозування поширення осередків соснових пильщиків із урахуванням зміни віку, повноти, частки сосни в складі та категорії земель сусідніх виділів;

- виявленню особливостей просторово-часової динаміки осередків "короїдного" всихання соснових насаджень (на прикладі ДП "Тетерівське ЛГ");

- розробленню методики оцінювання принадності ділянок для формування осередків верхівкового короїда з урахуванням показників, що характеризують лісорослинні умови, насадження та зміну категорії земель сусідніх виділів.

Автори висловлюють щиру подяку директору ДП «Тетерівське лісове господарство» Гоцуляку Дмитру Степановичу, головному лісничому Черевку Івану Миколайовичу та начальнику відділу лісового господарства Федоренку Сергію Олександровичу за неоціненну допомогу під час виконання досліджень. А також своїм рідинам і колегам за віру та підтримку.

РОЗДІЛ 1

ПРОСТОРОВЕ РОЗМІЩЕННЯ ОСЕРЕДКІВ ПОЖЕЖ І ШКІДЛИВИХ КОМАХ У ЛІСАХ ЯК ОСНОВА ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХНЬОГО ПОШИРЕННЯ ЗАСОБАМИ ГІС

1.1. Пожежі та комахи – важливі чинники збурення у лісових екосистемах

Останні 20 років частота виникнення, площа та інтенсивність збурень і порушень лісових екосистем, спричинених лісовими пожежами та шкідливими комахами, зросли у різних регіонах світу [135, 136, 140, 166, 168, 171]. В Україні площа всихання соснових лісів (*Pinus sylvestris* L.) охопила значну частину Полісся й поширилася на інші природні зони [4, 33, 97].

У зв'язку з підвищенням температури повітря та зменшенням кількості опадів частіше виникають пожежі [16, 20, 47–48]. Так за період 2003–2015 рр. в Україні сталося 44,6 тис. лісових пожеж, площа пошкодження лісів становила 69,9 тис. га, а загальна вартість заподіяних збитків сягала 455 млн. грн. [83].

У природних лісах, не охоплених господарською діяльністю та з нечастим відвідуванням людиною, пожежі виникають найчастіше внаслідок блискавки і поширюються за наявності великих обсягів горючих матеріалів. У решті лісів пожежі виникають в результаті участі людини, яка виявляється у безпосередньому підпалі, сприянні накопиченню горючих матеріалів або зміни структури насаджень, за якої полегшується поширення вогню [49, 50].

Водночас уразливість лісів до дії вогню залежить від погодних умов року й не є однаковою в різних регіонах і навіть у межах лісових масивів. Так виникненню пожеж сприяє суха й жарка погода, вони поширюються насамперед у хвойних молодняках, особливо за наявності захаращеності та сухостою [18, 19, 46, 121, 142, 145, 158, 164, 167].

Поширення пожеж і осередків шкідливих комах часто пов'язані [67, 78, 79, 121]. Серед комах, які найбільшою мірою впливають на санітарний стан лісів і опосередковано пов'язані з лісовими

пожежами, можливо виділити дві екологічні групи – комах-хвоєгризів і стовбурових комах.

Комахи, які пошкоджують хвою, так звані комахи-хвоєгризи, ослаблюють дерева, що призводить до збільшення їхньої уразливості до дії вогню та заселення стовбуровими шкідниками. Дерев, заселених стовбуровими шкідниками, або їхні частини поповнюють запаси горючих матеріалів у насадженні, що збільшує ризик поширення пожеж [34]. Пошкоджені вогнем дерева заселяють стовбурові шкідники [3, 31, 36, 162], а у насадженнях на межі зі згарищами створюються умови для формування осередків комах-хвоєгризів [65, 67].

Одним із важливих наслідків пожеж є різке збільшення кількості ослаблених різною мірою дерев, придатних для заселення стовбуровими шкідниками. При цьому деякі види комах є фізіологічними шкідниками, які є небезпечними для живих дерев і можуть прискорити їхній відпад. Потомство комах, які заселили дерева на згарищі, розлітається на навколишні ділянки та заселяє придатні дерева. У міру зменшення кількості придатних дерев знижується щільність популяції стовбурових шкідників, і спалах масового розмноження поступово згасає [56, 133, 134, 138, 156, 161, 163, 165].

Інші види стовбурових комах заселяють переважно дерева, що висихають, сухостій, а також звалені дерева й заготовлену деревину. Види, які спричиняють зниження сортності ділової деревини або перетворення ліквідної деревини на дров'яну, є технічними шкідниками [81]. Найбільш ефективним заходом запобігання цим наслідкам є вчасне вивезення зі згарищ ліквідної деревини або її термінове корування чи захист зі застосуванням інсектицидів [66, 70, 150].

Дослідження, здійснені у Лівобережному лісостепу України, свідчать, що заселеність сосни стовбуровими шкідниками у рік пожежі залежить від сезону, коли відбулося загорання, початкового санітарного стану дерев і погодних умов. Так дерева IV категорії санітарного стану на ділянці низової пожежі у перший рік заселялися частково, оскільки луб швидко висихав і втрачав придатність для розвитку стовбурових комах. Розроблено алгоритм прогнозування

загрози заселення стовбуровими шкідниками дерев та їхнього відпаду у соснових насадженнях регіону [68].

Переважно це пов'язане з необхідністю одержати з горільників максимальний обсяг ліквідної деревини до її руйнування стовбуровими шкідниками. У зв'язку з цим визначено, зокрема, ймовірність заселення цими комахами дерев сосни, ушкоджених вогнем, та відпаду цих дерев через 1–4 роки після низової пожежі [40].

Екологічні умови для виникнення пожеж і осередків масового розмноження багатьох шкідників лісу подібні. Це – такі умови, які несприятливі для лісів, серед яких провідна роль належить рівню зволоження [46, 53, 103, 121].

На початку XX століття температура повітря на планеті почала збільшуватися нечуваними темпами, й до кінця XXI століття прогнозується її зростання в різних регіонах на 1,1–6,4 °C. Зменшилася кількість опадів в окремі періоди року, знизився рівень ґрунтових вод. Почастішали пожежі, вітровали, повені, періоди з надмірно високою чи надмірно низькою температурою, змістилися межі сезонів року [121, 132]. Це призвело до зменшення стійкості лісів до несприятливих чинників, зокрема пожеж і шкідливих комах [172–174].

Незважаючи на велику роль антропогенного чинника у виникненні пожеж, їх часто можна попередити, локалізувати й ліквідувати шляхом створення насаджень і лісових масивів, що не горять або слабо горять, обґрунтованим розчленовування лісу бар'єрами на блоки, влаштуванням системи спостереження, а також мережі під'їзних шляхів для вчасного гасіння вогню [50, 175].

Осередки масового розмноження комах-хвоєгризів в окремих насадженнях діють упродовж декількох років, і на прискорення чи подовження цих спалахів можливо вплинути використанням обґрунтованих заходів нагляду, прогнозування та за необхідності – застосування інсектицидів [71, 75].

Тривалість дії осередків стовбурових шкідників залежить від наявності доступного для заселення субстрату – сильно ослаблених дерев, їхніх залишків, а також невивезеної вчасно заготовленої деревини [103].

Так само як і ліс – явище географічне [82], пожежі та спалахи масового розмноження шкідливих комах є явищем географічним.

Географічність пожеж полягає у різній небезпеці їхнього виникнення та спричинення збитків; у різних термінах початку й закінчення пожежонебезпечного сезону; у географічних відмінностях лісів, які визначають їхню природну пожежну небезпеку; у рівні горимості лісів, що значною мірою пов'язане з різним антропогенним навантаженням; у різних економічних і екологічних наслідках пожеж у різних регіонах [30, 57].

Географічність масових розмножень комах виявляється через відмінності динаміки окремих географічних і екологічних популяцій, обумовлені особливостями сезонного розвитку комах і кормових порід у зв'язку з метеорологічними особливостями регіонів і мікрокліматом окремих ділянок насаджень [65].

Осередки масового розмноження шкідливих комах, як і лісові пожежі, найчастіше виникають у східних і південних областях України. Так у 2001–2010 рр. питома площа осередків звичайного соснового пильщика збільшилася у порівнянні з 1978–2000 р. у 14,1; 12,4; 4,3 і 1,6 разу у Донецькій, Луганській, Полтавській і Харківській областях, а питома площа осередків рудого соснового пильщика у Луганській області зросла у 35,2 разу та охопила 105,6 га/ тис. га соснових насаджень [75].

Водночас згідно з прогнозами зміни клімату, екологічні умови у Поліссі поступово наблизяться до умов Лісостепу, а умови Лісостепу – до умов Степу [101, 174]. Прогнозується також зміна дат початку та тривалості окремих сезонів року, що матиме значний вплив на темпи розвитку та кількість поколінь шкідливих комах, зміна їхніх життєздатності та плодючості, порушення синхронності розвитку фітофага та кормових рослин, ентомофагів із фітофагами, як наслідок – зростання шкідливості [65, 71, 104].

З урахуванням граничних значень показників, що характеризують оптимальні умови для розвитку тих або інших шкідників, можливо побудувати карти їхнього поширення за прогнозованої зміни клімату [60, 61, 64].

1.2. Прогнозування поширення лісових пожеж

Для попередження поширення лісових пожеж важливо знати, в яких регіонах і на яких ділянках лісу ризик їхнього виникнення є найбільшим, та створити умови для зменшення такого ризику. Ризик виникнення й розвитку лісових пожеж і ступінь їхнього впливу на лісові екосистеми визначають фізико-географічні, кліматичні та еколого-фітоценотичні чинники, а антропогенний чинник визначає масштаби цієї дії [14, 85].

Найбільш небезпечні регіони з погляду виникнення пожеж виявляють на основі аналізу багаторічної статистичної звітності стосовно кількості лісових пожеж і охопленої ними площі та визначення показника горимості лісів – відношення сумарної площі лісових пожеж до всієї лісової площі. За цими даними оцінюють розподіл пожеж за місяцями, днями тижня, у межах доби, а також їхні причини [23, 24, 28, 29, 63], оцінюють посушливість пожежонебезпечних сезонів і зв'язки цього показника з горимістю лісів. Вивчають наслідки лісових пожеж, вплив на деревостан, хімічний склад, мікофлору й мікрофлору ґрунту, живий надґрунтовий покрив і природне поновлення лісу [21, 22, 28, 88, 95, 102, 108, 109].

Під час визначення ризику виникнення пожеж беруть до уваги поширення лісових горючих матеріалів (ЛГМ), їхніх запасів, структури, вологості й теплотворності, морфологічних частин рослин (хвої, листя, гілок) чи залишків (опад, підстилка, торф) [50, 57].

Так, у США ще у 30-ті рр. минулого століття виділяли лісові ділянки з урахуванням відносного темпу поширення горіння та можливості контролювання пожежі. Згідно із сучасною системою національного оцінювання пожежної безпеки (NFDRS) ЛГМ розподіляють на мертві та живі [141]. Останнім часом цю класифікацію використовують і деякі вітчизняні дослідники [29].

У Канаді карти природної пожежної безпеки складають для різних рівнів посухи, причому виділено 16 категорій ділянок рослинності як типових комплексів рослинних горючих матеріалів (fuel types) [18].

У лабораторії лісової пірології Інституту лісу ім. В. М. Сукачева СВ РАН лісові горючі матеріали було розподілено на групи з урахуванням їхнього розміщення в екосистемі та функції під час

пожежі, а також на три категорії: провідники, підтримувачі та затримувачі горіння [50].

Провідниками горіння є лісова підстилка, опад, залишки трав і дерев, мохи та лишайники, а під час верхових пожеж – хвоя живих дерев. Підтримують горіння хвойний підріст, підлісок, сухостій, підсочені дерева, великі сучки, деякі рослини з трав'яно-кущикового ярусу. Швидко загоряються злаки та хвойні з роду *Juniperus*. Затримують горіння рослини, що містять багато вологи на момент пожежі, або мають певний хімічний склад.

ЛГМ розподіляють на наземні, надземні й підземні, а також за ярусами: мохи й лишайники, кущики й трав'яну рослинність; підріст і підлісок; лісову підстилку й торф; вітровал, бурелом, пні й лісосічні залишки; хвою, охвоєні гілки в наметі деревостану [50, 57]. У подальшому ці дослідження були поглиблені [18, 19].

Дослідженнями вчених Інституту лісу ім. В. М. Сукачева СВ РАН було побудовано великомасштабні карти ЛГМ (1 : 10 000 – 1 : 50 000) на базі лісовпорядних планшетів і пірологічного опису таксаційних виділів з урахуванням відмінностей для весни, осені та літа, оскільки відрізняються основні провідники горіння [18].

Для кожного сезону та класу посухи формують окремі оперативні карти градацій пожежної небезпеки: 1) виділи, що горять; 2) виділи, що можуть горіти; 3) виділи, що не горять.

Оперативні карти показують пожежну зрілість виділів на певний час з урахуванням погодних умов на основі комплексного метеорологічного показника В. Г. Нестерова, вводячи у комп'ютер дані про вологість повітря, напрямок і швидкість вітру, за необхідності – про ухил та експозицію виділу. За запитом користувача формується звіт у будь-який момент часу щодо площі, периметра, швидкості пожежі, інтенсивності по краях. Додатково видається прогноз можливих наслідків пожежі – відпаду у деревостані за породами, ймовірність переходу пожежі у верхову, а також розрахунок сил і коштів для гасіння пожежі [19, 119, 120].

Водночас було статистично підтверджено, що великі пожежі пошкоджують найбільш репрезентовані насадження, незважаючи на клас природної пожежної небезпеки [29].

Системні дослідження В. В. Усені [116, 117] у Білорусі виявили закономірності вікової динаміки запасів лісових горючих матеріалів

(у абс. сухому стані, т/га) у соснових і ялинових лісах у різних типах лісу. Так, запаси наземних ЛГМ (підстилка, опад, сушняк, мохи, лишайники) виявилися високими у соснових насадженнях віком 11–40 років, а максимальними – у 31–40 років. В однаковому віці цей показник є найменшим у найбідніших умовах (у сосняку лишайниковому у 31–40 років 13,7–15,9 т/га, а у сосняку вересовому – 27,2–30,4 г/га).

На теренах колишнього СНД з 30-х рр. ХХ ст. пожежну небезпеку в лісі оцінювали через типи лісу, розподіляючи їх на такі, де загоряння відбувається легко, середньо, важко та не відбувається взагалі. Дослідження у різних регіонах дали змогу розподілити типи лісу на п'ять класів природної пожежної небезпеки, причому шкала майже не змінилася [37, 38. 98].

Водночас, знайомство з дослідженнями зарубіжних країн, у тому числі Росії та Білорусі, свідчить про необхідність вдосконалення цієї шкали.

Наприклад, в основу лісопожежного районування Білорусі покладено регіональний комплексний показник потенційної небезпеки виникнення і поширення лісових пожеж. Він враховує клас природної пожежної небезпеки лісів, лісистість регіону, рівень горимості лісів, щільність антропогенного навантаження (пропорційний щільності населення), а також рівень радіоактивного забруднення території [117].

Згідно з розробками УкрНДІЛГА [58, 59], під час лісовпорядкування для визначення класу пожежної небезпеки окремих ділянок лісу слід брати до уваги зміни типу господарства (хвойне / листяне), віку насаджень та категорії земель сусідніх виділів. Подібні розрахунки класів пожежної небезпеки з урахуванням зміни віку насаджень проведені стосовно лісів Чорнобильської зони [125].

1.3. Прогнозування поширення осередків масового розмноження шкідливих комах

Прогнозування поширення осередків масового розмноження шкідливих комах полягає у визначенні декількох аспектів: які види комах можуть бути небезпечними у регіоні чи насадженні, в яких

регіонах чи насадженнях є найбільшим ризик виникнення спалаху того чи іншого виду комах [65].

Аналіз багаторічної динаміки площ осередків комах-хвоєгризів дав змогу визначити регіони з найбільшим ризиком виникнення спалахів. Оцінено частоту, інтенсивність і тривалість спалахів у різних регіонах України, з'ясовано причини відмінностей цих показників стосовно різних видів комах і одних комах у різних регіонах [65, 146, 147].

Дослідження особливостей поширення осередків масового розмноження комах-хвоєлистогризів дали змогу ще понад 15 років тому розробити методичний підхід до визначення принадності ділянок насаджень для формування осередків масового цих комах [69].

Принадність насаджень для тих або інших видів комах визначається мікрокліматом, який формується за певних лісорослинних умов, складу порід, віку та повноти деревостанів. Тому певне поєднання значень цих показників дає змогу виділити ділянки насаджень із відсутнім (0 балів), дуже низьким (1 бал), низьким (2 бала), середнім (3 бала), високим (4 бала) та дуже високим (5 балів) ризиком формування осередків масового розмноження тих або інших видів комах.

Оцінки показників, які визначають принадність насаджень для основних видів комах-хвоєгризів, були формалізовані В. Л. Мешковою [65, 69]. Підхід до бального оцінювання ризику формування осередків запроваджено у Житомирській [1, 2], Луганській [45, 75], Харківській [147–149] і Херсонській [77] областях, а також поширено на комах інших екологічних груп, зокрема на шкідників незімкнених соснових культур [80, 169].

Подібну шкалу було також розроблено для прогнозування поширення осередків соснового підкорового клопа з урахуванням типу лісорослинних умов і віку насаджень, яку впроваджено у чотирьох лісогосподарських підприємствах Новгород-Сіверського Полісся [72].

Серед чинників, які впливають на принадність соснових насаджень для формування осередків шкідливих комах, найбільш стабільним для кожного насадження є тип лісорослинних умов. Решта показників може бути змінена або внаслідок природного

збільшення віку насадження, або в результаті впровадження тих або інших лісогосподарських заходів.

Так, комахи-хвоєгризи можуть випадково потрапити в листяні насадження, але не виживають там у зв'язку з несприятливим кормом (бал 0). У насадженнях, принадність яких характеризується балом 2, можуть виникати лише міграційні осередки, тобто комахи потрапляють у ці насадження випадково, але насадження доволі стійкі. На ділянках із типами лісорослинних умов A_3 чи B_2 (бал 3) масові розмноження комах-хвоєгризів починаються пізніше, ніж у первинних осередках, і швидко згасають. Принадними для формування осередків масового розмноження комах-хвоєгризів є ділянки із ТЛУ A_2 і B_1 (бал 4), а найбільш припадними – ділянки із ТЛУ A_1 (бал 5) [65].

Насадження різних віків змінюють принадність стосовно окремих видів комах-хвоєгризів. Так, рудий сосновий пильщик заселяє культури сосни ще до 20 років, звичайний сосновий пильщик надає перевагу насадженням віком понад 30 років, а сосновий шовкопряд – віком 40–70 років [69].

Дослідженнями у різних регіонах підтверджено переважне заселення комахами-хвоєгризами освітлених ділянок із низькою повнотою, а також чистих насаджень порівняно з мішаними.

З урахуванням балової оцінки кожного виділа за типом лісорослинних умов, віком, повнотою та складом насаджень у базі даних лісовпорядкування визначають загальну оцінку припадності для окремих видів комах-хвоєгризів, визначають перелік виділів для обстеження в першу чергу та підраховують сумарну площу потенційних осередків масового розмноження.

Це дає змогу для кожного виділу визначити бал загрози формування таких осередків, а для окремих масивів, лісового фонду лісництв, лісгоспів чи обласних управлінь лісового та мисливського господарства визначити перелік ділянок підвищеного ризику і загальну площу території підвищеного ризику, де необхідно здійснювати першочерговий нагляд.

Оскільки припадність ділянок для формування осередків масового розмноження комах-хвоєлистогризів визначається певними екологічними умовами, а саме мікрокліматом, можливостями живлення й розвитку цих комах і їхніх природних ворогів, тобто

типом лісорослинних умов, віком, повнотою, складом порід у насадженні, то така принадність може збільшитися чи зменшитися сама зі зміною віку насаджень чи може бути зменшена чи збільшена заходами лісогосподарської діяльності.

Так виникнення у 2011 році значних площ осередків масового розмноження звичайного соснового пильщика у Сумській області було пов'язане зі зменшенням повноти деревостанів, зокрема – унаслідок вітровалів [115, 157]. Подібні одержані в Житомирській області [5]. Стосовно соснових насаджень Дослідного лісництва Степового філіалу УкрНДІЛГА розраховано прогнозовану площу осередків окремих видів комах-хвоєгризів з урахуванням зміни віку насаджень [77].

Водночас такий підхід не дає змоги оцінити деякі показники. Так, принадність ділянок насаджень для комах-хвоєгризів залежить від категорії земель сусідніх ділянок, причому найбільший ризик становлять ділянки, які межують із незімкненими лісовими культурами, свіжими зрубам та розробленими згарищами [152].

Численними дослідженнями доведено, що поширення стовбурових шкідників також залежить від екологічних умов, оскільки від них залежать накопичення горючих матеріалів, поширення комах-хвоєгризів, вітровалів, а також стан насаджень та їхня сприйнятливність до заселення [126, 160].

Верхівковий короїд *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827: Curculionidae, Scolytinae) є одним із найбільш помітних чинників всихання соснових лісів України в останні роки [76, 128, 131].

Згідно із концепцією П. Маніона [144], чинники тривалої дії (*predisposing factors*) створюють передумови, які визначають сприйнятливність лісових насаджень до чинників нетривалої дії (*inciting factors*), які провокують погіршення стану лісів.

Так збільшення температури повітря та зменшення кількості опадів зареєстровано у багатьох регіонах світу [139, 166], зокрема у Поліссі [25]. Зменшення кількості опадів спричиняє зменшення стійкості дерев, а збільшення температури сприяє прискоренню розвитку комах, їхньому виживанню, розмноженню та поширенню меж ареалу [132, 171].

Зі зміною клімату зросла участь деяких видів комах у всиханні лісів. Верхівковий короїд є одним із таких видів, оскільки він є

спроможним розвиватися у декількох поколіннях на рік (зокрема сестринських), ослаблювати дерева під час додаткового живлення та переносити патогенні гриби [107, 127, 131, 150, 151]. Водночас, незважаючи на низьку кількість опадів у 2015–2016 рр., інтенсивність всихання соснових насаджень на різних ділянках лісу не була однаковою [153]. Стовбурові шкідники, які заселяють ослаблені дерева, є чинники, які "супроводжують" процес ослаблення лісів (*contributing factors*) [144].

Зазвичай спалахи короїдів розвиваються після порушень лісових насаджень, спричинених вітром, пожежею, надмірною рекреацією або лісогосподарською діяльністю, які призводять до значних змін структури насаджень (і, відповідно, мікроклімату) та утворення великого обсягу субстрату для розмноження короїдів [42, 51, 129, 139, 143, 160, 170].

Водночас кожний вид комах надає перевагу певним типам лісорослинних умов, віку й показникам структури насаджень, які найбільш сприятливі для його виживання та розвитку. Подібно до балової оцінки принадності ділянок для комах-хвоєлистогризів [65], така оцінка необхідна для оцінювання ризику поширення стовбурових шкідників.

Так у південно-східних штатах США було показано, що поширення лубоїда соснового південного (*Dendroctonus frontalis* Zimmermann) не залежить від бонітету насаджень, а вплив типу лісу (низовина або височина) є меншим, ніж вплив складу порід [159]. Зазвичай короїди надають перевагу більш старшим деревам і насадженням. Водночас дослідження у Колорадо свідчать, що внаслідок зміни клімату почастишали спалахи стовбурових комах у молодших деревостанах [158].

Доведено, що насадження, поряд із якими утворюється зруб або згарище, а також у яких проведено рубку догляду високої інтенсивності, заселяються стовбуровими шкідниками у першу чергу [80, 153]. Оперативно визначити такі ділянки можливо лише з використанням ГІС-технологій.

Таким чином, підходи до прогнозування ризику виникнення й поширення як лісових пожеж, так і осередків масового розмноження комах у різних регіонах і насадженнях, мають багато спільного. Це

дає змогу здійснювати таке прогнозування за допомогою сучасних ГІС-технологій.

1.4. ГІС-технології у виявленні, прогнозуванні й контролюванні пожеж та осередків шкідливих комах

Для реалізації лісової політики в сучасному динамічному середовищі необхідно мати гнучкий інструмент управління, побудований на останніх досягненнях інформатики і комп'ютерної техніки, зокрема геоінформаційних систем (ГІС) [35].

Геоінформаційна система (ГІС) – це комп'ютерна технологія, призначена для картування й аналізу просторових даних. Ця технологія об'єднує традиційні операції роботи з базами даних (запит, статистичний аналіз) із перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта.

Завдяки цьому ГІС-технології можна використовувати для аналізу і прогнозування просторово-часової динаміки різноманітних процесів, виявлення причин і наслідків, планування стратегії й тактики дій, що сприяє оперативному прийняттю ефективних рішень, зокрема у випадку виявлення та під час гасіння лісових пожеж з урахуванням можливості доступу до них транспортних засобів і людей.

Так ГІС-технології було використано під час оцінювання пожежної небезпеки в лісовому фонді Чорнобильської зони [125] згідно зі шкалою природної пожежної небезпеки [123], беручи до уваги гігротоп, вік насаджень і тип деревостану (хвойний чи листяний). Було виявлено, що у 1996 році 36 % виділів належали до класу I і 38 % до класу II пожежної небезпеки, та прогнозовано, що за зміни віку насаджень у 2026 році до класу II належатиме 48 % виділів, а до класу III – 26 %.

Масштабні цілеспрямовані дослідження використання ГІС-технології у виявленні, прогнозуванні й контролюванні пожеж та осередків шкідливих комах здійснюють в УкрНДІЛГА.

Перший досвід використання інформаційних технологій у лісовій галузі України стосувався створення баз даних лісовпорядкування та радіоекологічної ГІС лісового фонду країни [26].

Було розроблено методику векторизації лісовпорядних планшетів із растрової підкладки, перетворення даних із таксаційної бази даних ВО "Укрдержліспроєкт" у сучасний реляційний формат, розрахунку та ув'язки площ виділів і кварталів у межах урочищ, виготовлення всього спектра тематичних лісовпорядних картографічних матеріалів [43, 43, 58, 59]. Запропоновані методичні підходи впроваджені під час лісовпорядкування в лісовому фонді десятків лісгосподарських підприємств, використані для досліджень впливу потенційних змін клімату на ліси [87, 124, 130, 137, 155], для аналізу стану лісів [94, 110] та вирішення інших практичних питань [15, 17, 32].

На початку 90-х рр. розроблені підходи до використання персональних комп'ютерів для збереження та аналізу лісопатологічної інформації. Розроблено інформаційно-пошукову систему (ПС) "Лісозахист", бази даних якої включали інформацію щодо поширення осередків шкідливих комах в Україні з 1947 року на рівні областей, лісгоспів, лісництв і окремих насаджень [64, 146].

Наприкінці 90-х рр. сформульовано методичні засади використання ГІС-технологій для дослідження просторової динаміки комах-дефоліаторів [60], які набули подальшого розвитку [154] у міру вдосконалення інших напрямів ГІС-технологій у лісовій галузі, зокрема під час оцінювання ресурсного потенціалу лісового фонду [41]. Оцінено можливості застосування різних програмних засобів для створення електронних карт у лісовому господарстві [17].

Вчасне попередження поширення пожеж і осередків комах-хвоєгризів має базуватися на використанні прогнозних карт, побудованих на основі оцінювання характеристик лісорослинних умов і насаджень в окремих виділах. Відповідні балові оцінки розроблені стосовно комах-хвоєгризів [65], а шкали оцінювання природної пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду є складовою "Правил пожежної безпеки в лісах України" [98].

Водночас врахувати просторове розміщення ділянок відносно сусідніх виділів, які підвищують небезпеку оцінювання ризику поширення як комах-хвоєгризів, так і пожежної небезпеки, можливо лише з використанням геоінформаційних систем (ГІС) під час лісовпорядних робіт [58, 59].

Застосування ГІС дає можливість будувати тематичні карти загрози поширення як осередків комах-хвоєгризів, так і пожеж, визначати перелік виділів високого ризику, їхню площу, проектувати оптимальні обсяги обстеження насаджень, проведення захисних заходів, а також розробляти алгоритми оптимальної мобілізації транспортних засобів у випадку виникнення лісових пожеж.

Розвиток засобів збирання та обробки матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дав змогу широко використовувати їх не тільки для створення точної топографічної основи лісовпорядних матеріалів, але й для безперервного моніторингу стану лісів, оцінювання їхньої потенційної продуктивності у різних регіонах і лісорослинних умовах, впливу глобальних змін клімату на баланс вуглецю, виявлення осередків пошкодження насаджень, а також – для прогнозування масових розмножень шкідливих комах. Зі знімків ДЗЗ можна одержати дані щодо вологості рослинності, охопити важкодоступні ділянки, оцінити стан лісових масивів [61].

Було розроблено спосіб створення електронної карти кварталної мережі лісогосподарського підприємства з використанням супутникових технологій під час виконання геодезичних робіт [111].

Дослідження поширення осередків шкідників передбачають використання ГІС-технологій на макро- та мікрорегіональних рівнях.

На макрорегіональному рівні будують тематичні карти, що характеризують поширення осередків шкідників, інтенсивність, частоту, тривалість спалахів масового розмноження, показники шкідливості комах, на картографічній основі, яку складають контури областей України, районів, лісгоспів, лісництв. На цьому самому рівні можна розміщати в окремому шарі ізолінії значень метеорологічних показників (температури, опадів, інтегральних індексів режиму вологості тощо), аналізувати динаміку процесів, прогнозувати загрозу насадженням.

На мікрорегіональному рівні локалізація та динаміка осередків комах розглядається у межах окремих насаджень, оцінюється загроза насадженням у певних виділах. Для таких карт основою служать прив'язані до географічних координат контури насаджень із нанесеними межами виділів.

Найціннішим з погляду захисту лісу є виявлення осередків, коли чисельність шкідників щойно починає зростати. Згідно із системою

нагляду, прийнятою в лісовому господарстві, в усіх лісництвах складають проекти рекогносцирувального нагляду, де визначають види шкідливих комах та ділянки, на яких у певні терміни за характерними ознаками виявляють наявність яєць, гусениць, лялечок, метеликів, пошкоджень, що дає основу для призначення обстеження насаджень [146–148].

Розробка балової системи принадності насаджень для формування осередків шкідливих комах [65] дала змогу визначити перелік ділянок із підвищеною загрозою, загальну площу потенційних осередків, зменшити витрати коштів і часу на обстеження насаджень, на застосування захисних заходів, а також мінімізувати їхній негативний вплив на лісове середовище.

Під час проектування протипожежних заходів беруть до уваги клас пожежної небезпеки територіальних лісогосподарських одиниць [98]. Карти розподілу території лісового фонду на класи пожежної небезпеки, визначені згідно із чинною шкалою оцінювання природної пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду [123], є підставою для визначення меж пожежних блоків, розташування протипожежних заслонів, розривів і мінералізованих смуг.

Методика поділу земельних ділянок лісового фонду на класи пожежної небезпеки під час протипожежного впорядкування із застосуванням ГІС [58, 59] передбачає використання картографічних баз даних, які є електронними аналогами класичних лісовпорядних карт, і баз даних лісовпорядкування, в яких інформація про кожен лісовий виділ включає десятки ознак лісових насаджень, у тому числі важливих з погляду виникнення й поширення пожежі.

Під час розрахунку класу пожежної небезпеки лісогосподарського виділу оцінюють за базами даних тип господарства (хвойне чи листяне), вологість типу умов місцезростання виділу і вік насаджень.

Реалізація розробленого алгоритму з урахуванням рівня захищеності, наявності підросту заввишки не менше 2 м, підліску хвойних порід, а також додаткових джерел пожежної небезпеки ще недостатньо опрацьована.

Лабораторією нових інформаційних технологій УкрНДІЛГА нині створюється Державна Інформаційна система "Ліси України" (ДІС), яка має забезпечити оперативне накопичення, поновлення й

аналіз інформації щодо стану лісів та ведення лісогосподарської діяльності у лісовпорядних експедиціях, лісогосподарських підприємствах, обласних управліннях та державному Агентстві лісових ресурсів України. Система базуватиметься на потужному сервері баз даних, включатиме автоматизовані робочі місця (АРМ) спеціалістів усіх підрозділів і рівнів лісогосподарської галузі та матиме можливості для оперативного обміну даними між суб'єктами господарювання [9].

Подальший розвиток Державної Інформаційної системи "Ліси України" дасть змогу прискорити накопичення, аналіз і обмін даними між виробничими підрозділами і рівнями управління галуззю, підвищить оперативність, точність і якість отримуваних матеріалів, надасть механізми для швидкого аналізу лісогосподарської діяльності та забезпечить підґрунтя для вирішення суміжних завдань, пов'язаних із лісокористуванням, зокрема транспортуванням деревини, охорони лісу від пожеж, захисту від шкідників, розрахунки балансу вуглецю тощо [11, 17].

Висновки до розділу

1. Санітарний стан лісів останнім часом погіршується у багатьох регіонах. Найбільш важливими чинниками ослаблення лісів є пожежі та шкідливі комахи, поширеність і інтенсивність спалахів яких зростають на тлі глобальної зміни клімату та антропогенного навантаження.

2. Водночас частота, інтенсивність і тривалість пожеж і масових розмножень комах неоднакова в усіх насадженнях, а залежить від географічного положення масиву, пов'язаних із ним кліматичних чинників, а також від мікроклімату, який визначається лісорослинними умовами та структурою насаджень.

3. Класи пожежної небезпеки не є постійними, що слід брати до уваги під час прогнозування ризику виникнення пожеж. Алгоритми визначення класів пожежної небезпеки можливо впровадити для моніторингу, вчасного виявлення та оперативного гасіння лісових пожеж за умови застосування ГІС-технологій.

4. Методику прогнозування поширення осередків комах-хвоєгризів розроблено понад 15 років тому та успішно впроваджено у

багатьох регіонах. Показано, що принадність окремих ділянок для цих шкідників може змінюватися у випадку зміни повноти чи віку насаджень. Водночас технічні можливості не давали змоги враховувати розташування осередків у лісовому масиві, зокрема зміни категорії земель сусідніх виділів унаслідок стихійних лих або господарської діяльності.

5. У зв'язку зі зростанням ролі короїдів, зокрема верхівкового у всиханні сосни в лісах багатьох регіонів, важливо дослідити особливості поширення осередків "короїдного" всихання у лісових масивах і розробити алгоритм для моніторингу та прогнозування цього процесу з урахуванням показників, що характеризують лісорослинні умови, насадження та зміну категорії земель сусідніх виділів.

6. Зважаючи на наявність комп'ютерних баз даних і оцифрованих планів насаджень більшості лісогосподарських підприємств, слід залучити розроблені методичні підходи до інформаційної системи охорони лісів від пожеж і моніторингу шкідників лісу та оперативно відображати відповідну інформацію на геопорталі "Ліси України".

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

Дослідження охоплювали всі природні зони рівнинної частини України [27, 54]. Польові дослідження проведені переважно у державних підприємствах (ДП) "Тетерівське ЛГ" (Полісся) та "Кремінське ЛМГ" (Степ). Розробку окремих методичних питань і впровадження рекомендацій здійснювали також в лісовому фонді ДП "Чугуєво-Бабчанське ЛГ" Харківського ОУЛМГ (Лісостеп), ДП "Свеське ЛГ" (Полісся), ДП "Кролевецьке ЛМГ", ДП "Конотопське ЛГ" Сумського ОУЛМГ (Лісостеп) та ДП "Лугинське ЛГ" Житомирського ОУЛМГ (Полісся) (рис. 2.1).

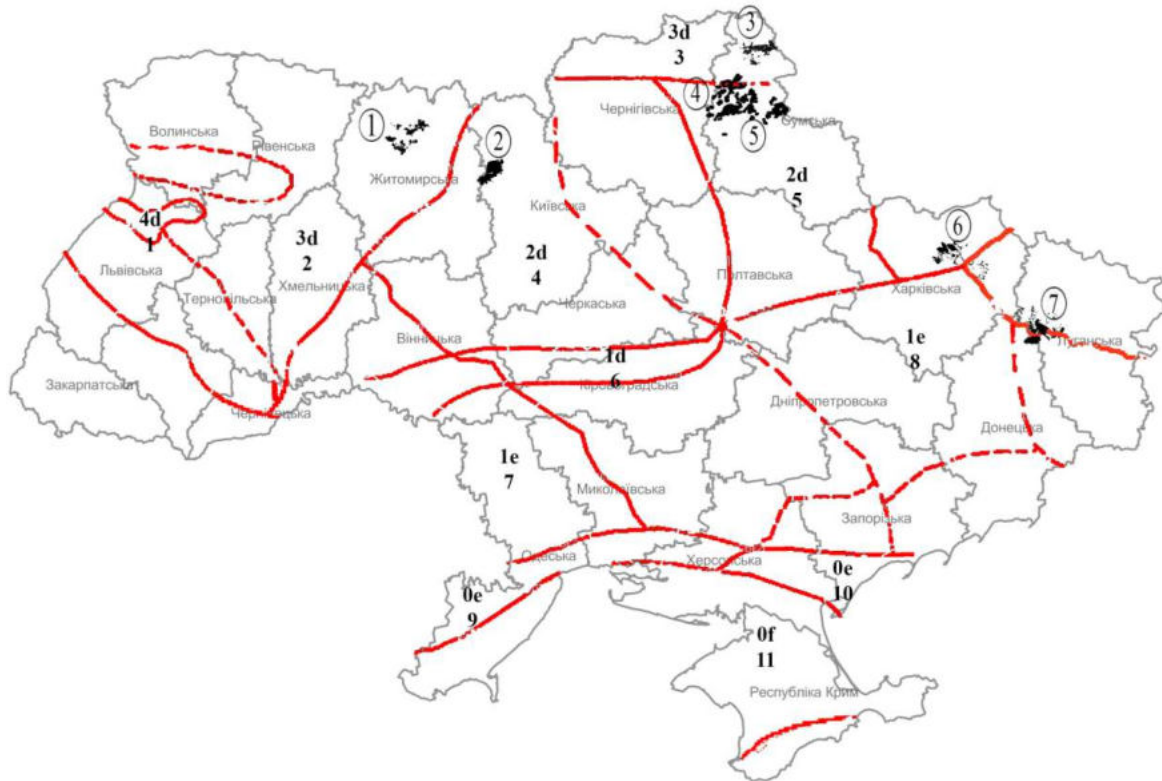


Рис. 2.1. Схема розташування об'єктів дослідження на карті України (1 – ДП "Лугинське ЛГ", 2 – ДП "Тетерівське ЛГ", 3 – ДП "Свеське ЛГ", 4 – ДП "Кролевецьке ЛМГ", 5 – ДП "Конотопське ЛГ", 6 – ДП "Чугуєво-Бабчанське ЛГ", 7 – ДП "Кремінське ЛМГ")

Територія ДП "Кремінське ЛМГ" розташована в басейні річки Сіверський Донець [118]. Згідно із лісорослинним районуванням

територія належить до VIII лісорослинного району (Донбаського) північностепової зони, за лісотипологічним районуванням – до Деркульського сектора Донецького району області 1e (сухого порівняно теплого клімату) [91]. Клімат помірно-континентальний, характеризується жарким і сухим літом, холодною і малосніжною зимою з частими відлигами, нерівномірним розподілом опадів у межах року. За ступенем вологості ґрунти переважно свіжі (54,1 %). На ріст і розвиток лісових насаджень негативно впливають ранні осінні та пізні весняні приморозки, нерівномірність опадів протягом року та незначний сніговий покрив, або взагалі його відсутність узимку, південно-східні вітри суховії навесні і влітку та зимові відлиги.

Територія ДП "Чугуєво-Бабчанське ЛГ" згідно з лісорослинним районуванням належить до південно-східної частини лівобережного лісостепу України [118], за лісотипологічним районуванням – до Придонецького сектора Слобожанського району (свіжих ясеново-липових дібров) області свіжого помірно теплого клімату 2d (свіжого груду) [89, 90]. Рельєф – місцевість із широкими балками, які в деяких місцях сильно розмиті й розрізані довгими і глибокими ярами. Дерново-опідзолені супіщані ґрунти займають 24% площі лісгоспу, а 11 % площі лісгоспу представлені сірими лісовими опідзоленими, суглинистими ґрунтами, заплавно-лучними ґрунтами та чорноземами різного ступеня змивання. Основний лісовий масив лісгоспу розташований на правому березі річки Сіверський Донець і на вододілі його приток.

Клімат району розташування ДП "Чугуєво-Бабчанське ЛГ" помірно-континентальний із недостатнім і непостійним зволоженням. Негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень пізні весняні приморозки, високі коливання температури в літній період, нерівномірність опадів, сильні вітри в зимово-весняний період, а також малосніжні зими з глибоким промерзанням ґрунту й зимові відлиги.

Територія ДП "Лугинське ЛГ" згідно з лісорослинним районуванням належить до Центрального Полісся, за лісотипологічним районуванням – до Поліського сектора Полісько-Прикарпатського району (вологих грабових дібров) області вологого помірного клімату 3d (вологого груду) [92]. Клімат регіону

характеризується тривалим з достатньою кількістю опадів, помірно-теплим літом і м'якою з великою кількістю снігу зимою. Загалом клімат є сприятливим для успішного росту основних лісоутворювальних порід сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої, вільхи чорної, осики та інших. Найбільш поширеними і переважаючими типами ґрунтів є дерново-середньопідзолисті. Домінують супіщані та глинисто-піщані відмінності. На вершинах горбів в умовах інтенсивного бічного стоку вод розвинені дерново-слабопідзолисті, на схилах – дерново-середньопідзолисті ґрунти.

Територія ДП "Свеське ЛГ" розміщена в басейні приток р. Десни – Івотки та Шостки. Для території характерна наявність витягнутих, часто заболочених понижень. Згідно з лісорослинним районуванням територія належить до зони Українського Полісся східної підпровінції, Шосткінського лісорослинного району [27], за лісотипологічним районуванням – до Поліського сектора Придеснянського району (вологих безграбових дібров) області вологого помірного клімату 3d (вологого груду) [92]. Клімат району розташування лісгоспу помірно-континентальний з тривалим прохолодним літом і достатньою кількістю опадів. Територія ДП "Свеське ЛГ" за характером рельєфу є частиною великої низовини, має вигляд слабохвилястої рівнини із загальним невеликим нахилом до південного заходу і півдня. Серед цієї рівнини підвищуються заокруглені моренні горби, які мають пологі схили на всі сторони. Висотні відмітки території не перевищують 250 м над рівнем моря. Переважають дерново-підзолисті ґрунти – 83,3 %.

Територія ДП "Конотопське ЛГ" згідно із лісорослинним районуванням розташована в північно-східній частині Лісостепової області в межах Лівобережно-Дніпровського та Середньоруського лісостепових округів, за лісотипологічним районуванням належить до Ворскло-Псельського сектора Слобожанського району (свіжих ясенів-липових дібров) області свіжого помірно теплого клімату 2d (свіжого груду) [92]. Клімат району розташування ДП "Конотопське ЛГ" помірно-теплий, середньо-вологий. Зима помірно-холодна. Негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень весняні сухотії та пізні весняні й ранні осінні приморозки.

Лісові масиви території ДП "Конотопське ЛГ" знаходяться в границях двох геоморфологічних районів – Придеснянської терасової

рівнини й Путивльського плато [118]. Територія Придеснянської терасової рівнини характеризується слабкохвилястим рельєфом із добре вираженими елементами мезорельєфа – пониженнями та підвищеннями. Іноді ця рівнина переходить в середні та низько бугристі піски. Невисокі округлені піски з пологими краями чергуються із широкими заболоченими впадинами із торфовищами. Річкові долини мають низькі і пологі береги. На слабко хвилястих формах рельєфу борових терас сформовані дерново-опідзолені підтипи ґрунтів, а також дернові типи та відповідні від борових до сугрудових типи лісорослинних умов. На понижених елементах рельєфу терас і заплав сформувалися типи лучних, лучно-болотних і болотних ґрунтів.

Друга частина території ДП "Конотопське ЛГ" розміщена на водороздільному плато правого берега р. Сейм із бугристим і яружно-балочним рельєфом, входить до геоморфологічного району Путивльське плато [118]. Путивльське плато представлено долинами річок Сейм і Клевань. Ґрунти тут суглинисті і тому дуже розділені болотами та ярами.

