

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

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

АНДРЕЄВА ОЛЕНА ЮРІЇВНА

УДК 630.1+630.44 [674.032.16]

**БІОТИЧНА СТІЙКІСТЬ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ
ВОЛИНСЬКОГО І ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ**

06.03.03 «Лісознавство і лісівництво»

Реферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2023

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Останнім часом поширилися процеси висихання соснових лісів у різних регіонах – J. Siitonen (2014); A. Borkowski, I. Skrzecz (2016); F. Lieutier et al. (2016); G. E. Özcan et al. (2018); В. Н. Бондар (2019); В. Н. Кухта, А. А. Сазонов (2019); V. Meshkova (2021), зокрема у Волинському та Житомирському Поліссі – В. О. Бородавка та ін. (2016, 2017); В. М. Турко та ін. (2016); А. І. Гетьманчук та ін. (2017); А. V. Vyshnevskiy, V. M. Turko (2018); А. Ф. Гойчук та ін. (2019), де сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є головною лісоутворювальною породою на більшій частині площі лісового фонду – В. П. Ткач (2012). Погіршення стану лісів відбувається під впливом комплексу екологічних чинників, які включають абіотичні, біотичні та антропогенні. Чинники кожної групи можуть створювати умови для ослаблення лісів, ініціювати ослаблення лісів чи супроводжувати цей процес – P. D. Manion (1991); С. Björkman et al. (2015); P. H. Biedermann et al. (2019), Z. Sierota (2019). Поширення та шкідливість деяких із цих чинників досліджені в інших регіонах – В. Г. Мазепа та ін. (2009); В. Л. Мешкова (2002, 2009); В. О. Крамарець, І. П. Мацяк (2018); Г. Т. Криницький та ін. (2019); В. О. Крамарець (2021), V. Meshkova (2021) або фрагментарно у регіоні дослідження – В. І. Ткачук (2004). Водночас оцінюванню їхнього комплексного впливу на стан і стійкість соснових насаджень було приділено недостатньо уваги.

У зв'язку із цим актуальним є виявлення особливостей поширення та розвитку шкідливих організмів у соснових насадженнях на тлі впливу змін клімату, лісорослинних умов і лісогосподарської діяльності, розроблення алгоритмів прогнозування ризику погіршення стану насаджень й заходів підвищення їхньої стійкості до несприятливої дії екологічних чинників.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Поліського національного університету за темами: «Роль комах-фітофагів у лісових екосистемах Центрального Полісся» (номер державної реєстрації 0108U008374, 2008–2012 рр.), «Хребетні та безхребетні тварини Центрального Полісся у лісових і паркових насадженнях різної структури. Математичне моделювання динаміки популяцій» (номер державної реєстрації 0112U007684, 2012–2015 рр.), «Мисливствознавство, захист лісу та вирощування стійких насаджень в умовах Житомирщини з використанням засобів механізації лісогосподарських робіт» (номер державної реєстрації 0115U006735, 2016–2022 рр.); «Вплив антропогенних чинників на стан і стійкість лісових екосистем Житомирського полісся» (номер державної реєстрації 0117U005591, 2018–2023 рр.); «Стан лісів Житомирського Полісся в умовах зміни клімату та впливу антропогенних чинників» (номер державної реєстрації 0121U109036, 2021–2026 рр.), а також госпрозрахункових тем «Дослідити продуктивність деревостанів ДП «Малинське ЛГ» та рівень використання насадженнями лісорослинного потенціалу» (№ 7-06 від 07 червня 2021 р.); «Дослідити стан соснових насаджень ДП «Народицьке лісове господарство» в умовах радіоактивного забруднення та уточнити заходи його поліпшення» (№ 4-06 від

04 червня 2021 р.); «Прогнозування поширення осередків комах-хвоєгризів у ДП «Коростенське ЛМГ» (№ 6-06 від 14 червня 2021 р.); «Дослідити санітарний стан насаджень природно-заповідного фонду ДП «Славське ЛГ» та визначити шляхи його поліпшення» (№ 01-05 від 11 травня 2022 р.); «Дослідити санітарний стан соснових насаджень ДП «Коростишівське ЛГ» та розробити заходи щодо його поліпшення» (№ 01-06 від 02 червня 2022 р.).

До виконання зазначених наукових тем здобувачка залучалася відповідальним виконавцем окремих розділів.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження є опрацювання теоретико-методологічних основ та експериментальне обґрунтування заходів щодо підвищення біотичної стійкості соснових насаджень Волинського і Житомирського Полісся на основі виявлення закономірностей поширення та динаміки екологічних чинників.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- узагальнити здобутки вітчизняних і зарубіжних досліджень стосовно впливу екологічних чинників на біотичну стійкість лісів;
- оцінити зміни кліматичних показників, що впливають на біотичну стійкість соснових насаджень Волинського і Житомирського Полісся;
- оцінити зміни лісорослинних умов і структури насаджень, що визначають їхню принадність для шкідливих організмів;
- виявити особливості поширення пожеж у лісовому фонді регіону та особливості заселення дерев сосни стовбуровими шкідниками після низової пожежі;
- визначити особливості поширення осередків масового розмноження короїдів, видового складу та популяційних показників найбільш поширених видів;
- визначити видовий склад нематод у деревах сосни звичайної в осередках короїдів;
- виявити особливості формування радіального приросту сосни в різних умовах освітлення на межі зі зрубом суцільної санітарної рубки;
- розробити пропозиції стосовно підвищення біотичної стійкості соснових насаджень регіону.

Об'єкт дослідження – просторово-часова динаміка екологічних чинників, що впливають на біотичну стійкість соснових насаджень.