Територія ДП "Кролевецьке ЛМГ" згідно із лісорослинним районуванням належить до лісогосподарської області Лісостеп, Середньоруського лісостепоного лісогосподарського округу; лісогосподарського району – Північносхідного Сумського лісостепу [27, 118], за лісотипологічним районуванням належить до Ворскло-Псельського сектора Слобожанського району (свіжих ясеново-липових дібров) області свіжого помірно теплого клімату 2d (свіжого грудю) [92]. Клімат району розташування ДП "Кролевецьке ЛМГ" помірно-континентальний.

Територія ДП "Кролевецьке ЛМГ" за характером рельєфу поділена на дві частини: північну (основну), розташовану між річками Реть і Есмань, та південну частину біля річки Сейм.

Північна частина характеризується підвищеним плато зі слабко вираженим рельєфом місцевості. Південна частина характеризується різко вираженим рельєфом місцевості і є яружно-балочною системою.

Сильні перепади в рельєфі південної і південно-східної частин території лісомисливського господарства, погана водопроникність глиняних ґрунтів, а також опади у вигляді злив, швидке розмерзання

снігу спричиняють розвиток ерозійних процесів. Найбільш поширеними типами ґрунтів є дернові підзолисті, сірі лісові й торф'яно-болотні.

Територія ДП "Тетерівське ЛГ" розташована на Поліській низовині з ухилом поверхні з Південного Заходу на Північний Схід. Згідно із лісорослинним районуванням територія належить до лісогосподарської області Полісся, Києво-Чернігівського поліського (східне Полісся) лісогосподарського округу, входить до складу Придніпровсько-поліського лісогосподарського району [27], за лісотипологічним районуванням – до Правобережного сектора Дніпровського району (свіжих грабових дібров) області свіжого помірно теплого клімату 2d (свіжого груду) [92].

Рельєф слабохвилястий. Частина території ДП "Тетерівське ЛГ" займає правобережну частину нижньої течії р. Тетерів – Нижньо-Тетерівську акумулятивну низовину. На півдні ДП "Тетерівське ЛГ" розташована Макарівська моренно-зандрова рівнина (Комарівське лісництво). Тут більша абсолютна висота (до 176 м над рівнем моря), більша глибина розчленування рельєфу. Це впливає на гідрографічні особливості рік, величину стоку, рівень розташування ґрунтових вод, ступінь заболочення, поширення ґрунтів та природної рослинності.

На території ДП "Тетерівське ЛГ" представлені підзолисті, дернові й болотні ґрунти. Найбільш поширені ґрунти слабкої підзолистості піщаного, глинисто-піщано-глеєватого та супіщаного механічного складу залежно від походження материнської породи та умов рельєфу. Значна частина насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" розташована на староорних землях, які складаються з орного горизонту глибиною 20–22 см та ущільненого підорного горизонту. На таких землях поширені осередки кореневої губки.

Територія ДП "Тетерівське ЛГ" розташована в басейні р. Тетерів та його приток. Ступінь дренажності району гідрогеографічною мережею задовільна. Рівень ґрунтових вод залежно від рельєфу та глибини знаходження водоупору становить 0,1–6 м. Більшість типів лісорослинних умов – свіжі. Клімат помірно-континентальний із м'якою зимою й теплим літом із достатньою кількістю опадів для лісової рослинності. Негативно впливають на ріст і розвиток лісів ранні осінні та пізні весняні приморозки, сніголоми, літні посухи (бездощовий період понад 15 днів).

Аналіз основних кліматичних показників метеостанцій, розташованих на території досліджених лісогосподарських підприємств, свідчить, що вони відповідають географічному положенню (табл. 2.1). Середня річна температура повітря є найменшою у Свесі (5,2 °С), а найбільшою – у Кременній (7,7 °С). Кількість опадів на рік є найбільшою у Тетереві (645 мм), а найменшою – у Кременній (431 мм). Тривалість вегетаційного періоду є найбільшою у Тетереві (229 днів), а найменшою – у Свесі (190 днів).

Аналіз лісового фонду зазначених підприємств свідчить, що значну частку його займають соснові насадження (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Кліматичні показники та частка сосни у складі лісового фонду досліджених підприємств

Метеостанція (адміністративна область, координати)	Середня річна температура повітря, °С	Кількість опадів на рік, мм	Тривалість вегетаційного періоду, днів	Частка соснових насаджень, %
Тетерів (Київська обл., 50°10' Пн; 35°32' Сх)	7,1	645	229	87,5
Лугини (Житомир- ська обл., 51°04' Пн; 28°24' Сх)	6,8	552	205	52,0
Свеса (Сумська обл. 51°56' Пн; 33°56' Сх)	5,2	594	190	69,5
Кролевець (Сум- ська обл. 51°33' Пн; 33°22' Сх)	6,2	580	193	55,3
Конотоп (Сумська обл. 51°14' Пн; 33°12' Сх))	6,7	580	213	35,1
Чугуїв (Харків- ська обл. 49°50' Пн; 36°40' Сх)	7,0	518	199	19,8
Кременна (Луган- ська обл., 49°03' Пн; 38°13' Сх)	7,7	431	206	63,8

Така частка є найменшою у ДП "Чугуєво-Бабчанське ЛГ", перевищує третину площі вкритих лісовою рослинністю ділянок (35,1 %) у ДП "Конотопське ЛГ" і перевищує 50 % у решті лісогосподарських підприємств.

Найбільшою є частка соснових лісів у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" (87,5 %), доволі високою – у ДП "Свеське ЛГ" (69,5 %) та ДП "Кремінське ЛМГ" (63,8 %), що понад удвічі більше, ніж середній показник для всієї території України.

Саме тому ми приділили найбільшу увагу дослідженням саме в лісовому фонді цих підприємств особливостей просторової динаміки у соснових лісах пожеж, осередків комах-хвоєгризів і короїдів та розроблення алгоритмів для прогнозування ризику їхніх виникнення й поширення.

2.2. Методика досліджень та обсяг виконаних робіт

Розрахунок класів пожежної безпеки (КПН) виконували згідно з чинними методичними вказівками Держлісагентства України [98].

Для розрахунку класів пожежної безпеки брали до уваги повидільну електронну базу таксаційних даних.

З урахуванням довідкової таблиці (табл. 2.2) для кожного виділу одержували базове значення КПН та відомості про його зміни у випадку межування з певними категоріями земель.

Далі визначаємо, до якого господарства належить переважна деревна порода (хвойного чи листяного). $K_{ПН}=1$, якщо порода належить до хвойного господарства, а вік насаджень не перевищує 40 років.

Із допоміжної таблиці "Тип лісорослинних умов" бази даних визначають гігротоп виділу. Для хвойних віком старше 40 років та листяних насаджень залежно від індексу вологості (гігротопу) типу лісорослинних умов базовий КПН визначають за даними табл. 2.3, значення якого зменшують (ризик підвищується) за наявності інших чинників впливу.

Далі перевіряють наявність додаткових умов, за яких пожежна небезпека підвищується (КПН зменшується на одиницю). До таких умов належать:

- 1) Для хвойних насаджень:

– захаращеність у виділі не менша 10 м³/га (значення поля "захаращеність" у таблиці "Виділ");

– наявність серед підросту даного виділу хвойних порід з висотою яка більше або дорівнює 2 м (поле "висота" таблиці "Підріст");

– наявність підліску хвойних порід (ялівці чагарникові та інші чагарники), поле "Порода" таблиці "Підлісок".

2) Для ділянок лісового фонду, крім вод:

– якщо прилягають до доріг загального користування;

– за наявності у виділі в буферній зоні шириною 50 м залізниці або потенційних джерел пожежної небезпеки.

Таблиця 2.2

**Коригування класу пожежної небезпеки з урахуванням
межування виділів із певними категоріями земель (фрагмент)**

Код категорії земель	Назва категорії земель	КПН	Зміна КПН суміжних виділів
1201	Незімкнені лісові культури	1	Ні
1340	Розсадники лісові	4	Ні
1341	Плантації	4	Ні
1342	Школи деревні	4	Ні
1343	Дендрологічні сади	4	Ні
1344	Теплиці і оранжереї	4	Ні
1502	Рідколісся	4	Ні
1503	Згарища	1	Ні
1504	Загиблі насадження	1	Ні
1507	Лісосіки поточного року	1	Ні
1512	Рекультивовані землі	5	Ні
2101	Рілля	5	Ні
2102	Сіножаті	4	Ні
2103	Пасовища, вигони	4	Ні
2108	Озера	5	Ні
2109	Річки	5	Ні
2110	Струмки	5	Ні
2111	Ставки	5	Ні
2112	Водосховища	5	Ні
2120	Сади	4	Ні
2121	Виноградники	4	Ні
2303	Автомобільні дороги з штучним покриттям	5	Так 2

Код категорії земель	Назва категорії земель	КПН	Зміна КПН суміжних виділів
2305	Ґрунтові дороги	5	Ні
2310	Просіки кварталні	5	Ні
2401	Будівлі господарські і адміністративні	5	Так 3
2402	Кордони лісові	5	Так 3
2403	Садби приватні	5	Так 3
2404	Склади лісові	5	Так 3
2407	Майданчики для приземлення вертольотів	5	Так 3
2414	Лінії електромережі	5	Ні
2415	Газопроводи	5	Ні
2416	Нафтопроводи	5	Ні
2417	Водопроводи	5	Ні
2418	Лінії зв'язку	5	Ні
2419	Протипожежні розриви	5	Ні
2420	Декоративні галявини	4	Ні
2421	Місця відпочинку	4	Ні
2423	Стоянки транспорту	5	Ні
2424	Кар'єри	5	Ні
2425	Кладовища	5	Ні
2507	Болота	5	Ні
2509	Заплави	5	Ні
2514	Інші нелісопридатні землі	5	Ні
2517	Відвали гірських порід	5	Ні

Примітка: КПН=1 – найбільша пожежна небезпека.

Таблиця 2.3

**Коригування класу пожежної небезпеки з урахуванням
межуванням виділів із певними категоріями земель (фрагмент)
Визначення коефіцієнта пожежної небезпеки**

Госпо- дарство	Гігротоп					
	дуже сухий (0)	сухий (1)	свіжий (2)	вологий (3)	сирий (4)	мокрый (5)
Хвойне	1	1	2	3	3	4
Листяне	2	2	3	4	4	5

Під час виконання досліджень використано проекти організації та розвитку лісового господарства, цифрову картографічну базу

даних, таксаційну базу даних у форматі VFF та відповідну нормативно-довідкову інформацію.

Методичний підхід до прогнозування зміни класу пожежної небезпеки з використанням ГІС-технологій апробовано нами на матеріалах лісового фонду ДП "Кремінське ЛМГ" Луганської області, де в липні 1996 р. одна з найбільших лісових пожеж ХХ століття на Європейському континенті майже повністю знищила лісові насадження Житлівського, Новокраснянського і на значній частці Старокраснянського лісництва на площі понад 7 000 га.

Для аналізу використано базу даних ВО "Укрдержліспроєкт" стосовно ДП "Кремінське ЛМГ" станом на 2001 і 2011 рр.

За першим сценарієм (базовим) до розрахунків залучено значення класів пожежної небезпеки («1» – висока, «2» – вище середньої, «3» – середня, «4» – нижче середньої, «5» – низька), наведені у зазначеній базі, розраховані згідно з "Правилами пожежної безпеки в лісах України" [98] з урахуванням типу господарства (хвойне чи листяне), індексу гігродоту та віку насаджень.

За другим сценарієм під час розрахунку класу пожежної небезпеки для кожного виділу вводили поправку на вплив на пожежну небезпеку сусідніх виділів згідно з [58, 59].

Засобами ГІС QGIS 2.18 здійснювали просторовий запит з виконанням предикатів сусідства, належності та примикання, що давало змогу виявити виділи, в яких підвищується пожежна небезпека (КПН зменшується).

КПН виділів, що належать до категорії земель "Зруби", встановлювали на рівні "1", якщо зруби – з-під хвойних порід. Для оцінювання зрубів з-під листяних порід, галявин і пустирів брали до уваги переважаючу породу сусідніх виділів. У випадку переважання в сусідньому виділі порід хвойного господарства КПН встановлювали на рівні "1", у випадку листяного – "4".

Таким чином, для кожного лісництва ДП "Кремінське ЛМГ" було розраховано сумарні площі виділів за класами пожежної небезпеки від "1" (висока) до "5" (низька) за чотирма варіантами:

- станом на 2001 р. без урахування категорій земель сусідніх виділів;
- станом на 2001 р. з урахуванням категорій земель сусідніх виділів;

– станом на 2011 р. без урахування категорій земель сусідніх виділів;

– станом на 2011 р. з урахуванням категорій земель сусідніх виділів.

Пожежну небезпеку насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" оцінювали з використанням даних лісовпорядкування 2000 і 2014 рр. з урахуванням чинних нормативних документів [98], причому у другому випадку брали до уваги також категорії земель сусідніх виділів [58].

Для кожного варіанту розраховано середній зважений клас пожежної небезпеки (КПН) з урахуванням площі виділів в окремих класах пожежної небезпеки.

Карти пожежної небезпеки побудовано засобами ГІС QGIS 2.18.

Для розрахунку ризику формування осередків комах-хвоєгризів ДП "Кремінське ЛМГ" вибрали як модельний об'єкт у зв'язку з високими інтенсивністю, частотою та тривалістю спалахів масового розмноження соснових пильщиків – звичайного (*Diprion pini* L.) та рудого (*Neodiprion sertifer* Geoffr.), а також високою аридністю клімату (431 мм опадів на рік, середньою річною температурою повітря 7,7 °С) та високим антропогенним навантаженням [113].

Для аналізу використано базу даних ВО "Укрдержліспроєкт" стосовно ДП "Кремінське ЛМГ" станом на 2001 та 2011 рр.

Загрозу поширення рудого (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) та звичайного (*Diprion pini* L.) соснових пильщиків оцінювали за підходом В. Л. Мешкової [65]. Згідно із цим стосовно кожного виділу визначали бал за типом лісорослинних умов, віком насаджень, часткою сосни у складі, повнотою та загальний бал, який потім ранжували (табл. 2.4, 2.5).

У другому сценарії оцінювання загрози поширення осередків соснових пильщиків брали до уваги сусідні ділянки. Із застосуванням QGIS 2.18 формували просторовий запит з виконанням предикатів сусідства, належності та примикання. Так якщо виділ межує зі зрубом, до оцінки загрози додавали 1 бал.

Таким чином загальну площу із загрозою поширення осередків соснових пильщиків оцінювали за трьома рівнями: низький, помірний і високий. Відповідні тематичні карти будували за допомогою QGIS 2.18 для всієї території лісового фонду лісгоспу.

Таблиця 2.4

Балова оцінка принадності ділянок насаджень для рудого соснового пильщика за сукупністю лісорослинних умов [65]

Показники	Значення показників, які відповідають балам загрози:					
	0 – відсутня	1 – дуже низька	2 – низька	3 – середня	4 – висока	5 – дуже висока
Індекс ТЛУ	A ₅ , B ₄ – B ₅ , C ₃ – C ₅ , D ₁ – D ₅	A ₄ , B ₃	C ₁ –C ₂	A ₃	A ₂ , B ₁ – B ₂	A ₁
Вік насаджень	≤10, >80	71–80	11–20; 61–70	–	21–40, 51–60	41–50
Повнота	≥0,8	0,7	–	0,6	0,5	≤0,4
Частка сосни	≤0,5	0,6	0,7–0,8	–	–	≥0,9

Таблиця 2.5

Балова оцінка принадності ділянок насаджень для звичайного соснового пильщика за сукупністю лісорослинних умов [65]

Показники	Значення показників, які відповідають балам загрози:					
	0 – відсутня	1 – дуже низька	2 – низька	3 – середня	4 – висока	5 – дуже висока
Індекс ТЛУ	A ₅ , B ₄ – B ₅ , C ₃ – C ₅ , D ₁ – D ₅	A ₄ , B ₃ , C ₂	C ₁	A ₃	B ₁ –B ₂	A ₁ , A ₂
Вік насаджень	≤10	11–20; >70	21–30, 61–70	51–60	31–40	41–50
Повнота	≥0,8	–	0,7	0,6	–	≤0,5
Частка сосни	≤0,5	0,6	–	0,7–0,8	–	≥0,9

Поширення осередків усихання соснових лісів із участю короїдів вивчали у 2014–2017 рр. у соснових насадженнях ДП "Тетерівське ЛГ" шляхом обстеження [55, 62, 81, 96], оцінювання санітарного стану дерев [105, 106, 114], аналізу модельних дерев і архівних матеріалів з лісозахисту. Динаміку площ осередків оцінювали за даними моніторингу стану лісів і площею вибіркового і суцільних санітарних рубок. Характеристику лісового фонду аналізували за базою даних лісовпорядкування станом на 2014 р.

В аналізі використовували метеорологічні показники (температуру повітря та кількість опадів) за даними метеостанції Тетерів (50°41'54" Пн.ш; 29°35'57" Сх.д). Дати стійкого переходу температури повітря через 0, 5 і 10 °С визначали за алгоритмом [65] засобами *MS Excel*. Просторовий аналіз "мікроосередків" проведено засобами QGIS 2.18. Визначали лінійний тренд (R^2) і коефіцієнт кореляції Спірмена (r) [7] засобами *MS Excel*.

Розподіл осередків короїдного всихання за типом лісорослинних умов, походженням насаджень, віком, відносною повнотою, часткою сосни у складі та бонітетом зіставляли з розподілом за такими самими показниками всіх соснових насаджень з використанням критерію хі-квадрат (χ^2) і критерію Колмогорова-Смирнова (λ) [7, 52] засобами *MS Excel*.

Загалом протягом 2010–2016 рр. проаналізовано бази даних лісовпорядкування ВО "Укрдержліспроект" стосовно п'яти лісогосподарських підприємств станом на різні терміни, або близько 59 тисяч виділів, загальною площею 131417 га. Обстежено 4200 га осередків всихання соснових лісів. Стосовно території цих підприємств проаналізовано супутникові знімки із різних джерел (sentinel2a, landsat8, Google, Bing, yandex) – на один лісгосп по три серії знімків у масштабі 1 : 10000 на сезон по 70 знімків у кожній серії упродовж шести років. Проаналізовано статистичні показники стосовно площі близько 3000 "мікроосередків" усихання та відстані між ними за 2014–2018 рр.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НАСАДЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ГІС

Лісові пожежі у різних регіонах світу спричиняють погіршення стану лісів [172]. За даними Державного агентства лісових ресурсів України, площа охоплених пожежами лісів в окремі роки сягає 16 тис. га, що спричиняє відпад насаджень на сотнях гектарів. При цьому 55 % випадків і 74 % площі лісових пожеж припадає на східні й південні області.

Вчасне запобігання поширенню пожеж має базуватися на використанні прогнозних карт, побудованих на основі оцінювання характеристик лісорослинних умов і насаджень в окремих виділах. Згідно із цим складовою "Правил пожежної безпеки в лісах України" [98] є шкала оцінювання природної пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду, яка враховує переважно три основні характеристики лісорослинних умов і насаджень: тип господарства (хвойне чи листяне), індекс гігротопу та вік насаджень.

У повидільній базі даних окреме поле (КарN) характеризує клас пожежної небезпеки (КПН), визначений з урахуванням наведених вище характеристик.

Водночас рівень пожежної небезпеки окремих ділянок залежить також від їхнього розміщення відносно сусідніх виділів. Якщо у базовому варіанті рівень пожежної небезпеки може зменшитися з віком і рідше – у разі зміни типу господарства, то зміна категорії земель сусідніх виділів відбувається частіше – з'являються зруби, згарища, незімкнені культури, будівлі, дороги тощо.

Використання геоінформаційних систем (ГІС) [58, 59] дає можливість враховувати зазначену поправку під час визначення класу пожежної небезпеки, будувати відповідні тематичні карти, визначати перелік виділів високого ризику виникнення пожеж, їхню площу, проектувати необхідні заходи, а також розробляти алгоритми оптимальної мобілізації транспортних засобів у випадку виникнення лісових пожеж.

3.1. Оцінювання пожежної небезпеки насаджень ДП "Кремінське ЛМГ"

Незважаючи на виконання "Проекту організації та розвитку лісового господарства на згарищах" (ВО "Укрдержліспроект", 1997 р.) та "Проекту протипожежного впорядкування" ("Укрдіпро-ліс", 1999 р.), за період 2004–2015 р. пожежі в лісовому фонді ДП "Кремінське ЛМГ" виникали щорічно на площі від 140 до 350 га.

Розрахунки згідно з "Правилами пожежної безпеки в лісах України" [98] свідчать, що у ДП "Кремінське ЛМГ" за даними обліку 2001 р. представлені всі класи пожежної небезпеки, причому загалом у лісовому фонді підприємства на найбільшій площі репрезентовані насадження 3 (42,5 %) і 5 (26,6 %) класів пожежної небезпеки, а середній зважений КПН = 3,11 (табл. 3.1).

Водночас в окремих лісництвах розподіл площі лісів за класами пожежної небезпеки має певні відмінності, що пов'язане значною мірою з особливостями рельєфу місцевості та розподілом насаджень за типом лісорослинних умов. Так, у Новокраснянському лісництві 1 класом пожежної небезпеки характеризуються 65 % площі, а 5 класом – лише 14 %, середній клас пожежної небезпеки становить 2,06 бала. Найвищим класом пожежної небезпеки станом на 2001 р. (3,7 бала) характеризувалося Серебрянське лісництво, де лише на 2,2 % площі вкритих лісовою рослинністю ділянок КПН = 1, причому 38 % і 44,6 % площі характеризуються класами 3 і 5 відповідно.

Розрахунок розподілу площі лісових земель ДП "Кремінське ЛМГ" за класами пожежної небезпеки з урахуванням категорій земель сусідніх виділів свідчить, що частка площі насаджень із високою пожежною небезпекою (КПН = 1) є більшою в усіх лісництвах, зокрема у Житлівському на 10,8 %, у Старокраснянському на 3,8 %, а загалом по підприємству – на 3,1 % (див. табл. 3.1, 3.2).

Водночас частка площі насаджень із низькою пожежною небезпекою (КПН = 5) у випадку врахування категорій земель сусідніх виділів є меншою в усіх лісництвах, зокрема у Житлівському на 9,5 %, у Новокраснянському на 8,6 %, у Серебрянському на 5,4 %, загалом по підприємству – на 4,3 % (див. табл. 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1

**Розподіл площі лісових земель ДП "Кремінське ЛМГ" за класами
пожежної небезпеки станом на 2001 р. без урахування
категорій земель сусідніх виділів (га / %)**

Назва лісництва	Клас пожежної небезпеки					Разом	Серед- ній зва- жений КПН
	1	2	3	4	5		
Житлівське	1666,9 / 32,5	600,9 / 11,7	849,3 / 16,6	347,1 / 6,8	1656,9 / 32,4	5121,1 / 100	2,95
Новокрас- нянське	3324,8 / 65,0	69,5 / 1,4	496,9 / 9,7	505,7 / 9,9	715,7 / 14,0	5112,6 / 100	2,06
Сіточне	151,9 / 3,8	117,4 / 2,9	2265,2 / 56,8	42,4 / 1,1	1408,1 / 35,3	3985,0 / 100	3,61
Старокрас- нянське	958,6 / 17,2	783,1 / 14,1	2560,9 / 46,0	132,4 / 2,4	1135,9 / 20,4	5570,9 / 100	2,95
Кудряшів- ське	228,3 / 5,6	144,3 / 3,5	3297,0 / 80,2	4,4 / 0,1	438,7 / 10,7	4112,7 / 100	3,07
Верігінське	237,6 / 5,2	787,1 / 17,2	2515,5 / 54,8	52,0 / 1,1	995,9 / 21,7	4588,1 / 100	3,17
Комсо- мольське	28,7 / 0,7	622,0 / 15,4	1776,8 / 44,0	43,1 / 1,1	1563,9 / 38,8	4034,5 / 100	3,62
Серебрян- ське	117,6 / 2,2	690,8 / 13,1	2013,7 / 38,0	111,9 / 2,1	2358,8 / 44,6	5292,8 / 100	3,74
Боровен- ківське	472,8 / 13,2	546,2 / 15,2	1838,3 / 51,3	0,2 / 0,01	726,3 / 20,3	3583,8 / 100	2,99
Разом	7187,2 / 17,4	4361,3 / 10,5	17613,6 / 42,5	1239,2 / 3,0	11000,2 / 26,6	41401,5 / 100	3,11

Середній клас пожежної небезпеки станом на 2001 р. у випадку врахування категорій земель сусідніх виділів є меншим, ніж без їхнього урахування, в усіх лісництвах, загалом по підприємству – на 0,19 бала (див. табл. 3.1, 3.2).

Розрахунки за даними обліку лісів ДП "Кремінське ЛМГ" 2011 р. без урахування категорій земель сусідніх виділів свідчать, що загалом у лісовому фонді підприємства пожежна небезпека зменшилася (табл. 3.3).

Частка площі з КПН = 1 у 2011 р. проти 2001 р. зменшилася в більшості лісництв, за винятком Сіточного та Серебрянського (див. табл. 3.3), частка площі з КПН = 5 та середній зважений КПН

збільшилися в усіх лісництвах, за винятком Серебрянського, причому останній показник для всього лісового фонду ДП "Кремінське ЛМГ" становив 3,29 (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.2

Розподіл площі лісових земель ДП "Кремінське ЛМГ" за класами пожежної небезпеки станом на 2001 р. з урахуванням категорій земель сусідніх виділів (га / %)

Назва лісництва	Клас пожежної небезпеки					Разом	Середній зважений КПН
	1	2	3	4	5		
Житлівське	2218 / 43,3	272,1 / 5,3	948,3 / 18,5	511,9 / 10,0	1170,8 / 22,9	5121,1 / 100	2,64
Новокраснянське	3393,6 / 66,4	157,4 / 3,1	840,3 / 16,4	443,9 / 8,7	277,4 / 5,4	5112,6 / 100	1,84
Сіточне	175,9 / 4,4	731,4 / 18,4	1658,0 / 41,6	73,0 / 1,8	1346,7 / 33,8	3985,0 / 100	3,42
Старокраснянське	1168,5 / 21,0	1386,7 / 24,9	1855,7 / 33,3	172,9 / 3,1	987,1 / 17,7	5570,9 / 100	2,72
Кудряшівське	244,1 / 5,9	739,1 / 18,0	2687,4 / 65,3	55,9 / 1,4	386,2 / 9,4	4112,7 / 100	2,90
Верігінське	308,4 / 6,7	1098,9 / 24,0	2135,4 / 46,5	114,6 / 2,5	930,8 / 20,3	4588,1 / 100	3,06
Комсомольське	139,3 / 3,5	869,3 / 21,5	1434,2 / 35,5	264,1 / 6,5	1327,6 / 32,9	4034,5 / 100	3,44
Серебрянське	251,9 / 4,8	987,6 / 18,7	1604,5 / 30,3	377,8 / 7,1	2071,0 / 39,1	5292,8 / 100	3,57
Боровенківське	572,4 / 16,0	594,6 / 16,6	1690,3 / 47,2	12,6 / 0,4	713,9 / 19,9	3583,8 / 100	2,92
Разом	8472,1 / 20,5	6837,1 / 16,5	14854,1 / 35,9	2026,7 / 4,9	9211,5 / 22,2	41401, / 1005	2,92

Аналіз розподілу площі лісових земель ДП "Кремінське ЛМГ" за класами пожежної небезпеки з урахуванням категорій земель сусідніх виділів (табл. 3.4) свідчить, що в 2011 р. частка площі насаджень із КПН = 1 в усіх лісництвах була більшою, ніж без урахування категорій земель сусідніх виділів (див. табл. 3.3). Водночас частка площі з КПН = 5 та середній зважений клас пожежної небезпеки є меншими, тобто у випадку врахування категорій земель сусідніх

виділів пожежна небезпека в 2011 р. є більшою, ніж без їхнього врахування.

Таблиця 3.3

Розподіл площі лісових земель ДП "Кремінське ЛМГ" за класами пожежної небезпеки станом на 2011 р. без урахування категорій земель сусідніх виділів (га / %)

Назва лісництва	Клас пожежної небезпеки					Разом	Середній зважений КПН
	1	2	3	4	5		
Житлівське	1232,3 / 24,3	241,6 / 4,8	1704,1 / 33,7	30,1 / 0,6	1852,7 / 36,6	5060,8 / 100	3,20
Новокраснянське	2430,5 / 48,6	39,9 / 0,8	1171,3 / 23,4	14,0 / 0,3	1342,6 / 26,9	4998,3 / 100	2,56
Сіточне	235,3 / 5,7	131,9 / 3,2	2166,6 / 52,4	40,5 / 1,0	1562 / 37,8	4136,3 / 100	3,62
Старокраснянське	480,3 / 8,8	571,2 / 10,4	3016,9 / 55,1	26,0 / 0,5	1379,6 / 25,2	5474,0 / 100	3,23
Кудряшівське	44,2 / 1,1	180,8 / 4,4	3398,8 / 82,0	16,9 / 0,4	503,6 / 12,2	4144,3 / 100	3,18
Верігінське	90,0 / 1,9	561,2 / 12,1	2614,0 / 56,5	47,5 / 1,0	1317,9 / 28,5	4630,6 / 100	3,42
Комсомольське	12,8 / 0,3	493,2 / 12,3	1861,2 / 46,3	23,5 / 0,6	1629,0 / 40,5	4019,7 / 100	3,69
Серебрянське	168,9 / 3,2	823,4 / 15,6	2047,2 / 38,8	92,6 / 1,8	2148,5 / 40,7	5280,6 / 100	3,61
Боровенківське	316,9 / 8,4	606,6 / 16,1	1924,5 / 51,2	5,2 / 0,1	906,0 / 24,1	3759,2 / 100	3,15
Разом	5011,2 / 12,1	3649,8 / 8,8	19904,6 / 48,0	296,3 / 0,7	12641,9 / 30,5	41503,8 / 100	3,29

Порівняння розподілу площі лісових земель ДП "Кремніське ЛМГ" за класами пожежної небезпеки з урахуванням категорій земель сусідніх виділів у 2001 і 2011 рр. (табл. 3.2, 3.4) свідчить, що частка площі з КПН=1 зросла у трьох лісництвах (Сіточному, Комсомольському та Серебрянському), а в решті – зменшилася. Водночас частка площі з КПН=2 зросла у більшості лісництв, зокрема в Житлівському на 11,8 %, у Новокраснянському на 13,9 %, у

зменшилася у Кудряшівському (на 8,6 %) та Верігінському (на 6,3 %), а загалом по підприємству зросла на 3 %.

Частка площі насаджень із КПН = 5, визначена з урахуванням сусідніх виділів, у 2011 р. змінилася дуже мало проти 2001 р. – по підприємству на 0,1 % (див. табл. 3.2, 3.4). Згідно із цим середній зважений клас пожежної небезпеки у лісовому фонді ДП "Кремінське ЛМГ", визначений з урахуванням категорій земель сусідніх виділів, у 2011 р. проти 2001 р. збільшився (від 2,92 до 3,02 бала), тобто пожежна небезпека зменшилася. Клас пожежної небезпеки, визначений з урахуванням категорій земель сусідніх виділів, у 2011 р. проти 2001 р. зменшився лише у Серебрянському лісництві (див. табл. 3.2, 3.4).

Таблиця 3.4

Розподіл площі лісових земель ДП "Кремінське ЛМГ" за класами пожежної небезпеки станом на 2011 р. з урахуванням категорій земель сусідніх виділів (га / %)

Назва лісництва	Клас пожежної небезпеки					Разом	Середній зважений КПН
	1	2	3	4	5		
Житлівське	1418,2 / 28,0	868,6 / 17,2	989,7 / 19,6	308,3 / 6,1	1476 / 29,2	5060,8 / 100,0	2,91
Новокраснянське	2989,8 / 59,8	849,9 / 17,0	342,7 / 6,9	381,4 / 7,6	434,5 / 8,7	4998,3 / 100,0	1,88
Сіточне	264,3 / 6,4	790,2 / 19,1	1490,9 / 36,0	108,2 / 2,6	1482,7 / 35,8	4136,3 / 100,0	3,42
Старокраснянське	694,2 / 12,7	1494,9 / 27,3	1972,9 / 36,0	166,8 / 3,0	1145,2 / 20,9	5474,0 / 100,0	2,92
Кудряшівське	65,3 / 1,6	389,8 / 9,4	3183,0 / 76,8	53,9 / 1,3	452,3 / 10,9	4144,3 / 100,0	3,11
Верігінське	235,0 / 5,1	816,1 / 17,6	2229,9 / 48,5	157,0 / 3,4	1192,6 / 25,8	4630,6 / 100,0	3,27
Комсомольське	130,4 / 3,2	897,8 / 22,3	1342,6 / 33,4	277,4 / 6,9	1371,5 / 34,1	4019,7 / 100,0	3,46
Серебрянське	422,8 / 8,0	1158,3 / 21,9	1480,2 / 28,0	453,3 / 8,6	1766,0 / 33,4	5280,6 / 100,0	3,38
Боровенківське	465,2 / 12,4	820,9 / 21,8	1595,7 / 42,4	43,5 / 1,2	833,9 / 22,2	3759,2 / 100,0	2,99
Разом	6685,2 / 16,1	8086,5 / 19,5	14627,6 / 35,2	1949,8 / 4,7	10154,7 / 24,5	41503,8 / 100,0	3,02

Більший прояв змін за 10 років рівня пожежної небезпеки в лісовому фонді Серебрянського лісництва визначено у випадку врахування категорій земель сусідніх виділів. Просторовий аналіз насаджень Серебрянського лісництва (рис. 3.1, табл. 3.5) свідчить, що пожежна небезпека у 2011 р. зросла за рахунок збільшення площі зрубів і незімкнених культур, а також за рахунок ділянок, які межують зі зрубками, незімкненими культурами, будівлями, садибами, кордонами тощо.

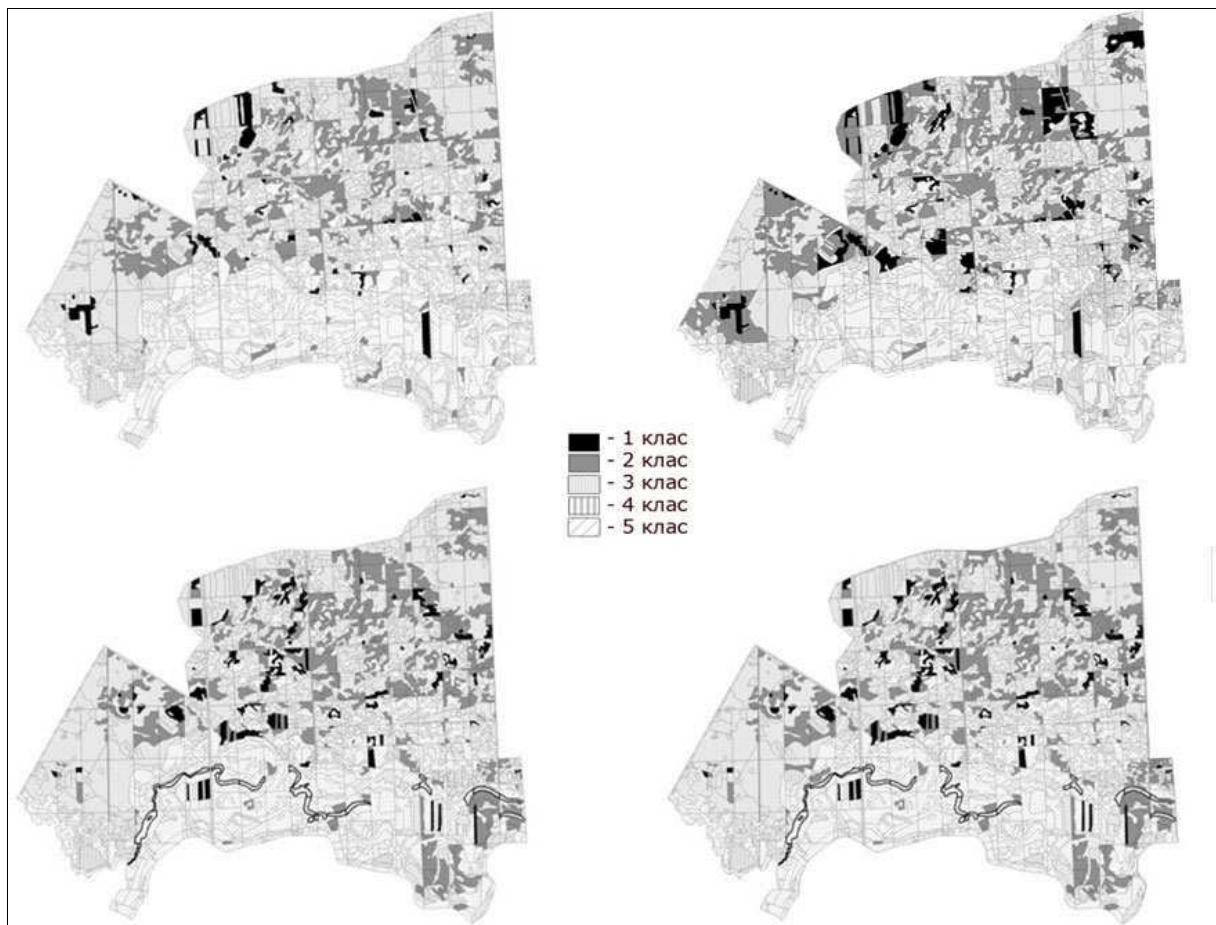


Рис. 3.1. Розподіл площі насаджень Серебрянського лісництва ДП "Кремінське ЛМГ" за класами пожежної небезпеки (верхній ряд – за станом на 2001 р., нижній ряд – за станом на 2011 р.; у кожному ряду ліворуч – класи пожежної небезпеки визначені без урахування категорій земель сусідніх виділів; праворуч – з урахуванням категорій земель сусідніх виділів)

Так, площа ділянок, що межують зі зрубками та незімкненими лісовими культурами, у 2011 р. збільшилася проти 2001 р. на 118 та 325 га (на 2,2 і 6,2 %) відповідно, причому площа ділянок, що

межують із обома зазначеними категоріями земель одночасно, зросла на 88 га і становила у 2011 р. 219 га, або 4,1 % від усіх вкритих лісовою рослинністю земель (див. табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Площа ділянок лісових земель Серебрянського лісництва
ДП "Кремінське ЛМГ", які межують зі зрубами, незімкненими
культурами, будівлями, садибами та кордонами
за даними лісовпорядкування 2001 і 2011 рр.**

Рік лісовпо- рядкуван ня	Загальн а площа наса- джень*	Площа ділянок*, які межують із			
		зру- бами	незімкненими лісовими культурами	одночасно зі зрубами та незімкненими лісовими культурами	з будів- лями, садиба- ми, кордо- нами
2001	5293 / 100	528 / 10,0	474 / 8,9	131 / 2,5	62 / 1,2
2011	5281 / 100	646 / 12,2	799 / 15,1	219 / 4,1	29 / 0,6

*Чисельник – площа, га; знаменник – частка від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель, %

Статистичний аналіз виявив, що перелік виділів, у яких фактично було зареєстровано низові пожежі у ДП "Кремінське ЛМГ" в 2011–2015 рр., у 74,6 % випадках збігався із списком виділів, у яких їх прогнозували.

3.2. Оцінювання пожежної небезпеки насаджень ДП "Тетерівське ЛГ"

Аналіз баз даних лісовпорядкування за 2000 і 2014 рр. свідчить про зміни площі лісових земель за цей період за рахунок зміни їхнього розподілу за лісництвами та кількості самих лісництв. Площу лісових земель розраховували для тих лісництв, які входили до складу лісгоспу станом на рік лісовпорядкування, що пояснює різницю значень цього показника.

Пожежну небезпеку станом на 2000 рік оцінювали без урахування категорій земель сусідніх виділів, а станом на 2014 рік –

за варіантами без урахування категорій земель сусідніх виділів та з урахуванням категорій земель сусідніх виділів.

Як було зазначено вище, саме зруби як основна причина порушення намету лісу є категорією земель, сусідство з якою підвищує пожежну небезпеку. Після створення на зрубках лісових культур небезпека поступово зменшується. У зв'язку із цим ми проаналізували дані стосовно представництва категорії земель "зруби" у ДП "Тетерівське ЛГ" станом на 2000 і 2014 рр. Аналіз даних свідчить, що площа лісових земель ДП "Тетерівське ЛГ", площа свіжих зрубів у 2014 році і їхня частка від площі лісових земель були меншими, ніж у 2000 році в 1,2 і 1,4 разу відповідно (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Площа і кількість виділів категорій земель "зруби" у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" станом на 2000 та 2014 рр.

Рік	Площа, га			Кількість виділів		
	всі лісові землі	зруби	частка зрубів, %	всі лісові землі	зруби	частка зрубів, %
2000	40753,5	577,3	1,4	20629	263	1,3
2014	35146,8	358,6	1,0	17684	229	1,3
Співвідношення, рази	1,2	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0

Водночас середня площа зрубів становила 2,2 і 1,6 га у 2000 і 2014 рр. відповідно. Тому загальна площа зрубів зменшилася у 2014 році в 1,6 разу, а кількість виділів – лише в 1,1 разу, причому частка площі зрубів від площі лісових земель була більшою (1,4 разу), ніж кількість виділів із категорією "зруби" від кількості виділів усіх лісових земель (1 раз). Таким чином, зросла кількість виділів, які межують зі зрубками, що підвищує пожежну небезпеку.

Здійснити просторовий аналіз межування насаджень зі зрубками у 2000 році не було можливості. Аналіз відповідних даних за 2014 рік свідчить, що виділи, які межують із категоріями земель, які підвищують пожежну небезпеку [58, 59], становлять 25,6 % від площі усіх лісових земель ДП "Тетерівське ЛГ". Межують із зрубом або незімкненими лісовими культурами 4450 виділів (25,2 %), з незімкненими лісовими культурами – 3601 виділ (20,4 %), зі зрубками

– 1203 виділи (6,8 %). У міру змикання культур небезпека сусідства насаджень із цими категоріями земель зменшиться.

Водночас деякі ділянки межують одночасно з різних боків зі зрубом і незімкненими лісовими культурами або від одного до чотирьох разів із зазначеним категоріями земель (рис. 3.2).

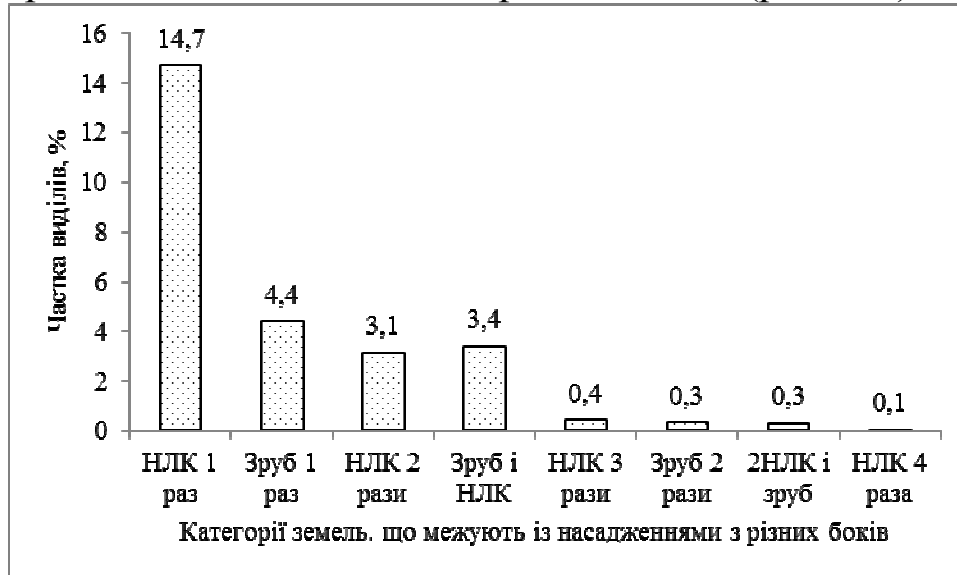


Рис. 3.2. Частка виділів лісових земель ДП "Тетерівське ЛГ", що межують із зрубам та незімкненими культурами з різних боків

Зазначене сусідство підвищує пожежну небезпеку у лісах.

Розрахунки розподілу площі лісового фонду ДП "Тетерівське ЛГ" за класами пожежної небезпеки свідчать, що середній зважений показник пожежної небезпеки був дуже близьким в усіх варіантах розрахунку навіть у випадку його подання з точністю до сотих (табл. 3.7). Він становив 1,98 у варіанті розрахунку за даними лісовпорядкування 2000 року і збільшився до 2,02 у варіанті розрахунку за даними лісовпорядкування 2014 року без урахування категорії земель сусідніх виділів, тобто пожежна небезпека дещо зменшилася. Водночас у варіанті розрахунку за даними лісовпорядкування 2014 року з урахуванням категорії земель сусідніх виділів значення середнього зваженого показника пожежної небезпеки становить 1,96.

Площа лісових земель із найвищою загрозою виникнення пожежі (КПН=1) зменшилася від 17,3 тис. га у 2000 році до 10,9 тис. га у 2014 році (на 6,3 тис. га), але це частково пов'язане зі змінами загальної площі лісових земель. Площа лісових земель із КПН=1, розрахована за базою даних лісовпорядкування 2014 року, у варіанті з

урахуванням категорій земель сусідніх виділів є більшою на 1,6 тис. га у порівнянні з варіантом без урахування сусідніх виділів (35,6 і 31,1% відповідно).

Таблиця 3.7

**Розподіл площі лісових земель ДП "Тетерівське ЛГ" за класами пожежної небезпеки станом на 2000 та 2014 рр.
(тис. га / %)**

Варіант розрахунку	Клас пожежної небезпеки					Разом	Середній зважений КПН
	1	2	3	4	5		
Лісовпорядкування 2000 р., без урахування категорій земель сусідніх виділів	17,3 / 42,3	15,1 / 37,1	2,6 / 6,4	3,6 / 8,9	2,2 / 5,3	40,8 / 100,0	1,98
Лісовпорядкування 2014 р., без урахування категорій земель сусідніх виділів	10,9 / 31,1	17,8 / 50,5	2,6 / 7,4	2,6 / 7,5	1,2 / 3,5	35,1 / 100,0	2,02
Лісовпорядкування 2014 р., з урахуванням категорій земель сусідніх виділів	12,5 / 35,6	16,4 / 46,7	2,4 / 6,7	2,6 / 7,5	1,2 / 3,5	35,1 / 100,0	1,96
Різниця за лісовпорядкуванням 2014 і 2000 рр., тис. га	-6,3	2,6	0,00	-1,0	-0,9	-5,6	—
Різниця варіантів з урахуванням і без урахування сусідніх виділів за лісовпорядкуванням 2014, тис. га	1,6	-1,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	—

Площа лісових земель із КПН=2 у 2014 році у порівнянні з 2000 роком помітно зростає на 2,6 тис. га (див. табл. 3.7). Її частка становила у 2000 році 37,1 %, а у 2014 році – 50,5 і 46,7 % у варіантах без урахування та з урахуванням категорій земель сусідніх виділів.

Зміни площі лісових земель із КПН=3 виявляють такі самі тенденції, але їхня частка значно менша, ніж земель із КПН=1 і КПН=2. Площа лісових земель із КПН=4 і КПН=5 зменшилася у 2014 році у порівнянні з 2000 роком, причому не відрізняється у варіантах урахування категорій земель сусідніх виділів і без їхнього урахування (див. табл. 3.7).

Зважаючи на те, що пожежі є найбільш небезпечними для соснових лісів, частка площі яких збільшилася від 77,8 % у 2000 році до 87,5 %, у подальшому аналізі взято до уваги розподіл площі за класами пожежної небезпеки саме для насаджень, де головною породою є сосна звичайна. Оскільки соснові насадження з КПН=5 були відсутні, відповідний стовпчик у таблицях 3.8–3.10 відсутній.

За базою даних 2000 року більшість площі соснових насаджень кожного лісництва характеризувалися КПН=1 і КПН=2 (див. табл. 3.8). У Мирчанському, Поташнянському та Кодрянському лісництвах у 2000 році площа насаджень із КПН=1 перевершувала площу насаджень із КПН=2 у 2; 1,8 і 1,7 разу, а у Мигальському, Кухарському й Тетерівському лісництвах площа насаджень із КПН=1 поступалася площі насаджень із КПН=2 у 2,1; 1,5 і 1,4 разу. У Блідчанському й Пісківському лісництвах 1 і 2 класи пожежної небезпеки у 2000 році були представлені майже однаково (різниця 1,2 і 1,1 разу відповідно).

Соснові насадження, що характеризувалися КПН=3, у Мирчанському лісництві становили у 2000 році 15,1 %, у Поташнянському – 7,5%, а в решті – менше 5 %. Соснові насадження, що характеризувалися КПН=4, представлені лише в Мирчанському та Поташнянському лісництвах (0,6 і 0,1 % відповідно).

Середній зважений КПН для всіх соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" у 2000 році становив 1,56 і мало відрізнявся за лісництвами. Цей показник мав найбільше значення (1,74) у Мигальському лісництві та найменше – Кодрянському (1,38) (див. табл. 3.8).

Розрахунки за базою даних лісовпорядкування 2014 року без урахування категорій земель сусідніх виділів свідчать, що переважна площа соснових лісів характеризувалася 1 і 2 класами пожежної небезпеки (див. табл. 3.9).

Як і у 2000 році, у 2014 році основна частина соснових насаджень характеризувалися 1 і 2 класами пожежної небезпеки. Водночас насадження в цих класах були представлені майже однаково в Кодрянському лісництві, а в решті лісництв частка площі насаджень із КПН=1 перевищувала частку площі насаджень із КПН=2 у 1,1 (Мирчанське лісництво) – 3,1 разу (Блідчанське та Мигальське лісництва).

Таблиця 3.8

Розподіл площі соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" за класами пожежної небезпеки станом на 2000 р. (га / %)

Назва лісництва	Клас пожежної небезпеки				Разом	Середній зважений КПН
	1	2	3	4		
Блідчанське	1593,2 / 43,0	1956,3 / 52,8	155,0 / 4,2	–	3704,5 / 100,0	1,61
Кодрянське	3561,9 / 62,8	2091,5 / 36,9	18,8 / 0,3	–	5672,2 / 100,0	1,38
Мигальське	1013,4 / 31,0	2109,6 / 64,4	150,3 / 4,6	–	3273,3 / 100,0	1,74
Мирчанське	1611,5 / 56,0	817,9 / 28,4	434,3 / 15,1	16,4 / 0,6	2880,1 / 100,0	1,60
Поташнянське	2410,6 / 59,0	1363,0 / 33,4	306,9 / 7,5	2,2 / 0,1	4082,7 / 100,0	1,49
Тетерівське	1689,0 / 42,3	2299,5 / 57,6	5,8 / 0,1	–	3994,3 / 100,0	1,58
Кухарське	1839,5 / 39,6	2701,8 / 58,1	106,4 / 2,3	–	4647,7 / 100,0	1,63
Пісківське	1583,0 / 45,8	1755,1 / 50,8	118,5 / 3,4	–	3456,6 / 100,0	1,58
Разом	15302,1 / 48,3	15094,7 / 47,6	1296,0 / 4,1	18,6 / 0,1	31711,4 / 100,0	1,56

Середній зважений коефіцієнт пожежної небезпеки соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" за базою даних лісовпорядкування 2014 року у варіанті без урахування категорії земель сусідніх виділів становив 1,74. В окремих лісництвах цей показник варіював від 1,51 (Кодрянське лісництво) до 1,96 (Мирчанське лісництво) (див. табл. 3.9).

Розрахунки за базою даних лісовпорядкування 2014 року з урахуванням земель сусідніх виділів свідчать, що переважна площа соснових лісів характеризувалася 1 і 2 класами пожежної небезпеки (див. табл. 3.10). Середній зважений коефіцієнт пожежної небезпеки, визначений для всіх соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" з використанням бази даних лісовпорядкування 2014 р. становив 1,67, а за окремими лісництвами – від 1,48 (Кодрянське) до 1,76 (Мигальське).

Таблиця 3.9

Розподіл площі соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" за класами пожежної небезпеки станом на 2014 р. (га / %) без урахування категорій земель сусідніх виділів

Назва лісництва	Клас пожежної небезпеки				Разом	Середній зважений КПН
	1	2	3	4		
Блідчанське	873,0 / 23,9	2667,9 / 73,0	114,5 / 3,1	–	3655,4 / 100	1,79
Кодрянське	2148,9 / 50,1	2073,7 / 48,3	67,9 / 1,6	–	4290,5 / 100	1,51
Мигальське	714,9 / 22,7	2238,9 / 71,1	193,7 / 6,2	–	3147,5 / 100	1,83
Мирчанське	785,4 / 33,1	902,8 / 38,1	676,5 / 28,5	7,5 / 0,3	2372,2 / 100	1,96
Поташнянське	1190,3 / 33,8	2037,1 / 57,8	287,4 / 8,2	6,7 / 0,2	3521,5 / 100	1,75
Тетерівське	1044,8 / 25,5	3036,0 / 74,1	15,4 / 0,4	–	4096,2 / 100	1,75
Кухарське	1357,3 / 29,3	3193,2 / 69,0	79,5 / 1,7	–	4630,0 / 100	1,72
Пісківське	991,0 / 36,3	1597,8 / 58,6	137,3 / 5,0	1,5 / 0,1	2727,6 / 100	1,69
Разом	9105,6 / 32,0	17747,4 / 62,4	1572,2 / 5,5	15,7 / 0,1	28440,9 / 100	1,74

При цьому площа соснових насаджень, що характеризувалися 1 класом пожежної безпеки, перевищувала площу соснових насаджень із КПН=2 лише у Кодрянському лісництві (у 1,2 разу), а у решті лісництв площа насаджень із КПН=2 була більшою, ніж із КПН=1 від 1,2 (Пісківське лісництво) до 2,1 і 2,2 разу (Тетерівське та Мигальське лісництва відповідно).

Зіставлення даних, наведених у табл. 3.8 і 3.9, свідчить, що за період 2000–2014 рр. площа соснових лісів із високою пожежною небезпекою, розраховані без урахування зміни категорії земель сусідніх виділів, зменшилися в усіх лісництвах, загалом у ДП "Тетерівське ЛГ" – на 6196,5 га. Найбільше зменшення площа соснових лісів із високою пожежною небезпекою (клас 1) відбулося у Кодрянському (1413 га) та Поташнянському (1220,3 га) лісництвах. Зазначені зміни у Тетерівському лісництві становлять 644,2 га.

Таблиця 3.10

Розподіл площі соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" за класами пожежної небезпеки станом на 2014 р. (га / %) з урахуванням категорій земель сусідніх виділів

Назва лісництва	Клас пожежної небезпеки				Разом	Середній зважений КПН
	1	2	3	4		
Блідчанське	1198,1 / 32,8	2370,2 / 64,8	87,1 / 2,4	–	3655,4 / 100	1,70
Кодрянське	2307,6 / 53,8	1927,1 / 44,9	55,8 / 1,3	–	4290,5 / 100	1,48
Мигальське	920,6 / 29,2	2051,2 / 65,2	175,7 / 5,6	–	3147,5 / 100	1,76
Мирчанське	851,8 / 35,9	920,6 / 38,8	592,3 / 25,0	7,5 / 0,3	2372,2 / 100	1,90
Поташнянське	1306,7 / 37,1	1993,9 / 56,6	214,2 / 6,1	6,7 / 0,2	3521,5 / 100	1,69
Тетерівське	1298,6 / 35,6	2783,4 / 68,0	14,2 / 0,3	–	4096,2 / 100	1,69
Кухарське	1647,5 / 42,9	2909,9 / 62,8	72,6 / 1,6	–	4630 / 100	1,66
Пісківське	1169,2 / 37,6	1443,6 / 52,9	113,3 / 4,2	1,5 / 0,1	2727,6 / 100	1,61
Разом	10700,1 / 37,6	16399,9 / 57,7	1325,2 / 4,7	15,7 / 0,1	28440,9 / 100	1,67

Загалом у ДП "Тетерівське ЛГ" КПН збільшився на 0,18 одиниці, тобто загроза виникнення пожежі зменшилася. Значення КПН найбільше змінилося у Мирчанському (на 0,36 одиниці) та Поташнянському (на 0,26 одиниці) лісництвах. Зазначені зміни у Тетерівському лісництві становлять 0,17 одиниці.

Зіставлення даних, наведених у табл. 3.9 і 3.10, свідчить, що у випадку врахування зміни категорії земель сусідніх виділів КПН у більшості лісництв зменшується на 0,1 одиниці (у Кодрянському – на 0,04 одиниці), тобто загроза виникнення пожежі збільшується. Загалом у ДР "Тетерівське ЛГ" площа з найбільшою загрозою виникнення пожежі збільшується на 1594,5 га, а по окремих лісництвах від 66,4 га у Мирчанському до 325,1 га у Блідчанському, у середньому – на 199,3 га, а у Тетерівському лісництві – на 253,8 га. Просторове розміщення насаджень із КПН=1, визначеним без урахування зміни категорій земель сусідніх ділянок і з урахуванням такої зміни на прикладі Тетерівського лісництва наведено на рис. 3.3.

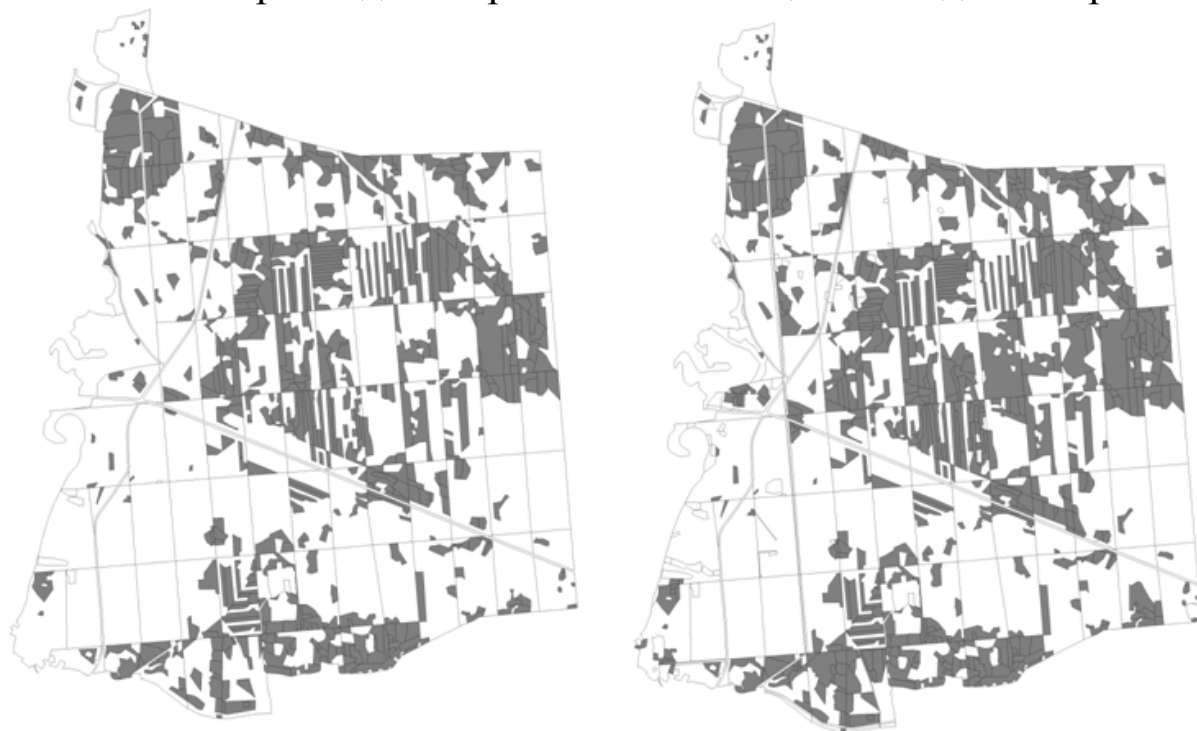


Рис. 3.3. Лісові землі Тетерівського лісництва, що характеризуються першим класом пожежної небезпеки станом на 2014 рік (ліворуч – без урахування зміни категорії земель сусідніх ділянок; праворуч – з урахуванням зміни категорії земель сусідніх ділянок)

Зіставлення даних, наведених у табл. 3.8 і 3.10, свідчить, що у випадку врахування зміни категорії земель сусідніх виділів у 2014

році пожежна небезпека у соснових лісах ДП "Тетерівське ЛГ" у порівнянні з 2000 роком зменшилася не так помітно, як за розрахунком без урахування земель сусідніх виділів. Так загальна площа соснових лісів із КПН=1 зменшилася на 4602 га, а значення КПН збільшилося на 0,11 одиниці. У Тетерівському лісництві у такому варіанті розрахунку площа соснових лісів із КПН=1 зменшилася на 390,4 га, а значення КПН збільшилося на 0,11 одиниці.

Середній зважений КПН, розрахований для соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" мав найменше значення (1,56) за станом на 2000 рік. Унаслідок змін у площі та структурі лісового фонду станом на 2014 рік КПН, розрахований для соснових насаджень без урахування зміни категорії земель сусідніх ділянок становив 1,74 (тобто пожежна небезпека видавалася зменшеною). За розрахунками з урахуванням зміни категорії земель сусідніх ділянок станом на 2014 рік КПН=1,67, тобто пожежна небезпека є меншою, ніж у 2000 році, але більшою, ніж у варіанті розрахунку без урахування зміни категорії земель сусідніх ділянок (рис. 3.4).

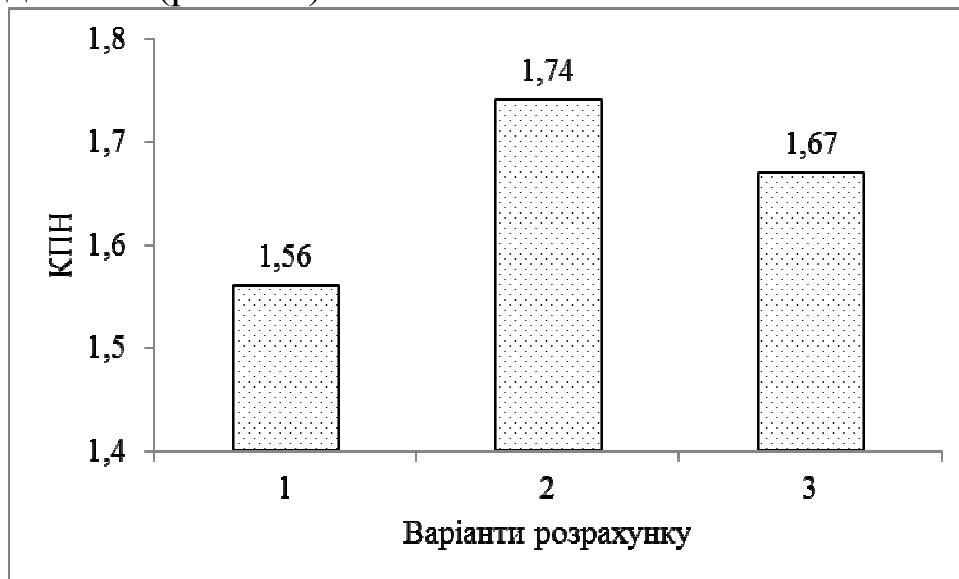


Рис. 3.4. Середній зважений КПН, розрахований для соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" (1 – лісовпорядкування 2000 р., без урахування категорій земель сусідніх виділів; 2 – лісовпорядкування 2014 р., без урахування категорій земель сусідніх виділів; 3 – лісовпорядкування 2014 р., з урахуванням категорій земель сусідніх виділів)

Одержані дані свідчать, що пожежна небезпека у соснових лісах залишається дуже високою. Побудовані карти розподілу насаджень за рівнем пожежної небезпеки дають змогу оптимально розмістити

камери відеоспостережень і розрахувати оптимальні маршрути до місця пожежі із заїздами до водозаборів і лісопожежних станцій.

Висновки до розділу

1. Середній зважений клас пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду більшості лісництв ДП "Кремінське ЛМГ" за 2001–2011 рр. збільшився, тобто загроза виникнення пожежі зменшилася.

У Серебрянському лісництві цього лісгоспу за 2001–2011 рр. клас пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду зменшився від 3,57 до 3,38 бала, у зв'язку зі збільшенням за цей період площі ділянок, що межують зі зрубами та незімкненими лісовими культурами. Значна частина ділянок (218,8 га, або 4,1 % від усіх вкритих лісовою рослинністю земель) у 2011 р. одночасно межували з різних боків зі зрубами та незімкненими культурами, сусідство з якими підвищує пожежну небезпеку. Статистичний аналіз виявив, що перелік виділів, у яких фактично було зареєстровано низові пожежі у ДП "Кремінське ЛМГ" в 2011–2015 рр., у 74,6 % випадках збігався із списком виділів, у яких їх прогнозували.

2. У ДП "Тетерівське ЛГ" загальна площа зрубів у 2014 році була меншою, ніж у 2000 році, а кількість виділів, які межують зі зрубами, зросла, що підвищує пожежну небезпеку. Станом на 2014 рік межують зі зрубом або незімкненими лісовими культурами 4450 виділів (25,2 % усіх виділів лісових земель), з незімкненими лісовими культурами – 3601 виділ (20,4 %), зі зрубами – 1203 виділи (6,8 %), причому деякі ділянки межують одночасно з різних боків зі зрубами й незімкненими лісовими культурами. Зазначене сусідство підвищує пожежну небезпеку у лісах.

3. Площа лісових земель із найвищою загрозою виникнення пожежі (КПН=1) зменшилася у ДП "Тетерівське ЛГ" від 17,3 тис. га у 2000 році до 10,9 тис. га у 2014 році (на 6,3 тис. га), але це частково пов'язане зі змінами загальної площі лісових земель. Станом на 2014 рік площа лісових земель із КПН=1 у варіанті з урахуванням категорій земель сусідніх виділів є більшою на 1,6 тис. га у порівнянні з варіантом без урахування сусідніх виділів (35,6 і 31,1% відповідно). Загальна площа соснових лісів із КПН=1 зменшилася за

цей період на 4602 га, а середнє зважене значення КПН збільшилося на 0,11 одиниці.

4. Одержані дані свідчать, що пожежна небезпека у соснових лісах проаналізованих підприємств залишається дуже високою. Побудовані карти розподілу насаджень за рівнем пожежної небезпеки дають змогу оптимально розмістити камери відеоспостережень і розрахувати оптимальні маршрути до місця пожежі із заїздами до водозаборів і лісопожежних станцій.

РОЗДІЛ 4

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ОСЕРЕДКІВ МАСОВОГО РОЗМНОЖЕННЯ КОМАХ-ХВОЄГРИЗІВ

Масові розмноження комах-хвоєлистогризів (спалахи) – одна з найбільш важливих причин ослаблення лісів. Багато уваги приділено виявленню закономірностей просторово-часової динаміки популяцій цих шкідників, прогнозуванню їхніх спалахів, зокрема в умовах зміни клімату. Показано, що спалахи комах-хвоєлистогризів розвиваються синхронно у різних регіонах і ділянках лісу, насамперед там, де екологічні умови мало сприятливі для лісу [65].

Для оперативного виявлення осередків і запобігання розвитку спалахів дуже важливо точно знати ділянки, які найбільш сприятливі для комах-хвоєлистогризів. Методичні підходи стосовно оцінювання принадності ділянок насаджень для найбільш поширених видів комах-хвоєлистогризів розроблені давно та протестовані у Харківській, Херсонській, Луганській і Житомирській областях України [1, 2, 75, 84, 149].

Згідно з таким підходом здійснено балове оцінювання ділянок лісу з урахуванням типу лісорослинних умов, віку насаджень, повноти та частки сосни у їхньому складі та підраховано загрозу для кожного виділу з використанням бази даних лісовпорядкування. Виділи з максимальною загрозою виникнення осередків комах-хвоєлистогризів слід обстежувати в першу чергу, а сумарна площа цих ділянок відповідає потенційній площі осередків певного виду комах у роки спалаху масового розмноження.

У різних країнах широко використовують, поряд із авіаційним наглядом і дистанційним зондуванням, ГІС-технології для оцінювання пошкодження лісу різними чинниками, зокрема комахами. В УкрНДІЛГА побудовані карти лісових масивів, узгоджені з географічними координатами та базами даних лісовпорядкування. До них можуть бути додані додаткові поля, які містять характеристики преференцій окремих комах, дані про їхню чисельність, пошкодження лісу вогнем, вітром тощо.

Такий підхід дає можливість не тільки виявляти осередки, але й прогнозувати тенденції їхнього розвитку у часі та просторі. Водночас досі не брали до уваги можливість зміни категорії земель сусідніх

ділянок, хоча відомо, що ризик виникнення спалахів комах-хвоєлистогризів зростає, якщо залісена сусідня ділянка стає зрубом, згарищем, дорогою або іншою категорією земель, не вкритих лісом. Вплив зміни категорії земель на поширення осередків комах-хвоєлистогризів можливо врахувати за допомогою ГІС-технологій. Подібний підхід, розроблений для оцінювання загрози поширення пожеж, дає змогу будувати відповідні тематичні карти, одержувати переліки ділянок лісу з високим ризиком виникнення пожежі, визначати відповідну площу, планувати необхідні превентивні заходи, а також вдосконалювати алгоритм оптимальної мобілізації транспортних засобів у випадку виникнення пожежі. Використання ГІС-технологій дає змогу також передбачати поширення осередків комах-хвоєлистогризів у випадку зміни віку, складу або повноти насаджень.

4.1. Прогнозування поширення осередків соснових пильщиків у насадженнях ДП "Кремінське ЛМГ"

Аналіз матеріалів лісовпорядкування свідчить, що площа лісових насаджень ДП "Кремінське ЛМГ" збільшилася від 41401,5 га у 2001 р. до 41503,8 га у 2011 р. Площа соснових насаджень зросла від 26340,4 до 26827,8 га, а частка соснових насаджень у лісовому фонді – від 63,6 до 64,6 % (табл. 4.1). Згідно із цим збільшилася площа насаджень, доступних для поширення осередків соснових пильщиків. Площа насаджень із високою загрозою поширення осередків рудого соснового пильщика зросла від 10701,7 га у 2001 р. до 11404,5 га у 2011 р. (на 702,8 га), а стосовно звичайного соснового пильщика – від 11266,5 га у 2001 р. до 13270,7 га у 2011 р. (на 2004,2 га).

Частина площі осередків рудого соснового пильщика від площі лісового фонду зросла за цей період від 25,8 до 27,5 %, а звичайного соснового пильщика – від 27,2 до 32 %. Частина площі осередків рудого та звичайного соснових пильщиків від площі соснових лісів зросла від 40,6 до 42,5 % та від 42,8 до 49,5 % відповідно (табл. 4.1).

Інтенсивніший ріст площ осередків звичайного соснового пильщика, ніж рудого, пов'язаний із більшою світлолюбністю першого виду. Він надає перевагу ділянкам із меншою повнотою.

Таблиця 4.1

Прогнозована площа лісів із високою загрозою поширення осередків соснових пильщиків у ДП "Кремінське ЛМГ"

Показники	Площа осередків (га) або її частка (%)			
	Рудий сосновий пильщик		Звичайний сосновий пильщик	
	оцінена за даними лісовпорядкування:			
	2001 р.	2011 р.	2001 р.	2011 р.
Площа лісового фонду, га	41401,5	41503,8	41401,5	41503,8
Площа соснових насаджень, га	26340,4	26827,8	26340,4	26827,8
Площа осередків, га				
– без урахування категорії земель сусідніх виділів	10701,7	11404,5	11266,5	13270,7
– з урахуванням категорії земель сусідніх виділів	11029,4	11571,9	11508,8	13533,9
Частка від площі лісового фонду, %				
– без урахування категорії земель сусідніх виділів	25,8	27,5	27,2	32,0
– з урахуванням категорії земель сусідніх виділів	26,6	27,9	27,8	32,6
Частка від площі соснових насаджень, %				
– без урахування категорії земель сусідніх виділів	40,6	42,5	42,8	49,5
– з урахуванням категорії земель сусідніх виділів	41,9	43,1	43,7	50,4

Тому, якщо брати до уваги лише повноту насадження, то розрахунки свідчать про збільшення площі з високою загрозою спалахів за 2001–2011 рр. від 853,5 до 2576 га, причому частина площі з високою загрозою від усієї прогнозованої площі осередків (з низькою, помірною та високою загрозою) зросла від 3,2 до 9,6 % (рис. 4.1). Зміни категорії земель сусідніх виділів також вплинули на ріст площі осередків соснових пильщиків. Так з урахуванням категорії земель сусідніх виділів у 2001 р. прогнозована площа осередків рудого та звичайного соснових пильщиків є на 327,7 та 242,3 га більшою відповідно, ніж з урахуванням категорії земель сусідніх виділів. За даними 2011 р. відповідна різниця становила 167,4 та 263,2 га для осередків рудого та звичайного соснових пильщиків відповідно. За 2001–2011 рр. площа соснових лісів із

високою загрозою виникнення осередків рудого та звичайного соснових пильщиків, визначеною з урахуванням категорій земель сусідніх виділів, зроста на 542,5 і 2025,1 га відповідно (див. табл. 4.1).

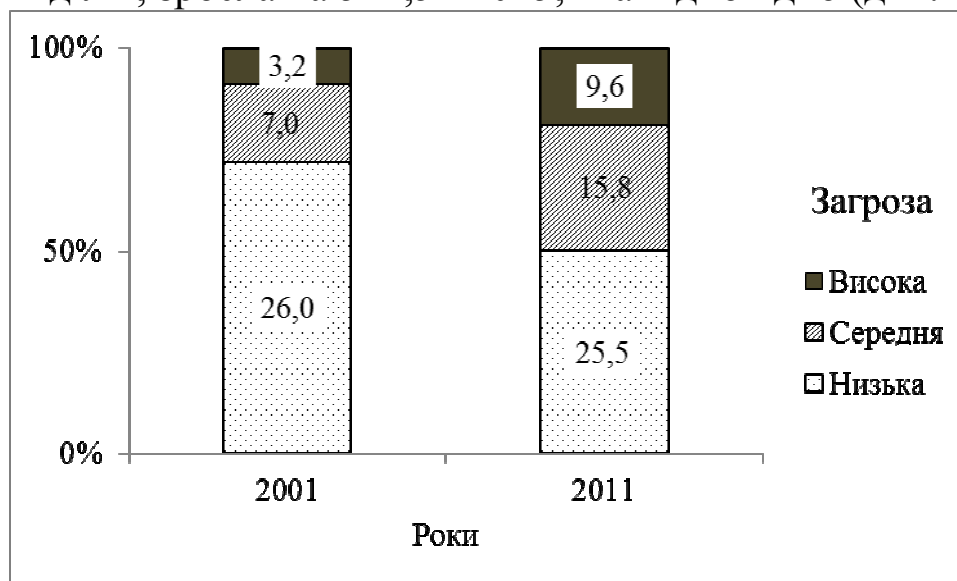


Рис. 4.1. Поширення площі осередків соснових пильщиків у ДП "Кремінське ЛМГ" за рівнями загрози з урахуванням зміни повноти насаджень за 2001–2011 рр.

Тренд зростання площі осередків соснових пильщиків у зв'язку зі зменшенням повноти насаджень і збільшенням кількості виділів, які межують із зрубам, підтверджений також для окремих лісництв ДП "Кремніське ЛМГ", зокрема Серебрянського (рис. 4.2–4.4). Так площа соснових насаджень Серебрянського лісництва з високою загрозою поширення осередків рудого соснового пильщика, оцінена за базою даних 2011 року, перевищила на 209 і 261,1 га таку площу, оцінену за базою даних 2001 року, а стосовно звичайного соснового пильщика перевищення становило 416,5 та 448,9 га у випадках без урахування та з урахуванням категорії земель сусідніх виділів.

Завдяки більшій світлолюбності звичайного соснового пильщика він є більш чутливим не тільки до зменшення повноти, але й до утворення зрубів на сусідніх ділянках [65].

Площа соснових лісів у Серебрянському лісництві становила 2627,5 та 2688,1 га у 2001 і 2011 рр., частка площі із найвищою загрозою поширення осередків рудого соснового пильщика від усіх соснових насаджень зроста від 30,3 до 39,3 %, а звичайного соснового пильщика – від 42,3 до 58 %.

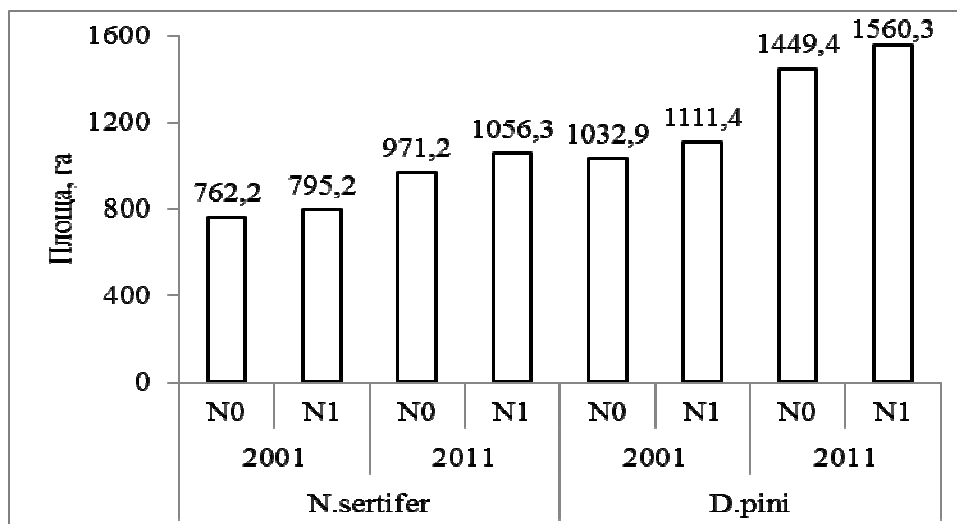


Рис. 4.2. Площа осередків рудого (*N. sertifer*) та звичайного (*D. pini*) соснових пильщиків у Серебрянському лісництві ДП "Кремінське ЛМГ", оцінена за базами даних лісовпорядкування 2001 і 2011 рр. без урахування (N0) та з урахуванням (N1) категорії земель сусідніх виділів

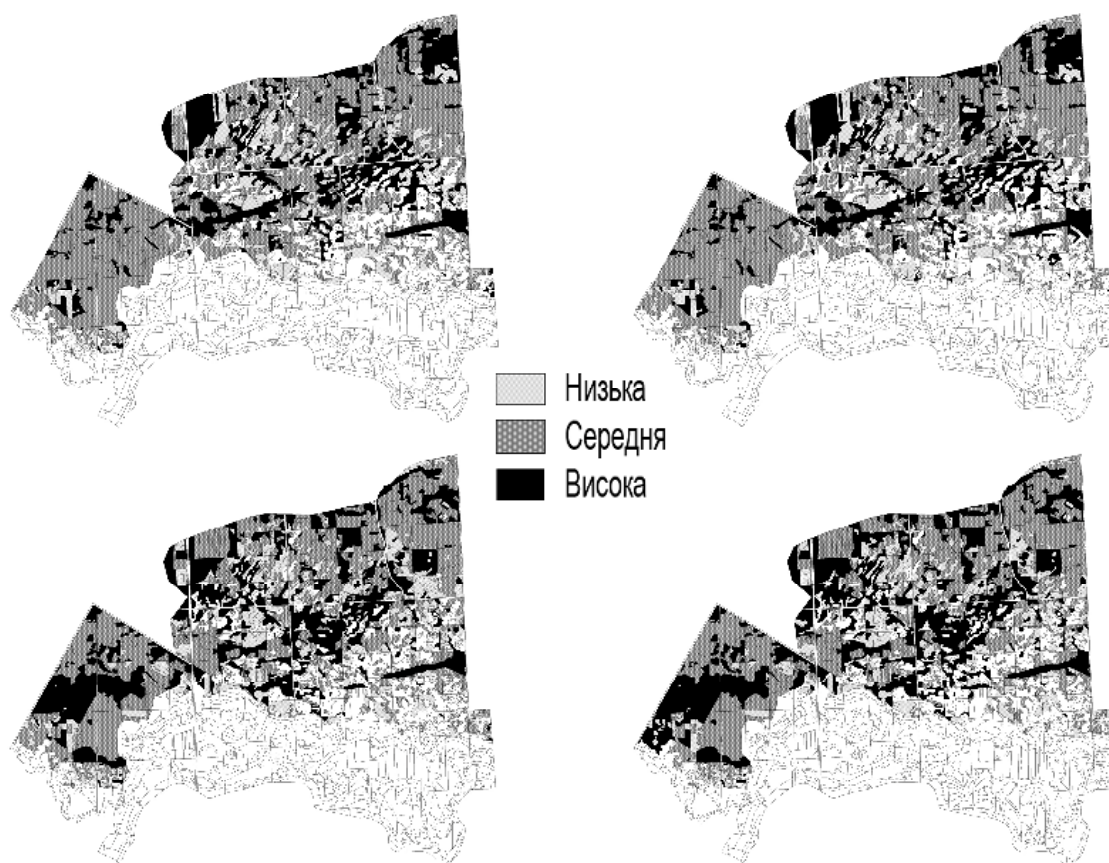


Рис. 4.3. Прогнозована загроза поширення осередків рудого соснового пильщика у Серебрянському лісництві ДП "Кремінське ЛМГ" (верхній ряд – станом на 2001 р., нижній ряд – станом на 2011 р.; у кожному ряду ліворуч – без урахування категорій земель сусідніх виділів, праворуч – з урахуванням категорій земель сусідніх виділів)

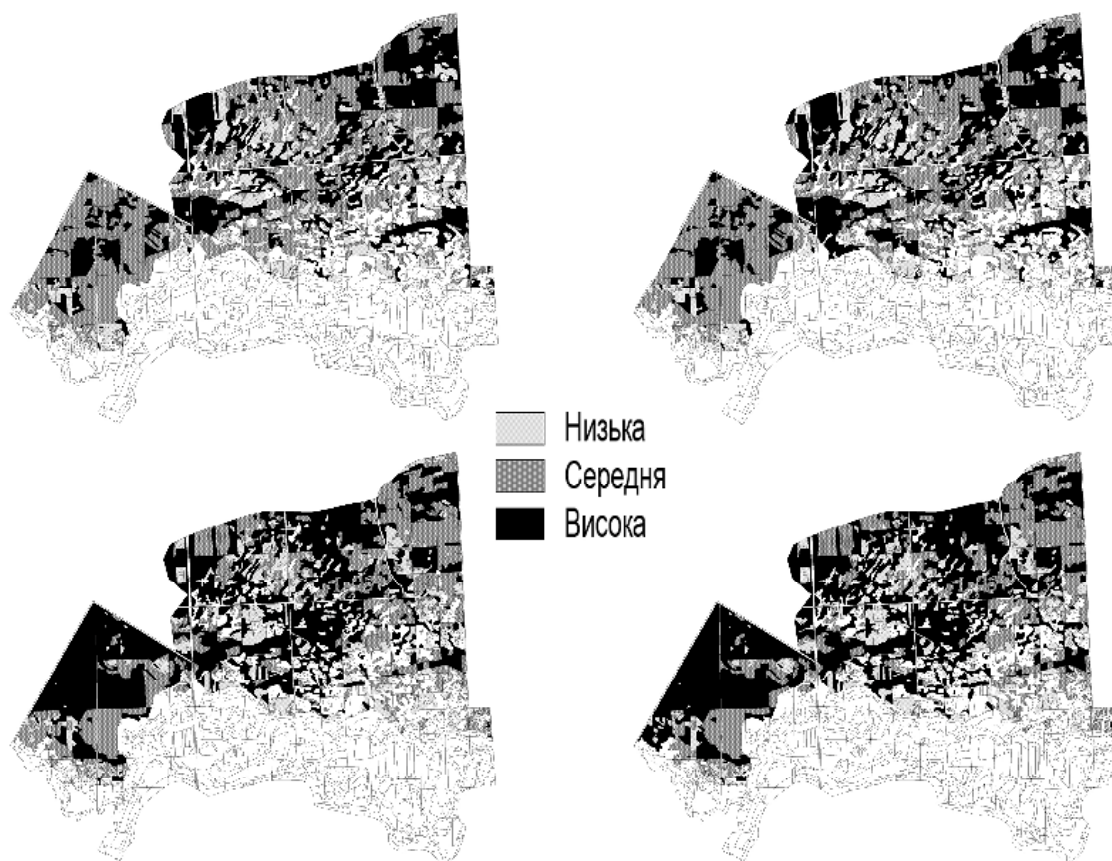


Рис. 4.4. Прогнозоване поширення осередків звичайного соснового пильщика у Серебрянському лісництві ДП "Кремінське ЛМГ" (див. пояснення до рис. 4.3)

Одержані дані свідчать, що суцільна обробка соснових лісів інсектицидами не є доцільною, тому що потенційна площа осередків рудого соснового пильщика не може перевищити 39,3 % площі соснових лісів, а площа осередків звичайного соснового пильщика не може перевищити 58 % площі соснових лісів.

4.2. Прогнозування поширення осередків соснових пильщиків у насадженнях ДП "Тетерівське ЛГ"

На відміну в ДП "Кремінське ЛМГ", у ДП "Тетерівське ЛГ" спалахи соснових пильщиків за останні 20 років реєстрували лише один раз у 2002 році. На початку 2002 року площа осередку становила 662 га, а після проведення обприскування насаджень на кінець року знизилася до 540 га. Під час обстеження насаджень у 2002 році осередки соснових пильщиків були виявлені в усіх

лісництвах цього лісгоспу на загальній площі 13060 га, зокрема з високою чисельністю шкідника 7086 га.

Наші розрахунки, виконані з використанням бази даних лісовпорядкування 2000 року, свідчать, що прогнозована максимальна площа осередків соснових пильщиків у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" відповідає фактичній, що підтверджує вірність методичного підходу.

Основними лісотаксаційними параметрами, які визначають принадність ділянок насаджень для соснових пильщиків, є повнота, вік, склад і тип лісорослинних умов, причому останній більше показує придатність ділянок для вирощування соснових лісів. Водночас у найменш сприятливих умовах для сосни вона є більш сприйнятливою до заселення комахами чи ураження хворобами.

Зіставлення бази даних лісовпорядкування 2000 і 2014 рр. свідчить, що розподіл соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" за типом лісорослинних умов мало змінився (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Площа ділянок соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ", що характеризуються максимальним балом принадності для соснових пильщиків за окремими лісотаксаційними параметрами, за даними лісовпорядкувань 2000 і 2014 рр.

Вид комахи	Рік лісо- впоряд- кування	Площа з вищим балом принадності (га)/ частка від площі соснових лісів (%) за параметрами:			
		ТЛУ	віку	складу	повноти
РСП	2000	135,1 / 0,4	5373,0 / 16,9	22980,8 / 72,5	136,6 / 0,4
	2014	140,2 / 0,5	2744,2 / 9,7	20334,6 / 71,5	254,8 / 0,9
ЗСП	2000	2238,3 / 7,1	5373,0 / 16,9	22980,8 / 72,5	936,1 / 3,0
	2014	2245,5 / 7,9	2744,2 / 9,7	20334,6 / 71,5	1105,8 / 3,9

Примітка: сумарна площа принадних ділянок за всіма параметрами відрізняється від площі соснових насаджень, оскільки кожна ділянка може мати високу принадність за декількома параметрами.

Невеликі зміни відбулися за рахунок зміни категорії земель окремих ділянок. За цим параметром досліджені соснові насадження є більш принадними для звичайного соснового пильщика, ніж для

рудого соснового пильщика, оскільки для першого виду умови A_2 оцінюються найвищим балом принадності [65].

Середній вік соснових насаджень станом на 2000 і 2014 рр. становив 45,5 та 56,3 року відповідно, що відповідає 4 балу загрози виникнення осередків рудого соснового пильщика і 3 балу – звичайного соснового пильщика (див. розділ 2, табл. 2.4, 2.5).

Значення відносної повноти відіграє більшу роль у формуванні принадності насаджень до звичайного соснового пильщика, оскільки він є теплолюбним видом [65]. Середня зважена відносна повнота соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" у 2014 році дещо збільшилася (від 0,71 у 2000 році до 0,74 у 2014 році), тобто за цим показником уразливість соснових насаджень до соснових пильщиків зменшилася.

Площа ділянок із часткою сосни 9 і 10 одиниць зменшилася від 22980,8 га у 2000 році до 20334 га у 2014 році, але їхня частка залишається доволі високою (72,5 і 71,5 % відповідно) (див. табл. 4.2). Такі насадження є дуже припадними для соснових пильщиків.