Предмет дослідження – закономірності поширення та динаміки екологічних чинників, що впливають на біотичну стійкість соснових насаджень Волинського і Житомирського Полісся.

Методи дослідження. В основу теоретико-методологічних, методичних та експериментальних досліджень покладено системний підхід, який полягав у сполучному вивченні екологічних чинників різної природи, що впливають на біотичну стійкість соснових насаджень. Під час польових і камеральних досліджень застосовані спеціальні методи екології, лісознавства, кліматології, лісової патології й ентомології. Статистичну обробку даних здійснювали методами графоаналітичного, кореляційного, регресійного аналізів із залученням програм стандартних пакетів комп'ютерно-інформаційного

забезпечення MS Excel та PAST – Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше:

– визначено зміни кліматичних показників, що впливають на біотичну стійкість соснових насаджень: підвищення температури повітря має наслідками зміни зони лісокліматичного районування Д. В. Воробйовим, зміни термінів і тривалості вегетаційного періоду, збільшення кількості поколінь мультівольтинних шкідників, а зменшення кількості опадів і гідротермічного коефіцієнта є несприятливим для насаджень і сприятливим для шкідливих організмів;

– визначено зміни в розподілі лісового фонду соснових лісів лісогосподарських підприємств Волинського, Житомирського та Рівненського обласних управлінь лісового та мисливського господарства, які впливають на принадність насаджень до виникнення осередків шкідливих комах і ризик виникнення пожеж;

– визначено, що провідними чинниками відпаду соснових лісів Житомирського, Волинського та Рівненського обласних управлінь лісового та мисливського господарства у 2004–2020 рр. були комахи, хвороби, лісові пожежі та техногенне забруднення повітря відповідно, а у 2017–2020 рр. в усіх областях – заселення дерев короїдами;

– доведено зв'язок збільшення кількості випадків пожеж та їхньої площі у 2009, 2015 і 2020 рр. зі зменшенням кількості опадів на тлі підвищення температури повітря;

– оцінено ймовірність поліпшення санітарного стану дерев сосни після низової пожежі;

– встановлено чинники, які сприяли підвищенню чисельності соснових пильщиків у лісах Житомирської області після 30-річної перерви та доведено, що зменшення осередків цих шкідників під час наступного спалаху пов'язане зі зменшенням площі насаджень, принадних для цих комах за віком і складом, зокрема з відпадом певної частини чистих соснових насаджень в осередках короїдів;

– встановлено, що пошкодження звичайним сосновим пильщиком до 45 % хвої стимулює її розвиток та приріст пагонів, а сильніше пошкодження – гальмує;

– визначено видовий склад стовбурових шкідників сосни, в якому домінували з 2015 р. мультівольтинні верхівковий і шести зубчастий короїди, а також особливості заселення дерев сосни після низової пожежі;

– виявлено видовий склад дендрофільних нематод у соснових насадженнях та їхній розподіл за екологічними групами, заселенням певної зони стовбура та санітарним станом дерев;

– показано, що після суцільної санітарної рубки на межі зі зрубом радіальний приріст сосни різко збільшується впродовж чотирьох років і залежить від температури, а у лісовому масиві – від кількості опадів;

– визначено оптимальні терміни здійснення лісогосподарських заходів у соснових насадженнях з урахуванням мінімізації негативного впливу чинників ослаблення лісу, а також ефективні заходи щодо підвищення біотичної стійкості соснових насаджень;

набули подальшого розвитку: концепція П. Маніона стосовно взаємодії чинників всихання дерев; висока частка чистих соснових насаджень і насаджень віком понад 50 років – чинники тривалої дії (*predisposing*). Аномальне збільшення температури повітря та зменшення гідротермічного коефіцієнта до рівня, характерного для степової зони, є чинниками нетривалої дії (*inciting*), що підвищує сприйнятливість дерев до заселення короїдами, які є чинниками супроводження (*contributing*);

– методичні підходи стосовно виявлення насаджень із зниженою стійкістю.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати досліджень мають теоретичне й практичне значення для забезпечення вирощування стійких насаджень і підвищення ефективності лісового господарства. Рекомендовано брати до уваги зміни термінів початку й закінчення вегетаційного періоду під час визначення термінів створення соснових культур, оцінювання небезпеки заселення дерев і деревини короїдами, застосування заходів захисту лісу. Розроблено моделі для прогнозування оцінювання загрози пошкодження дерев сосни фітофагами. Впровадження вдосконалених алгоритмів визначення уразливості насаджень дає змогу оцінити перелік ділянок і площі з високим ризиком та вдосконалити логістику заходів запобігання та ліквідації осередків.

Основні положення дисертаційної роботи впроваджено у виробничу діяльність Житомирського та Рівненського обласних управлінь лісового та мисливського господарства, ДСЛП «Вінницялісозахист» і «Рівнелісозахист». Результати дослідження застосовуються в освітньому процесі під час викладання дисциплін «Лісова ентомологія», «Інтегрований захист лісу», «Лісопатологічний моніторинг», «Охорона лісів від пожеж», «Шкідливі мікроорганізми у лісостанах» студентам спеціальності 205 «Лісове господарство» ОС «Магістр» та «Бакалавр» у Поліському національному університеті.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є завершеною науковою працею, яку виконано на основі багаторічних наукових досліджень здобувача, якою здійснено огляд джерел наукової літератури за її темою, сформульовано мету та завдання дослідження, розроблено програмно-методологічні підходи. Проведено обстеження насаджень, закладено пробні площі, здійснено облік результатів польових і камеральних досліджень, статистичну обробку й аналіз зібраного матеріалу, узагальнено отримані результати.