Крім зазначених параметрів насаджень на їхню припадність до комах-хвоєгризів впливає зміна категорій земель сусідніх виділів [65]. Відповідні зміни відбулися за період 2000–2014 рр. та продемонстровані у розділі 3 (табл. 3.6, рис. 3.2).

Розрахунок припадності соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" свідчить, що у 2014 році середній зважений бал загрози поширення осередків обох видів соснових пильщиків є меншим, ніж у 2000 році. Припадність цих насаджень у випадку урахування зміни категорії земель сусідніх виділів є дещо більшою, ніж без урахування зміни категорії земель сусідніх виділів (рис. 4.5).

Прогнозована за даними лісовпорядкування 2000 року площа соснових лісів із дуже високою загрозою поширення осередків рудого соснового пильщика становила 222,2 га, а за даними 2014 року – 59 га. Водночас цей показник понад удвічі перевищив площу осередків, прогнозовану за даними 2000 року, коли було взято до уваги зміну категорії земель сусідніх виділів, і сягнув 485,8 га (табл. 4.3).

Площа з високою загрозою виникнення осередків рудого соснового пильщика також мала б знизитися від 13699,5 га у 2000 році, коли вона становила 43,2 % площі соснових насаджень, до 6521,0 га (22,9 %) у 2014 році. Водночас із урахуванням зміни

категорій земель сусідніх виділів прогнозована площа є дещо більшою (7390,3 га, або 26,0 % площі соснових насаджень).

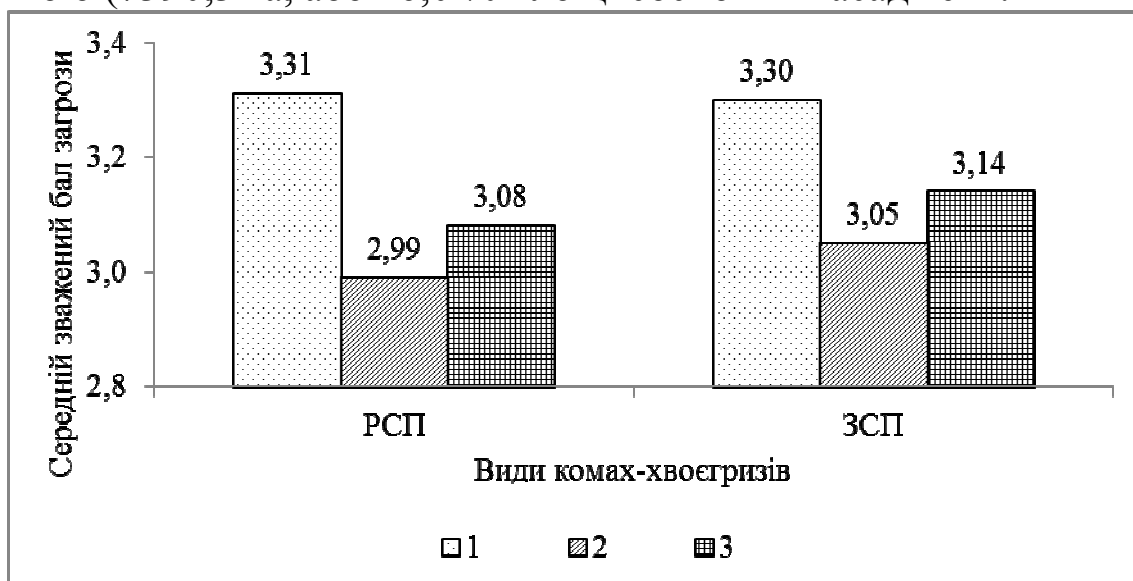


Рис. 4.5. Середній зважений бал загрози поширення осередків рудого соснового пильщика (РСП) та звичайного соснового пильщика (ЗСП) розрахований для соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" (1 – лісовпорядкування 2000 р., без урахування категорій земель сусідніх виділів; 2 – лісовпорядкування 2014 р., без урахування категорій земель сусідніх виділів; 3 – лісовпорядкування 2014 р., з урахуванням категорій земель сусідніх виділів)

Таблиця 4.3

Прогнозована площа соснових лісів із дуже високою та високою загрозою поширення осередків рудого соснового пильщика у ДП "Тетерівське ЛГ"

Показники	Площа осередків (га) або її частка (%) оцінені за даними лісовпорядкування	
	2000 р.	2014 р.
Площа соснових насаджень, га	31711,0	28440,0
<i>Площа осередків із дуже високою загрозою, га / частка, %</i>		
– без урахування категорії земель сусідніх виділів	222,2 / 0,7	59,0 / 0,2
– з урахуванням категорії земель сусідніх виділів	–	485,8 / 1,7
<i>Площа осередків із високою загрозою, га / частка, %</i>		
– без урахування категорії земель сусідніх виділів	13699,5 / 43,2	6521,0 / 22,9
– з урахуванням категорії земель сусідніх виділів	–	7390,3 / 26,0

Поширення ділянок із високою та дуже високою загрозою виникнення осередків рудого соснового пильщика на прикладі Тетерівського лісництва наведено на рис. 4.6.



Рис. 4.6. Прогнозоване поширення осередків рудого соснового пильщика у Тетерівському лісництві ДП "Тетерівське ЛГ", розраховане за базою даних лісовпорядкування станом на 2014 р. (ліворуч – без урахування категорій земель сусідніх виділів, праворуч – з урахуванням категорій земель сусідніх виділів; сіре забарвлення – висока загроза виникнення осередків; чорне забарвлення – дуже висока загроза виникнення осередків)

Прогнозована за лісовпорядкуванням 2000 року площа соснових лісів із дуже високою загрозою поширення осередків звичайного соснового пильщика становила 438,5 га, а за даними 2014 року – 172,8 га. Цей показник в 1,7 разу перевищив площу осередків, прогнозовану за даними 2000 року, коли було взято до уваги зміну категорії земель сусідніх виділів, і сягнув 731,1 га (табл. 4.4).

Площа з високою загрозою виникнення осередків звичайного соснового пильщика також мала б знизитися майже вдвічі (від 13808,4 га у 2000 році (43,5 % площі соснових насаджень) до 7612,3 га (26,8 %) у 2014 році. Водночас із урахуванням зміни категорій земель сусідніх виділів прогнозована площа осередків становитиме 8376,8 га, або 29,5 % площі соснових насаджень. Прогнозовану загрозу виникнення осередків звичайного соснового пильщика показано на прикладі Тетерівського лісництва (рис. 4.7).

Прогнозована площа лісів із дуже високою та високою загрозою поширення осередків звичайного соснового пильщика у ДП "Тетерівське ЛГ"

Показники	Площа осередків (га) або її частка (%) оцінені за даними лісовпорядкування	
	2000 р.	2014 р.
Площа соснових насаджень, га	31711,0	28440,0
<i>Площа осередків із дуже високою загрозою, га / частка, %</i>		
– без урахування категорії земель сусідніх виділів	438,5 / 1,4	172,8 / 0,6
– з урахуванням категорії земель сусідніх виділів	–	731,1 / 2,6
<i>Площа осередків із високою загрозою, га / частка, %</i>		
– без урахування категорії земель сусідніх виділів	13808,4 / 43,5	7612,3 / 26,8
– з урахуванням категорії земель сусідніх виділів	–	8376,8 / 29,5



Рис. 4.7. Прогнозоване поширення осередків звичайного соснового пильщика у Тетерівському лісництві ДП "Тетерівське ЛГ", розраховане за базою даних лісовпорядкування станом на 2014 р. (ліворуч – без урахування категорій земель сусідніх виділів, праворуч – з урахуванням категорій земель сусідніх виділів; сіре забарвлення – висока загроза виникнення осередків; чорне забарвлення – дуже висока загроза виникнення осередків)

Спалахи масового розмноження соснових пильщиків виникають з інтервалами в середньому 12 років, в окремих регіонах – від семи років. Для соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" такі спалахи не є характерними. Водночас зважаючи на зміну клімату та збільшення площі ділянок, принадних для формування осередків цих шкідників, слід підвищити увагу до обстеження насаджень, насамперед – у виділах із найбільшою загрозою підвищення чисельності цих комах.

Висновки до розділу

1. У лісовому фонді ДП "Кремінське ЛМГ" площа з високою загрозою виникнення спалахів рудого соснового пильщика та звичайного соснового пильщика за 2001–2011 рр. зросла на 702,8 та 2004,2 га відповідно. Частка площі осередків рудого соснового пильщика та звичайного соснового пильщика становила 27,5 і 32 % від площі лісового фонду, 42,5 і 49,5 % відповідно від площі соснових насаджень.

2. Площі осередків соснових пильщиків збільшилися переважно внаслідок зменшення відносної повноти насаджень і збільшення кількості виділів, які межують зі зрубам.

3. На прикладі Серебрянського лісництва ДП "Кремінське ЛМГ" визначено, що площа соснових насаджень із високою загрозою поширення осередків рудого соснового пильщика зросла за 2001–2011 рр. на 209 і 261,1 га, а звичайного соснового пильщика – на 416,5 і 448,9 га за розрахунками без урахуванням сусідніх виділів та з їхнім урахуванням відповідно.

4. За період 2000–2014 рр. розподіл соснових насаджень ДП "Тетерівське ЛГ" за типом лісорослинних умов мало змінився, середній вік збільшився на один клас, середня зважена відносна повнота – від 0,71 до 0,74. Площа чистих соснових насаджень залишається доволі високою (71,5 % від площі соснових лісів). Такі насадження є дуже принадними для соснових пильщиків.

Середній зважений бал загрози поширення осередків рудого та звичайного соснових пильщиків у соснових насадженнях ДП "Тетерівське ЛГ" є меншим, ніж у 2000 році. Водночас принадність цих насаджень у випадку урахування зміни категорії земель сусідніх виділів є дещо більшою, ніж без їхнього урахування.

5. Площа з високою та дуже високою загрозою виникнення осередків рудого та звичайного соснових пильщиків за 2000–2014 рр. зменшилася майже вдвічі, але з урахуванням зміни категорій земель сусідніх виділів становить 26,0 % і 29,5 % площі соснових насаджень відповідно.

6. Рекомендується здійснювати нагляд за сосновим пильщиками насамперед у виділах із високою загрозою виникнення осередків, переліки яких нами визначені. Одержані дані надають змогу зменшити витрати часу та коштів як на обстеження насаджень, так і на їхню обробку інсектицидами.

РОЗДІЛ 5

ПОШИРЕННЯ ОСЕРЕДКІВ УСИХАННЯ СОСНОВИХ ЛІСІВ ЗА УЧАСТЮ КОРОЇДІВ (на прикладі ДП "Тетерівське ЛГ")

Останнім часом у багатьох країнах Європи, зокрема в Україні зросла площа осередків усихання соснових лісів. Ослаблені дерева заселяли стовбурові шкідники, розмножувалися й поширювалися у насадженнях. Умови виявилися найбільш сприятливими для верхівкового короїда *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), який заселяє гілки та верхівки стовбурів, що ускладнює виявлення перших ознак заселення дерев. Заселені шкідником дерева стають доступними для поселення інших, менш агресивних комах, які розвиваються у нижній частині стовбурів і заподіюють шкоду найціннішій деревині, яку підсилює поширення в ходах збудників деревозабарвлювальних і дереворуйнівних грибів.

Верхівковий короїд розвивається в декількох поколіннях на рік, зокрема сестринських і заселяє дерева практично постійно в період від початку травня до кінця серпня. Заселені дерева упродовж декількох тижнів ослаблюються та всихають, а їхні крони змінюють колір від зеленого до сіруватого та червонуватого [76, 107].

Верхівковий короїд формує осередки у вигляді куртин, заселяючи спочатку сильно ослаблені дерева, а за високої чисельності – менш ослаблені. За відсутності сприйнятливих для заселення дерев жуки долають сотні метрів і утворюють осередки на нових місцях. Чим менше сприйнятливих дерев у лісі, тим більшою є відстань між осередками, і тим меншою є площа осередків. Кількісне оцінювання просторово-часової динаміки осередків верхівкового короїда здійснювали лише в Італії в лісовому масиві, де під час масового розмноження цього шкідника не проводили ніяких санітарно-оздоровчих заходів [134, 135]. В Україні цим питанням досі не приділяли уваги.

5.1. Динаміка площ осередків усихання соснових лісів ДП "Тетерівське ЛГ"

Часову динаміку процесів усихання лісів опосередковано характеризує динаміка площ, де проведені санітарні рубки. Водночас, у

статистичній звітності, зокрема у санітарних оглядах, зазвичай не вказують породи та причини всихання, а також не зазначають випадки, коли вибіркові санітарні рубки здійснюють в тих самих виділах декілька разів на рік, або коли через певний час після проведення вибіркового санітарного рубок доводиться призначати суцільну санітарну рубку.

Аналіз даних стосовно динаміки площ насаджень ДП "Тетерівське ЛГ", в яких проведено санітарно-оздоровчі заходи у 2001–2017 рр., свідчить, що у цей період вибірково санітарну рубку проводили в середньому на площі 1231,5 га/рік (рис. 5.1).

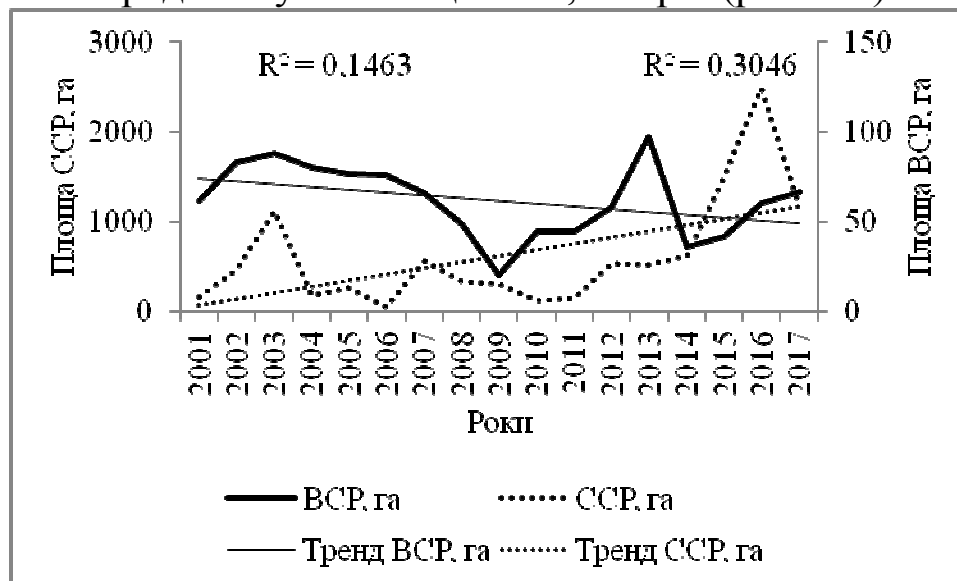


Рис. 5.1. Динаміка площі соснових лісів лісового фонду ДП "Тетерівське ЛГ", охоплених санітарними рубками у 2001–2017 рр.

Загалом площа насаджень, охоплена вибілковими санітарними рубками, за досліджений період мала тенденцію до зменшення ($R^2=0,1463$; $r=0,38$). Водночас після мінімального за період значення 398 га/рік у 2009 р. цей показник різко збільшився до 1947 га/рік у 2013 р.

Суцільні санітарні рубки проводили в середньому на площі 30,9 га/рік, причому значення показника становили від 2,1 га у 2006 році до 124 га у 2016 році. Загалом за проаналізований період виявлено тренд до зростання площі суцільних санітарних рубок ($R^2=0,3046$; $r=0,55$). Якщо до 2010 року в окремі періоди площа суцільних санітарних рубок збільшувалася та зменшувалася, то починаючи з 2010 року цей показник неухильно зростає. Останній максимум

площі суцільних санітарних рубок було визначено через три роки після максимуму площі вибіркового санітарного рубу (див. рис. 5.1).

Загальний запас деревини, вилученої під час суцільних і вибіркового санітарних рубок, а також запас на 1 га, у другу половину проаналізованого періоду помітно збільшилися (рис. 5.2, 5.3).

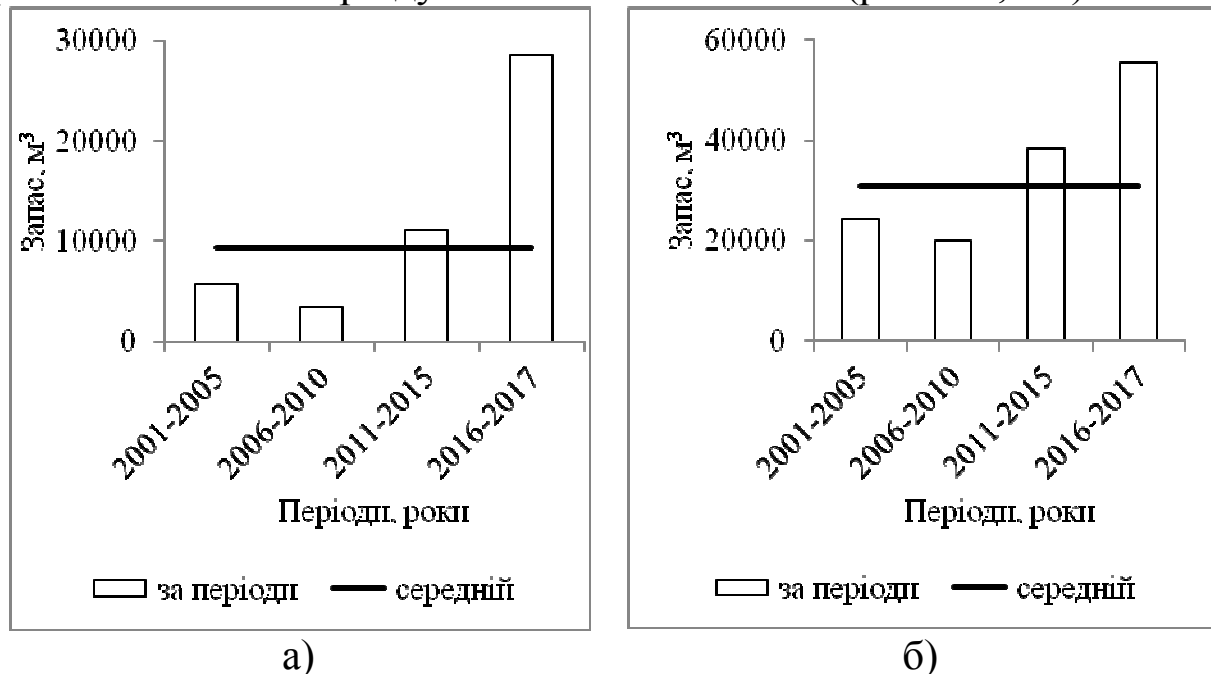


Рис. 5.2. Запас деревини, одержаної під час суцільних (а) та вибіркового (б) санітарних рубок у різні періоди в ДП "Тетерівське ЛГ"

Так запас деревини, одержаної від суцільних санітарних рубок у 2001–2005 та 2006–2010 рр. поступався середньому значенню показника за 2001–2017 рр. на 38,6 і 62,9 %, або в 1,6 і 2,7 разу відповідно, тоді як запас деревини, одержаної від суцільних санітарних рубок у 2011–2015 і 2016–2017 рр., перевершував середні значення на 19,2 і 205,9 %, або в 1,2 і 3,1 разу відповідно (див. рис. 5.2).

Запас деревини, одержаної від вибіркового санітарного рубу у 2001–2005 та 2006–2010 рр. поступався середньому значенню показника за 2001–2017 рр. на 21 і 35,2 %, або в 1,3 і 1,5 разу відповідно, тоді як запас деревини, одержаної від суцільних санітарних рубок у 2011–2015 і 2016–2017 рр., перевершував середні значення на 24,2 і 80,1 %, або в 1,2 і 1,8 разу відповідно (див. рис. 5.3). При цьому середній запас деревини, одержаної від вибіркового санітарного рубу ($30806,9 \text{ м}^3$), виявився у 3,3 разу більшим, ніж одержаної від суцільних санітарних рубок ($9332,1 \text{ м}^3$) (див. рис. 5.3).

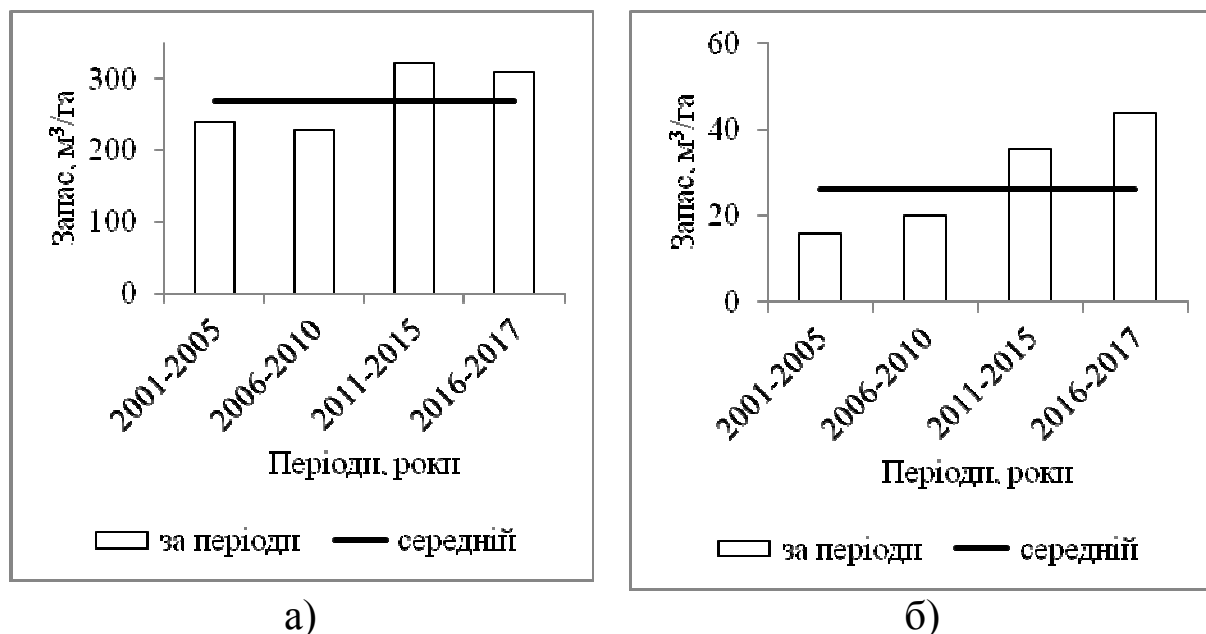


Рис. 5.3. Запас деревини, одержаний з одного гектару під час суцільних (а) та вибіркових (б) санітарних рубок у різні періоди в ДП "Тетерівське ЛГ"

Запас деревини, одержаної з 1 га під час суцільних санітарних рубок ($269 \text{ м}^3/\text{га}$), був у середньому в 10,3 разу більшим, ніж одержаної під час вибіркових санітарних рубок ($26,1 \text{ м}^3/\text{га}$). Як і загальний запас деревини, одержаної під час таких рубок, запас деревини на 1 га у 2001–2005 та 2006–2010 рр. поступався середньому значенню показника за 2001–2017 рр. на 10,8 і 15,1 %, або в 1,1 і 1,2 разу відповідно, тоді як запас деревини, одержаної у 2011–2015 і 2016–2017 рр., перевершував середнє значення на 19,8 і 15,1 %, або в 1,2 і 1,2 разу відповідно (див. рис. 5.3).

Запас деревини, одержаної з 1 га від вибіркових санітарних рубок у 2001–2005 та 2006–2010 рр. поступався середньому значенню показника за 2001–2017 рр. на 39,8 і 23,3 %, або в 1,7 і 1,3 разу відповідно, тоді як запас деревини, одержаної від вибіркових санітарних рубок у 2011–2015 і 2016–2017 рр., перевершував середнє значення на 35,9 і 68 %, або в 1,4 і 1,7 разу відповідно (див. рис. 5.3).

Зважаючи на відомості стосовно залежності санітарного стану лісів від глобальних чинників і погодних умов [65], ми розрахували коефіцієнти кореляції між площею осередків усихання в соснових лісах ДП "Тетерівське ЛГ" та метеорологічними показниками, зокрема температурою повітря за рік і за вегетаційний період, кількістю атмосферних опадів за рік і за вегетаційний період, а також

датами стійкого переходу температури повітря навесні через 0, 5 і 10 °С у поточному та попередньому роках.

Достовірними виявилися лише від'ємні зв'язки між площею, охопленою суцільними санітарними рубками, та датою стійкого переходу температури повітря навесні через 0 °С ($r=-0,62$), а також між площею, охопленою суцільними санітарними рубками, та кількістю атмосферних опадів за вегетаційний період ($r=-0,56$) (рис. 5.4).

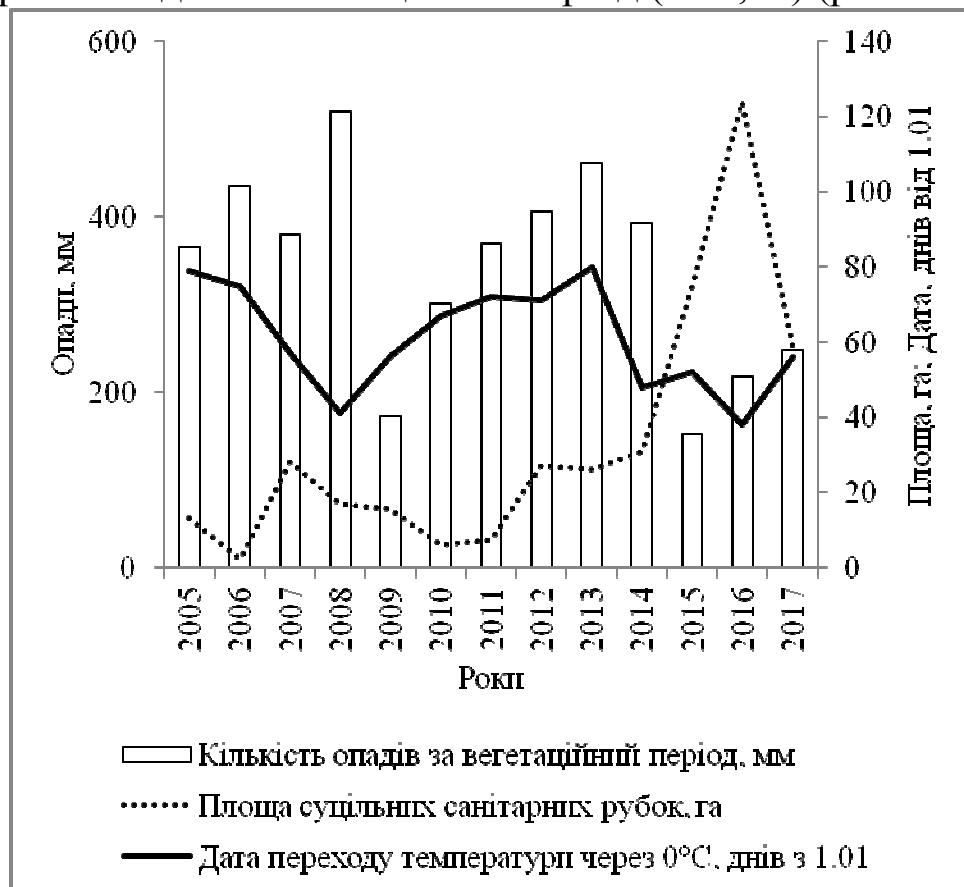


Рис. 5.4. Динаміка метеорологічних показників, які виявили найбільшу кореляцію з площею суцільних санітарних рубок (ССР)

Зазначені коефіцієнти кореляції є більшими за абсолютною величиною у період 2013–2017 рр. ($-0,72$ і $-0,76$ стосовно дати стійкого переходу температури повітря навесні через 0 °С та кількості атмосферних опадів за вегетаційний період відповідно), але не є достовірними у зв'язку з невеликою вибіркою даних.

Саме у 2013 році площа вибірових санітарних рубок перевищила середні багаторічні показники на 72,2 %, а несприятливі для лісу та сприятливі для розвитку шкідників умови наступних років призвели до ослаблення насаджень на значній території і зростання обсягів суцільних санітарних рубок.

Так, середня за 13 років дата стійкого переходу температури через 0 °С становила 2 березня, через 5 °С – 24 березня. У 2014, 2015, 2016 і 2017 рр. дата стійкого переходу температури через 0 °С зареєстрована на 13, 9, 23 і 5 днів раніше від середньої, дата стійкого переходу через 5 °С – на 14, 5, 3 і 11 днів раніше від середньої. Тобто у 2014 році умови для вильоту верхівкового короїда з місць зимівлі склалися вже 10 березня, а у 2015, 2016 і 2017 рр. – 19, 21 і 13 березня.

Звичайно, жоден із цих чинників не є визначним у ініціюванні спалахів короїдів, для яких найважливішою умовою масового розмноження є наявність доступного для заселення субстрату – ослаблених дерев. Так ранній перехід температури повітря через 0 °С у 2008 році (10 лютого) та невелика кількість опадів за вегетаційний період 2009 року (172,6 мм) не спричинили збільшення площі всихання соснових лісів, але 152,7 мм атмосферних опадів за вегетаційний період 2015 року і стійкий перехід температури повітря через 0 °С 7 лютого 2016 року сприяли збільшенню площі осередків усихання (див. рис. 5.4).

Проведений аналіз свідчить, що площа всихання соснових насаджень у ДП "Тетерівське ЛГ" зросла від 1296,7 га у 2014 р. до 2406,1 га у 2017 р. (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Динаміка площ осередків усихання соснових лісів
у ДП "Тетерівське ЛГ" (2014–2017 рр.; чисельник – площа, га;
знаменник – частка від площі соснових лісів, %)**

Лісництва	Роки			
	2014	2015	2016	2017
Блідчанське	182,3 / 4,7	136,2 / 3,5	290,6 / 7,5	249,1 / 6,4
Кодрянське	247,5 / 5,5	253,8 / 5,6	230,9 / 5,1	311,2 / 6,9
Мигальське	123,9 / 3,6	152,2 / 4,5	206,2 / 6,1	321,8 / 9,4
Мірчанське	180,9 / 7,3	150,4 / 6,0	235,4 / 9,5	256,7 / 10,3
Поташнянське	107,2 / 2,9	175,5 / 4,8	307,2 / 8,3	342,2 / 9,3
Тетерівське	293,3 / 6,7	269,7 / 6,2	433,7 / 9,9	312,3 / 7,2
Кухарське	49,1 / 1,0	169,3 / 3,5	252,0 / 5,1	347,9 / 7,1
Пісківське	112,5 / 3,7	154,9 / 5,1	185,1 / 6,1	264,9 / 8,7
Загалом у лісгоспі	1296,7 / 6,8	1462,0 / 7,7	2141,1 / 11,3	2406,1 / 12,7

При цьому у 2014–2016 рр. площа осередків усихання сосни зростала в усіх лісництвах, а у 2017 році у двох лісництвах із восьми (Блідчанському і Тетерівському) цей показник був меншим, ніж у попередньому році. Зміни площі осередків усихання у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" у суміжні роки становили 1,1–1,5 разу, в окремих лісництвах сягали 2,1 (Блідчанське у 2016 році) та 3,4 разу (Кухарське у 2015 році).

Частка площі осередків, що усихали щороку, від площі соснових лісів лісового фонду ДП "Тетерівське ЛГ" збільшилася від 6,8 % у 2014 році до 12,7 % у 2017 році. Це свідчить, що за такого темпу всихання соснові насадження у регіоні взагалі можуть зникнути упродовж декількох десятиліть.

Оскільки основною причиною відпаду дерев було їхнє заселення верхівковим короїдом, терміни виникнення нових осередків у межах кожного вегетаційного періоду були пов'язані з термінами заселення дерев цим шкідником, який розвивається не менше, ніж у двох основних поколіннях. До того ж, для цього короїда є характерною наявність сестринських поколінь, які разом із основними заселяють дерева сосни практично упродовж усього періоду від травня до кінця серпня. Після заселення дерев короїдом забарвлення крон швидко змінюється від зеленого до червоного. Через 2–3 тижні після заселення дерева крони стають сіро-зеленими і тьмяними, через 5–6 тижнів набувають жовтуватого відтінку, через 6–8 тижнів – червоніють. Тому для запобігання поширенню осередку та забезпечення вчасного вилучення заселених дерев нагляд в осередках цього шкідника доводиться здійснювати декілька разів на рік.

У зв'язку із тим, що у ДП "Тетерівське ЛГ" такі заходи намагаються здійснювати регулярно, аналіз динаміки площ соснових лісів, охоплених вибірковими та суцільними санітарними рубками, дає змогу виявити виражені хвилі.

Так площа осередків у ДП "Тетерівське ЛГ", визначена на початок 2014 р., становила 821,7 га, або 54,5 % від площі, визначеної на кінець року (рис. 5.5). Вже у березні 2014 р. було виявлено осередки всихання на площі 53,4 га, у червні – на площі 507,2 га, у липні – на 109,2 га. Загалом у період від березня до серпня 2014 р. було виявлено 689,6 га нових осередків, причому 73,8 % їхньої "додаткової" площі припадало на червень, коли вилітало потомство

жуків, які заселили дерева навесні, і дещо менше (15,9 %) – на липень, коли вилетіло потомство сестринського покоління.

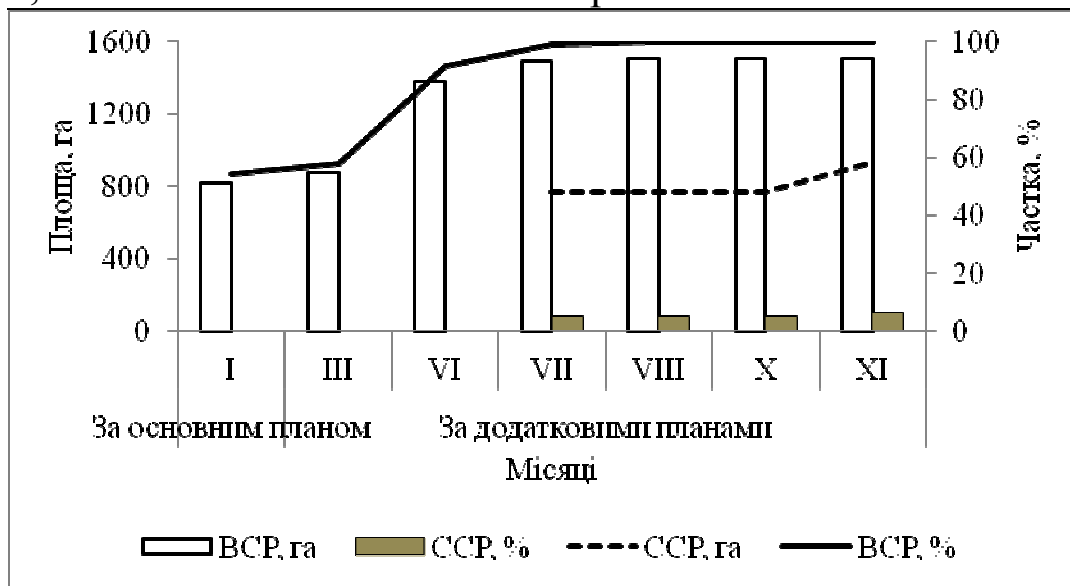


Рис. 5.5. Динаміка площі, охопленої вибірковыми (ВСП) та суцільними (ССР) санітарними рубками у 2014 р. у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ"

Загалом у 2014 р. вибіркові санітарні рубки за площею становили 96,3 % від площі усіх санітарно-оздоровчих заходів. Водночас їхнє застосування не завжди могло зупинити поширення осередків.

Площа осередків усихання соснових насаджень у ДП "Тетерівське ЛГ", визначена на початок 2015 р., становила 928,8 га (рис. 5.6).

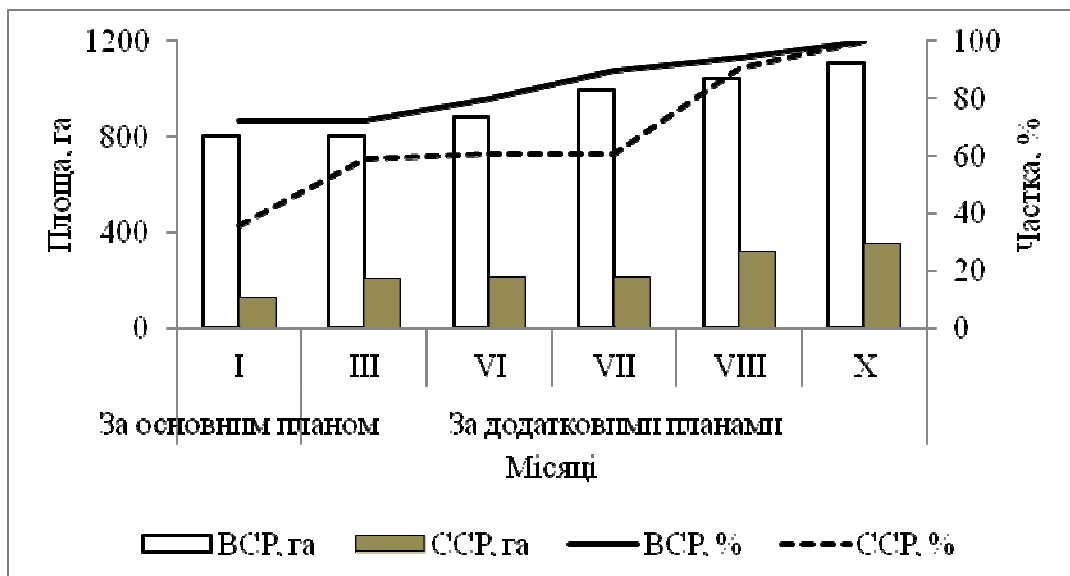


Рис. 5.6. Динаміка площі, охопленої вибірковыми (ВСП) та суцільними (ССР) санітарними рубками у 2015 р. у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ"

Як і в попередньому році, площа осередків усихання продовжила збільшуватися, причому на червень і липень припадало 27,1 і 35,3 % "додаткової" площі. У зв'язку з подовженням процесів усихання в осередках попереднього року, на значній частині площі, пройденої у 2014 р. вибірковими санітарними рубками, довелося призначати суцільні санітарні рубки. Так у березні виявилися загиблі дерева, заселені з осені, і площа суцільних санітарних рубок збільшилася від запланованих 125,7 га до 207,6 га (див. рис. 5.6).

У 2016 році площа осередків усихання наростала упродовж усього вегетаційного періоду (рис. 5.7).

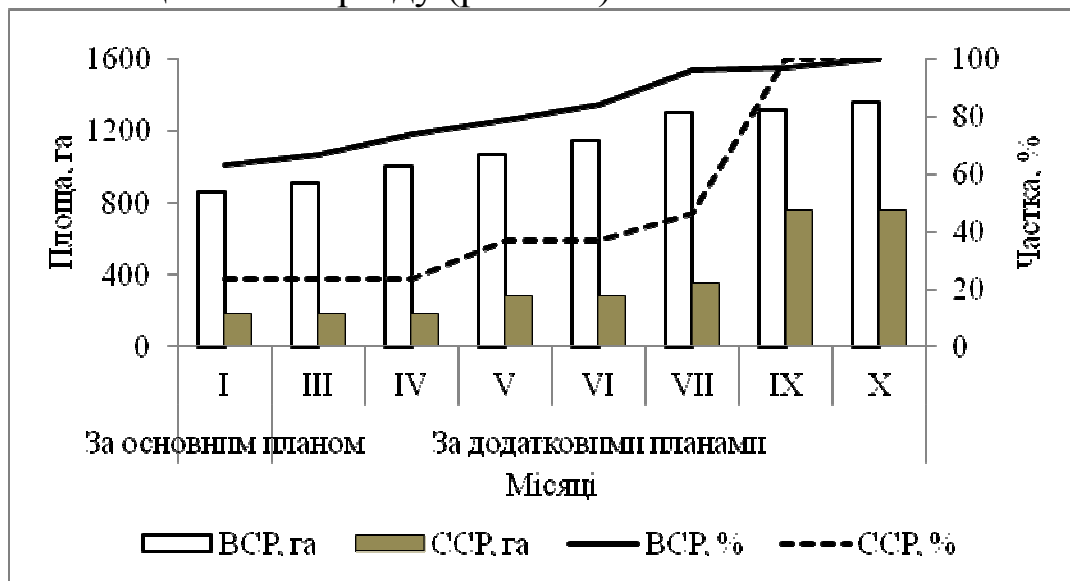


Рис. 5.7. Динаміка площі, охопленої вибірковими (ВСР) та суцільними (ССР) санітарними рубками у 2016 р. у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ"

Більшість "додаткової" площі вибіркових санітарних рубок (31,7 %) також припадала на липень, а суцільних – на вересень (405,8 га від 756,7 га площі суцільних санітарних рубок 2016 року).

Частка площі, охопленої суцільними санітарними рубками, від усієї площі санітарно-оздоровчих заходів була в 6,5 разу більшою у 2015 р., ніж у 2014 р. (3,7 і 24,1 % у 2014 і 2015 рр. відповідно), а у 2016 р. сягала 35,8 % і була в 9,6 разу більшою, ніж у 2014 р., та у 1,5 разу більшою, ніж у 2015 р.

Одержані дані свідчать, що вибіркові санітарні рубки не дають змоги стримати поширення осередків усихання, хоча їх повторно проводили 2–3 рази в тих самих виділах у 2014–2018 рр. (рис. 5.8).

Частка виділів, у яких проводили лише один прийом санітарних рубок, становила в середньому 63,8 %, у різні роки – 51,9–77,1 %

виділів. Двічі (дві вибіркові санітарні рубки або вибірковою та суцільну санітарні рубки) ці заходи проводили у середньому у 25,4 % виділів, від 14,5 до 36,4 % виділів. Тричі (три вибіркові або дві вибіркові та одну суцільну) санітарні рубки проводили у середньому у 10,8 % виділів, від 7,3 до 17,3 % виділів (див. рис. 5.8).

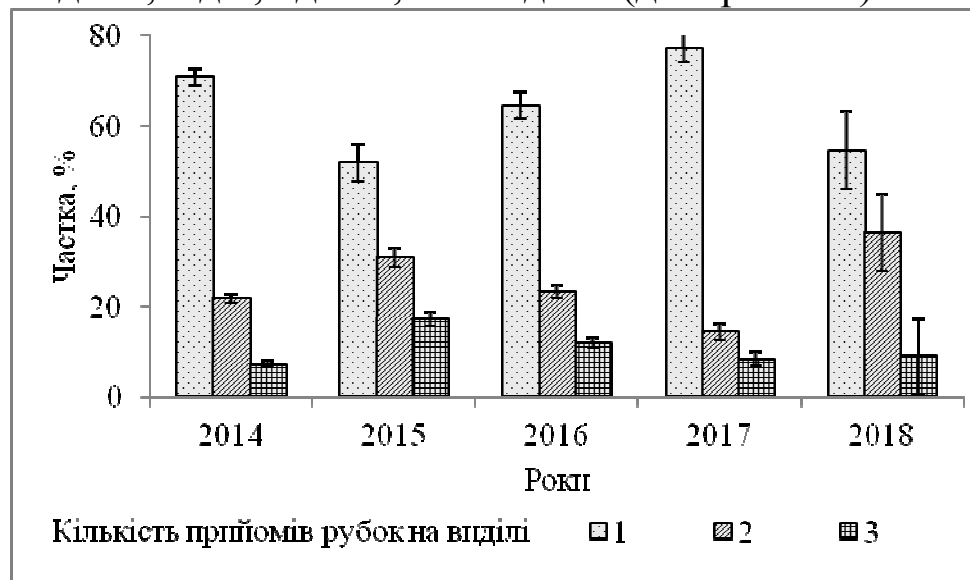


Рис. 5.8. Частки виділів, у яких санітарні рубки повторювали 1–3 рази (Тетерівське лісництво, 2015–2018 рр.)

Серед 51 виділу, де першу вибірковою санітарну рубку було проведено у 2014 році, лише в одному достатньо було одного прийому рубки, у 38 виділах (74,5 %) проведено два прийоми рубок, а у 12 виділах (23,5 %) – три прийоми санітарних рубок (рис. 5.9).

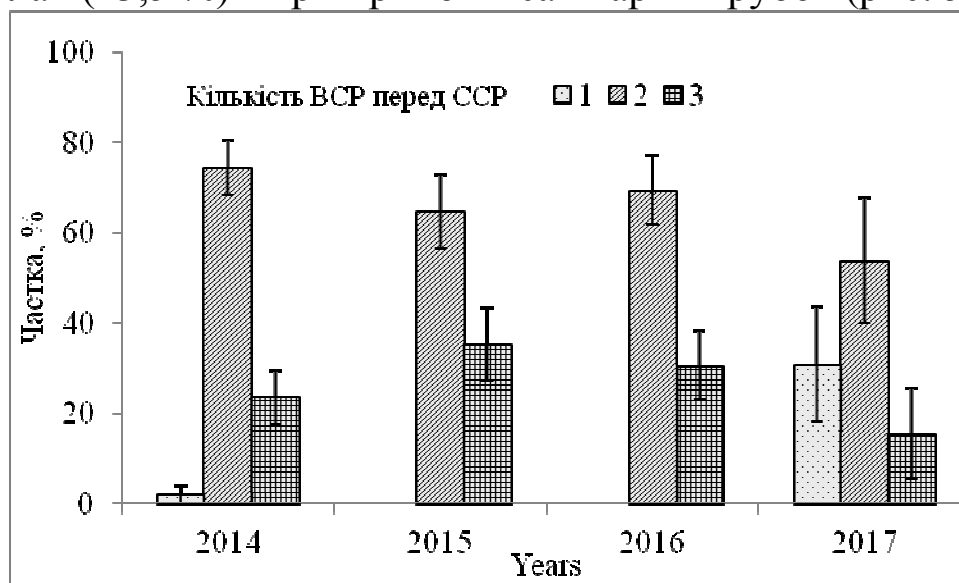


Рис. 5.9. Частки виділів, у яких вибіркові санітарні рубки повторювали 1–3 рази перед суцільною санітарною рубкою (Тетерівське лісництво, 2015–2018 рр.)

В усіх виділах, у яких перший прийом вибіркової санітарної рубки здійснювали у 2015 і 2016 рр., довелося повторювати цей захід двічі (64,7 і 69,4 % відповідно) або тричі (35,3 та 30,6 %) відповідно. Серед 13 виділів, де вибірково санітарну рубку вперше проведено у 2017 році, майже у третині (30,8 %) поки що виконано один її прийом, у 53,8 % виділів – два, а у 15,4 % виділів – три прийоми санітарних рубок. Фрагмент плану насаджень Тетерівського лісництва, де у 2014–2016 рр. проводили по декілька прийомів вибіркового санітарного рубок, наведено на рис. 5.10.

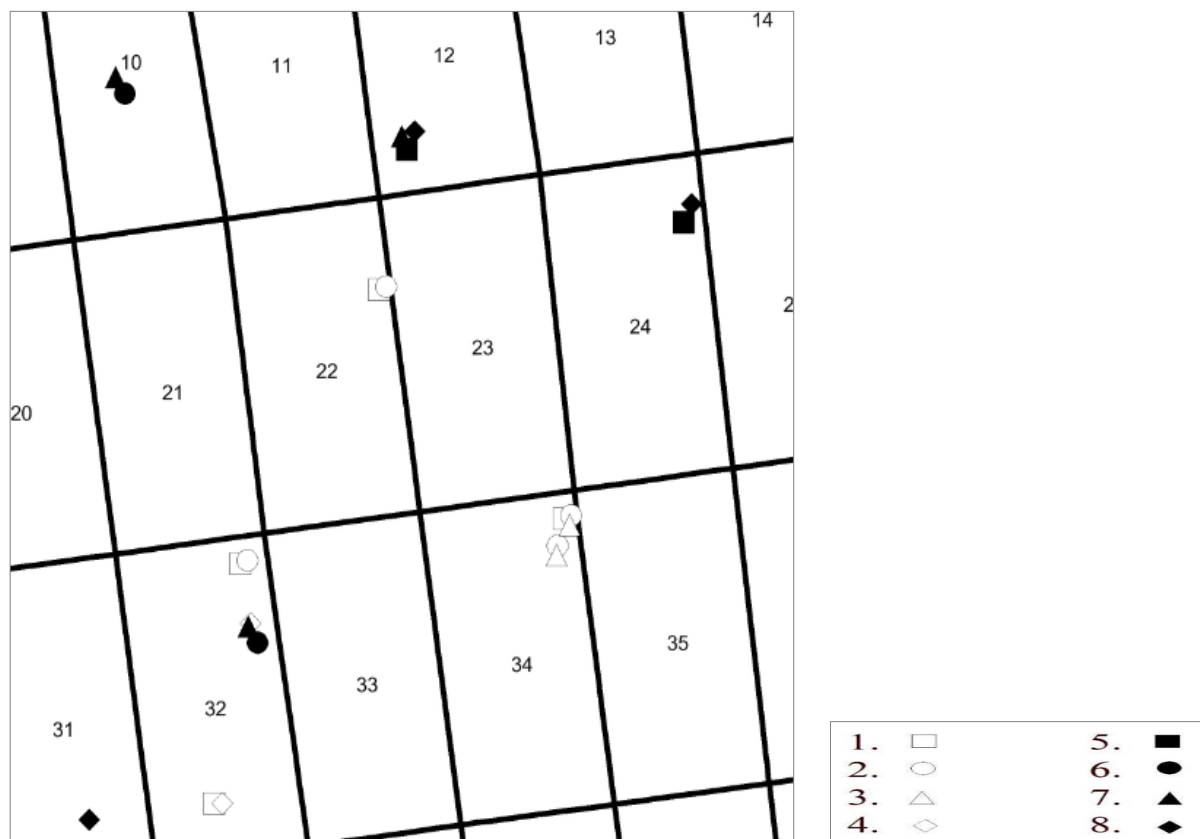


Рис. 5.10. Фрагмент схеми Тетерівського лісництва. Позначені виділи, в яких проведено одну чи декілька вибіркового санітарного рубок (ВСР) та суцільну санітарну рубку (ССР) (1 – ВСР у 2014 р.; 2 – ВСР у 2015 р.; 3 – ВСР у 2016 р.; 4 – ВСР у 2017 р.; 5 – ССР у 2014 р.; 6 – ССР у 2015 р.; 7 – ССР у 2016 р.; 8 – ССР у 2017 р.).

У 2017 р. всі наявні осередки (2406,1 га) було розподілено за інтенсивністю всихання на три градації (низька, помірна та висока), а за характером всихання – на поодинокий, груповий і суцільний.

Соснові насадження на найбільшій частині осередку (42,6 % площі осередків) характеризувалися помірною інтенсивністю вси-

хання. Низька й висока інтенсивність усихання були характерними для 28 і 29,4% площі осередків. За характером загалом переважало групове всихання (57,8 % площі), що узгоджується з відомостями про особливості формування осередків верхівкового короїда. Поодиноким всиханням визначене на 15,9 % площі осередків, а суцільне – на 26,2 % площі осередків. У межах осередків із поодиноким усиханням на 66 % площі воно було помірним, на 33,5 % площі – слабким і лише на 0,5 % – сильним (рис. 5.11).

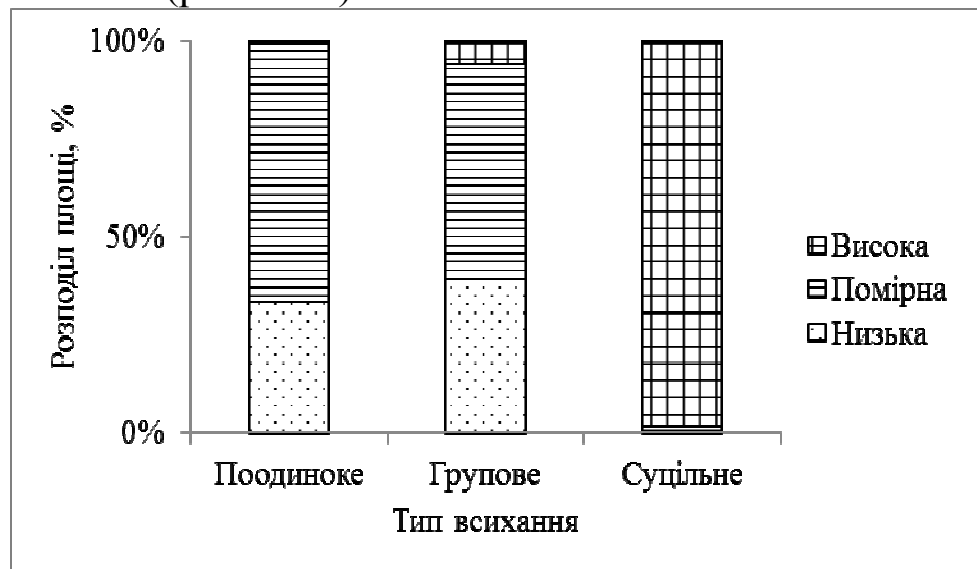


Рис. 5.11. Розподіл площі осередків із поодиноким, груповим і суцільним усиханням за його інтенсивністю (ДП "Тетерівське ЛГ", 2017 р.)

Серед осередків із груповим усиханням насадження на близько половині площі воно було помірним і 39,1 % – низької інтенсивності. Лише на 6,1 % площі з груповим усиханням його інтенсивність була високою. Серед осередків із суцільним усиханням насадження на 98,3 % площі характеризувалися високою інтенсивністю цього процесу (див. рис. 5.11).

5.2. Характеристики лісорослинних умов і структури насаджень, що визначають поширення осередків усихання соснових насаджень

Як свідчать дослідження [80, 169, 170], стан окремих насаджень залежить насамперед від особливостей рельєфу, типу лісорослинних умов, складу порід, віку, повноти деревостану тощо. Ці чинники тривалої дії (*predisposing factors*) створюють передумови, які визначають сприйнятливість насаджень до дії чинників нетривалої

дії, які ініціюють негативні зміни стану лісів (*inciting factors*). Тобто незважаючи на невисоку кількість атмосферних опадів у 2015–2017 рр., інтенсивність усихання соснових лісів у різних насадженнях не була однаковою. Стовбурові шкідники, які масово поширилися у соснових насадженнях на тлі їхнього ослаблення, є так званими чинниками, які "супроводжують" процес ослаблення лісів (*contributing factors*) [144].

У зв'язку з неможливістю врахувати вплив усіх зазначених груп чинників на поширення осередків усихання соснових лісів, ми намагалися оцінити залежність цього процесу від розподілу насаджень за походженням, типом лісорослинних умов, віком, складом, повнотою, бонітетом, а також від розміщення у межах лісового масиву.

5.2.1. *Поширення осередків усихання залежно від походження насаджень.* Аналіз бази даних ВО "Укрдержліспроект" станом на 2014 рік свідчить, що серед 3961,2 га насаджень, у яких сосна звичайна є головною породою, 3132,1 га (79,1 %) мають штучне походження, а 829,1 га (20,9 %) – природне (рис. 5.12).

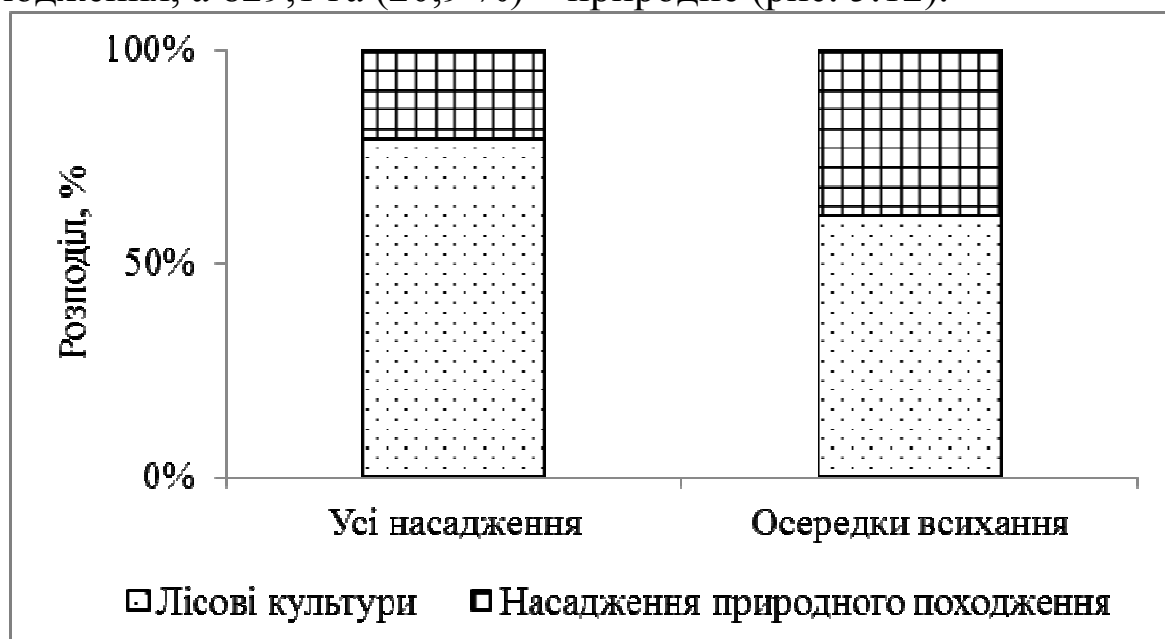


Рис. 5.12. Розподіл за походженням площі соснових лісів у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" ("усі насадження") та в осередках усихання

Водночас серед ділянок, на яких виявлені осередки всихання сосни, лісові культури становлять 60,9 %, а природні насадження – 39,1 %. Тобто у лісових культурах осередки поширені на 5,4 % площі,

а у насадженнях природного походження – на 13,1 % площі. Розрахунки свідчать, що поширення осередків у насадженнях різного походження достовірно відрізняється ($\chi^2=19,93$; $\chi^2_{0,05}=3,84$).

Зважаючи на одержані дані, поширення осередків усихання залежно від типу лісорослинних умов, віку, складу, бонітету насаджень ми аналізували окремо для вибірки виділів штучного та природного походження.

5.2.2. Поширення осередків усихання залежно від типу лісорослинних умов. Соснові насадження природного походження ДП "Тетерівське ЛГ" ростуть у дев'яти типах лісорослинних умов, а штучні – у семи типах, оскільки відсутні у дуже сухому бору та мокрому суборі (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Розподіл (%) за типами лісорослинних умов площі соснових насаджень лісового фонду ДП "Тетерівське ЛГ" ("усі насадження") та в осередках усихання (середні за 2014–2016 рр.)

Індекс і назва типу лісорослинних умов (ТЛУ)	Насадження штучного походження		Насадження природного походження	
	усі наса-дження	осередки всихання	усі наса-дження	осередки всихання
A ₀ – дуже сухий бір	0,0	0,0	0,1	0,0
A ₁ – сухий бір	0,1	0,0	0,8	0,4
A ₂ – свіжий бір	3,9	0,2	3,4	12,2
B ₁ – сухий субір	0,1	0,0	0,1	0,0
B ₂ – свіжий субір	77,0	77,2	80,1	56,1
B ₃ – вологий субір	0,2	1,9	0,9	12,9
B ₄ – мокрий субір	0,0	0,0	0,2	0,0
C ₂ – свіжий сугруд	18,6	16,8	14,3	11,7
C ₃ – вологий сугруд	0,2	3,9	0,1	6,7

Осередки всихання у соснових насадженнях штучного походження виявлені у п'яти типах лісорослинних умов, тобто були відсутні у сухих бору та суборі. У природних насадженнях осередки всихання виникали у шести типах лісорослинних умов із дев'яти представлених у лісовому фонді. Осередки всихання були відсутні у

природних насадженнях у дуже сухому бору, сухому і мокрому суборі.

Більшість площі насаджень знаходяться у свіжому суборі, причому в усіх насадженнях штучного походження та в осередках усихання в штучних насадженнях такі частки майже однакові (77 і 77,2 % відповідно). Частка площі насаджень природного походження у свіжому суборі становить 80,1 %, а в осередках усихання – 56,1 %. Можна припустити, що такі відмінності значною мірою пов'язані з різним складом порід чи віком насаджень у таких умовах.

Соснові деревостани штучного та природного походження у свіжому бору представлені майже однаково (3,8 і 3,4 %), але частка площі у таких лісорослинних умовах в осередках усихання становить 3,8 і 12,2 % у штучних і природних насадженнях відповідно. Тобто у штучних деревостанах частка площі всихаючих насаджень у свіжому бору у 17 разів менша, ніж у такому типі лісорослинних умов в усіх штучних лісах, а у насадженнях природного походження – у 3,6 разу більша. Різниці за цим показником у природних насадженнях є достовірними ($\chi^2=22,3$; $\chi^2_{0,05}=3,84$), хоча також це може бути пов'язане з відмінностями складу порід чи віку насаджень.

Достовірно більшими є також частки площі вологого субору та вологого сугруду в осередках усихання, ніж у всіх насадженнях відповідного походження. Так у штучних насадженнях вологий субір і вологий сугруд представляють лише по 0,2 % площі, а в осередках усихання – 1,9 і 3,9 % відповідно, тобто різниці є достовірними ($\chi^2=195,9$ стосовно B_3 і $\chi^2=771,5$ стосовно C_3 ; $\chi^2_{0,05}=3,84$).

Одержані дані доводять приуроченість осередків усихання до вологіших умов. Це можна пояснити тим, що саме у таких насадженнях, де коріння дерев розташовано ближче до поверхні ґрунту, зниження рівня ґрунтових вод унаслідок посух призвело до значного ослаблення насаджень і збільшення уразливості до заселення короїдами.

Аналіз даних, наведених у табл. 5.2, з використанням критерію Колмогорова-Смирнова (λ), свідчить про відсутність достовірних різниць у розподілі насаджень за типом лісорослинних умов у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" та в осередках усихання (стосовно штучних насаджень $\lambda=0,27$; стосовно природних – $\lambda=0,58$; $\lambda_{0,05}=1,36$).

Аналіз динаміки розподілу площі осередків усихання свідчить, що у штучних насадженнях частка площі у свіжих суборах була найбільшою (61,9–78,4 % від усієї площі осередків) в усі аналізовані роки (рис. 5.13а).

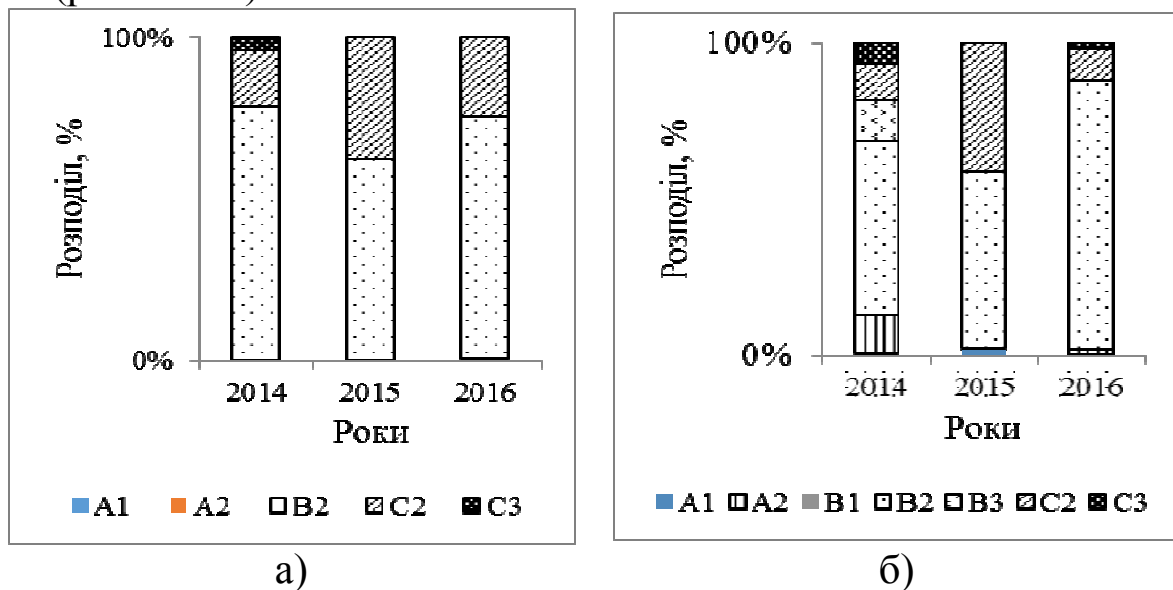


Рис. 5.13. Розподіл за типами лісорослинних умов площі соснових насаджень в осередках усихання у різні роки
(а – штучні насадження; б – природні насадження)

Друге місце за площею посідали насадження у свіжому сугруді (17,5–37,8 % від усієї площі осередків). На решту типів лісорослинних умов припадало 4,5 % у 2014 році та 0,3 і 0,4 % у 2015 і 2016 рр. відповідно.

У 2015 році відбулося помітне (на 16,5 %) зменшення частки площі осередків усихання у свіжому суборі та збільшення (на 20,3 %) – частки площі осередків у свіжому сугруді. У 2016 році частка площі осередків усихання у свіжому суборі зросла на 13 %, а у свіжому сугруді – відповідно зменшилася (на 13,1 %). Одержані дані можуть бути пов'язані зі зміною принадності окремих насаджень для короїдів у зв'язку з посушливими умовами 2015 року (див. рис. 5.4).

У природних насадженнях осередки всихання виникали у більшому різноманітті типів лісорослинних умов, ніж у природних (рис. 5.13 б). Хоча більшість площі осередків усихання у природних насадженнях в усі роки припадала на свіжий субір, частка площі осередків у цьому типі лісорослинних умов становила дещо більше половини всієї площі осередків (56,1 і 56,7 %) у 2014 і 2015 рр. відповідно, а у 2016 році зросла до 86,4 %. Виявлено зменшення

кількості типів лісорослинних умов, у яких були виявлені осередки всихання соснових насаджень від шести у 2014 році до трьох у 2015 році. Як і у штучних насадженнях, у природних деревостанах у 2015 році помітно зросла частка осередків у свіжому суборі (від 11,7 до 41,1 %). Можна припустити, що у 2014 році ослаблення насаджень було спровоковане певними кліматичними чинниками, а у міру розмноження короїдів вони заселяли дерева у найбільш представлених типах лісорослинних умов.

5.2.3. Поширення осередків усихання залежно від віку деревостанів. Загалом сумарна за 3 роки площа осередків усихання у Тетерівському лісництві становить 22 % від площі соснових насаджень. Водночас представленість насаджень окремих класів віку як загалом у лісовому фонді, так і серед осередків усихання має певні особливості.

Так соснові насадження лісового фонду Тетерівського лісництва представлені від I до XVIII класами віку, а соснові насадження в осередках усихання (за даними 2014–2016 рр.) – від V до XVIII класами віку (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Площа усіх соснових деревостанів та деревостанів в осередках усихання за класами віку у Тетерівському лісництві (сума за 2014–2016 рр.)

У насадженнях I, II та IV класів віку осередки всихання не виявлені, у насадженнях III класу віку їхня площа становить 0,3 % від усіх соснових насаджень такого віку, у насадженнях V класу віку – 2,8 %, VI класу віку – 9,5 %.

Частка площі осередків усихання від площі соснових лісів надалі наростає, перевищує середнє значення у VII класі віку, наближується до 50 % у IX класі віку та перевищує це значення у X–XII класах віку. У зв'язку з невеликою та дуже мінливою площею насаджень окремих класів віку після 100 років, частка площі осередків у них є дуже мінливою (від 8 до 74,1 %). У вибірці всіх насаджень віком понад 100 років цей показник становить 52,7 %, тобто більше половини стиглих соснових насаджень охоплені всиханням. Розподіл площі насаджень в осередках від VIII до XVIII класів віку був майже подібним до розподілу площі соснових насаджень лісового фонду, хоча частка площі кожного класу віку в осередках усихання була більшою, ніж загалом у соснових насадженнях (рис. 5.15).



Рис. 5.15. Розподіл за класами віку площі соснових насаджень Тетерівського лісництва та соснових насаджень осередків усихання (середнє за 2014–2016 рр.)

Частка насаджень VII класу віку була майже однаковою серед усіх соснових лісів і в осередках усихання (11,4 і 12,3 % відповідно), у VI класі віку була в осередках усихання меншою у 2,3 разу, у V класі віку – у 7,5 разу порівняно з часткою від усіх соснових лісів.

Одержані дані свідчать, що молоді соснові насадження у проаналізованих умовах не всихають. Це може бути пов'язане з тим, що такі насадження формувалися вже у змінених кліматичних умовах і є адаптованими до них, або із вчасним проведенням рубок освітлення та очищення.

Аналіз матеріалів стосовно лісового фонду Тетерівського лісництва свідчить, що середній зважений вік соснових насаджень становить 67,9 року (рис. 5.16). Водночас цей показник у природних насадженнях сягає 114,5 року, а у штучних – 55,6 року.

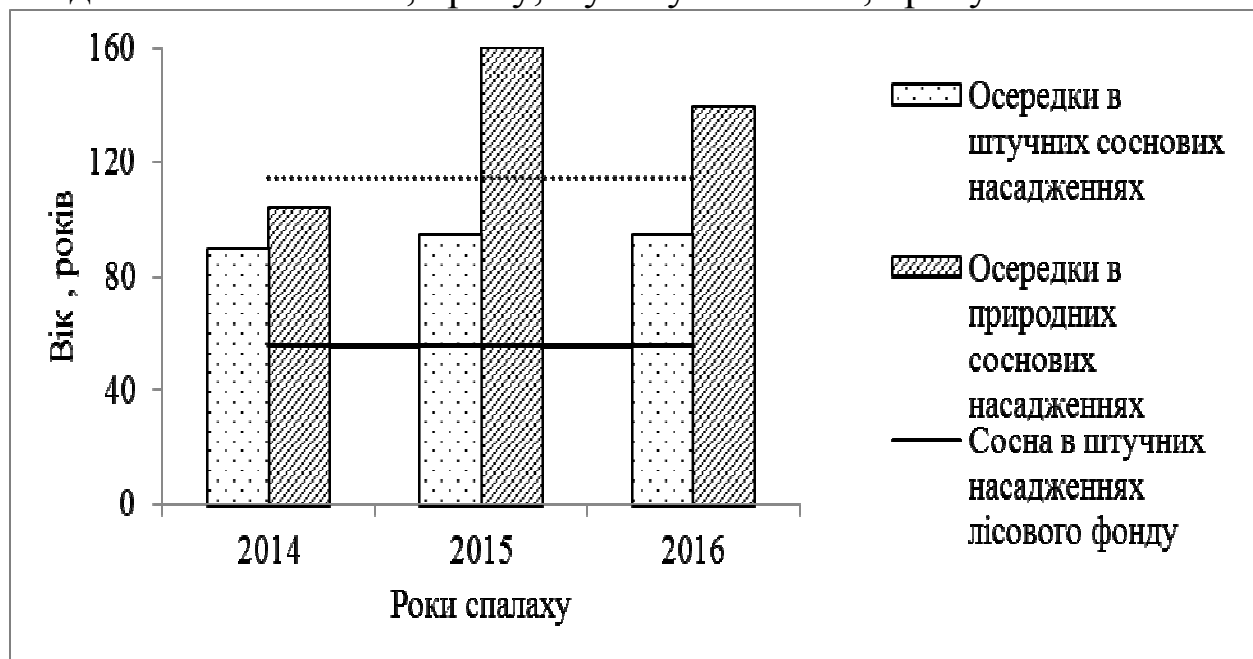


Рис. 5.16. Середній зважений вік соснових насаджень у лісовому фонді та в осередках усихання

Середній вік насаджень в осередках усихання мав тенденцію до збільшення від 96,5 року у 2014 році до 105,2 року у 2016 році. При цьому вік штучних насаджень, що всихали, становив від 89,4 до 94,5 року, тобто був у 1,6–1,7 разу більшим, ніж середній вік таких насаджень. Середній вік деревостанів природного походження в осередках усихання у 2014 році (104,3 року) поступався середньому віку природних деревостанів в 1,1 разу, а у 2015–2016 рр. – перевершував його у 1,2–1,4 разу.

Цікаво зазначити, що у 2014 році вік соснових насаджень штучного та природного походження в осередках усихання відрізнявся лише на 15 років (в 1,2 разу), а у 2015 році – на 66 років (в 1,7 разу). Виявлену тенденцію до збільшення віку деревостанів в осередках усихання у міру розвитку спалаху можна пояснити, з одного боку, тим, що з віком зменшується стійкість дерев до несприятливих чинників, а з іншого – тим, що дерева старшого віку мають більші крони і більшу поверхню, яка може бути заселена короїдом.

Як відомо [76], верхівковий короїд, який відіграє основну роль у розвитку осередків усихання сосни у регіоні досліджень, розвивається у декількох поколіннях на рік, які частково перекриваються. Серед них два є основними: "весняне" започатковують жуки, що зимували, а "літнє" – потомство жуків весняного покоління, яке вилітає із заселених дерев у червні. У зв'язку із цим нагляд за станом дерев сосни та виявлення нових осередків слід здійснювати упродовж усього вегетаційного періоду. Нами розраховано середній зважений вік соснових насаджень, які заселяє короїд весняного та літнього поколінь за кожен із трьох років досліджень (рис. 5.17).

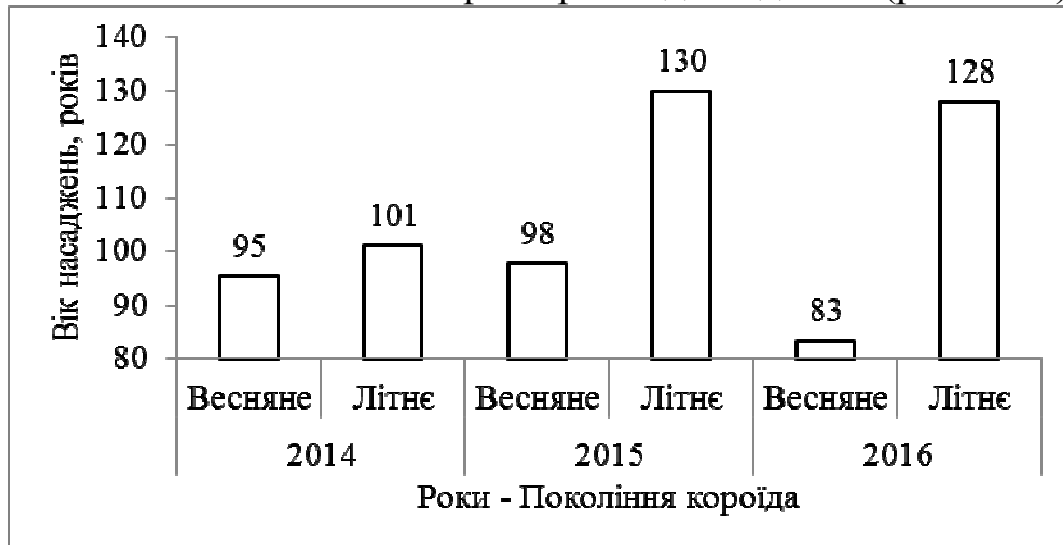


Рис. 5.17. Середній вік насаджень в осередках усихання під час розвитку весняного та літнього поколінь верхівкового короїда

Аналіз даних, наведених на рис. 5.17, свідчить, що в усі роки розвитку спалаху короїда середній вік соснових насаджень, заселених після зимівлі, був меншим, ніж вік соснових насаджень, заселених короїдом літнього покоління. У перший рік досліджень (2014 рік) різниця становила лише 6 років, але у 2015 і 2016 рр. зросла до 32 та 45 років відповідно. Можна припустити, що це явище пов'язане з наявністю в старших деревостанах великої кількості молодих гілок, придатних для заселення та зменшенням інтенсивності утворення захисних речовин у лубі після припинення росту пагонів.

5.2.4. Поширення осередків усихання залежно від повноти деревостанів. У лісовому фонді Тетерівського лісництва соснові насадження характеризуються повнотою від 0,3 до 0,9 одиниці, а серед осередків усихання – від 0,4 до 0,9 одиниць (рис. 5.18).

Осередки всихання сосни становлять найбільшу частку (24,7–33,2 %) від площі соснових насаджень із повнотою 0,6–0,8.

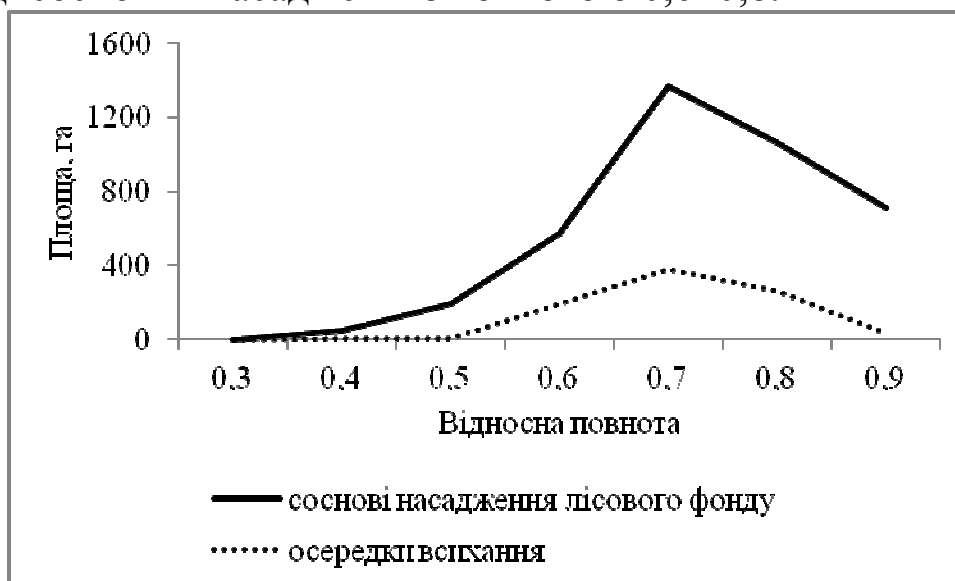


Рис. 5.18. Площа усіх соснових деревостанів та деревостанів в осередках усихання у Тетерівському лісництві (сума за 2014–2016 рр.)

У розподілі площі всіх соснових насаджень лісового фонду та осередків усихання найбільшу частку посідають деревостани з повнотою 0,7 одиниці (34,5 і 43,1 % відповідно), дещо менші – з повнотою 0,8 (26,9 і 30,1 % відповідно) (рис. 5.19).

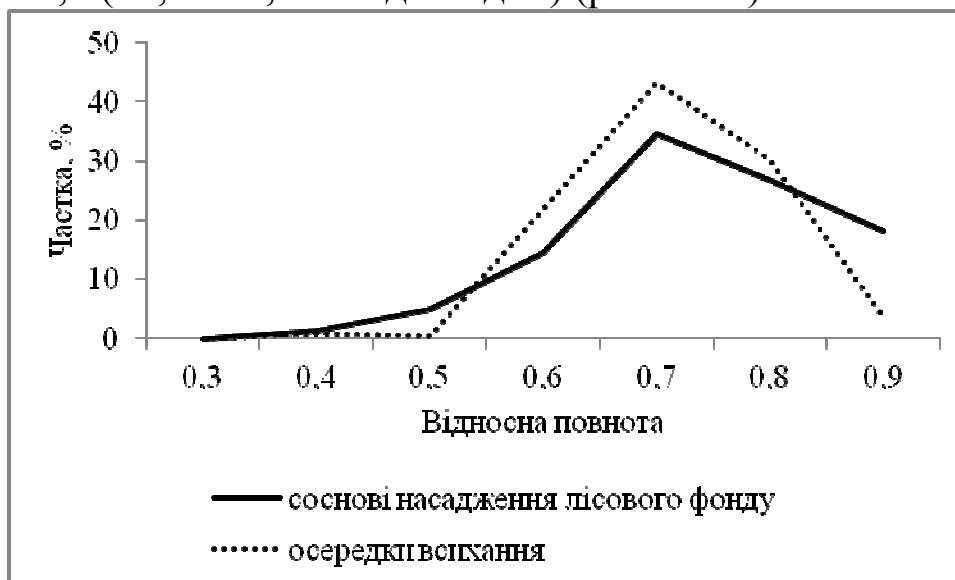


Рис. 5.19. Розподіл за повнотою площі соснових насаджень Тетерівського лісництва та соснових насаджень осередків усихання (середнє за 2014–2016 рр.)

Частка площі соснових насаджень із повнотою 0,9 у лісовому фонді становить 18 %, а в осередках усихання – лише 3,6 %. Соснові

насадження з повнотою 0,5 становлять у лісовому фонді 4,8 %, а серед осередків усихання – 0,5 %. Статистичний аналіз підтверджує приуроченість осередків усихання до насаджень із повнотою 0,6–0,8 ($\chi^2=225,6$; $\chi^2_{0,05}=3,8$). Якщо розраховувати достовірність приурочення осередків до кожного рівня повноти, то цей показник є найбільшим стосовно повноти 0,6 ($\chi^2=48,5$; $\chi^2_{0,05}=3,8$), меншим – стосовно повноти 0,7 ($\chi^2=36,8$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) і найменшим – стосовно повноти 0,8 ($\chi^2=6,1$; $\chi^2_{0,05}=3,8$). Одержані дані свідчать, що саме насадження з повнотою 0,6 і 0,7 слід насамперед обстежувати для вчасного виявлення осередків усихання.

Розподіл за повнотою площі осередків усихання різних років свідчить, що у 2014–2015 рр. потерпали насадження з більшою повнотою (рис. 5.20).

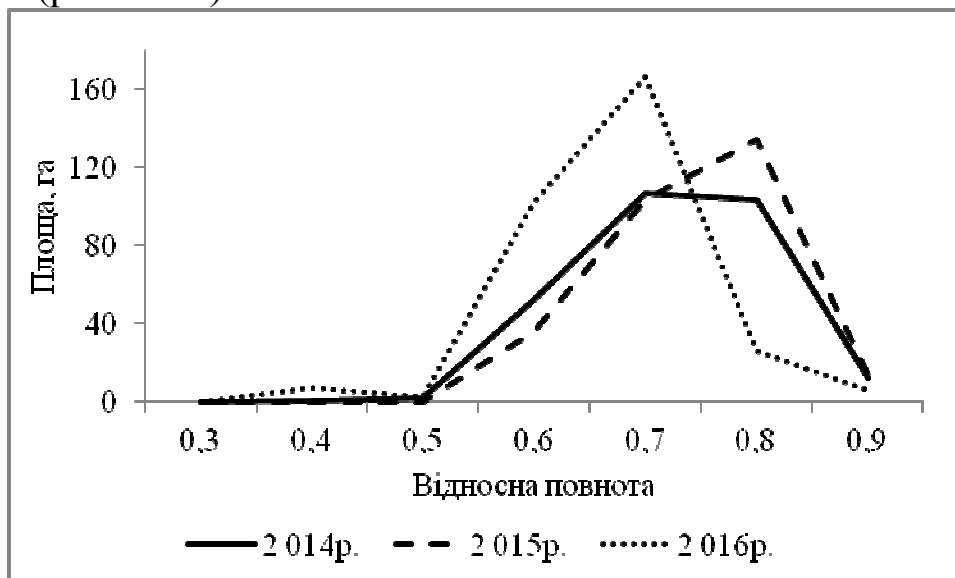


Рис. 5.20. Розподіл за повнотою площі осередків усихання різних років у Тетерівському лісництві

Так розрахована середня зважена повнота соснових насаджень та осередків усихання 2014–2015 рр. становила 0,73 одиниці, а у 2016 році – 0,67 одиниць. Це може бути пов'язане зі зменшенням повноти насаджень унаслідок проведення вибіркових санітарних рубок у перші роки спалаху масового розмноження короїдів.

Розподіл за повнотою насаджень штучного та природного походження в осередках усихання достовірно відрізняється як між собою ($\chi^2=47,3$; $\chi^2_{0,05}=3,8$), так і у порівнянні з розподілом соснових насаджень лісового фонду (рис. 5.21). При цьому розподіл за повнотою штучних насаджень в осередках відрізняється від розпо-

ділу соснових деревостанів лісового фонду меншою мірою ($\chi^2=21,4$), ніж природних ($\chi^2=104,6$).

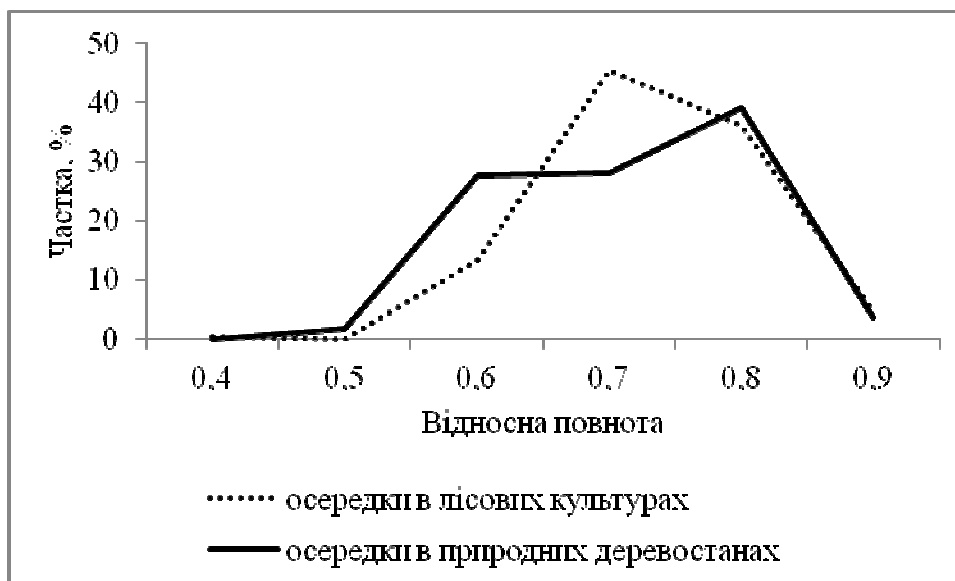


Рис. 5.21. Розподіл за повнотою соснових насаджень штучного та природного походження в осередках усихання

Так у штучних і природних насадженнях 94,8 і 94,7 % осередків відповідно формуються за повноти 0,6–0,8. Водночас у штучних насадженнях із повнотою 0,7 і 0,8 сформувалося 45,3 та 36,2 % площі осередків усихання, тоді як за повноти 0,6 і 0,9 – 13,3 та 4,8 %. Водночас у насадженнях природного походження на повноту 0,6 і 0,7 припадають дуже близькі частки площі осередків – 27,6 і 28 % відповідно, а на повноту 0,8 – 39 % площі всіх осередків у таких деревостанах.

Одержані дані можна пояснити тим, що насадження природного походження мають більший вік у порівнянні зі штучними, що впливає на стійкість до заселення верхівковим короїдом.

5.2.5. Поширення осередків усихання залежно від частки сосни у складі деревостанів. Більшу стійкість мішаних насаджень у порівнянні із чистими сосновими доведено багатьма дослідниками, які вивчали комах різних екологічних груп – хвоєгризів, довгоносики, соснового підкорового клопа, ксилофагів.

Оскільки верхівковий короїд до останніх років не формував великих осередків тривалої дії, дані щодо його поширення у чистих і мішаних насадженнях у регіоні наших досліджень невідомі.

Аналіз рис. 5.22 свідчить, що у Тетерівському лісництві представлені деревостани, до складу яких входить від 3 до 10 одиниць сосни. Чим більшою була частка сосни у складі, тим більшою була площа таких насаджень, причому за кожної участі сосни у складі площа штучних насаджень була більшою, ніж природних. При 4 одиницях сосни у складі площа штучних насаджень перевершувала площу природних удвічі, при 8–10 одиницях – у 4,5 разу.