Основна частина, наведених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків і пропозицій належать особисто здобувачу та є її науковим доробком. Деякі результати одержано у співпраці з іншими науковцями, про що свідчать спільні наукові публікації та посилання в тексті дисертаційної роботи, а її внесок в опубліковані разом із співавторами наукові праці полягає у розробці

дослідження й узагальненні отриманих результатів. Здобувачем підготовлено текст дисертаційної роботи, обґрунтовано висновки та рекомендації виробництву.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення дисертації представлено та обговорено на міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних конференціях: «Наукові читання» (м. Житомир, 2013 р., 2017 р., 2021 р.); «Лісова типологія: наукові, виробничі, навчальні аспекти розвитку» (м. Харків, 2014 р.); «Ліс, наука, молодь» (м. Житомир, 2015 р., 2016 р., 2018–2021 рр.); «Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід для України» (м. Житомир, 2015 р.); «Захист рослин у ХХІ столітті: проблеми та перспективи розвитку» (м. Харків, 2016 р.); «Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства» (м. Київ, 2017 р.); «Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів» (м. Житомир, 2017 р., 2020 р.); «Соснові ліси: сучасний стан, існуючі проблеми та шляхи їх вирішення» (м. Київ, 2019 р.); «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції» (м. Житомир, 2019 р.); «Лісівнича освіта і наука у контексті сучасних викликів лісової галузі» (м. Житомир, 2019 р.); «Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи досліджень» (м. Житомир, 2021 р., 2022 р.); «Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення (Факультету лісового господарства та екології – 20 років)» (м. Житомир, 2021 р.); «Лісівнича наука: стан, проблеми, перспективи розвитку (УкрНДЛГА – 90 років)» (м. Харків, 2021 р.); «Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва» (м. Біла Церква, 2022 р.); «Eurasian scientific discussions» (Barcelona, Spain, 2022); «Modern science: innovations and prospects» (Stockholm, Sweden, 2022); «Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects» (Berlin, Germany, 2022), «Ліси в умовах сучасних викликів» (м. Харків, 2022 р.); «100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи» (м. Житомир, 2022 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано в 67 наукових публікаціях, з яких 18 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 8 статей у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 41 теза наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 413 сторінках, вона містить 106 рисунків, 86 таблиць та складається з анотацій, переліку умовних позначень і скорочень, вступу, семи розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел (379 джерел, у тому числі 156 латиницею) та 8 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «Теоретичні передумови дослідження» подано характеристику сосни звичайної та її насаджень.

Санітарний стан соснових лісів погіршується останніми десятиліттями (Бородавка В. О. та ін., 2016; Meshkova V. L., Borysenko O., 2017, 2018; Vyshnevskiy A. V., Turko V. M., 2018). Подібні процеси відмічені в інших регіонах Європи (Siitonen J., 2014; Pineau X. et al., 2017). Це значною мірою пов'язано зі зміною клімату (Балабух В. О., Зібцев С. В., 2016; Букша І. Ф. та ін., 2017; Гетьманчук А. І. та ін., 2017; Lindsey R., Dahlman L., 2020) та антропогенним навантаженням (Ворон В. П. та ін., 2008, 2017, 2021). Підкреслено актуальність виявлення чинників ослаблення цих насаджень, розроблення заходів щодо запобігання йому та пом'якшення наслідків, особливо у Поліссі, де частка площі соснових лісів перевищує 60 % (Бузун В. О. та ін., 2018).

На стан насаджень впливають кліматичні чинники (Bottle A. et al., 2009; Björkman C. et al., 2015; Danneyrolles V. et al., 2019), особливості лісорослинних умов і структури деревостанів (Остапенко Б. Ф. та ін., 1998), антропогенні чинники (техногенні викиди, господарська діяльність, рекреація) (Ворон В. П. та ін., 2021), на тлі яких формуються осередки шкідників і хвороб (Jaime L. et al., 2019; Leidinger J. et al., 2019), виникають й поширюються пожежі (Зібцев С. В. та ін., 2019).

У зв'язку з розбалансованістю вікової структури лісів нині на значній площі стиглі соснові насадження підпадають під рубки головного користування чи санітарні рубки в осередках шкідників і хвороб (Ткач В. П., Мешкова В. Л., 2019). Створювані одночасно на великій площі зрубів культури сосни потерпають від несприятливих абіотичних і біотичних чинників (Мешкова В. Л., Соколова І. М., 2017).

Доведено в багатьох регіонах, що принадність насаджень для формування осередків окремих екологічних груп шкідників (зокрема комах-хвоєгризів і ксилофагів) визначається типом лісорослинних умов, віком, відносною повнотою насаджень, участю сосни у складі, а також – категоріями земель сусідніх виділів (Андреева О. Ю., 2008; Мешкова В. Л., 2009; Мешкова В. Л., Коленкіна М. С., 2016). Від поєднання цих показників залежать мікроклімат і уразливість дерев до пошкодження комахами й ураження збудниками хвороб. Оскільки зазначені характеристики змінюються з часом, необхідно оцінити зміни принадності насаджень для формування осередків шкідників за період між послідовними лісовпорядкуваннями. Під впливом несприятливих екологічних умов зменшується тривалість збереження хвої у кронах, що призводить до зменшення її загальної маси та збільшення ризику пошкодження асиміляційного апарату меншою кількістю особин комах-хвоєгризів (Мешкова В. Л., Коленкіна М. С., 2016).

Зміна співвідношення температури повітря та кількості опадів відбиваються на межах зон лісокліматичного районування (Shvidenko A. et al., 2017), зменшення гідротермічного коефіцієнта – на стійкості насаджень (Bose A. K. et al., 2020), підвищення температури – на тривалості вегетаційного періоду, термінах заселення дерев стовбуровими шкідниками, вивезення заготовленої деревини, термінах заходів щодо захисту лісу (Meshkova V. L., 2021).

Наведено заходи щодо поліпшення стану насаджень, підвищення їхньої стійкості (Krynyskyi G. T. et al., 2017; Nolan R. H. et al., 2018), вчасного виявлення й вилучення заселених ксилофагами дерев і вивезення з лісу або корування та обприскування інсектицидами (Mezei P. et al., 2017; Biedermann P. H. et al., 2019).

У другому розділі «Методологічні засади дослідження» зазначено, що в основу методології досліджень покладено положення концепції П. Маніона (1991). Згідно з нею стан насаджень визначається чинниками трьох груп, які взаємодіють. Чинники тривалої дії (*predisposing factors*) створюють передумови, які визначають сприйнятливість насаджень до дії чинників нетривалої дії (*inciting factors*) та чинників, які безпосередньо спричиняють відпад дерев (*contributing factors*) (рис. 1).

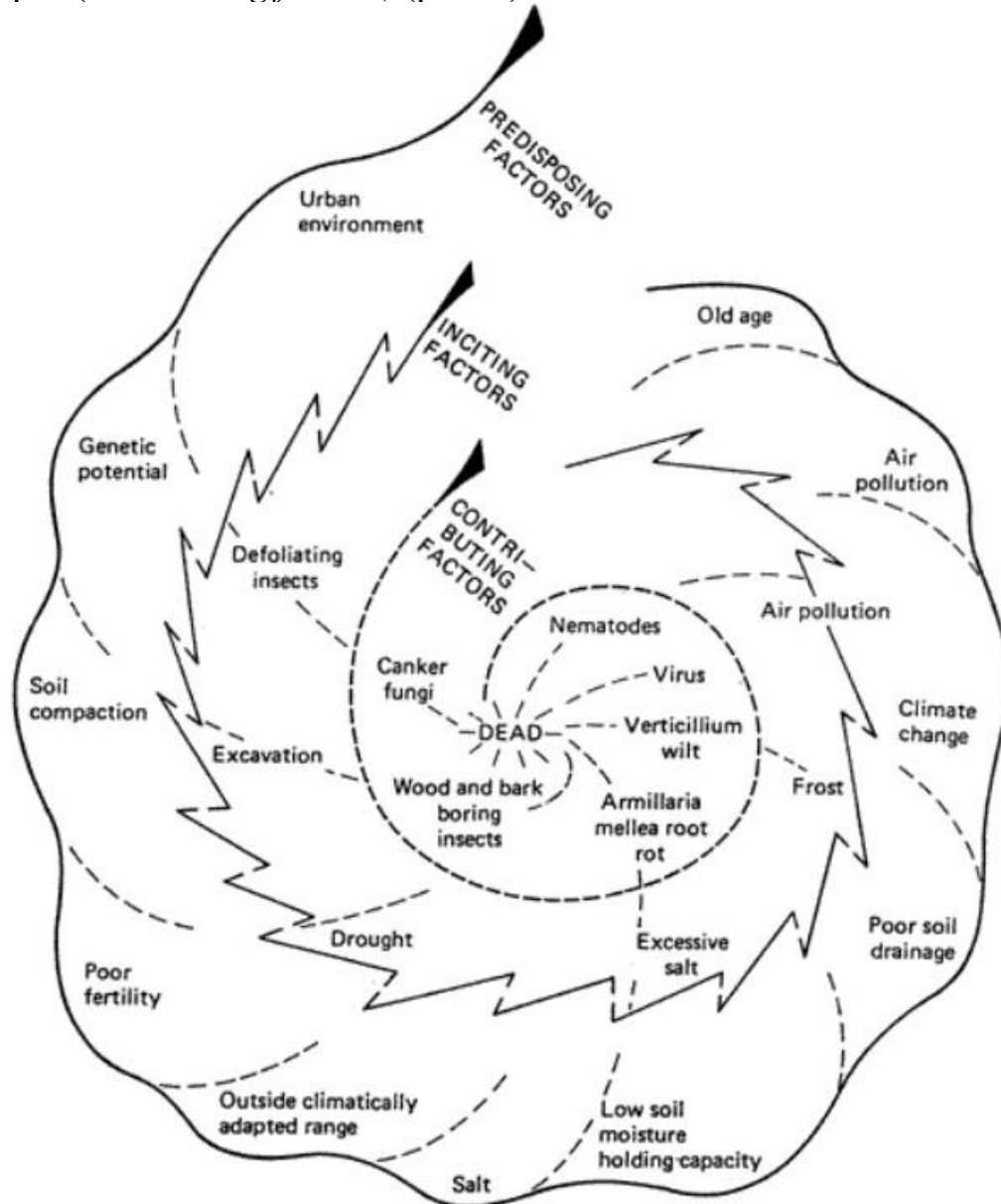


Рис. 1. Схема концепції П. Маніона (1991)

Чинники тривалої дії – це насамперед рельєф і тип лісорослинних умов. Незважаючи на порівняну незмінність, ці чинники можуть змінюватися у часі під впливом природних і антропогенних чинників. Менш тривалий час

залишаються незмінними склад порід і повнота деревостанів, а також поступово збільшується їхній вік. Види дерев і типи насаджень, для яких зазначені зміни не є сприятливими, піддаються дії чинників, які ініціюють погіршення стану. Так дефіцит опадів 2015–2017 рр. спричинив ослаблення не всіх лісів, а найбільш уразливих. На тлі ослаблення насаджень зростає роль чинників, які безпосередньо спричиняють відпад дерев. Одними з таких чинників є короїди. На основі теоретичних гіпотез проведено системні дослідження з використанням принципу порівняльної екології. Під час цих досліджень виявляли зв'язки між параметрами стану соснових лісів регіону досліджень і чинниками, в яких вони знаходяться (кліматичні, лісорослинні умови, структура насаджень, пожежі, шкідливі організми, антропогенні впливи тощо). Це дало змогу розробити практичні рекомендації стосовно попередження втрат і пом'якшення наслідків дії зазначених чинників.