Рис. 5.22. Площа деревостанів з різною часткою сосни у складі (Тетерівське лісництво)

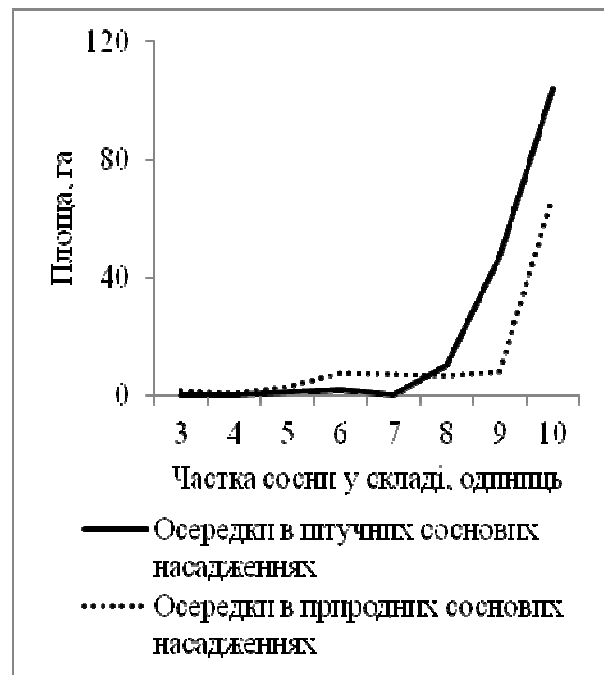


Рис. 5.23. Площа осередків усихання в насадженнях з різною часткою сосни у складі (Тетерівське лісництво)

Осередки всихання зареєстровані у штучних насадженнях із часткою сосни 5–6 одиниць на площі лише 3 га, із частками 8 і 9 одиниць – на площі 10,3 та 47,1 га, а у чистих соснових насадженнях – на площі 103,7 га (рис. 5.23). У природних насадженнях осередки всихання були зареєстровані за наявності від 3 до 10 одиниць у складі, причому за наявності 3–5 одиниць сосни у складі площа осередків становить 0,5–2,9 га, за 6–9 одиниць – 6,5–7,9 га, а за 10 одиниць – 67,3 га.

Площа осередків у штучних насадженнях за участі сосни до 8 одиниць у складі становила близько 2 % від площі штучних соснових лісів із відповідним складом, а осередки за участі сосни 9 і 10

одиниць у складі – 6,9 і 7 %. Площа осередків у природних деревостанах за участі сосни 10 одиниць у складі також була найбільшою (19,3 %).

Зважаючи на те, що площа насаджень значно більша, ніж площа осередків усихання, розраховано і наведено на графіках розподіл за часткою сосни у складі площі насаджень і площі осередків у них стосовно штучних (рис. 5.24) і природних (рис. 5.25) деревостанів.

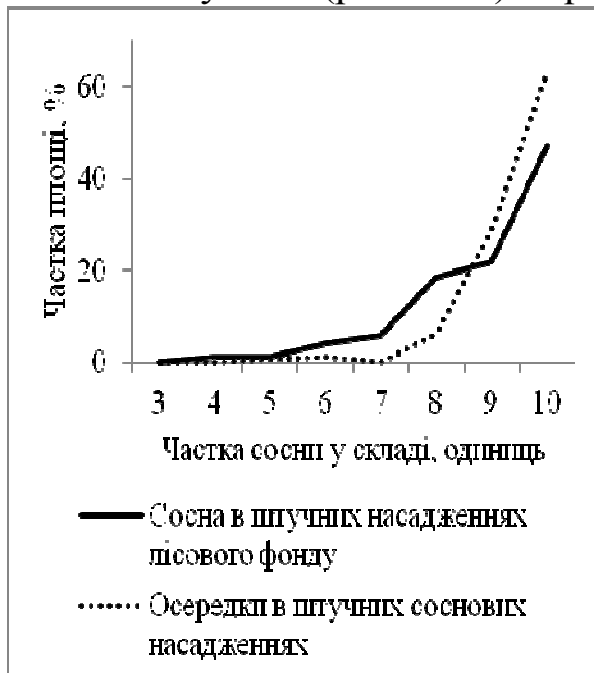


Рис. 5.24. Розподіл площі штучних соснових деревостанів і площі осередків усихання в них за часткою сосни у складі (Тетерівське лісництво)



Рис. 5.25. Розподіл площі природних соснових деревостанів і площі осередків усихання в них за часткою сосни у складі (Тетерівське лісництво)

Аналіз рис. 5.24 і 5.25 свідчить, що частка площі із участю 8, 9 і 10 одиниць сосни у складі становить у штучних насадженнях 18,4; 21,9 і 47,2 %, а у природних – 15,3; 18,4 і 42,1 % відповідно, а середня зважена частка сосни у складі становить 8,9 і 8,6 одиниці у штучних і природних насадженнях відповідно.

Водночас чисті насадження становлять 63,2 та 66,4 % площі в осередків усихання у штучних і природних насадженнях відповідно, а насадження з 9 одиницями сосни у складі – 28,7 і 7,8 % відповідно. Середня зважена частка сосни у складі становить 9,5 і 9 одиниць в осередках усихання у штучних і природних насадженнях відповідно.

Таким чином, осередки всихання приурочені до чистих соснових деревостанів, що підтверджено статистично стосовно штучних ($\chi^2=17,9$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) та природних ($\chi^2=27,9$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) деревостанів.

5.2.6. *Поширення осередків усихання залежно від бонітету насаджень.* Аналіз свідчить, що більшість штучних соснових насаджень Тетерівського лісництва (50,6 % площі) характеризувалися ІА класом бонітету і 35,2% площі – І класом бонітету (рис. 5.26).

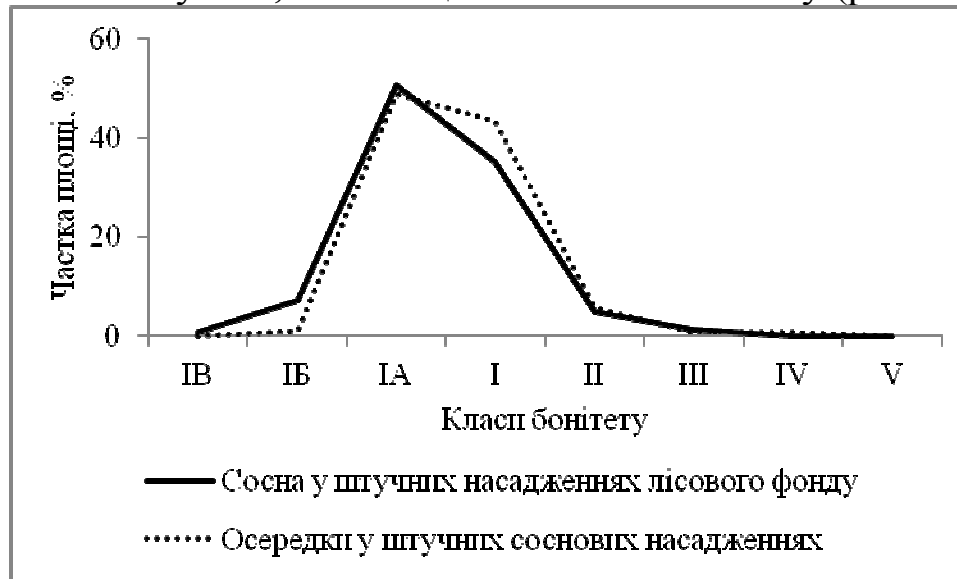


Рис. 5.26. Розподіл за класами бонітету соснових насаджень штучного походження та осередків усихання в них (Тетерівське лісництво)

Осередки всихання у штучних соснових насадженнях також приурочені переважно до ІА і І класів бонітету (48,7 і 43,3 % відповідно). Середній зважений клас бонітету становить ІА та І для всіх штучних соснових насаджень Тетерівського лісництва і для осередків усихання відповідно. Частки площі соснових деревостанів природного походження ІА, І, ІІ і ІІІ класів бонітету становлять 30,3; 37,5; 21,8 і 8,7 %, а середній зважений клас бонітету становить І (рис. 5.27). Найбільша площа осередків усихання у природних насадженнях (48,2 %) приурочена до насаджень І класу бонітету, а частка їхньої площі у насадженнях ІА і ІІ класів бонітету становить 28,7 і 17,3 % відповідно. Середній зважений клас бонітету як у всіх природних соснових насадженнях, так і в осередках усихання становить І. Статистичний аналіз свідчить про достовірні відмінності розподілу за класами бонітету штучних і природних соснових лісів

($\chi^2=101,6$; $\chi^2_{0,05}=3,8$), штучних соснових лісів і осередків у них ($\chi^2=42,5$; $\chi^2_{0,05}=3,8$), а також природних соснових лісів і осередків у них ($\chi^2=25,3$; $\chi^2_{0,05}=3,8$).

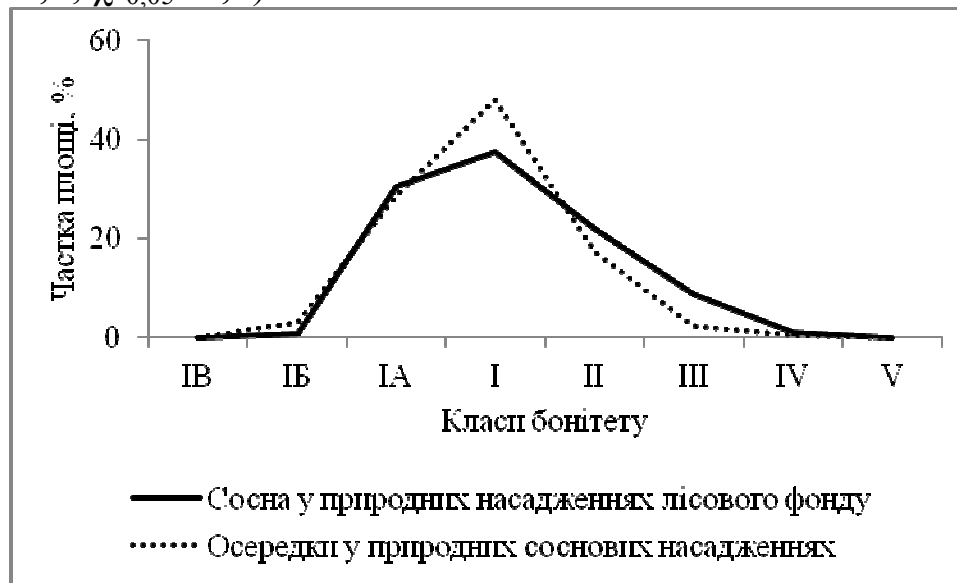


Рис. 5.27. Розподіл за класами бонітету соснових насаджень природного походження та осередків усихання в них (Тетерівське лісництво)

Гіпотеза про приуроченість осередків усихання до насаджень із бонітетом ІА та ІІ не підтвердилася стосовно як штучних, так і природних лісів. Приуроченість осередків усихання до насаджень із бонітетом І підтвердилася стосовно як штучних ($\chi^2=5,1$; $\chi^2_{0,05}=3,8$), так і природних соснових лісів ($\chi^2=6,0$; $\chi^2_{0,05}=3,8$).

5.3. Просторово-часова динаміка осередків усихання з участю короїдів

5.3.1. Динаміка площі нових осередків та відстані між ними. Дослідження просторової динаміки осередків верхівкового короїда, проведені італійськими вченими в Альпах [168], свідчать, що розмір площі, яку займали групи заселених дерев (так званих "плям"), та відстань між ними змінюються упродовж спалаху, який тривав упродовж шести років.

З метою оцінювання динаміки площі "плям" усихання та відстані між ними упродовж розвитку спалаху у соснових лісах Тетерівського лісгоспу для кожної "плями", або осередку всихання були визначені координати його центру та площі на окремі дати

обліку. Було розраховано відстані між кожною парою сусідніх осередків на кожен дату обліку.

Якщо осередки займали сусідні виділи, обчислювали координати спільного центру та сумарну площу осередку, що припадала на сусідні виділи. Загалом до розрахунку взято понад 2000–4000 "плям" за 2014–2018 рр.

Якщо вважати, що площа осередків пропорційна чисельності верхівкового короїда, то тип просторового розподілу осередків можна оцінити за значенням індексу агрегованості (I), яке визначають як співвідношення дисперсії та середнього арифметичного значення [7]. Якщо $I_0 < 1$, то розподіл є рівномірним, якщо $I_0 > 1$ – агрегованим (груповим), а якщо $I_0 = 1$, – випадковим.

Аналіз даних табл. 5.3 свідчить, що середня площа мікроосередків усихання сосни у 2014–2016 рр. збільшувалася від 4,2 до 10,1 га. Площа найменших осередків становила 0,2–0,3 га, тобто вони охоплювали близько 200 дерев. Дисперсія площі осередків зросла у 2015 році в 1,7 разу у порівнянні з 2014 роком, а у 2016 році – у 2,7 разу у порівнянні з 2015 роком. Інтенсивне збільшення як дисперсії площі мікроосередків, так і значення індексу агрегованості (від 9,1 у 2014 р. до 17 у 2016 році) може свідчити про згасання спалаху.

Дійсно у 2017–2018 рр. зменшилися площа мікроосередків і її дисперсія, а розподіл наблизився до випадкового ($I=1$). Водночас у 2017 році кількість мікроосередків перевищила значення всіх попередніх років, а у 2018 році різко зменшилася. Оскільки вегетаційний період 2018 року щойно розпочався, одержані показники ще можуть змінитися.

Таблиця 5.3

Статистичні показники площі мікроосередків усихання упродовж розвитку спалаху у соснових лісах Тетерівського лісництва(на початок 2014–2018 рр.)

Показники	2014	2015	2016	2017	2018
Середня площа мікроосередків, га	4,2±0,12	4,2±0,15	10,1±0,75	3,2±0,05	2,6±0,06
Min–Max, га	0,3–27,5	0,2–48,9	0,9–43,6	0,2–19,0	0,6–10,0
Дисперсія, σ	38,3	64,1	172,1	11,2	2,5
$I_0 = \sigma / \bar{x}$	9,1	15,3	17,0	3,5	1,0
Обсяг вибірки мікроосередків, шт.	2550	2862	306	3916	780

Зменшення відстані між мікроосередками є характерним для фази наростання чисельності багатьох шкідників [65], зокрема верхівкового короїда [168]. Водночас за нашими розрахунками можна казати лише про тенденцію до зменшення цієї відстані (табл. 5.4). Це може бути пов'язаним із регулярним проведенням вибірових санітарних рубок в осередках, а також інших лісгосподарських заходів, за яких збільшується кількість дерев, сприйнятливих до заселення короїдами.

Таблиця 5.4

**Статистичні показники відстані між мікроосередками всихання
упродовж розвитку спалаху у соснових лісах Тетерівського
лісництва (на початок 2014–2016 рр.)**

Показники	2014	2015	2016	2017	2018
Середня відстань між мікроосередками, м	3117,5± 32,12	3530,8± 31,86	2890,3± 84,86	3853,3± 32,64	3704,8± 71,52
Min–Max, м	137,2– 7338,4	150,0– 8557,8	115,2– 6771,3	35,9– 9310,6	35,9– 9259,9
Дисперсія, σ	2630028, 0	2905067, 3	2203483, 1	4171500, 4	3989245, 1
$I_O = \sigma / x$	843,6	822,8	762,4	1082,6	1076,8
Обсяг вибірки осередків, шт.	2550	2862,0	306	3916	780

Зменшення у 2014–2016 рр. індексу агрегованості стосовно показника відстані між осередками також свідчить про тенденцію до згасання спалаху (див. табл. 5.4). Водночас у наступні роки середня та максимальна відстань між мікроосередками, також дисперсія цього показника збільшуються, тоді як мінімальна відстань зменшується понад утричі. Одержані дані можна пояснити тим, що у різних частинах лісового масиву одночасно з'являється багато ослаблених дерев, доступних для заселення короїдами, що призводить до подовження спалаху їхнього масового розмноження.

Як відомо [65, 134], верхівковий короїд розвивається у декількох поколіннях на рік, причому жуки основного покоління, які зимували, заселяють дерева навесні (весняне покоління), а їхнє потомство – наприкінці червня (літнє покоління). З різницею в декілька днів або тижнів від весняного покоління заселяють дерева особини, які зимували на стадії личинки, а також започатковують сестринське

покоління особини, які зимували на стадії імаго. У липні-серпні вже важко розрізнити, потомство яких жуків заселяє дерева.

Оскільки обстеження насаджень здійснювали декілька разів на рік, нами були зіставлені середні площі осередків за два суміжні обліки кожного року та відповідні відстані між "старими" та "новими" мікроосередками (рис. 5.28).

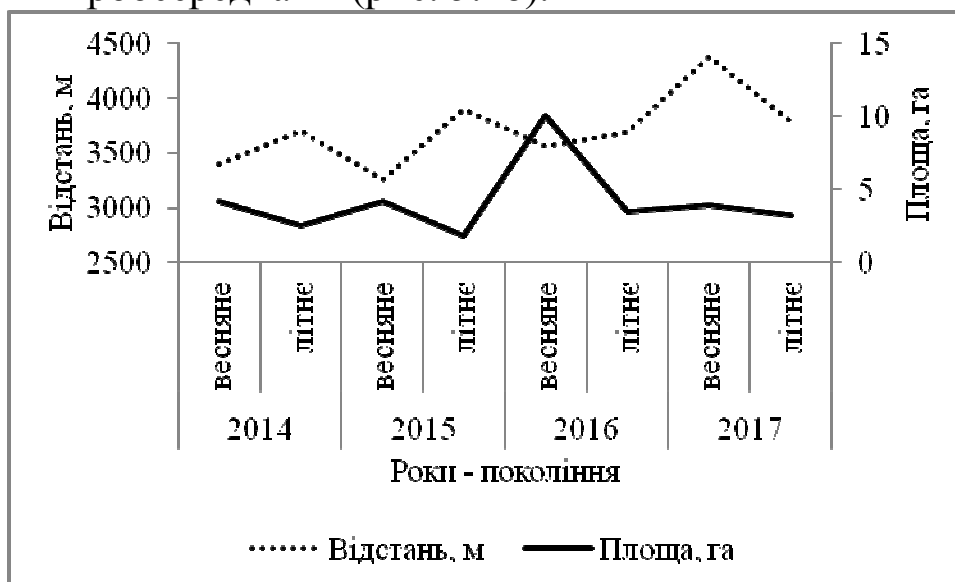


Рис. 5.28. Динаміка площі окремих осередків усихання сосни та відстань між мікроосередками, сформованими суміжними поколіннями верхівкового короїда

Аналіз даних рис. 5.28 свідчить, що відстань між "новими" та "старими" мікроосередками була більшою влітку, а площа осередків – навесні. Так середня площа літніх осередків у 2014, 2015 і 2016 рр. була у 1,6; 2,3 та 2,7 разу меншою, ніж весняних. Мінімальна середня площа осередків весняних і літніх поколінь становила 0,2 га, а максимальна наближалася до 50 га.

За даними італійських учених [168], жуки навесні заселяють дерева поблизу місць зимівлі, а влітку жуки нового покоління розлітаються у пошуках сприйнятливих для заселення дерев. Водночас деякі дерева, заселені у другій половині літа, виявляють лише навесні наступного року, і тому загальна площа весняних осередків видається більшою, ніж літніх.

Італійські вчені вказують, що відстань між літніми та весняними осередками становить 500 м [168]. За нашими дослідженнями у Тетерівському лісництві така відстань перевищувала 3000 м, причому середня за три роки відстань між весняними та літніми минулого року

осередками становила 3407,3 м, а між літніми та весняними того самого року – 3761,7 м. Тобто літні перельоти короїдів були на декілька сотень метрів більш дальніми (на 124,7–935,4 м, у середньому на 354,4 м).

5.3.2. *Динаміка осередків усихання у насадженні.* Зіставлення координат осередків усихання соснових насаджень із квартальною мережею Тетерівського лісництва свідчить, що у 2014 році значна їхня частина була зосереджена поблизу дороги, яка прямує на Кухарське лісництво (рис. 5.29).

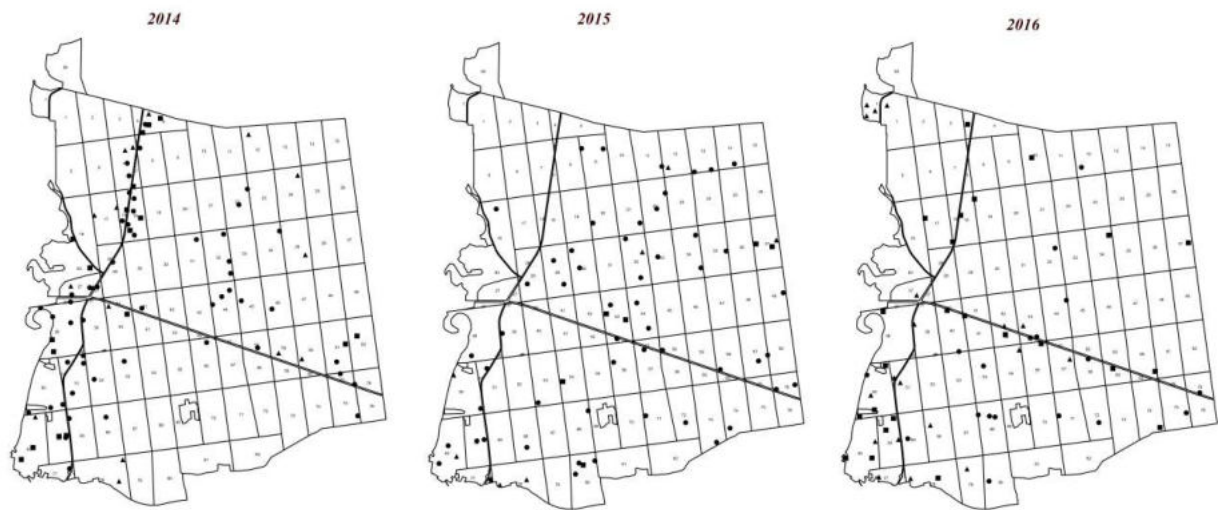


Рис. 5.29. Розміщення осередків усихання соснових насаджень у Тетерівському лісництві у 2014–2016 рр.

У 2015 році осередки розосередилися на схід від дороги на Кухарське лісництво, а у 2016 зосередилися уздовж дороги Київ-Ковель (див. рис. 5.29).

З метою з'ясування питання, чи пов'язане розміщення осередків у 2014 році із близьким розташуванням до дороги, яка прямує на Кухарське лісництво, було здійснено статистичний аналіз даних.

З використанням значень координат центрів осередків, обчислених у попередньому підпункті, було розраховано кількість виділів осередків усихання та виділів, де сосна є головною породою, на відстані 100, 200, 300, 400 і 500 м від зазначеної дороги.

Було доведено, що кількість виділів, у яких сформовані осередки всихання у 2014 році, достовірно більша на відстані до 100 м від дороги на Кухарське лісництво ($\chi^2=23,9$; $\chi^2_{0,05}=3,8$).

Розрахунки свідчать, що коефіцієнт кореляції між кількістю виділів, де сосна є головною породою, та кількістю виділів із

осередками всихання у 2014 році становить 0,85, між кількістю виділів соснових лісів і відстанню від дороги – -0,92, між кількістю виділів із осередками та відстанню від дороги – -0,88. Оскільки $r_{0,05}=0,87$, можна стверджувати, що обидва показники зменшуються у міру збільшення відстані від дороги на Кухарське лісництво (рис. 5.30).

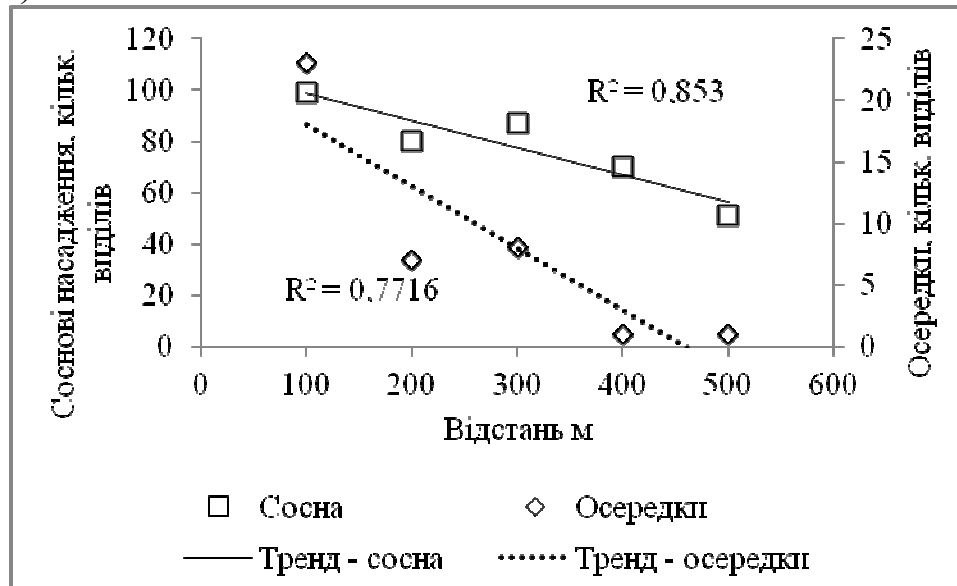


Рис. 5.30. Залежність кількості виділів, де сосна є головною породою, та виділів із осередками всихання від відстані від дороги на Кухарське лісництво у 2014 році

Водночас факт приурочення виділів із осередками всихання сосни у 2016 році до насаджень, які ростуть на відстані до 100 м від дороги Київ-Ковель, статистично не підтвердився ($\chi^2=0,1$; $\chi^2_{0,05}=3,8$).

Коефіцієнт кореляції між кількістю виділів, де сосна є головною породою, та кількістю виділів із осередками всихання у 2016 році становить 0,93, між кількістю виділів соснових лісів і відстанню від дороги – -0,96, між кількістю виділів із осередками та відстанню від дороги Київ-Ковель – -0,88 (рис. 5.31).

Одержані дані свідчать, що формування осередків усихання у лісовому масиві Тетерівського лісництва у 2016 році пов'язане більшою мірою з поширенням соснових лісів, ніж із відстанню від дороги Київ-Ковель, хоча поширення сприйнятливих до заселення короїдами соснових лісів також достовірно зменшується у міру збільшення відстані від цієї дороги.

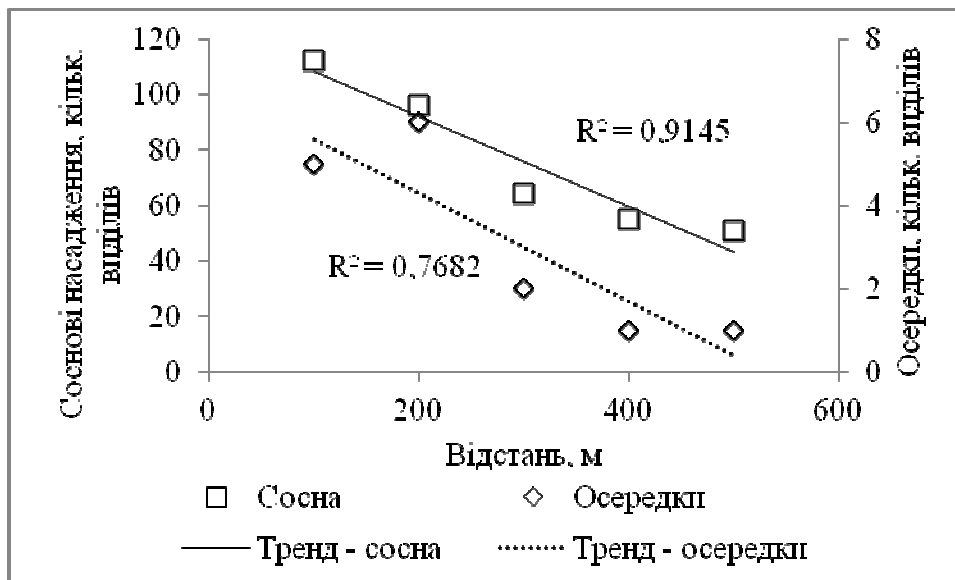


Рис. 5.31. Залежність кількості виділів, де сосна є головною породою, та виділів із осередками всихання від відстані від дороги Київ-Ковель у 2016 році

Як відомо, порушення однорідності намету лісу створює умови для поширення як пожеж [12], так і шкідливих комах [65]. Осередки масового розмноження комах-хвоєгризів часто формуються у насадженнях, що межують зі зрубамі, оскільки ці види надають перевагу освітленим і прогріваним частинам крони, де раніше з'являється доступний корм і швидше завершується розвиток личинок. На межі зі свіжими зрубамі дерева часто пошкоджуються морозом, сонячними променями та стають сприйнятливими до нападів стовбурових шкідників. Ми проаналізували просторову динаміку площі соснових лісів Тетерівського лісництва, де у 2014–2018 рр. були проведені рубки головного користування та суцільні санітарні рубки. Розрахунки свідчать, що площа осередків усихання за цей період становила 23,5 % від усієї площі соснових лісів Тетерівського лісництва, причому 31,1% площі осередків межують із зрубамі. Від усієї площі соснових лісів Тетерівського лісництва зі зрубамі межує 36,4 %, причому серед осередків усихання – 48,1 %, а серед решти площі – 32,8 %. Приуроченість осередків усихання до ділянок, які межують зі зрубамі, доведена значенням розрахованого тетрахоричного коефіцієнта χ^2 ($\chi^2=77,5$; $\chi^2_{0,05}=3,84$) (табл. 5.5).

Аналіз даних стосовно рубок 2017 року та осередків усихання 2018 року також виявив достовірний зв'язок між розміщенням зрубів та осередків ($\chi^2=51,2$; $\chi^2_{0,05}=3,84$). Серед усіх соснових лісів зі зрубамі межували ділянки на 13,5 % площі, а серед осередків – на 36,5%

площі. При цьому площа осередків становила 2,6 % від загальної площі соснових лісів і 7,1 % від площі лісів, що межують зі зрубом.

Таблиця 5.5

**Розрахунок достовірності зв'язку виникнення осередків
короїдного всихання соснових лісів із наявністю поряд свіжих
зрубів (Тетерівське лісництво)**

Вибірка	Частка від загальної площі лісів певної вибірки, %			Частка від площі соснових лісів, %			r _a	χ ² _{факт} / χ ² _{0,05}
	загальної площі	площі, що межує зі зрубом	площі, що не межує зі зрубом	загальної площі	площі, що межує зі зрубом	площі, що не межує зі зрубом		
Усі рубки та осередки всихання за 2014–2018 рр.								
Усі соснові ліси	100	36,4	63,6	100	100	100	0,1	77,5 / 3,84
Осередки	100	48,1	51,9	23,5	31,1	19,2		
Не осередки	100	32,8	67,2	76,5	68,9	80,8		
Усі рубки 2017 року та осередки всихання 2018 р.								
Усі соснові ліси	100	13,5	86,5	100	100	100	0,1	51,2/ 3,84
Осередки	100	36,5	63,5	2,6	7,1	1,9		
Не осередки	100	12,9	87,1	97,4	92,9	98,1		
Усі рубки головного користування 2017 року та осередки всихання 2018 р.								
Усі соснові ліси	100	9,9	90,1	100	100	100	0,1	12,9/ 3,84
Осередки	100	20,0	80,0	2,6	5,3	2,3		
Не осередки	100	9,6	90,4	97,4	94,7	97,7		
Усі суцільні санітарні рубки 2017–2018 р. та осередки всихання 2018 р.								
Усі соснові ліси	100	25,3	74,7	100	100	100	0,1	42,7/ 3,84
Осередки	100	52,0	48,0	2,6	5,4	1,7		
Не осередки	100	24,6	75,4	97,4	94,6	98,3		

У зв'язку із тим, що площа рубок головного користування у 2017–2018 рр. майже вдвічі поступалася площі суцільних санітарних рубок, достовірність приурочення осередків до зрубів після рубок головного користування підтверджено з меншим значенням тетрагоричного коефіцієнта χ^2 ($\chi^2=12,9$; $\chi^2_{0,05}=3,84$), ніж достовірність приурочення осередків до зрубів після суцільних санітарних рубок ($\chi^2=42,7$; $\chi^2_{0,05}=3,84$) (див. табл. 5.5).

Наочно сусідство зрубів і мікроосередків верхівкового короїда видно на картах, фрагменти яких наведено на рис. 5.32.

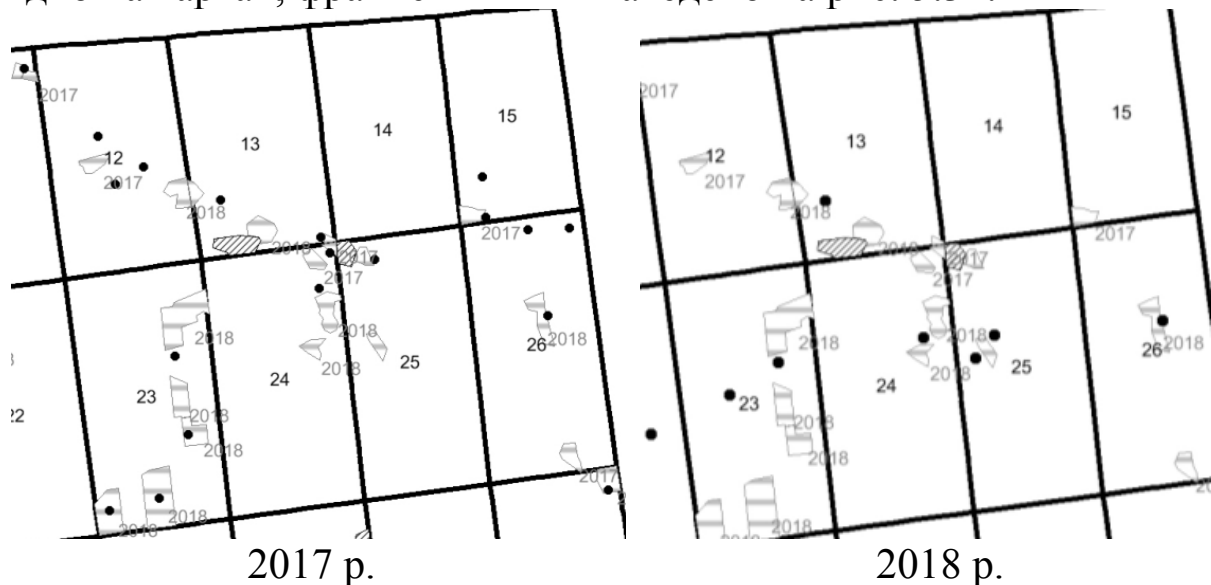


Рис. 5.32. Фрагмент плану насаджень Тетерівського лісництва (крапки – центри мікроосередків, прозорі багатокутники – зруби санітарних рубок, заштриховані багатокутники – зруби рубок головного користування 2017–2018 рр.)

Таким чином аналіз просторової динаміки осередків верхівкового короїда дав змогу побудувати алгоритм для оцінювання принадності ділянок для формування його осередків із урахуванням показників, що характеризують лісорослинні умови, насаджень та зміну категорії земель сусідніх ділянок.

Висновки до розділу

1. У лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" площі осередків "короїдного" всихання збільшувалися з 2009 року з максимальною площею проведення вибіркової санітарної рубки у 2013 р. та суцільної санітарної рубки у 2016 р. Об'єм деревини, заготовленої під

час проведення вибіркової санітарної рубки в 2011–2015 та 2016–2017 рр., перевершив значення для 2001–2017 рр. на 35,9 і 68 %, або в 1,4 та 1,7 разу відповідно.

2. Виявлено від'ємну кореляцію між площею, охопленою суцільною санітарною рубкою, та датою стійкого переходу температури повітря навесні через 0 °С, а також між площею, охопленою суцільною санітарною рубкою, та сумою атмосферних опадів за вегетаційний період.

3. Площа всихання соснових лісів за вегетаційні періоди 2014–2016 рр. зростала в декілька етапів. Вибіркові рубки довелося повторити 2–3 рази в одних і тих самих виділах, а у 2017 р. у 28,6 % виділів, де в попередні роки проводили вибіркові санітарні рубки, проведені суцільні санітарні рубки.

4. Осередки масового розмноження короїдів приурочені до природних соснових лісів, у межах суборів і сугрудів – до вологих умов (В₃ та С₃), але вік і склад насаджень впливають на поширення осередків більше, ніж тип лісорослинних умов. Короїди надають перевагу чистим сосновим насадженням віком понад 70 років із відносною повнотою 0,6–0,8.

5. У 2014–2016 рр. середня площа мікроосередків короїдів збільшувалася від 4,2 до 10,1 га, а у 2017–2018 рр. зменшилася, а розподіл наблизився до випадкового. Водночас внаслідок господарської діяльності у різних частинах лісового масиву одночасно з'являється багато ослаблених дерев, доступних для заселення короїдами, що призводить до подовження спалаху їхнього масового розмноження.

6. Відстань між "новими" та "старими" мікроосередками була більшою влітку, а площа осередків – навесні. Так середня площа літніх осередків у 2014, 2015 і 2016 рр. була у 1,6; 2,3 та 2,7 разу меншою, ніж весняних. Мінімальна середня площа осередків весняних і літніх поколінь становила 0,2 га, а максимальна наближалася до 50 га.

7. Площа осередків усихання у 2014–2018 рр. становила 23,5 % від усієї площі соснових лісів Тетерівського лісництва, причому 31,1% площі осередків межували із зрубами рубок головного користування та суцільних санітарних рубок.

РОЗДІЛ 6

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОХОРОНИ ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ І МОНІТОРИНГУ ШКІДНИКІВ ЛІСУ ЯК СКЛАДОВА ДЕРЖАВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ЛІСИ УКРАЇНИ»

6.1. Загальна характеристика ДІС "Ліси України"

Для реалізації лісової політики в сучасному динамічному середовищі необхідно мати гнучкий інструмент управління, побудований на основі останніх досягнень інформатики і комп'ютерної техніки. Використання цих засобів комунікацій у системі управління лісами може принципово підвищити оперативність її роботи.

Розвиток засобів збирання та обробки матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дає змогу широко використовувати їх як для створення точної топографічної основи лісовпорядних матеріалів, так і для безперервного моніторингу стану лісів [32, 94]. Для накопичення, зберігання та поновлення інформації у лісовому господарстві необхідно створити інформаційну систему, яка буде базуватися на потужному сервері баз даних, включатиме в себе автоматизовані робочі місця (АРМ) спеціалістів всіх підрозділів і рівнів лісогосподарської галузі та матиме можливості для оперативного обміну даними між суб'єктами господарювання. Така система – Державна Інформаційна система "Ліси України" (ДІС) створена лабораторією нових інформаційних технологій УкрНДІЛГА. Вона призначена для збору, накопичення та аналізу інформації щодо стану лісів та ведення лісогосподарської діяльності у лісовпорядних експедиціях, лісогосподарських підприємствах, обласних управліннях та державному Агентстві лісових ресурсів України.

Згідно зі схемою інформаційних потоків між суб'єктами лісогосподарської діяльності (рис. 6.1) блок "АРМ інженера-таксатора" – блок первинного збору та обробки інформації базового лісовпорядкування, створення та наповнення як атрибутивної, так і картографічної бази даних, планування лісогосподарських заходів, ведення безперервного лісовпорядкування з поновленням картографічних і атрибутивних даних. Після проведення базового або

безперервного лісовпорядкування інформація надходить до головного сервера бази даних.

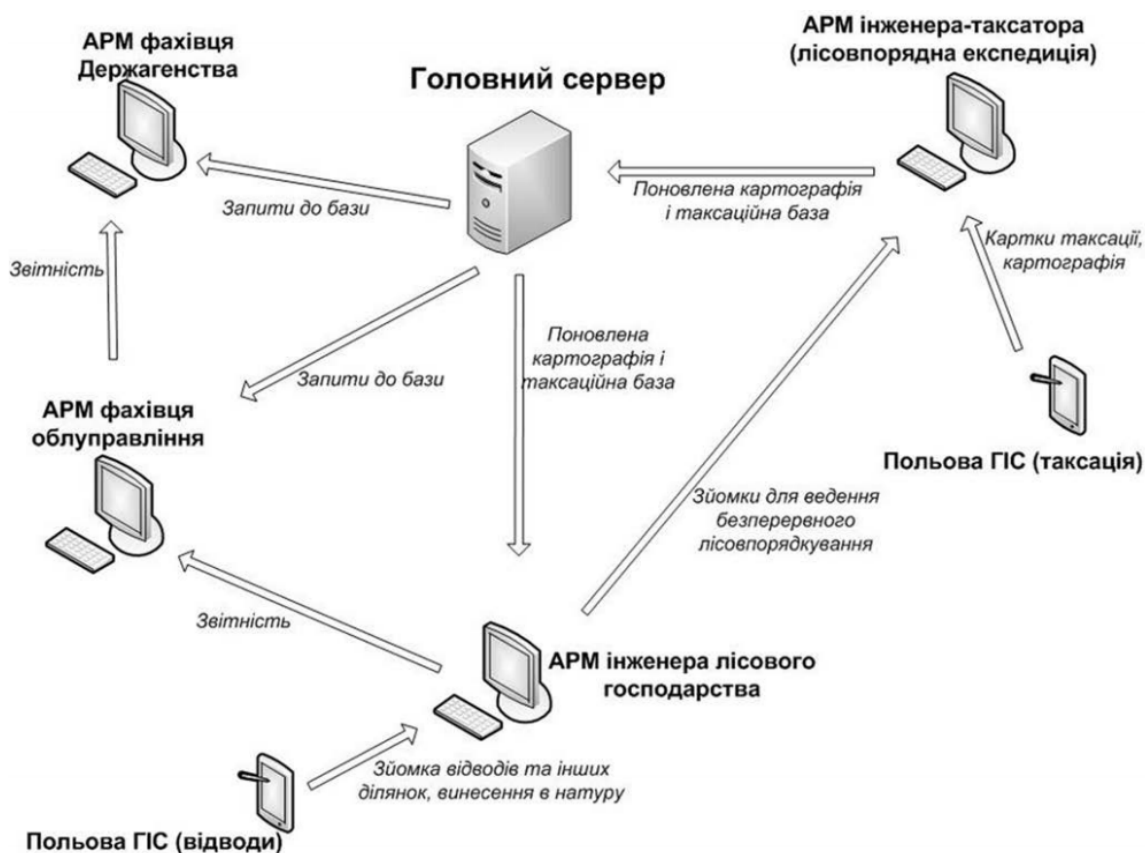


Рис. 6.1. Функціональна схема ДІС "Ліси України"

Робота таксатора проходить за таким сценарієм:

– підготовка до польових робіт: занесення в базу ортофотопланів, космічних знімків та інших картографічних матеріалів. Розроблене програмне забезпечення дає змогу використовувати будь-які растрові зображення, в автоматичному режимі імпортує файли прив'язки, що зазвичай постачаються разом з ортофотопланами та космічними знімками, дозволяє одночасно працювати з декількома растрами та будь-якими координатними проекціями.

Програма дає змогу працювати з растрами різних типів, різної роздільної здатності, різних форматів. Така невибагливість до вхідних даних зменшує час на підготовку вхідних матеріалів. Те саме стосується й інших растрових даних – топокарт, абрисів, тощо. Є також функція он-лайн завантаження космічних знімків з безкоштовних серверів (Google, Bing). Оскільки таксатору часто доводиться

працювати з декількома растрамиодночасно, постійно пересуватися екраном, розроблено функцію побудови «пірамід» під час масштабування виду на екрані. «Піраміди» – це програмно-оптимізовані растрові зображення, що бачить користувач на екрані залежно від масштабу карти. Зазначений підхід дає змогу прискорити відображення растрів на екрані монітору, тобто працювати на менш потужних комп'ютерах. Реалізовано функцію конвертації кадастрових даних у формат, придатний для занесення в головну базу даних.

Таксатор має можливість підготуватися до польових робіт завдяки занесенню даних землекористування, в тому числі й у векторному вигляді, уточненню зовнішніх меж, формуванню квартальної мережі та попередньому дешифруванню видимих на знімках меж виділів.

Використання під час роботи в лісі польової ГІС і портативних комп'ютерів дає змогу взагалі обійтися без паперових абрисів.

Передбачена можливість імпорту бази, створеної за допомогою програм ULR, розроблених ВО "Укрдержліспроект" із повним контролем занесеної інформації, топологічним контролем векторної геометрії, автоматичним ув'язанням геометричних даних із атрибутивною базою. Для сумісності з програмами ULR реалізована також вставка розрахованих площ у vff-файли. У процесі роботи таксатор має змогу налаштовувати візуалізацію об'єктів, змінювати положення написів виділів та площ тощо.

Кінцевим етапом лісовпорядкування є підготовка та друк планшетів 1 : 10 000, планів лісонасаджень і тематичних карт 1 : 25 000, карт-схем 1 : 100 000, а також необхідних схем до проекту. Формування планшетів та планів насаджень відбувається автоматично, таксатор лише корегує положення окремих фрагментів на електронному аркуші.