Територія досліджень охоплює Житомирську, Волинську та Рівненську області, які належать до Волинського і Житомирського Полісся. Волинське Полісся розташоване від заходу на схід між річками Західний Буг і Случ у межах частини Волинської та Рівненської адміністративних областей, а Житомирське Полісся – у межах Рівненської та Житомирської областей (рис. 2) (Маринич А. М. та ін., 1985; <http://surl.li/gdzxs>).



Рис. 2. Фізико-географічні області Українського Полісся

Для ретроспективного аналізу використано інформацію стосовно структури лісового фонду регіону досліджень, зокрема соснових насаджень, чинників їхнього ослаблення, площі лісів, що загинули під впливом різних чинників або вилучені санітарними рубками. Цю інформацію одержано з літературних джерел (Бузун В. О. та ін., 2018), архівних даних Державного агентства лісових ресурсів України, лісгосподарських і лісозахисних підприємств, а також шляхом власних досліджень у 2007–2021 рр. Дані, що характеризують лісорослинні умови, одержані з бази ВО «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2011 р., а стосовно деяких лісгосподарських підприємств – також станом на 2017–2019 рр.

Під час аналізу причин ослаблення насаджень використано зведені дані статистичної звітності (форма 12-лг) за 2004–2020 рр., а також матеріали

лісопатологічних обстежень соснових насаджень лісового фонду окремих лісогосподарських підприємств, щорічної статистичної звітності стосовно площі соснових насаджень, охоплених суцільними санітарними рубками у лісовому фонді лісогосподарських підприємств Житомирського, Рівненського й Волинського обласних управлінь лісового та мисливського господарства, звітності Державного спеціалізованого лісозахисного підприємства (ДСЛП) «Вінницялісозахист» за 2011–2021 рр., а також із офіційних сайтів лісогосподарських підприємств.

Багаторічні середні та поточні показники температури повітря та опадів по різних метеостанціях одержані з баз даних (<https://climate-data.org>, <https://climatecharts.net>, і з 2005 р. – з <http://gp5.ua>).

Польовий матеріал зібраний у 2011–2021 рр. у лісовому фонді Житомирського, Рівненського та Волинського обласних управлінь лісового та мисливського господарства.

Під час аналізу бази даних лісовпорядкування конвертували дані у формат *.xls із використанням запитів *SQL*. Статистично-порівняльний аналіз показників, що характеризують соснові насадження регіону, здійснено шляхом створення запитів до бази даних лісового фонду ВО «Укрдержліспроект» стосовно окремих лісогосподарських підприємств станом на різні роки. Вибирали виділи, в яких сосна звичайна є головною породою.

Для оцінювання зміни клімату з 1901 р. на рівні областей регіону взято дані трьох метеорологічних станцій міст: Рівне (Рівненська обл., 50.502°пн.ш., 26.165°сх.д., 232 м н.р.м.), Ковель (Волинська обл., 51.206°пн.ш., 24.764°сх.д., 172 м н.р.м.) та Житомир (Житомирська обл., 50.254°пн.ш., 28.68°сх.д., 227 м н.р.м.). Динаміку метеорологічних показників 2005–2018 рр. аналізували за даними метеостанцій міст Житомир, Коростень, Новоград-Волинський, Овруч і Олевськ, які знаходяться поблизу насаджень лісового фонду лісогосподарських підприємств, де проведені польові дослідження. Гідротермічний коефіцієнт Г. Т. Селянінова розраховували як співвідношення суми опадів за період, коли середньодобова температура повітря перевищувала + 10 °С, та суми активних температур за той самий період (Селянінов Г. Т., 1937). Показники лісокліматичного районування розраховували за Д. В. Воробйовим (Остапенко Б. Ф., Воробйов Д. В., 2014). Показник суми тепла (Т) визначали як суму середніх місячних температур повітря за місяці з температурою понад 0°С, а коефіцієнт зволоження – за формулою:

$$W=(R/T) - 0,0286 \times T,$$

де R – сума опадів за місяці з додатною температурою повітря.

Дати стійкого переходу температури повітря через 5°С і 10°С розраховували за методикою В. Л. Мешкової (2009).

Зміни розподілу насаджень за типами лісорослинних умов оцінювали за матеріалами бази даних ВО «Укрдержліспроект» станом на 2010 і 2019 рр. стосовно лісогосподарських підприємств, розташованих у Центральному (Житомирська обл.) та Західному (Рівненська та Волинська обл.) Поліссі. Для

кожного підприємства розраховували розподіл за трофотопами та гігротопами всієї площі вкритих лісовою рослинністю ділянок, всіх соснових насаджень і всіх чистих соснових насаджень станом на 2010 і 2019 рр. Також розраховували площу насаджень у певних типах лісорослинних умов, які сприятливі для формування осередків комах-хвоєгризів (A_1 , A_2 , $A_1+A_2+B_1$) (Мешкова В. Л., 2009; Борисенко О. І., Мешкова В. Л., 2021), та різниці за період 2010–2019 рр.

Принадність насаджень для формування осередків комах-хвоєгризів оцінювали з урахуванням типу лісорослинних умов, віку, повноти насаджень і частки сосни у складі. У базі даних вибирали виділи, в яких сосна звичайна є головною лісоутворювальною породою, і розраховували площу насаджень окремо для кожного типу лісорослинних умов, для 10-річних класів віку деревостанів (≤ 20 років, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70, 71–80 і > 80 років), для інтервалів відносної повноти ($\leq 0,4$; 0,5; 0,6; 0,7 і $\geq 0,8$) та для насаджень із різними частками сосни у складі (≤ 2 одиниць, 3–5, 6, 7–8 і ≥ 9 одиниць). Для кожного виділу визначали бал показників за методикою, запропонованою В. Л. Мешковою (2009), згідно з критеріями для Полісся, які були апробовані в попередніх дослідженнях (Андрєєва О. Ю., 2008, 2009) (табл. 1).

Таблиця 1

Критерії оцінювання принаності насаджень для комах-хвоєгризів

Вид комах	Принадність, бал	ТЛУ	Клас віку	Відносна повнота	Частка сосни у складі, од.
Рудий сосновий пильщик	0	B ₄ , B ₅ , C ₃ , C ₄	I, \geq IX	$\geq 0,8$	≤ 5
	1	A ₄ , B ₃	VIII	–	6
	2	C ₂	II, VII	0,7	7 і 8
	3	A ₃	–	0,6	–
	4	A ₂ , B ₁ , B ₂	III, IV, VI	0,5	–
	5	A ₁	V	$\leq 0,4$	9 і 10
Звичайний сосновий пильщик	0	B ₄ , B ₅ , C ₃ , C ₄	I	$\geq 0,8$	≤ 5
	1	A ₄ , B ₃	II, \geq VIII	–	6
	2	C ₂	III, VII	0,7	–
	3	A ₃	VI	0,6	7 і 8
	4	B ₁ , B ₂	IV	$\leq 0,5$	–
	5	A ₁ , A ₂	V	–	9 і 10
Сосновий шовкопряд	0	B ₄ , B ₅ , C ₃ , C ₄	I	$\geq 0,8$	≤ 5
	1	A ₄	II, \geq IX	0,7	5
	2	B ₃ , C ₂	–	–	7 і 8
	3	A ₃	III	0,6	–
	4	A ₂ , B ₁ , B ₂	IV, VIII	0,5	–
	5	A ₁	V–VII	$\leq 0,4$	9 і 10

Примітка. Бал принаності (загрози): 0 – відсутня; 1 – дуже низька; 2 – низька; 3 – середня; 4 – висока; 5 – дуже висока; ТЛУ – тип лісорослинних умов.

Суму площ насаджень визначали із високою принадністю для формування осередків та її частку від загальної площі соснових насаджень у лісовому фонді підприємства. Середній бал загрози виникнення осередків за кожним із показників (тип лісорослинних умов, вік, відносна повнота насаджень і частка сосни в їхньому складі) розраховували як середнє зважене від площі насаджень із кожним рівнем загрози.

Ризик виникнення пожеж оцінено з використанням бази даних ВО «Укрдержліспроект» стосовно ДП «Овруцьке СЛГ» станом на 2010 і 2018 рр. Під час оцінювання класу природної пожежної небезпеки (КПН) для кожного виділу робили поправку на вплив категорії земель сусідніх виділів. 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». Переліки виділів, прогнозованих за базовим («Правила пожежної безпеки в лісах України», 2004) і запропонованим підходами, зіставляли з переліками виділів, охоплених пожежею 2020 року за індексом подібності та тетрагоричним коефіцієнтом кореляції (Атраментова Л. А., Утевская О. М., 2008; Andreieva O. et al., 2022).

Польові дослідження включали закладання постійних і тимчасових пробних площ (СОУ 02.02-37-476:2006), оцінювання таксаційних показників насаджень (Анучин Н. П., 1982; «Лісотаксаційний довідник», 2013), санітарного стану («Санітарні правила в лісах України», 2020), поширеності пошкоджень, шкідливих комах, збудників хвороб згідно з чинними рекомендаціями («Методичні рекомендації щодо обстеження осередків стовбурових шкідників лісу», 2011; «Методичні вказівки з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України», 2020).

Проаналізовано значення щомісячних показників температури повітря, опадів і ГТК (гідротермічний коефіцієнт Г. Т. Селянінова) трьох метеостанцій регіону з 1901 р., шести метеостанцій – за 2005–2018 рр., метеостанції Житомир – за 1901–2021 рр. Проаналізовано показники лісорослинних умов і структури деревостанів за базою даних ВО «Укрдержліспроект» стосовно п'яти лісгосподарських підприємств станом на 2011 та 2017–2019 рр. Проаналізовано статистичну звітність Державного агентства лісових ресурсів України стосовно чинників пошкодження лісу (форма 12-лг) за 2004–2021 рр., стосовно поширення пожеж – за 2007–2020 рр.