Інформація до бази даних надходить із усіх лісовпорядних експедицій та накопичується на всю територію України. База даних містить як картографічну, так і атрибутивну інформацію, вона є топологічно-коректною, тобто:

– полігональні об'єкти (виділи, квартали, населені пункти, водойми) є похідними від лінійних об'єктів (меж виділів, кварталів, доріг, тощо). Їхня побудова контролюється вбудованими топологічними функціями;

– між усіма векторними об'єктами бази встановлено топологічні відносини, що не допускає виникання різних некоректних ситуацій, наприклад, два полігони виділів не можуть накладатися один на одного, полігон кварталу має бути повністю заповнений полігонами виділів, не може бути «висячих» відрізків у межах виділів та лінійних виділах;

– кожен полігон виділу та відрізок лінійного виділу пов'язані із записом у таксаційній базі, що, по-перше, дає змогу додатково контролювати правильність створення картографії, а по-друге, дозволяє швидко проводити розрахунок та ув'язку площ. Доступ до цієї бази організують згідно з рівнем доступу спеціалістів, і вона відкрита лише для читання (дозвіл на зміну даних на сервері мають лише фахівці лісовпорядної експедиції). Для виконання запитів організовано віддалений доступ, реалізовані функції кодування результатів вибірок в обмінний формат. Як обмінний формат пропонується використовувати XML-формат, що зараз широко застосовують, особливо в Інтернет-продуктах.

Блок "АРМ інженера лісового господарства". Кожного року після безперервного лісовпорядкування лісогосподарське підприємство отримує вибірку з головної бази даних, яка містить в собі таксаційну базу та картографію в обмінному форматі. Програмне забезпечення цього рівня автоматизує повсякденну діяльність в сфері лісокористування: занесення даних GPS-зйомки відводів, планування рубок за періодами року, вибір фондів рубок головного користування та рубок формування і оздоровлення лісів, облік заготовленої продукції, формування різних вибірок за запитом у розрізі таксаційних показників, заходів, ретроспективний аналіз лісогосподарської діяльності, друк форм звітності та реєстру заявок для біржового аукціону.

Блок "АРМ фахівця обласного управління". Фахівці обласного управління мають доступ до даних всіх лісгоспів області. Програмне забезпечення дозволяє здійснювати аналіз лісогосподарської діяльності підприємств, виконувати різні запити, як атрибутивні, так і просторові, формувати звітні форми та документи для різних зацікавлених організацій. Блок "АРМ фахівця державного Агентства лісових ресурсів". Функціональність цього АРМу повністю співпадає з АРМом фахівця обласного управління. Фахівці державного

Агентства лісових ресурсів мають доступ до даних всіх лісогосподарських підприємств країни.

6.2. Алгоритм оцінювання принадності ділянок для формування осередків верхівкового короїда

На першому етапі ми ранжували значення всіх параметрів, які беруть до уваги під час прогнозування, на шість градацій: 0 балів – загроза відсутня, 1 – дуже низька, 2 – низька, 3 – середня, 4 – висока, 5 – дуже висока (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Алгоритм для балового оцінювання ділянок соснових насаджень за принадністю для формування осередків верхівкового короїда

Показники	Загроза поширення осередків, бали					
	0 – відсутня	1 – дуже низька	2 – низька	3 – середня	4 – висока	5 – дуже висока
Походження	–	–	–	–	штучне	природне
ТЛУ	A ₁ , B ₁ , D ₁ –D ₅	A ₂ , A ₅ , B ₅ , C ₅	A ₃ –A ₄	B ₂ , C ₂	B ₃ , C ₃ , B ₄ , C ₄	–
Вік, років	≤ 40	41–50	51–60	61–70	71–90	>90
Відносна повнота	≤ 0,4	0,5	0,9–1,0	0,6	0,8	0,7
Частка сосни у складі	≤ 5	6	7	8	9	10

Розрахунки площі насаджень із відповідним рівнем загрози здійснювали з використанням бази даних лісовпорядкування ДП "Тетерівське ЛГ" станом на 2014 рік. Відповідні значення показників замінювали на бали згідно з даними табл. 6.1 та підраховували їхню суму для кожного виділу, яку ранжували за п'ятибальною шкалою. У випадку, якщо ділянка межує зі зрубом рубки головного користування або суцільної санітарної рубки, проведених упродовж останніх двох років, збільшували бал загрози на одиницю.

Розрахунки, проведені з урахуванням усіх насаджень, виявили, що на площі 12,6 % лісового фонду Тетерівського лісництва осередки верхівкового короїда не можуть виникати, оскільки на цих ділянках категорії земель включають галявини, розсадники, дороги, будівлі,

споруди, незімкнені лісові культури або сосна не є головною породою чи представлена менше, ніж п'ятьма одиницями у складі зімкнених насаджень (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Розрахунок розподілу усіх ділянок Тетерівського лісництва за принадністю для формування осередків верхівкового короїда

Наявність сусідства зі зрубом	Загроза поширення осередків, бали							Разом
	0 – відсутня	1 – дуже низька	2 – низька	3 – середня	4 – висока	5 – дуже висока	6 – додатковий *	
Відсутнє	588,3 / 12,6	–	33,0 / 0,7	1194,0 / 25,5	2335,3 / 49,9	533,9 / 11,4	–	4684,5 / 100
Наявне	588,3 / 12,6	–	12,2 / 0,3	728,8 / 15,6	1931,2 / 41,2	1249,6 / 26,7	174,4 / 3,7	4684,5 / 100
Різниця	–	–	– 20,8 / -0,4	-465,2 / -9,9	-404,1 / -8,6	715,7 / 15,3	174,4 / 3,7	–

Примітка: балом 6 позначені ділянки з оцінкою 5 балів, що межують зі зрубам; чисельник – площа, га; знаменник – частка, %.

Сумарний бал "1" не одержала жодна ділянка. Найбільшою мірою представлені ділянки з високою загрозою поширення верхівкового короїда (19,96 і 41,2 % у випадках, коли сусідство зі зрубом не враховували та враховували відповідно).

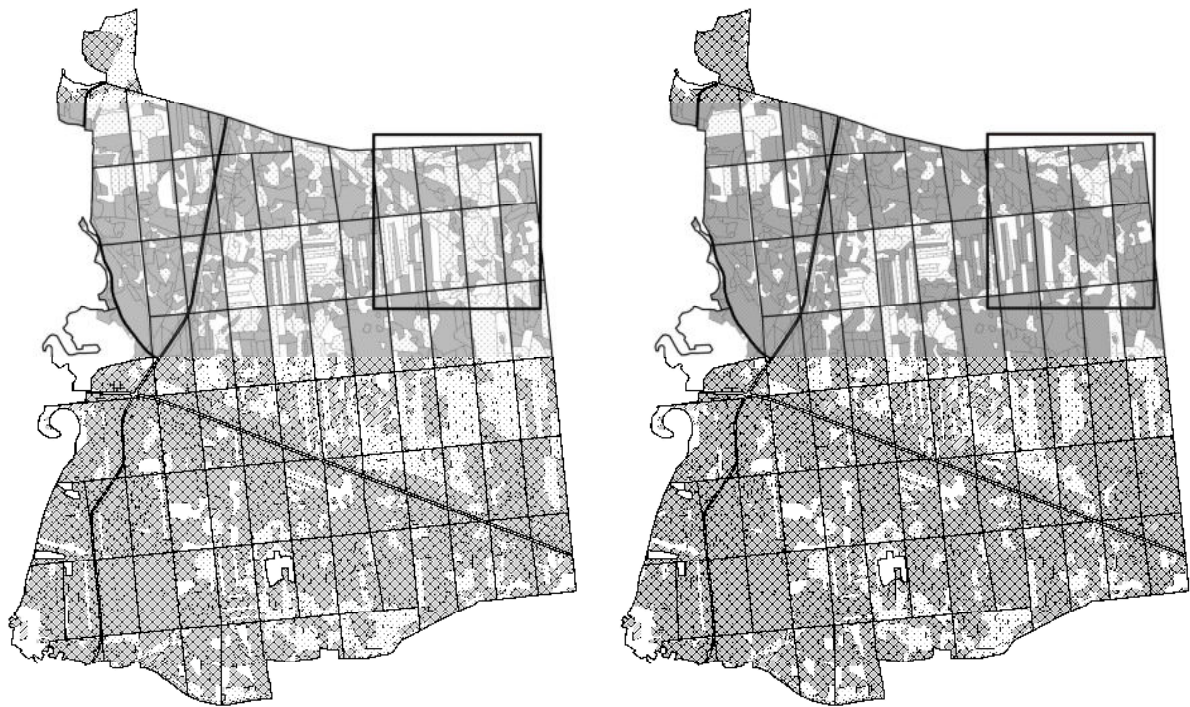
Можна помітити, що у випадку урахування сусідства ділянок зі зрубам частка площі з низькою, середньою та високою загрозою зменшувалася, а з дуже високою – збільшувалася. Площа ділянок, де існує загроза формування осередків верхівкового короїда 5 балів у випадку врахування сусідства зі зрубам збільшується на 715,7 га (15,3 %), площа з оцінками 5–6 балів – на 890,1 га (19,0 %).

Одержані дані дали змогу побудувати карти прогнозованого поширення осередків "короїдного" всихання соснових лісів (рис. 6.2).

На рис. 6.3 наведені збільшені фрагменти карт, представлених на рис. 6.2.

Для визначення найбільш вагомих чинників, які впливають на уразливість насаджень до заселення короїдами, були зіставлені масиви виділів із наявними осередками "короїдного" всихання та

виділів із високим ризиком поширення осередків за окремими показниками.



а

б

Рис. 6.2. Розподіл насаджень Тетерівського лісництва за рівнем загрози поширення осередків верхівкового короїда (а – без урахування сусідства зі зрубами; б – з урахуванням сусідства зі зрубами).



а



б



– наявні осередки



– низький ризик
виникнення осередку



– високий ризик
виникнення осередку

Рис. 6.3. Збільшені фрагменти тематичної карти розподілу насаджень Тетерівського лісництва за рівнем загрози поширення осередків верхівкового короїда (а – без урахування сусідства зі зрубами; б – з урахуванням сусідства зі зрубами).

Показник достовірності прогнозування розраховано як відсоткове співвідношення кількості спільних виділів у двох масивах (з фактичними і прогнозованими осередками всихання) та кількості виділів із фактичним усиханням (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

**Достовірність прогнозування ризику поширення осередків
"короїдного" усихання соснових насаджень з урахуванням
окремих показників**

Показники	Усі виділи	Виділи, що межують зі зрубом
Сукупність показників	100,0	27,8
Склад насаджень – 10 Сз	57,6	16,3
Вік насаджень – понад 70 років	52,3	11,5
Відносна повнота 0,7	36,7	12,2
Походження – природне	36,5	7,2
ТЛУ – В ₃₋₄ , С ₃₋₄	0,2	0,0

Проведені розрахунки свідчать, що сукупність показників дає змогу достовірно визначити ділянки насаджень, де можуть виникнути осередки (100 %). Наявність раптового зрідження намету (найчастіше – зрубу суцільної рубки) найбільш істотно впливає на прогноз.

Аналіз окремих чинників свідчить, що найбільше значення у поширенні осередків усихання мають склад насаджень (чисті соснові насадження заселяються у першу чергу) та їхній вік (див. табл. 6.3). Хоча нами були виявлені поселення верхівкового короїда на 15–20-річних соснах, але масового всихання таких насаджень не відбувалося, що може бути пов'язаним із їхньою великою густотою й затіненням більшої частини стовбурів. Водночас у випадку проведення інтенсивних рубок догляду ризик заселення таких насаджень може збільшитися.

Відносна повнота насаджень сама собою є менш важливим чинником ризику, ніж її раптове зменшення: достовірність виникнення осередку всихання поряд із зрубамі зростає на 12,2 %.

Врахування походження насаджень помітно підвищує достовірність прогнозу (36,5%). Водночас слід брати до уваги, що середній вік насаджень природного походження у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" є понад удвічі більшим, ніж штучних. Тобто уразливість

насаджень в окремих виділах до заселення короїдами може більшою мірою залежати від віку насаджень, аніж від їхнього походження.

Найменшу роль у прогнозуванні поширення осередків відіграє тип лісорослинних умов (див. табл. 6.3).

Таким чином, шестибалову шкалу прогнозування поширення осередків "короїдного" всихання можна спростити до чотирьох балів і двох основних показників (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

**Спрощена шкала для прогнозування загрози поширення
"короїдного" всихання соснових насаджень**

Показники	Загроза поширення осередків, бали			
	низька	середня	висока	дуже висока
Вік, років	≤50	51–70	71–90	>90
Частка сосни у складі, %	≤60	61–80	81–90	91–100

Це дає змогу визначати тренд зміни площі осередків усихання на рівні адміністративних областей чи природних зон.

Так у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" соснові насадження віком понад 70 років становлять 37,3 %, а серед осередків усихання 2015–2016 рр. – 84,6 %. Чисті соснові насадження становлять 47,2 та 42,1 % серед штучних і природних деревостанів лісового фонду, а осередки всихання у чистих штучних і природних соснових насадженнях – 63,2 та 66,4 %.

Водночас приуроченість осередків до окремих виділів можливо уточнити лише за аналізом повидільної бази даних, а за наявності оцифрованої карти – засобами ГІС. Розрахунки з використанням повидільної бази даних свідчать, що чисті соснові насадження віком понад 70 років представлені у 40,8 % виділів усіх осередків усихання.

6.3. Інформаційна система охорони лісів від пожеж і шкідників лісу

Нині у лісогосподарських підприємствах лісової галузі встановлено близько 100 систем відеоспостереження, що забезпечують покриття близько 63% лісових територій.

Наші дослідження показали, що такі системи доцільно використовувати для виявлення не тільки місць загоряння, але й осередків шкідливих комах – за змінами кольору крони.

Так у лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" (Тетерівське лісництво) у період масового розмноження верхівкового короїда фіксували стан крон у декількох виділах у різні терміни: 25 червня, 14 липня та 4 серпня 2016 року.

На рис. 6.4 наведено серію знімків двох ділянок чистих соснових насаджень штучного походження, таксаційну характеристику яких наведено у табл. 6.5.



25.06.16



14.07.16



4.08.16



а

б

Рис. 6.4. Знімки, зроблені за допомогою камер відеоспостережень у різні дати 2016 року (ДП "Тетерівське ЛГ", Тетерівське лісництво, ліворуч – кв. 63, виділ 22, праворуч – кв. 77, виділ 12)

Таблиця 6.5

Таксаційна характеристика виділів, у яких зафіксовано зміни стану крон за допомогою камер відеоспостережень у 2016 році

Квар- тал	Ви- діл	Пло- ща, га	Боні- тет	ТЛУ	Вік, років	Висо- та, м	Діа- метр, см	Пов- нота	Запас, м ³		Склад наса- джень
									на 1 га	на виділі	
77	12	0,4	ІА	В ₂	66	25	26	0,7	380	0,15	10С ₃
63	22	10	ІБ	С ₂	66	28	28	0,8	500	5	10С ₃ + Д ₃

Знімки фіксували у літні місяці, оскільки саме у другій половині наприкінці червня відбувається виліт короїдів і розселення у насадженні. Аналіз знімків, наведених на рис. 6.4 а, свідчить, що на першій ділянці (кв. 77, виділ 12) осередок усихання існував ще у першу половину 2016 року. Водночас поряд із ділянкою було проведено рубку головного користування, і на межі зі зрубом підвищилася уразливість дерев до заселення короїдами. Тому межі осередку всихання, який існував у червні, у липні посунулися у напрямку зрубу.

У другому прикладі (кв. 63 виділ 22, рис. 6.4. б) контури осередку всихання соснових насаджень у червні мають подовжену форму. Він виник після вирубання дерев під лінією електропостачання, причому дерева були заселені майже одночасно по всій довжині вирубанної смуги. У липні межі осередку поширилися на північ і також повторюють контури ділянки, де було проведено рубку. У серпні на обох ділянках поширення меж осередку уповільнилося.

Проведені дослідження дали змогу запропонувати алгоритм прогнозування поширення осередків "короїдного" всихання сосни.

На першому етапі за базою даних лісовпорядкування визначають ділянки максимального ризику з урахуванням віку, складу та повноти насаджень.

Поправки вносять у міру появи додаткових зон ризику – зрубів рубок головного користування, суцільних санітарних рубок, прогалин у наметі внаслідок будівництва будівель, споруд, доріг, влаштування

протипожежних розривів, вирубаня намету під лініями електропостачання.

Такі ділянки доцільно виявляти з використанням камер відеоспостереження за пожежами, дронів, а також оперативних космічних знімків і коригувати локалізацію та площу осередків під час наземних обстежень насаджень.

6.4. Системи підтримки прийняття рішень під час виявлення та гасіння пожеж (СППР-ГП) (на прикладі ДП "Свеське ЛГ")

Програмно-технічний комплекс (ПТК) бере до уваги особливості ведення лісового господарства України та рівень і якість забезпечення лісгоспів повидільною таксаційною та картографічною інформацією.

Згідно із цим було сформульовано такі основні завдання:

- інвентаризувати об'єкти пожежного впорядкування та внести інформацію у базу даних щодо них (ЛПС, пункти зосередження інвентарю, підрозділи МЧС, вежі спостереження за пожежами, водозабори);

- створити електронну карту доріг (з використанням ортофотопланів) у межах та за межами лісових масивів на території модельних лісгоспів із наступним корегуванням на місцях;

- розробити варіанти електронної карти доріг для автомобільних навігаторів, що дасть змогу прямувати до місця пожежі в заданих лісництві, кварталі та виділі;

- визначити ефективність покриття існуючої системи пожежних веж із використанням цифрової моделі рельєфу і висоти лісового намету;

- запроектувати розміщення нових пожежних веж із розрахунком відповідної площі покриття;

- з урахуванням існуючої системи звітності по пожежах запроектувати її електронний варіант із використанням віддаленого серверу бази даних через мережу Інтернет;

- розробити й інсталиувати у конторах лісгоспів необхідне програмного забезпечення, яке дає змогу:

- вести бази даних об'єктів протипожежного впорядкування території (ЛПС, пункти зосередження інвентарю, вежі спостереження за пожежами, водозабори);

- вносити зміни у дорожню мережу на території підприємства (під час прокладання або руйнування доріг);

- визначати місця виникнення пожежі (лісництво, квартал, виділ);

- знаходити найкоротших шляхи до місця пожежі із заїздами до водозаборів і ЛПС;

- вносити дані безперервного лісовпорядкування за допомогою автоматизованого робочого місця інженера лісового господарства (АРМІЛГ);

- інформувати обласні управління лісового та мисливського господарства та держлісагенство про виникнення пожеж та їхній стан;

- вести й накопичувати інформацію для звітності та складання актів про лісові пожежі;

- формувати документи ЛП-1, ЛП-2 та інші форми звітності.

Систему розроблено та впроваджено у ДП "Свеське ЛГ" з використанням даних лісовпорядкування в електронному вигляді (картографічні й таксаційні матеріали), даних інвентаризації протипожежного облаштування лісів (розташування пожежних веж, водозаборів, лісо-пожежних станцій, лісові дороги) (рис. 6.5).

Визначено достовірність та актуальність даних електронних карт ВО "Укрдержліспроект" стосовно лісових доріг, вивчено існуючі практику та світовий досвід під час виявлення й гасіння пожеж і здійсненні лісозахисних заходів. Підготовлені "Посібник користувача Системою підтримки прийняття рішень на різних рівнях (Лісгосп, Обласне управління, Держлісагентство)", "Посадові інструкції користувача Системою підтримки прийняття рішень на різних рівнях керування" та актуалізовані дані лісовпорядкування, об'єктів пожежного впорядкування та лісових доріг в електронному вигляді. Розраховані та відмічені на карті оптимальні маршрути до місць можливих пожеж на карті лісових доріг (рис. 6.6).

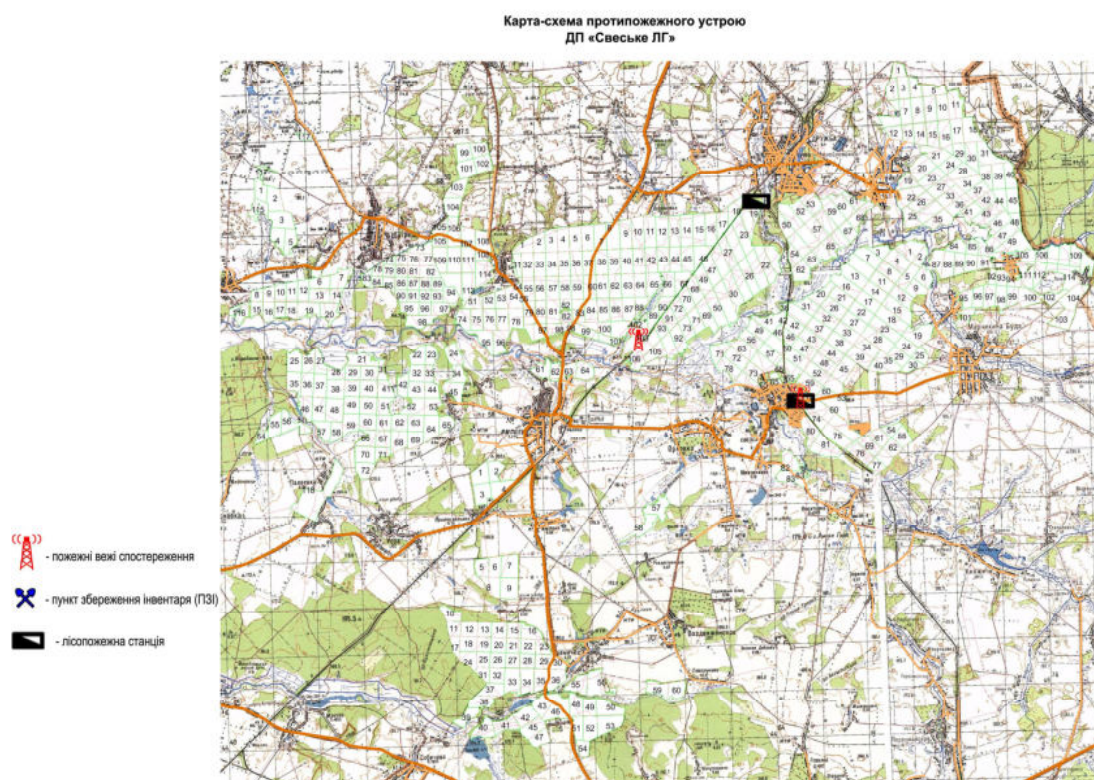


Рис. 6.5. Карта-схема протипожежного устрою ДП "Свеське ЛГ"

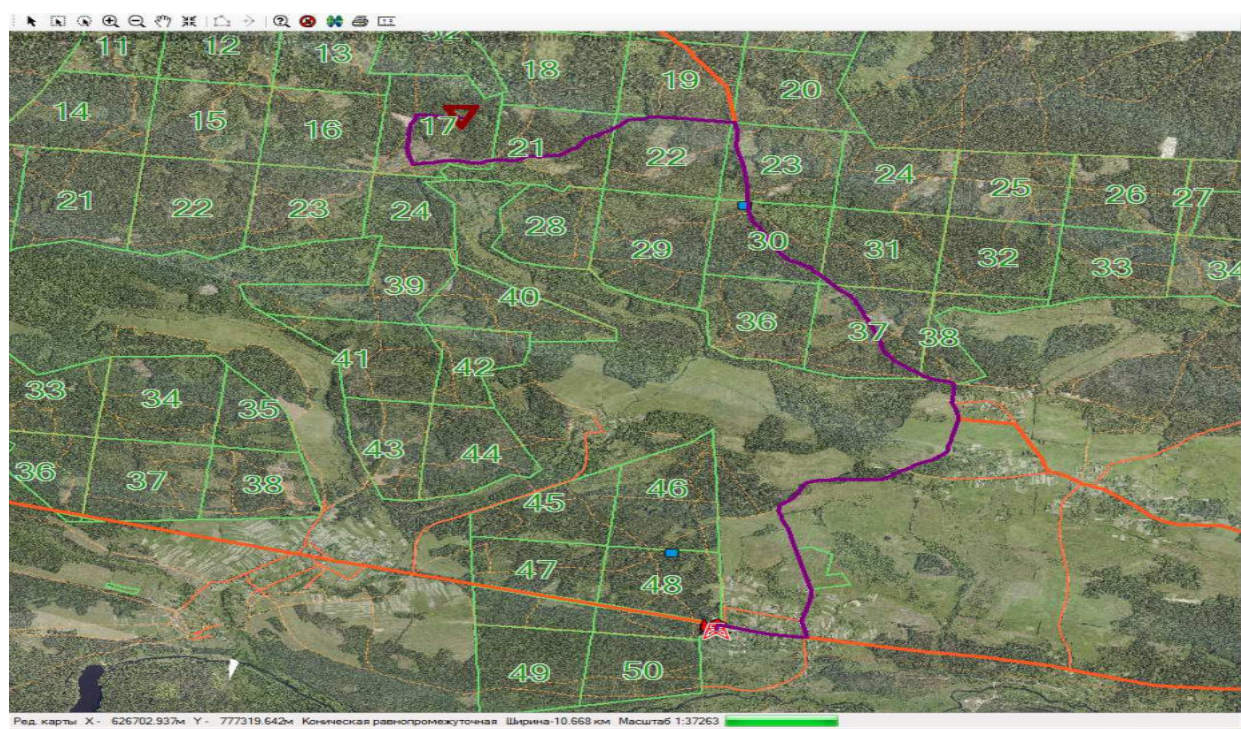


Рис. 6.6. Фрагмент лісових доріг ДП "Свеське ЛГ"
з оптимальним маршрутом до місця пожежі

Відповідні системи розроблені та впроваджені також у лісгоспах Київської, Харківської та Житомирської областей.

Висновки до розділу

1. Державна інформаційна система ДІС «Ліси України» дає можливість підтримувати весь цикл ведення лісогосподарської діяльності, мати цілісну базу даних, тобто таку, де картографічна інформація невід’ємна від атрибутивної, а всі взаємозв’язки між елементами контролюються на кожному етапі збору та обробки, а також забезпечений обмін даними із зовнішніми геоінформаційними системами. Впровадження системи дає змогу прискорити накопичення, обробку й обмін даними між виробничими підрозділами і рівнями керування галуззю, підвищить оперативність, точність і якість отримуваних матеріалів, надасть механізми для швидкого аналізу лісогосподарської діяльності та забезпечить підґрунтя для вирішення суміжних завдань, пов’язаних із лісокористуванням, зокрема прогнозування поширення, виявлення та вчасної ліквідації пожеж і осередків шкідників.

2. Створено програмний комплекс, який дає змогу:

- визначити місця виникнення пожежі до рівня лісового виділу, завдяки залученню даних лісовпорядкування,
- переглянути таксаційну характеристику виділів, що оточують місце пожежі;
- визначити і прокласти оптимальні маршрути до місця пожежі із заїздами до водозаборів і лісопожежних станцій;
- здійснити навігацію за допомогою автомобільних GPS-навігаторів за дорожньою мережею загального призначення та лісових дорогах;
- з використанням GPS-трекерів відображувати на екрані ПК оперативного штабу пересування пожежного автотранспорту й персоналу, залученого до гасіння пожеж, у реальному часі;
- інтерактивна карта наповнена інформацією про усі протипожежні об’єкти лісгоспу;
- програмний продукт може бути використаним підрозділами інших відомств (МНС, Міністерство оборони та інших відомств).

3. Розроблену Систему підтримання прийняття рішень під час виявлення та гасіння пожеж (СППР-ГП) впроваджено у лісгоспах Сумської, Харківської, Київської та Житомирської областей.

4. На основі аналізу просторової динаміки осередків верхівкового короїда побудовано алгоритм для оцінювання принадності ділянок для формування його осередків із урахуванням показників, що характеризують лісорослинні умови, насадження та зміну категорії земель сусідніх ділянок.

5. Ділянки з високою загрозою поширення верхівкового короїда становлять 19,96 і 41,2 % соснових лісів Тетерівського лісництва у випадках, коли сусідство зі зрубом не враховували та враховували відповідно. Площа ділянок, де існує загроза формування осередків верхівкового короїда 5 балів у випадку врахування сусідства зі зрубамі збільшується на 715,7 га (15,3 %), площа з оцінками 5–6 балів – на 890,1 га (19,0 %).

6. Найбільше значення у поширенні осередків усихання мають склад насаджень (чисті соснові насадження заселяються у першу чергу) та їхній вік. Відносна повнота насаджень є менш важливим чинником ризику, ніж її раптове зменшення: достовірність виникнення осередку всихання поряд із зрубамі зростає на 12,2 %.

7. Для визначення тренду зміни площі осередків усихання на рівні адміністративних областей чи природних зон достатньо брати до уваги вік і склад насаджень. Водночас приуроченість осередків до окремих виділів можливо уточнити лише за аналізом повидільної бази даних, а за наявності оцифрованої карти – засобами ГІС з урахуванням категорії земель сусідніх виділів. Розрахунки з використанням повидільної бази Тетерівського лісництва даних свідчать, що чисті соснові насадження віком понад 70 років представлені у 40,8 % виділів усіх осередків усихання.

ВИСНОВКИ

Наведено результати дослідження просторової динаміки пожеж, осередків комах-хвоєгризів і короїдів у соснових лісах, виявлено залежність цих явищ і процесів від лісорослинних умов, структури насаджень, розміщення у масиві, категорій земель сусідніх виділів. Розроблено методики прогнозування ризику виникнення й поширення пожеж і шкідливих комах та вдосконалено інформаційну систему охорони лісів від пожеж і моніторингу шкідників лісу.

1. Клас пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду не є постійним і може змінитися зі зміною типу господарства (хвойне на листяне і навпаки), віку насаджень та категорії земель сусідніх виділів. Пожежна небезпека підвищується, якщо категорія земель сусідніх виділів змінюється з "укритих лісовою рослинністю ділянок" на "зруби", "незімкнені культури", "будівлі", "садиби", "кордони" тощо.

2. Принадність насаджень для формування осередків соснових пильщиків залежить від типу лісорослинних умов, віку, повноти, частки сосни в складі та категорії земель сусідніх виділів. Ризик виникнення осередків зростає у випадку зменшення відносної повноти насаджень та збільшення кількості виділів, які межують зі зрубам.

3. У лісовому фонді ДП "Тетерівське ЛГ" площа осередків "короїдного" всихання почала збільшуватися з 2009 року, а у 2014–2018 рр. сягала 23,5 % від усієї площі соснових лісів. На 31,1 % площі соснових лісів Тетерівського лісництва осередки виникали на межі зі зрубам, утвореними внаслідок проведення рубок головного користування та суцільних санітарних рубок.

4. Площа осередків "короїдного" всихання зростала швидше у роки з більш раннім початком вегетації та меншою кількістю атмосферних опадів за вегетаційний період.

5. В осередках "короїдного" всихання у 28,6 % загальної кількості проаналізованих виділів, в яких у 2017 р. були призначені суцільні санітарні рубки, у попередні роки здійснювали 2–3 рази вибіркові санітарні рубки, що не зупинило процесів ослаблення насаджень.

6. Під час наростання спалаху короїдів у 2014–2016 рр. середня площа "мікроосередків" збільшилася у 2,4 разу, а відстань між "мікроосередками" у міру розвитку спалаху зменшувалася. Водночас щороку відстань між "новими" та "старими" "мікроосередками" була більшою влітку, а їхня площа – навесні.

7. У 2017–2018 рр. площа мікроосередків зменшилася, а їхній розподіл наблизився до випадкового. Водночас унаслідок несприятливих для насаджень погодних умов у різних частинах лісового масиву одночасно з'явилося багато ослаблених дерев, доступних для заселення короїдами, що призвело до подовження спалаху їхнього масового розмноження.

8. На основі аналізу просторової динаміки осередків верхівкового короїда визначено найбільше значення в цьому процесі складу насаджень та їхнього віку (насамперед заселяються чисті соснові насадження віком понад 50 років). Значення повноти насаджень є менш важливим чинником ризику поширення осередків короїдів, ніж її раптове зменшення.

9. Доведено необхідність ураховувати під час оцінювання принадності насаджень в окремих виділах для формування осередків верхівкового короїда також показники, що характеризують зміну категорії земель сусідніх виділів з "укритих лісовою рослинністю ділянок" на "зруби", "незімкнені культури" та інші нелісові землі.

10. Належність ділянок до певного типу лісорослинних умов найбільшою мірою впливає на принадність насаджень для формування осередків комах-хвоєгризів, меншою мірою – на поширення пожеж, а найменшою – на формування осередків верхівкового короїда.

11. Зіставлення фактичного та прогнозованого переліків ділянок насаджень із загрозою виникнення пожеж і осередків короїдів, визначеною на основі балової оцінки характеристик насаджень і зміни категорії земель сусідніх виділів, свідчить про збіг зазначених переліків на 33,7 %. Достовірність прогнозування виникнення осередку "короїдного" всихання на ділянці насаджень зростає на 12,2 %, якщо така ділянка межує зі свіжим зрубом.

12. Для визначення тренду зміни площі осередків "короїдного" всихання на рівні адміністративних областей чи природних зон достатньо брати до уваги вік і склад насаджень. Водночас

приуроченість осередків до окремих виділів можливо уточнити лише за аналізом повидільної бази таксаційних даних, а за наявності відповідної електронної карти – засобами ГІС з урахуванням категорії земель сусідніх виділів.

13. Завдяки наявності електронних карт і баз даних лісовпорядкування, методики прогнозування ризику виникнення й поширення пожеж і шкідливих комах включено до інформаційної системи охорони лісів від пожеж і моніторингу шкідників лісу та створено відповідний програмний комплекс. Інформація щодо динаміки осередків відображується на геопорталі "Ліси України".

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Фахівцям державних лісогосподарських і лісозахисних підприємств доцільно:

- визначати ризик поширення пожеж, комах-хвоєгризів і короїдів у соснових лісах за запропонованими методичними підходами;
- здійснювати моніторинг поширення зазначених явищ із застосуванням камер відеоспостереження, дронів і коригувати під час наземного обстеження насаджень.

Фахівцям модельних державних підприємств (ДП) Полісся ("Тетерівське лісове господарство") та Степу ("Кремінське лісомисливське господарство") запропоновано здійснювати нагляд за поширенням осередків пожеж, комах-хвоєгризів і короїдів насамперед у виділах, перелік яких визначено з використанням розробленої методики. Це дасть змогу зменшити витрати на обстеження насаджень, на їхню обробку інсектицидами (за необхідності), а також послабити негативний вплив цього заходу на навколишнє середовище.

Виробничому об'єднанню "Укрдержліспроєкт" рекомендовано:

- здійснювати під час безперервного лісовпорядкування поточне коригування класів пожежної небезпеки з урахуванням зміни категорії земель сусідніх виділів;
- включити до макетів лісовпорядкування розраховані бали загрози виникнення осередків шкідливих комах.

Запропоновані методичні підходи до визначення ризику поширення пожеж, осередків комах-хвоєгризів і короїдів у соснових лісах можуть бути включені до інформаційної системи охорони лісів від пожеж і моніторингу шкідників лісу як складова програмного комплексу з можливістю оперативного відображення інформації щодо динаміки осередків на геопорталі "Ліси України", а також використані організаціями інших відомств (Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Міністерства оборони тощо).

SUMMARY

Borysenko O. I., Meshkova V.L. Prediction of fires and insect pests foci spread in the pine stands by means of GIS.

Theoretical generalization and analysis of experimental data about spatial dynamics of fires, foci of foliage browsing insects and bark beetles in pine forests are presented. Dependence of these phenomena and processes on forest site conditions, forest structure, localization in the forest, land categories of neighboring forest subcompartments is revealed. Methods have been developed for prediction the risk of occurrence and spread of fires and insect pests as well as information system of forest protection from fires and insect pests monitoring.

The research is actual, because the area of fires in forests of Ukraine is about 16 thous. ha per year, and an area of forest mortality with bark beetles participation exceeds 100 thous. ha.

Prevention of the spread of fires and insect pests should be based on using forecasting maps built on the basis of evaluation of forest site conditions and characteristics of stands in separate forest subcompartments considering their localization in the forest relative to bordering subcompartments. It becomes possible in the case of GIS using during forest inventory. Such research give the possibility to specify existing risk assessment points for distribution of foci of foliage browsing insects, the classes of fire risk and to develop the algorithm for forecasting the risk of bark beetles spread on the base of study the peculiarities of their spatial& temporal dynamics. It will help to upgrade the accuracy of prediction, to project the optimal area of survey and control measures against insect pests and fires.

Analysis of database of Production Association "Ukrderzhlisproekt" was used to reveal the peculiarities of pine stands distribution by origin, forest site conditions, tree species composition, age and relative density of stocking. GIS methods were used for determining the land categories of neighboring subcompartments, evaluation of distances and area, creation of thematic maps. Forestry methods were used during research in sample plots, forest entomological methods – during forest inspection and assessment of insect spread, statistical methods for analysis of obtained data.

Researches show, that the class of fire risk for land plots of forest fund is not constant and can alter with change of economy type (conifers or deciduous), forest age and land category of neighboring subcompartment. Fire risk increases, if bordering subcompartment becomes "clear-cut", "unclosed plantations", "building", "farmstead", "cordon".

So in Serebryanske forestry of Kreminske Forest Enterprise the class of fire risk has increased for 2001–2011 from 3.6 to 3.4 points.

It was shown, that stand attractiveness for pine sawflies depends on forest site conditions, forest age, relative density of stocking, proportion of pine in the species composition and land category of bordering plots. The risk of foci spread increases in the case of relative density of stocking decrease and increase of subcompartment number which border with clear-cuts, burnt area or unclosed plantations. So in Serebryanske forestry of Kreminske Forest Enterprise the area with high risk of *Neodiprion sertifer* Geoffr, foci spread for 2001–2011 increased by 209 and 261.1 ha, and that of *Diprion pini* L. increased by 416.5 and 448.9 ha in the case without considering bordering subcompartments or with their considering respectively.

Predictive method for pine sawflies was clarified considering change of forest age, relative density of stocking, pine proportion in stand composition and land category of neighboring subcompartments. Method of fire risk prediction was clarified considering change of economy type (conifers or deciduous), forest age and land category of bordering subcompartments.

Analysis of spatial & temporal dynamics of "bark beetles" pine decline in the forest fund of Teterivske Forest Enterprise show, that foci area increased since 2009, and made up 23.5 % from the whole pine forest area in 2014–2018. In 31.1 % of pine forest area of Teterivske Forestry the foci formed near the border of main felling or clear sanitary felling..

Among bark beetles, *Ips acuminatus* Gyll. was the first to infest the stands weakened by any causes, it developed in several generations per year. Colonized trees attracted less aggressive stem pests.

The area of bark beetles caused forest mortality increased the most intensively in the years with the earliest starting of vegetation and with the lowest precipitation in vegetative period.

It was shown, that selective sanitary felling does not stop bark beetles outbreaks, and after 2–3 times of repetition of selective felling it is necessary to carry out clear sanitary felling. Dependence of duration of bark beetles outbreak on number of simultaneously weakened trees available for infestation is proved.

At the beginning of bark beetles outbreak the area of "microspots" increased, a distance between "microspots" decreased. The distance between "new" and "old" "microspots" is larger in summer, and their area is larger in spring.

The highest role in bark beetles foci spread belongs to forest species composition (pure pine stands are infested first of all) and their age (mainly over 70 years old). Relative density of stocking is a less important risk factor, than its sudden decrease.

On the basis of the analysis of the spatial dynamics of bark beetles foci, a method was developed to evaluate the attractiveness of forest subcompartments for this pest considering forest site conditions, stand characteristics and the change of land category of bordering subcompartments.

It was shown, that subcompartments with high risk of bark beetles infestation cover 20 and 41.2 % of pine stands of Teterivske forestry in the case of not considering and considering neighboring with clear-cuts. Area of subcompartments with high risk of bark beetles outbreak increases by 890.1 ha (19 %) in the case of considering bordering with clear-cuts.

It was shown that for evaluation of the trend of bark beetles caused forest mortality on the level of administrative regions or natural zones it is enough to consider only forest age and pine participation in stand composition. However confinement of foci to separate subcompartments can be clarified only by analysis of database and in the case of digitized map presence by considering land categories of bordering subcompartments by means of GIS. Calculation using forest inventory database for Teterivske forestry show, that pure pine stands of over 70 years old are presented in 40.8 % of subcompartments of all foci of bark beetles caused forest mortality.

Due to the availability of digitized cartographic materials and forest inventory databases, the methods of prediction of fires and insect pests are included into information system of forest protection from fires and forest

pests monitoring and respective applications developed. Information on pest foci dynamics is displayed in Geoportal "Forests of Ukraine".

Researches gave the possibility to recommend evaluating the risk of fire, foliage browsing insects and bark beetles outbreaks in pine stands by suggested methods, to monitor these processes using video surveillance cameras, drones and to correct information during ground inspection of forest. For Teteriv Forest Enterprise and Kreminske Forest Enterprise the lists of subcompartments were estimated with the highest risk of fires, foliage browsing insects and bark beetles foci. Suggested methods give the possibility to correct the classes of fire risk during forest inventory considering the change of land category of bordering subcompartments, as well as include to forest inventory database evaluated threat of insect pests foci occurrence. Suggested algorithms of evaluation of fire, foliage browsing insects and bark beetles risk in pine forests as well as Decision Support System during fires detection and suppression can be used by other organizations (Ministry of Emergencies, Ministry of Defense etc.).

Results of research included into "Recommendations on using of Field GIS" and Technical Task on information distributed system "Forests of Ukraine" which has three subsystems with respective applications and User Guides, which are approved by Scientific and Technical Council of the State Agency of Forest Resources of Ukraine.

Methodical statements on prediction of spread, revealing and elimination of forest fires and insect pests foci are implemented by the State Forest Enterprises of Sumy, Kharkiv, Luhansk, Kyiv region and by Kharkiv State Forest Inventory Expedition, which is confirmed by the relevant certificates.

Key words: pine stands, forest fires, foliage browsing insects, bark beetles, risk of spread, prediction, geographical information systems (GIS)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреева О. Ю. Принадність ділянок лісів Жужельського лісництва для виникнення осередків масового розмноження соснових пильщиків. Лісівництво і агролісомеліорація. 2008. Вип. 113. С. 285–292.
2. Андреева О. Ю. Прогнозування поширеності осередків соснових пильщиків у лісах Центрального Полісся. Вісник НУБіП України. Серія "Агрономія". К., 2009. Вип. 132. С. 135–141.
3. Андреева О. Ю. Стовбурові шкідники в осередках усихання соснових насаджень ДП "Житомирське ЛГ" Житомирської області. Вісник ХНАУ (серія фітопатологія та ентомологія), 2016. 1–2, 3–9.
4. Андреева О. Ю., Гузій А. І., Вишневський А. В. Поширення осередків масового розмноження короїдів у соснових насадженнях Рівненського Полісся. Науковий вісник НЛТУ України, 2018. 28 (3), 14–17.
5. Андреева О. Ю., Мартинчук І. В. Динаміка загрози поширення осередків соснових пильщиків зі зміною повноти деревостанів. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія "Фітопатологія та ентомологія". 2017. № 1–2. 11–17.
6. Андреева О. Ю., Мартинчук І. В. Економічні аспекти вирубування дерев, заселених стовбуровими шкідниками, у соснових лісах Полісся. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. 28 (2). 31–36.
7. Атраментова Л. А., Утевская О. М. Статистические методы в биологии. Горловка: ЧП "Видавництво Ліхтар", 2008. 248 с.
8. Борисенко О. І. Визначення місць займання лісу за допомогою систем відеоспостереження за лісовими масивами. Вісник ЖНАЕУ. 2012. Вип. №2 (31), т.1. С. 228–232.
9. Борисенко О. І. Інформатизація лісової галузі: розробка та впровадження Державної інформаційної системи "Ліси України". Міжнародна наукова-практична конференція. Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях. 2012. Київ. "МП Леся". 2012. 196–206.
10. Борисенко О. І. Стратегія розміщення систем відеоспостереження за лісовими масивами засобами ГІС. Матеріали

підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів і здобувачів Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва 10–13 січня 2012 року. 2012. 310–312.

11. Борисенко О. І. Сучасні інформаційні системи виявлення лісових пожеж. Проблеми сталого розвитку агросфери" Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 195-річчю від дня заснування ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. 2011. ХНАУ. С.82–84.

12. Борисенко О. І. Тенденції зміни рівня пожежної небезпеки насаджень ДП "Кремінське ЛМГ". Лісівництво і агролісомеліорація. 2017. Вип. 130. С. 139–145.