Польові дослідження проведено у 2011–2021 рр. в лісовому фонді 14 лісгосподарських підприємств. Обстежено 1230 виділів на заселеність комахами-хвоєгризами та 830 виділів на заселеність стовбуровими шкідниками. Закладено 21 постійну пробну площу, зокрема 6 – у насадженнях, пошкоджених низовою пожежею, 6 – під час вивчення особливостей

поширення стовбурових шкідників і нематод, 6 – в осередках комах-хвоєгризів, 3 – на межі зі зрубом суцільної санітарної рубки в осередку короїдів для дендрохронологічних досліджень (проаналізовано по 20 кернів з кожної пробної площі). Популяційні показники короїдів оцінено на 550 палетках на 61 модельному дереві. Розподіл хвої за віком, масою та кількістю хвоїнок проаналізовано на 27 модельних деревах – по 9 шт. із рівнями дефоліації крон 10, 45 і 85 %, що відповідало рівням охоєння понад 90, 55 і 15 %.

У третьому розділі «Кліматичні показники у регіоні дослідження» висвітлено тенденції зміни кліматичних показників у регіоні дослідження, проаналізовано просторову мінливість кліматичних показників.

У регіоні досліджень середня річна температура повітря 1989–2019 рр. більша, ніж за 1901–1988 рр., на 1,1–1,3°C, або на 14,7–18,0 %, а температура вегетаційного періоду – на 0,9–1,0°C, або на 5,8–6,5 %. Найбільші перевищення середніх значень річної температури за 1998–2019 рр. визначені після 2010 року (рис. 3).

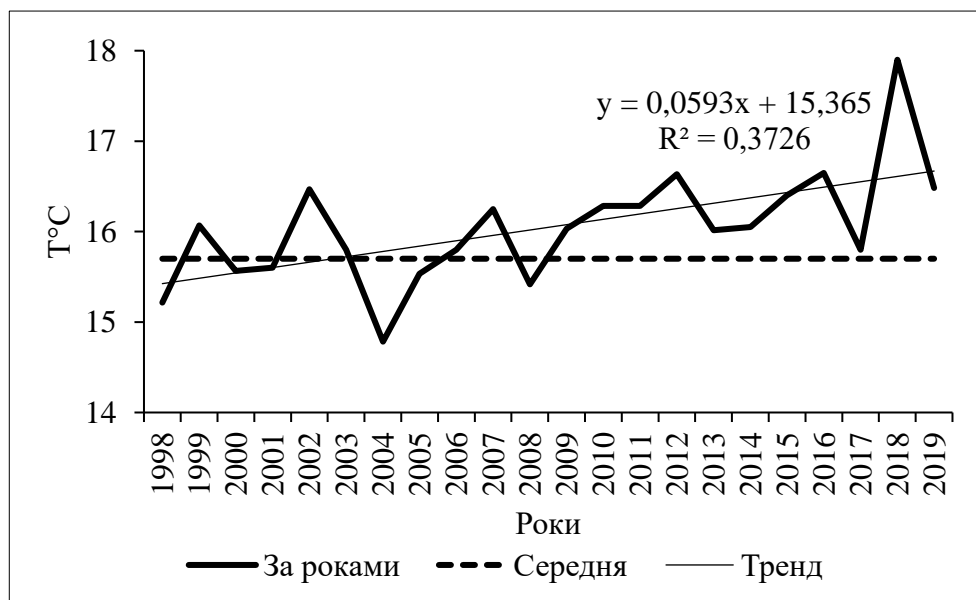


Рис. 3. Динаміка температури повітря за вегетаційні періоди 1998–2019 рр. (метеостанція м. Ковель)

Річна кількість атмосферних опадів за 1989–2019 рр. перевищила цей показник за 1901–1988 рр. Водночас сума опадів за вегетаційний період у районах дії метеостанцій Рівне та Житомир зменшилася (на 0,7–1,0 мм), а в районі дії метеостанції м. Ковель – дещо збільшилася (на 0,7 мм). В інтервалі 1998–2019 рр. визначено тренд до зменшення цього показника. Доволі низькі значення річної кількості опадів за даними всіх метеостанцій відмічені у 2003 р., а найменші – в 2011, 2015 і 2019 рр.

Зміни температури та кількості опадів вплинули на значення показників, що покладені в основу лісокліматичного районування Д. В. Воробйова (табл. 2). За показником суми тепла всі розглянуті метеостанції входили у 1901–1988 рр. до області помірного клімату, а у 1989–2019 рр. – до області свіжого порівняно теплого клімату. Континентальність клімату у другий період дещо зменшилася, але контрастотоп не змінився.

Кліматичні показники, на яких базується лісотипологічне районування України, за періоди 1951–1980 і 1981–2010 рр.

Метеостанція міста	1901–1988 рр.			1989–2019 рр.			Лісотипологічна область*	
	T, °C	W	A, °C	T, °C	W	A, °C	1901–1988 рр.	1989–2019 рр.
Рівне	99,5	1,93	24,0	108,2	1,31	22,9	2d	2e
Ковель	100,6	1,84	23,4	108,9	1,30	22,5	2d	2e
Житомир	98,2	2,16	24,4	107,7	1,48	23,2	3d	2e

Примітка. * 2d – область свіжого помірного клімату (свіжого груду); 3d – область вологого помірного клімату (вологого груду); 2e – область свіжого порівняно теплого клімату; T – сума середніх температур повітря за місяці з температурою понад 0°C; W – коефіцієнт зволоження за Д. В. Воробйовим: $W=(R/T) - 0,0286 \times T$, де R – сума опадів за місяці з додатньою температурою повітря; A – континентальність клімату (різниця між температурою повітря найбільш жаркого і найбільш холодного місяців).

Середні багаторічні значення гідротермічного коефіцієнта Г. Т. Селянінова у 1901–1988 рр. та 1998–2019 рр. відповідають зоні забезпеченого зволоження, а мінімальні 1998–2019 рр. – посушливій зоні. Значення ГТК за 2014–2019 рр. щороку поступалися середньому багаторічному (рис. 4).