13. Борисенко О.І. Просторова динаміка осередків усихання соснових лісів у ДП "Тетерівське ЛГ". Новації, стан та розвиток лісового і садово-паркового господарства: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Присвячена 20-річчю відновлення підготовки фахівців лісового господарства, ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 14–16 лютого 2018 р.). Харків, 2018. С.16–17.

14. Валендик Э. Н., Кисляхов Е. К. Лесные пожары в Евразии: проблемы и пути их решения. Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, 16–19 сентября 2014 г. / ред. коллегия: Ю. Н. Баранчиков [и др.]; Сиб. отд-ние Рос. акад. наук, Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С.177–180.

15. Ведмідь М. М., Мешкова В. Л., Жежкун А. М. Алгоритм для виявлення ділянок малоцінних молодняків у дібровах за матеріалами лісовпорядкування. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 110. Х., 2006. С. 54–59.

16. Вивчення тенденцій виникнення та пошкодження лісів пожежами в різних природних зонах України / В. П. Ворон, С. Г. Сидоренко, Є. Є. Мельник, О. М. Ткач. Лісівнича наука в контексті сталого розвитку : матеріали наук. конф., присвяченої 150-річчю від дня народження академіка Г. М. Висоцького, 90-річчю від

дня народження професора П. С. Пастернака та 85-річчю від часу заснування Українського ордена "Знак Пошани" науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (м. Харків, 29–30 вересня 2015 року). Х.: УкрНДІЛГА, 2015. 95 с.

17. Возможности расширения функциональности ГИС MapInfo для автоматизации и увеличения эффективности создания электронных карт в лесном хозяйстве / Л. В. Алексеева, В. В. Богомоллов, А. И. Борисенко, Т. А. Кочнева, А. В. Остапчик, А. В. Полупан. Лісівництво і агролісомеліорація. 2014. Вип. 125. С. 165–171.

18. Волокитина А. В., Софронова Т. М. Картографирование растительных горючих материалов. Сибирский лесной журнал. 2014. № 6. С. 8–28.

19. Волокитина А. В., Софронова Т. М., Корец М. А. Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесу: усовершенствованная методика составления. Сибирский лесной журнал. 2017. № 2. С. 52–61.

20. Ворон В. П., Лещенко В. О. Тенденції виникнення пожеж у лісах двох державних підприємств зеленої зони м. Харкова. Науковий вісник НЛТУ України. 2009. Вип. 19.3. С. 22 –28.

21. Ворон В. П., Сидоренко С. Г. Особенности послепожарного развития сосновых молодняков. Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. трудов Ин-та леса НАН Беларуси. 2014. Вып. 74. С. 513–523.

22. Ворон В. П., Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є. Динаміка стану соснових молодняків після низової пожежі. Лісівництво і агролісомеліорація. 2013. Вип. 123. С. 170–178.

23. Ворон В. П., Ткач О. М., Сидоренко С. Г. Особливості пошкодження сосняків пожежами в Поліссі. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.10. С. 45–50.

24. Вплив пожеж на стан та радіальний приріст сосни в лісах зеленої зони міста Змійова / В. П. Ворон, І. М. Коваль, В. О. Лещенко, Є. Є. Мельник. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. Умань, 2009. Вип. 71. С. 199–205.

25. Вразливі екосистеми Поліського заповідника та його околиць в умовах глобального потепління: проблеми та шляхи

вирішення / Балабух В. О., Жила С. М., Орлов О. О., Яремченко О. А. К.: ТОВ НВП "Інтерсервіс", 2013. 92 с.

26. Гаврилов В. А., Кондак М. С., Полупан А. В., Сидоров О. С. Система автоматизованого виготовлення карт радіаційного забруднення. Лісівництво і агролісомеліорація, вип. 88. Київ: Урожай, 1994. С. 50–54.

27. Генсірук С. А. Ліси України 3-тє вид. [доопр. і розш.] / С. А. Генсірук. – Львів : Наук. тов. ім. Шевченка, 2002. – 496 с.

28. Гуменюк В. В. Природне поновлення насаджень сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), пройдених низовими пожежами у регіоні Центрального Полісся України. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2015. Вип. 25.5. С. 48–55.

29. Гуменюк В. В., Зібцев С. В., Борсук А. А. Вплив низової пожежі на деревостан та наземні лісові горючі матеріали в соснових лісах Центрального Полісся України [Електронний ресурс]. Лісове і садово-паркове господарство. 2015. № 6. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/licgos_2015_6_3.pdf (дата 10.10.2016 р.).

30. Данчева А. В., Залесов С. В. Влияние рубок ухода на биологическую пожарную устойчивость сосновых древостоев. Аграрный вестник Урала. 2016. Выпуск № 3(145). С. 56–61.

31. Демаков Ю. П., Калинин К. К., Иванов А. В. Послепожарный отпад в сосняках и его прогнозирование. Лесн. хоз-во. 1982. №6. С. 51–53.

32. Державна інформаційна система "Ліси України" – основа інформатизації лісової галузі України / Богомолів В. В., Полупан А. В., Кочнева Т. А., Алексєєва Л. В., Остапчик О. В., Борисенко О. І. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії . Х. 2014. С. 6–10.

33. Динаміка чисельності жуків-короїдів в екосистемі хвойних лісів Полісся Сумщини / А. О. Бурдуланюк, В. І. Татарінова, В. А. Власенко та ін. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. 8(2), 95–104.

34. Жирин В. М., Князева С. В., Эйдлина С. П. Многолетняя динамика вегетационных индексов темнохвойных лесов после повреждения сибирским шелкопрядом. Лесоведение. 2016. №. 1. С. 3–14.

35. Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Шищенко О. І. Застосування матеріалів дистанційного зондування в завданнях моніторингу лісових пожеж і кількісного оцінювання рослинності. Наукоємні технології. 2016. Т. 29, № 1. С. 42–47.

36. Зинченко О. В. Динамика санитарного состояния деревьев сосны в насаждениях, ослабленных разными факторами. Научные ведомости БелГУ. 2013. Вып. 23, №10 (153). С. 13–19.

37. Зібцев С. В. Методика аналізу пірологічного стану лісів та охорони лісів від пожеж в ЗРЗ. Зб. наук. праць Уманського державного аграрного університету. 2004. № 64. Ч.1. С. 138–149.

38. Зібцев С. В. Теоретичне і методологічне обґрунтування моніторингу лісів у зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС: Автореф. дис. на здобуття наук. ступ. д-ра с.-г. наук /06.03.03 – лісознавство і лісівництво. К., 2013. 42 с.

39. Зібцев С. В., Борсук О. А. Охорона лісів від пожеж у світі та в Україні – виклики ХХІ сторіччя та перспективи розвитку [Електронний ресурс]. Лісове і садово-паркове господарство. 2012. № 1. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/licgoc_2012_1_7.pdf (дата звернення 08.09.2016 р.).

40. Зінченко О. В. Вплив стовбурових шкідників на ріст та стан соснових насаджень Лівобережного Лісостепу: Автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук /06.03.03 – лісознавство і лісівництво. Харків, 2014. 20 с.

41. Использование ГИС-технологий при оценке ресурсного потенциала лесного фонда / А. В. Полупан, В. В. Богомолов, В. Л. Мешкова, С. І. Костяшкін. Возможности современных ГИС/ДЗЗ технологий у сприянні вирішення проблем Донецького регіону: Матеріали регіональної наради (Донецьк, 16–20 червня 2003 р.). Донецьк, 2003. С.79–81.

42. Іллінський А. Г. До питання про типи відмирання й заселення шкідниками соснових стовбурів у лісах на Україні. Х.: Держтехвидав, 1931. 31 с.

43. Інструкція по впорядкуванню лісового фонду України. Частина друга. Камеральні роботи. Ірпінь, 2014. Режим доступу: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=119323 (дата звернення 03.03.2017 р.).

44. Інструкція по впорядкуванню лісового фонду України. Частина перша. Польові роботи. Ірпінь, 2014. Режим доступу: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=119314&cat_id=104547 (дата звернення 03.03.2017 р.).

45. Коленкіна М.С. Поширення осередків масового розмноження соснових пильщиків у Східній Україні та вплив на стан лісів: Автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук / 06.03.03 – лісознавство і лісівництво. Харків, 2014. 20 с.

46. Кузик А. Д. Вплив радіальних і латеральних потоків на пожежонебезпечні властивості лісового середовища. Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23.16. С. 116–125.

47. Кузик А. Д. Залежність пожежної небезпеки лісових насаджень від локальних лісівничих показників. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.6. С. 58–63.

48. Кузик А. Д. Про пожежну небезпеку молодих соснових насаджень [Електронний ресурс]. Пожежна безпека. 2014. № 24. С. 68–73. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pb_2014_24_12 (дата звернення 05.10.2016 р.)

49. Кузик А. Д., Товарянський В. І. Пожежонебезпечні властивості лісових горючих матеріалів. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.4. С. 214–219.

50. Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов. Вопросы лесной пирологии. ИЛИД СО АН СССР. Красноярск, 1970. С. 5–58.

51. Кухта В. Н., Блинцов А. И., Сазонов А. А. Короеды ели европейской и мероприятия по регулированию их численности. Минск: БГТУ, 2014. 238 с.

52. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш.школа, 1980. 296 с.

53. Лещенко В. О. Прямі втрати лісового господарства від пожеж в сосняках ДП "Зміївське ЛГ". Науковий вісник НЛТУ України. Вип. 19.8, 2009. С. 91 –96.

54. Лісові культури рівнинної частини України / М. І. Гордієнко, А. О. Бондар, В. О. Рибак, Н. М. Гордієнко : За ред. М. І. Гордієнка. К.: Урожай, 2007. 680 с.

55. Лісотаксаційний довідник [за ред. С. М. Кашпора, А. А. Строчинського]. К.: Вид. дім "Вінніченко", 2013. 496 с.

56. Маслов А. Д. Влияние температуры и влажности на стволовых вредителей леса. Пушкино: ФГУ ВНИИЛМ, 2008. 26 с.

57. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес: монографія. М.–Л.: Гослестехиздат, 1948. 60 с.

58. Методика поділу земельних ділянок лісового фонду на класи пожежної небезпеки при протипожежному впорядкуванні із застосуванням ГІС / А. В. Полупан, В. В. Богомолів, С. І. Костяшкін, І. В. Жадан, О. В. Остапчик, В. А. Юрченко, Л. В. Алексєєва, Т. А. Кочнєва, О. О. Куценко. Х.: 2010. 23 с.

59. Методика поділу земельних ділянок лісового фонду на класи пожежної небезпеки при протипожежному впорядкуванні із застосуванням ГІС / Полупан А. В., Богомолів В. В., Остапчик О. В., Борисенко О. І. Збірник наукових праць. 10 Міжнародна практична конференція "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях", 5–9 вересня 2011. Київ-Харків-АР Крим. "ВІК Принт" 2011. 168-171.

60. Методичні засади використання ГІС-технологій для дослідження просторової динаміки комах-дефоліаторів / В. В. Богомолів, С. І. Костяшкін, В. Л. Мєшкова, А. В. Полупан. Лісівництво і агролісомеліорація. 2000. Вип. 98. Х.: РВП "Оригінал", 2000. С.36–43.

61. Методичні підходи до використання матеріалів дистанційного зондування для виявлення осередків пошкодження насаджень / В. В. Богомолів, С. І. Костяшкін, В. Л. Мєшкова, А. В. Полупан, О. В. Остапчик, О. О. Куценко. Лісівництво та агролісомеліорація. Вип. 107. Х., 2004. С. 194–200.

62. Методичні рекомендації щодо обстеження осередків стовбурових шкідників лісу / В. Л. Мєшкова, С. Г. Гамаюнова, Л. В. Новак та ін. Х.: УкрНДІЛГА, 2011. 27 с.

63. Методы формирования пожароустойчивых насаждений в лесорастительных условиях Беларуси / В. В. Усеня, Н. В. Гордей, Е. В. Чурило, Е. А. Тегленков. Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Институт леса. Гомель, 2014. Вып. 74: Проблемы лесоведения и лесоводства. С. 127–136.

64. Мешкова В. Л. Анализ состояния лесов с помощью ИПС "Лесозащита". Экология, мониторинг и рациональное природопользование: научн. труды. Вып. 294(1). М.: МГУЛеса, 1998. С.134–139.

65. Мешкова В. Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых. Х.: Новое слово, 2009. 396 с.

66. Мешкова В. Л. Целесообразность и сроки проведения санитарных мероприятий в лесах с учетом сроков сезонного развития насекомых и особенностей микроклимата. Наука о лесе XXI века: матер. международной научно-практ. конференции, посвященной 80-летию Института леса НАН Беларуси, Гомель, 17–19 ноябр. 2010 г. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2010. С. 352–356.

67. Мешкова В. Л. Энтомологические проблемы на вырубках и гарях в сосновых лесах Лесостепи и Степи Украины. Вестник Московского государственного университета леса. "Лесной вестник". 2009. № 5 (68). С. 72–79.

68. Мешкова В. Л., Зинченко О. В. Прогнозирование заселенности ослабленных сосновых насаждений стволовыми вредителями. Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (Красноярск, 16–19 сентября 2014 г.) / ред. Ю. Н. Баранчиков [и др.]; Сиб. отд-ние Рос. акад. наук, Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 627– 630.

69. Мешкова В. Л. Бальна оцінка принадності ділянок насаджень для комах-хвоелистогризів. Лісівництво і агролісомеліорація. 2003. Вип. 104. С. 182–190.

70. Мешкова В. Л. Вплив лісогосподарської діяльності на поширення осередків стовбурових шкідників. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. Львів, 2006. Вип. 31. С. 228–238.

71. Мешкова В. Л. Підходи до оцінювання шкідливості комах-хвоелистогризів. Український ентомологічний журнал. 2013. №1(6). С.79–89.

72. Мешкова В. Л., Бобров І. О. Сосновий підкоровий клоп у насадженнях Новгород-Сіверського Полісся: Монографія. Х.: Планета-Прінт, 2018. 182 с.

73. Мешкова В. Л., Зінченко О. В. Заселеність стовбуровими комахами соснових насаджень, ослаблених різними чинниками. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія "Фітопатологія та ентомологія". 2013. № 10. С. 126–131.

74. Мешкова В. Л., Зінченко О. В., Аристова А. І. Популяційні показники шестизубчастого короїда (*Ips sexdentatus* Boern.) у соснових насадженнях Луганської області. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». Харків, 2012. № 11. С. 145–152.

75. Мешкова В. Л., Колєнкіна М. С. Масові розмноження соснових пильщиків у насадженнях Луганської області: Монографія. Х.: Планета-Прінт, 2016. 180 с.

76. Мешкова В. Л., Кочетова А. І., Зінченко О. В. Верхівковий короїд *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827): Insecta: Coleoptera: Scolytinae у Північно-Східному Степу України. Вісті Харк. ентомол. тов-ва. 2015. Т. XXIII, вип. 2. С. 64–69.

77. Мешкова В. Л., Назаренко С. В. Прогнозування поширення осередків комах-хвоєгризів у Дослідному лісництві Степового філіалу УкрНДІЛГА. Лісовий журнал. 2011. № 2. С. 40–47.

78. Мешкова В. Л., Назаренко С. В. Соснові лубоїди як індикатор наслідків лісових пожеж у соснових насадженнях Херсонської області. Лісівництво і агролісомеліорація. 2009. Вип. 116. С. 36–44.

79. Мешкова В. Л., Скрильник Ю. Є., Кукіна О. М. Заселеність стовбуровими комахами зрубаної деревини на згарищі 2008 року в ДП "Ізюмське ЛГ". Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи: Матеріали наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня заснування УкрНДІЛГА (12–14 жовтня 2010 р., м. Харків). Харків: УкрНДІЛГА, 2010. С. 187–189.

80. Мешкова В. Л., Соколова І. М. Стовбурові шкідники незімкнених соснових культур у придонецьких борах : Монографія. Х.: Планета-Прінт, 2017. 160 с.

81. Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.

82. Морозов Г. В. Учение о лесе. Изд. 7 под ред. В. Г. Нестерова. М.-Л. Гослесбумиздат, 1949. 456.

83. Національні доповіді "Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004–2015 роках": <http://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v--Ukrayini-za-2015-rik.html> (доступ 15.05.2017)

84. Назаренко С. В. Екологічні основи прогнозування та контролювання чисельності комах-шкідників сосни у Нижньодніпров'ї: Автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук / 16.00.10 – ентомологія. Харків, 2012. 20 с.

85. Нестеров В. Г. Горимость леса и методы ее определения. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. 76 с.

86. Новий патогенний комплекс соснових лісів Волинського Полісся / Бородавка В. О., Гетьманчук А. І., Бортник Т., Кичилюк О. В., Войтюк В. П. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. 2017. 7: 23–31.

87. Опыт применения технологии ГИС для оценки воздействия глобальных изменений климата на леса / А. С. Сидоров, О. Н. Радченко, И. Ф. Букша, В. Л. Мешкова. Геоинформационные технологии: Управление, природопользование, бизнес: III-й Всероссийский форум (Москва, 3–7.VI.1996). М. 1996. С. 17–18.

88. Особливості формування стиглих деревостанів після низових пожеж / С. Г. Сидоренко, В. П. Ворон, Є. Є. Мельник, А. Г. Сидоренко. Лісівництво і агролісомеліорація. 2015. Вип. 127. С. 169–176.

89. Остапенко Б. Ф. Типи лісу рівнинної території України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2003. 13 (3). С. 27–42.

90. Остапенко Б. Ф. Типологічна різноманітність лісів України. Лісостеп. Х.: Харківський держ. аграрний університет, 1997. 128 с.

91. Остапенко Б. Ф., Улановский М. С. Типологическое разнообразие лесов Украины. Степь. Х.: Харьк. гос. аграр. ун-т, 1999. 157 с.

92. Остапенко Б. Ф., Федець І. П., Пастернак В. П. Типологічна різноманітність лісів України. Зона широколистяних лісів. Х.: Харк. держ. аграр. ун-т, 1998. 127 с.

93. Патологічні процеси у всихаючих соснових насадженнях Волинського Полісся / Бородавка В. О., Гетьманчук А. І., Кичилюк О. В., Войтюк В. П. Наук. вісник НУБІП України. Серія Лісівництво та декоративне садівництво. 2016. 238: 102–118.

94. Перспективи використання матеріалів ДЗЗ у лісовпорядкуванні та лісозахисті / А. В. Полупан, В. В. Богомолів, В. Л. Мешкова, С. І. Костяшкін. Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ технологій у сприянні вирішення проблем Донецького регіону: Матеріали регіональної наради (Донецьк, 16–20 червня 2003 р.). Донецьк, 2003. С. 77–79.

95. Перспективи лісопірологічних досліджень в Україні в контексті глобальних та регіональних змін / С. В. Зібцев, А. А. Борсук, О. А. Борсук, В. В. Гуменюк, В. А. Корень. Лісове і садово-паркове господарство ХХІ сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція. м. Київ, 13–14 березня 2014 року: тези доповідей. К., 2014. С. 50–51.

96. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання: СОУ 02.02-37-476:2006. [Чинний від 2007-05-01]. К. : Мінагрополітики України, 2006. 32 с.

97. Поширення хвороб та шкідників у лісах Рівненської області / Турко В. М., Вишневський А. В., Сірук Ю. В., Печенюк Є. П. Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26.5. 170–177.

98. Правила пожежної безпеки в лісах України / Наказ Держкомлісгоспу України від 27 грудня 2004 р., № 278. Офіційний вісник України. К., 2005. № 13. 18 с.

99. Применение теории графов для разработки алгоритмов эффективной мобилизации транспортных средств при возникновении лесных пожаров и оптимизации сети дорог / Богомолів В. В., Остапчик О. В., Борисенко О. І., Кочнева Т. А., Куценко О. О., Алексеева Л. В. Збірник наукових праць. 12 Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях": Зб.наук.ст.; 9–13 вересня 2013р., Київ-Харків-АР Крим. К.: МП Леся, 2013. С.123–129.

100. Применение теории графов для разработки алгоритмов оптимальной мобилизации транспортных средств при возникновении лесных пожаров / В. В. Богомолів, А. В. Остапчик, А. И. Борисенко, Т. А. Кочнева. Лісівництво і агролісомеліорація. 2013. Вип. 122. С.138–146.

101. Прогноз життєздатності сосни звичайної і дуба звичайного у разі зміни клімату в рівнинній частині України / Букша І. Ф.,

Бондарук М. А., Целіщев О. Г., Пивовар Т. С., Букша М. І., Пастернак В. П. Лісівництво і агролісомеліорація. 2017. Вип. 130. С.146–158.

102. Прогнозирование развития сосняков Украины, поврежденных низовыми пожарами / В. П. Ворон, С. Г. Сидоренко, Е. Е. Мельник, О. Н. Ткач. Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития : материалы междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 9–11 окт. 2013 г. / Ин-т леса НАН Беларуси [и др.] ; [редкол.: А. И. Ковалевич (отв. ред.) и др.]. Гомель : Ин-т леса НАН Беларуси, 2013. С. 9–12.

103. Развитие очагов стволовых вредителей на гарях 1972 года / А. Д. Маслов, Л. С. Матусевич, Ю. Н. Русов, Ю. П. Демаков. Защита леса от вредителей и болезней. М. : ВНИИЛМ, 1980. С. 123–147.

104. Рекомендації щодо визначення якісного та кількісного впливу шкідливих комах і збудників хвороб на стан лісових культур, створюваних на великих згарищах/ В. Л. Мешкова та ін. 2017. 32 с.

105. Санітарні правила в лісах України : Затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/756-2016-%D0%BF> (дата звернення 04.04.2017 р.)

106. Санітарні правила в лісах України. К.: ДКЛГ України, 1995. 19 с.

107. Сазонов А. А., Кухта В. Н., Тапчевская V. А. Вспышка массового размножения вершинного короеда (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) в лесах Белорусского Полесья / Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: сборник статей II Международной научно-практической конференции, сентябрь 6–8, 2017, Минск / Ред: О. И. Бородин, В. А. Цинкевич, А. Н. Вараксин. 2017. 366–378.

108. Сидоренко С. Г. Прогнозування розвитку соснових молодняків після низової пожежі. Лісівництво і агролісомеліорація. 2014. Вип. 125. С. 188–197.

109. Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є., Сидоренко А. Г. Особливості післяпожежного розвитку стиглих та перестійних сосняків, пройдених низовими пожежами в Лівобережному лісостепу України. Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід

для України : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 17–18 листоп. 2015 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2015. 249 с.

110. Сидоров О. С., Полупан А. В., Мешкова В. Л. Використання методики побудови тематичних лісових карт для відображення та аналізу стану лісів. Лісівництво та агролісомеліорація. 1999. Вип. 94. Захист лісу і лісознавство. Х.: РВП "Оригінал", 1999. С.17–21.

111. Спосіб створення електронної карти квартальної мережі лісогосподарського підприємства з використанням супутникових технологій під час виконання геодезичних робіт / В. В. Богомолів, О. І. Борисенко, І. В. Жадан, А. В. Полупан. Лісівництво і агролісомеліорація. 2015. Вип. 127. С. 139–143.

112. Сроки развития стволовых вредителей сосны в Левобережной Украине / Мешкова В. Л., Зинченко О. В., Скрыльник Ю. Е., Аристова А. И. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. СПб, 2015. Вып. 211. С. 59–67.

113. Температура воздуха на Украине / В. Н. Бабиченко, С. Ф. Рудышина, З. С. Бондаренко, Л. М. Гущина. Л: Гидрометео-издат, 1987. 399 с.

114. Тимчасові рекомендації щодо проведення першочергових заходів у соснових лісах, пошкоджених короїдами / В. Л. Мешкова та ін. Харків, 2017. 8 с. (Затв. НТР ДАЛРУ. Протокол №5 від "20" грудня 2017 р.

115. Товстуха О. В. Вплив екологічних чинників на стан соснових насаджень північно-східної частини України. Автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук /06.03.03 – лісознавство і лісівництво. Харків, 2015. 20 с.

116. Усеня В. В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними. Гомель : ИЛ НАН Беларуси, 2002. 206 с.

117. Усеня В. В., Каткова Е. Н. Продуктивность и восстановление лесных фитоценозов после пожаров. Минск: Беларуская навука, 2010. 247 с.

118. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. В. И. Попова, А. М. Маринича. К.: Изд-во Киевского ун-та, 1968. 683 с.

119. Фуряев В. В., Киреев Д. М., Самсоненко С. Д. Идентификация пожароустойчивости лесов Западной Сибири. Лесоведение. 2015. № 1. С. 3–9.

120. Чурило Е. В. Влияние лесоводственно-таксационных показателей на пожароустойчивость насаждений в лесорастительных условиях Беларуси. Сб. науч. тр. НАН Беларуси. Гомель, 2013. Вып. 73. С. 572–580.

121. Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г. Климатические изменения и лесные пожары в России. Лесоведение. 2013. №5. С. 50–61.

122. Шевчук В. В., Тимошук І. В. Причини лісових пожеж у Нижньодніпров'ї. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво, 2015. 229: 46–55.

123. Шкала оцінки природної пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду, затверджена наказом Мінлісгоспу України від 02.06.1997 р. № 52.

124. Air Pollution and Climate Change Effects on Health of the Ukrainian Forests: Monitoring and Evaluation / I. Buksha, V. Meshkova, O. Radchenko, A. Sidorov. Proceedings of the International Symposium on Air Pollution and Climate Change Effects on Forests Ecosystems Riverside, USDA, Forest Service, USA, 1998. Pp. 271–280.

125. Analysis of Wildfire Likelihood and Opportunities for Mitigation in the Chernobyl Irradiated Forests / J. McCarter, S. Zibtsev, A. Hohl, M. Petrenko. Working Report. Global Institute of Sustainable Forestry, School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, CT, USA. 2007. 12 pp.

126. Assessing the role of bark- and woodboring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley / Wermelinger B., Rigling A., Schneider M.D., Dobberty M. Ecological Entomology, 2008. 33, 239–249.

127. Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species / Ed. by Fernando E. Vega & Richard W. Hofstetter. Academic press, 2015. 616 pp.

128. Biology of multivoltine bark beetles species (Coleoptera: Scolytinae) in the North-Eastern Steppe of the Ukraine / Meshkova V. L., Kochetova A. I., Zinchenko O. V., Skrylnik Yu. Ye. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series "Phytopathology and Entomology", 2017. 1–2, 117–124.

129. Bouget C., Duelli, P. The effects of windthrow on forest insect communities: a literature review. *Biol Conserv* 2004. 118(3), 281–299.
130. Buksha I., Meshkova V. Remote sensing application for forest monitoring and sustainable forest management in Ukraine: current stage and perspectives. *Climate change – Forest Ecosystems & Landscape/ ed. Priwitzer T. et al. Proceedings from the internat. scient. conf. held on 19-22 Oct. 2005 in Zvolen. 2005. P.140–141.*
131. Davydenko, K., Vasaitis, R., & Menkis, A. Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species. *European Journal of Entomol.* 2017. 114, 77–85.
132. Drought as an inciting mortality factor in Scots pine stands of the Valais, Switzerland / Bigler C., Bräker O. U., Bugmann H., Dobbertin M., Rigling A. *Ecosystems.* 2006. 9: 330–343.
133. Effects of fire severity and post-fire climate on short-term vegetation recovery of mixed-conifer and red fir forests in the Sierra Nevada Mountains of California / R. Meng, P. E. Dennison, C. Huang et al. *Remote Sensing of Environment.* 2015. C. 311–325.
134. Faccoli M. European bark and ambrosia beetles: types, characteristics and identification of mating systems. *WBA Handbooks*, 5. Verona, 2015. 160 pp.
135. Faccoli M., Finozzi V., Colombari F. Effectiveness of different trapping protocols for outbreak management of the engraver pine beetle *Ips acuminatus* (Curculionidae, Scolytinae). *International Journal of Pest Management*, 2012. 58(3). 267–273.
136. Faccoli M., Finozzi V., Gatto P. Sanitation felling and helicopter harvesting of bark beetle–infested trees in Alpine forests: an assessment of the economic costs. *Forest Products Journal*, 2011. 61(8), 675–680.
137. GIS in a study of potential climate changes. Effects on Forests / A. Sidorov, O. Radchenko, I. Buksha, V. Meshkova. *Proceedings 18th ICA/ACI International Cartographic Conference (ICC 97. Swedish Cartographic Society. Stockholm, Sweden 23–27. June 1997). Stockholm, 1997. V.3. P. 1541–1548.*
138. Krakovska S., Buksha I., Shvidenko A. Climate change scenarios for an assessment of vulnerability of forests in Ukraine in the 21st century. *Aerul si Apa. Componente ale Mediului*, 2017. 387-394.

139. Lausch A., Heurich M., Fahse L. Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Ecological Indicators*, 2013. 31, 73–81.
140. Lieutier F., Mendel Z., Faccoli M. Bark beetles of Mediterranean conifers. In: Paine T., Lieutier F. (Ed.). *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Springer, Cham. 2016. 216 pp.
141. Liu Y. Responses of dead forest fuel moisture to climate change. *Ecohydrology*. 2017. 10, 2–22.
142. Lombardero M. J., Ayres M. P. Factors influencing bark beetle outbreaks after forest fires on the Iberian Peninsula. *Environmental Entomology*, 2011. 40, 1007–1018.
143. Lopez S., Goldarazena A. Flight dynamics and abundance of *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in different sawmills from Northern Spain: Differences between local *Pinus radiata* (Pinales: Pinaceae) and Southern France incoming *P. pinaster* Timber. *Psyche* (Cambridge), 2012. 1–6.
144. Manion P. D. et al. *Tree disease concepts*. Prentice-Hall, Inc. 1981. 220 pp.
145. McCullough D.G., Werner R.A., Neumann D. Fire and insects in northern and boreal forest ecosystems of North America. *Ann. Rev. Entomol.* 1998. 43: 107–127.
146. Meshkova V. Analysis and prognosis of forest insect pests dynamics with the help of computer system "Forest protection". *Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe: Proc. First Workshop of the IUFRO WP 7.03.10* (April 21–24, 1998, Ustron–Jaszowiec, Poland). Warszawa, 1998. P.29–35.
147. Meshkova V. Foliage browsing insects risk assessment using forest inventory information. *Proc. of the IUFRO Symposium WP7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe*, September 11–14, 2006, BWF. Gmunden-Austria / Edited by U. Hoyer-Tomiczek, 2006. P.100–108.
148. Meshkova V. GIS-technology in evaluation of forest pests distribution in Ukraine. *Workshop on Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe*. (IUFRO WP 7.03.10 FGMRI. Czechia, Praha, September 16–22, 2001). *J. For. Sci.* 2001. V. 47 (Special Issue № 2). P. 14–17.

149. Meshkova V. Rating of forest plots preferences for foliage browsing insects. Possible limitation of decline phenomena in broadleaved stands / Ed. by T. Oszako, S. Woodward. Warsaw: IBL, 2006. P. 125–134.
150. Meshkova V. L. Evaluation of harm (injuriousness) of stem insects in pine forest. Scientific Bulletin of UNFU, 2017, 27(8), 101–104.
151. Meshkova V. L., Borysenko O. I. Dynamics of pine engraver beetle-caused forest decline in Teterivske Forestry Enterprise. Forestry and forest melioration. 2017. Iss 131. 171–178.
152. Meshkova V., Borysenko O. Gis-based prediction of the foliage browsing insects' outbreaks in the pine stands of the SE "Kreminske FHE". Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 2017. 15, 112–118.
153. Meshkova V. L., Borysenko O. I., Pryhornytskyi V. I. Forest site conditions and other features of Scots pine stands favorable for bark beetles. Наукові праці ЛАНУ. 2018. 16. 106–114.
154. Meshkova V., Bogomolov V., Kochneva T. GIS-technologies in forestry of Ukraine and their use in forest protection. GIS and databases in the forest protection in Central Europe / ed. W. Grodzki. Warszawa: Forest Research Institute, 2005. P. 89–93.
155. Meshkova V., Buksha I., Bogomolov V. Remote sensing application for forest monitoring and sustainable forest management in Ukraine: current stage and perspectives. Climate change – Forest Ecosystems & Landscape/ ed. Priwitzer. Proceedings from the internat. scient. conf. and JRC workshop "Forest Monitoring from remote sensing at scales from global to local" (Zvolen-Sielnica 19–22 October 2005). Zvolen, 2006. P.85–90.
156. Meshkova V., Davydenko K. Foliage browsing insects outbreaks in Ukraine before and after global warming / Edited by H. Delb, S. Pontuali: Biotic Risks and Climate Change in Forests. Proceedings of the Working Party 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, 10th Workshop September 20th–23rd, 2010, Freiburg, Germany. BerichteFreiburger Forstliche Forschung. 2011. Heft 89, FVA. P. 18–25.
157. Meshkova V. L., Skrylnyk Yu. Ye., Tovstukha O. V. Stem insect pests in wind damaged pine stands and priorities for sanitary felling. Наукові праці Лісівничої академії наук України: зб. наук. праць. Львів: РВВ НЛТУ України. 2014. Вип.12. С. 172–176.

158. Mietkiewicz N., Kulakowski D., Veblen T. T. Pre-outbreak forest conditions mediate the effects of spruce beetle outbreaks on fuels in subalpine forests of Colorado. *Ecological Applications*, 2018. 28(2), 457–472.

159. Old pests in new places: Effects of stand structure and forest type on susceptibility to a bark beetle on the edge of its native range / Aoki C. F., Cook M., Dunn J., Finley D., Fleming L., Yoo R., Ayres, M. P. *Forest Ecology and Management*, 2018. 419, 206–219.

160. On the structural and species diversity effects of bark beetle disturbance in forests during initial and advanced early-seral stages at different scales / Winter M. B., Bässler C., Bernhardt-Römermann M., Krah F. S., Schaefer H., Seibold S., Müller J. *European journal of forest research*, 2017. 136(2), 357–373.

161. Preliminary analysis of forest vulnerability assessments to climate change in Ukraine / I. Buksha, V. Meshkova, O. Radchenko, A. Sidorov. US country study program. Washington: DC, 1995. P.23–37.

162. Prescribed burning in Russia and neighbouring Temperate-Boreal Eurasia / E. N. Valendik, G. J. Goldammer, Ye. K. Kisilyakhov et al. // *Global Fire Monitoring Center*. 2013. 324 pp.

163. Pyrrhic victory for bark beetles: successful standing tree colonization triggers strong intraspecific competition for offspring of *Ips sexdentatus*. Pineau X., Bourguignon M., Jactel H., Lieutier F., Salle A. *Forest Ecology and Management*, 2017. 399, 188–196.

164. Santolamazza-Carbone S., Pestana M., Vega A. J. Post-fire attractiveness of maritime pines (*Pinus pinaster* Ait.) to xylophagous insects. *Journal of Pest Science*. 2011. 84, 343–353.

165. Seasonal development of the pine sawyer beetle (*Monochamus galloprovincialis*) in the north-eastern steppe of Ukraine / Meshkova V. L., Skrylnik Yu. Ye., Zinchenko O. V., Kochetova A. I. *Forestry & Forest Melioration*, 2017. 130, 223–230.

166. Siitonen J. *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*, 2014. 48(4), article id 1145. 7 p.

167. Skrylnik Yu. Colonization of trees and coarse woody debris by xylophagous insects in the clear-cuts after fire in Ukraine. *Biotic Risks and Climate Change in Forests. Proceedings of the Working Party 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease. Berichte Freiburger Forstliche Forstliche Forschung. Heft 89. Freiburg*, 2010. Pp. 96–100.

168. Spatio-temporal dynamics of an *Ips acuminatus* outbreak and implications for management / Colombari F., Schroeder M. L., Battisti A., Faccoli M. Agricultural and Forest Entomology, 2013. 15: 34–42.

169. Spread and injuriousness of stem insects in unclosed Scots pine plantations in pine forests in Siversky Donets river valley depending on forest site conditions / V. L. Meshkova, I. M. Sokolova, L. M. Koval, A. I. Kochetova, S. O. Yeroshenko. Forestry & Forest Melioration. 2015. 127: 177–186.

170. The influence of forest management systems on the abundance and diversity of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in commercial plantations of Sitka spruce / Williams D. T., Straw N., Fielding N., Jukes M., Price J. Forest ecology and management, 2017. 398, 196-207.

171. Tree mortality from fires, bark beetles, and timber harvest during a hot and dry decade in the western United States (2003–2012) / Berner L. T., Law B. E., Meddens A. J., Hicke J. A. Environmental Research Letters, 2017. 12(6), 065005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6f94>

172. Vegetation Fires and Global Change / G. J. Goldammer, J. S. Pyne, W. T. Swetnam et. al. Global Fire Monitoring Center. 2013. 400 pp.

173. Vulnerability and Adaptation Assessments for Ukraine / Trofimova I. et al. In: Smith J.B., Huq S., Lenhart S., Mata L.J., Nemešová I., Toure S. (eds) Vulnerability and Adaptation to Climate Change. Environmental Science and Technology Library, vol 8. Springer, Dordrecht. 1996. Pp. 313–333.

174. Vulnerability of Ukrainian forests to climate change / Shvidenko A., Buksha I., Krakovska S., Lakyda P. Sustainability, 2017. 9(7), 1152.

175. Zibtsev S., Gumeniuk V. Impact of large wildfire of 2009 in Polesskiy natural reserve on forest health and biodiversity. Frontiers In Environmental and Water Management: International conference, Kavala, 2015: Abstracts Digest. P. 81.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване рддлоче місце

БД – база даних

Вид. – виділ

ВСП – вибіркові санітарні рубки

ГІС – географічна інформаційна система

ДП – державне підприємство

Іс – середній зважений індекс санітарного стану насаджень

Кв. – квартал

КПН – клас пожежної небезпеки

ЛГ – лісове господарство

ЛГМ – лісові горючі матеріали

ЛМГ – лісомисливське господарство

Мах – максимальне значення

Мін – мінімальне значення

ПП – пробна площа

ССР – суцільні санітарні рубки

ТЛУ – тип лісорослинних умов

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ПРОСТОРОВЕ РОЗМІЩЕННЯ ОСЕРЕДКІВ ПОЖЕЖ І ШКІДЛИВИХ КОМАХ У ЛІСАХ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХНЬОГО ПОШИРЕННЯ ЗАСОБАМИ ГІС	5
1.1. Пожежі та комахи – важливі чинники збурення у лісових екосистемах	5
1.2. Прогнозування поширення лісових пожеж.	9
1.3. Прогнозування поширення осередків масового розмноження шкідливих комах.	11
1.4. ГІС-технології у виявленні, прогнозуванні й контролюванні пожеж та осередків шкідливих комах	16
<i>Висновки до розділу</i>	20
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.	22
2.1. Об’єкти досліджень	22
2.2. Методика досліджень та обсяг виконаних робіт	28
РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НАСАДЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ГІС	35
3.1. Оцінювання пожежної небезпеки насаджень ДП "Кремінське ЛМГ"	36
3.2. Оцінювання пожежної небезпеки насаджень ДП "Тетерівське ЛГ"	42
<i>Висновки до розділу</i>	52
РОЗДІЛ 4. ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ОСЕРЕДКІВ МАСОВОГО РОЗМНОЖЕННЯ КОМАХ-ХВОЄГРИЗІВ	54
4.1. Прогнозування поширення осередків соснових пильщиків у насадженнях ДП "Кремінське ЛМГ"	55
4.2. Прогнозування поширення осередків соснових пильщиків у насадженнях ДП "Тетерівське ЛГ"	59
<i>Висновки до розділу</i>	65
РОЗДІЛ 5. ПОШИРЕННЯ ОСЕРЕДКІВ УСИХАННЯ СОСНОВИХ ЛІСІВ ЗА УЧАСТЮ КОРОЇДІВ (на прикладі ДП "Тетерівське ЛГ")	67
5.1. Динаміка площ осередків усихання соснових лісів ДП "Тетерівське ЛГ"	67
5.2. Характеристики лісорослинних умов і структури насаджень, що визначають поширення осередків усихання соснових насаджень	78

5.2.1. Поширення осередків усихання залежно від походження насаджень	79
5.2.2. Поширення осередків усихання залежно від типу лісорослинних умов	80
5.2.3. Поширення осередків усихання залежно від віку деревостанів	83
5.2.4. Поширення осередків усихання залежно від повноти деревостанів	86
5.2.5. Поширення осередків усихання залежно від частки сосни у складі деревостанів	89
5.2.6. Поширення осередків усихання залежно від бонітету насаджень	92
5.3. Просторово-часова динаміка осередків усихання з участю короїдів	93
5.3.1. Динаміка площі нових осередків та відстані між ними	93
5.3.2. Динаміка осередків усихання у насадженні	97
Висновки до розділу	101
РОЗДІЛ 6. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОХОРОНИ ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ І МОНІТОРИНГУ ШКІДНИКІВ ЛІСУ ЯК СКЛADOVA ДЕРЖАВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ "ЛІСИ УКРАЇНИ"	103
6.1. Загальна характеристика ДІС "Ліси України"	103
6.2. Алгоритм оцінювання принадності ділянок для формування осередків верхівкового короїда	107
6.3. Інформаційна система охорони лісів від пожеж і шкідників лісу	111
6.4. Системи підтримки прийняття рішень під час виявлення та гасіння пожеж (СППР-ГП) (на прикладі ДП "Свеське ЛГ")	114
Висновки до розділу	117
ВИСНОВКИ	119
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	122
SUMMARY	123
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	127
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	146

Наукове видання

**Борисенко Олександр Ігорович
Мєшкова Валентина Львівна**

**ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖ ТА ОСЕРЕДКІВ
ШКІДЛИВИХ КОМАХ У СОСНОВИХ ЛІСАХ ЗАСОБАМИ ГІС**

Монографія
(українською мовою)

За редакцією авторів
Комп'ютерний набір і верстка В.Л. Мєшкова

Підписано до друку 09.09.2021. Формат 60x84/16. Гарнітура Таймс.
Друк цифровий. Обсяг: 8,6 ум.-друк. арк.; 9,75 обл.-вид. арк.
Тираж 50. Замовлення № 080901

Видавець ТОВ «ПЛАНЕТА-ПРІНТ»
вул. Багалея, 16, м. Харків, 61002.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4568 від 17.06.2013.
Виготовлювач ФО-П Черняк Л. О.,
вул. Фрунзе, 16, м. Харків, 61002.
Свідоцтво № 2400000000079553 від 16.05.2007 р.

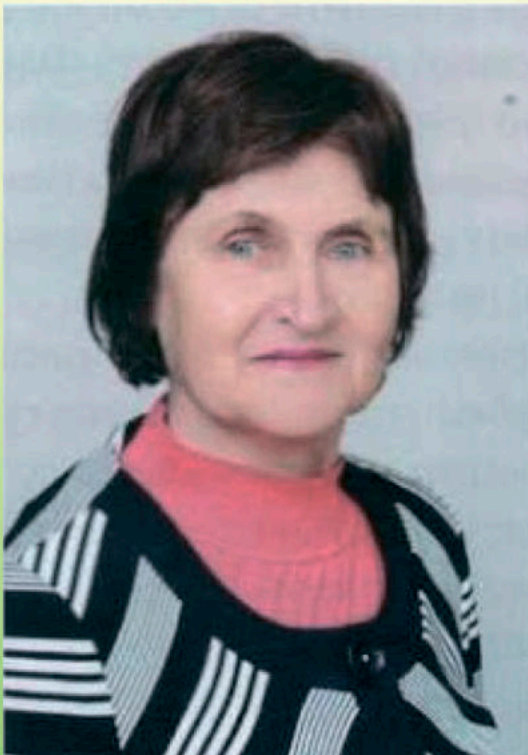


Борисенко Олександр Ігорович –

канд. с.-г. наук., завідувач лабораторії нових інформаційних технологій Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА).

Автор і співавтор понад 20 наукових праць.

Сфера інтересів – новітні інформаційні технології, застосування даних ДЗЗ та ГІС у лісовому господарстві, розробка веб та мобільних додатків.



Мєшкова Валентина Львівна –

д-р с.-г. наук, професор, академік Лісівничої академії наук України, завідувач лабораторії захисту лісу Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА).

Автор і співавтор понад 550 публікацій, у т.ч. 6 монографій.

Підготувала 14 кандидатів наук.

Сфера інтересів – динаміка популяцій лісових комах, вплив пошкодження та ураження шкідливими організмами на стан і ріст дерев, прогноз у захисті лісу.