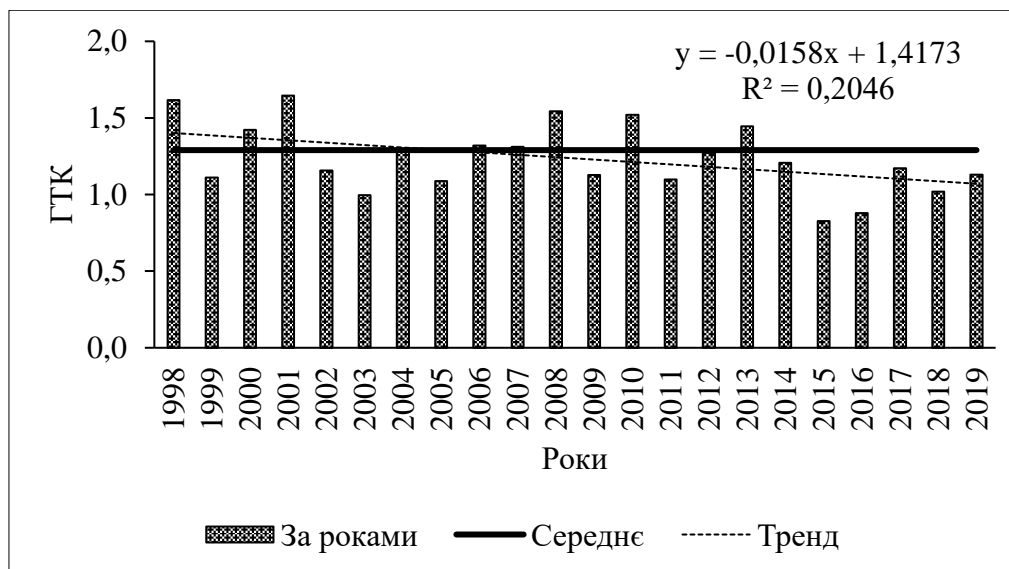


Рис. 4. Динаміка гідротермічного коефіцієнта за 1998–2019 рр. (метеостанція м. Рівне)

За 2005–2018 рр. середні значення ГТК потрапляють в інтервал «норми» для Лісостепу (1,0–1,3), хоча значення для міст Олевська, Коростеня та Новоград-Волинського ближчі до «норми» Полісся. Всі мінімальні значення ГТК потрапляють у «норму» для Степу (0,7–1,0).

За 2005–2018 рр. виявлено три мінімуми ГТК (у 2005, 2009 і 2015 рр.), причому кожний наступний мінімум є меншим від попереднього. Незважаючи на збільшення значень ГТК після останнього мінімуму, вони залишилися на рівні «норми» для Степу. Таке зменшення ГТК в Поліссі несприятливе для

дерев, які адаптовані до високого рівня зволоження повітря та ґрунту.

У районі всіх розглянутих метеостанцій дати стійкого переходу температури повітря через 5°C у другому періоді стали більш ранніми на 7–8 днів, а переходу через 10°C – на сім днів (табл. 3).

Таблиця 3

Зміна дат стійкого переходу температури повітря через 5 і 10 °C навесні у регіоні дослідження

Метеостанція міста	Дата переходу температури через 5 °C*		Різниця		Дата переходу температури через 10 °C*		Різниця	
	1901–1988 рр.	1989–2019 рр.	абсолютні, мм	відносні, %	1901–1988 рр.	1989–2019 рр.	абсолютні, мм	відносні, %
Рівне	94 (4.04)	87 (28.03)	-7,0	-7,4	116 (26.04)	109 (19.04)	-7,0	-6,0
Ковель	93 (3.04)	86 (27.03)	-7,0	-7,5	117 (27.04)	110 (20.04)	-7,0	-6,0
Житомир	95 (5.04)	87 (28.03)	-8,0	-8,4	117 (27.04)	110 (20.04)	-7,0	-6,0

Примітка. * – кількість днів з 1 січня, у дужках – календарна дата

Розрахунки свідчать, що стійкий перехід температури повітря через 5°C навесні в середньому за 1998–2019 рр. відбувався 24 березня у Рівному та Ковелі та 26 березня в Житомирі, тобто ще раніше, ніж розраховано за даними 1989–2019 рр. Загалом динаміка дати стійкого переходу температури повітря через 5°C навесні за даними трьох метеостанцій характеризується високими коефіцієнтами кореляції ($r=0,97-1,0$ при $r_{0,01}=0,57$).

У 1998–2019 рр. стійкий перехід температури повітря через 5°C навесні в середньому відбувався 24–26 березня, тобто раніше, ніж розраховано за даними 1989–2019 рр. Стійкий перехід температури повітря через 10°C навесні в середньому за аналізований період був 17–18 квітня, тобто на два дні раніше, ніж розраховано за даними 1989–2019 рр., осінній стійкий перехід температури повітря через 10°C униз – 8–10 жовтня, найбільш рано – 28–29 вересня, а найбільш пізно – 17–22 жовтня, через 5°C униз – 6–11 листопада, найбільш рано – 19–25 жовтня, а найбільш пізно – 21–27 листопада.

Одержані дані свідчать, що роботи, пов'язані з садінням лісу, у регіоні слід починати раніше. Більш раннє розмерзання ґрунту є сприятливим для комах, які зимують у ньому, зокрема для ентомофагів. У зв'язку з більш ранніми датами стійкого переходу температури повітря навесні через 10°C, якому відповідає початок активної вегетації сосни, після цього терміну садіння лісу здійснювати небажано. У зв'язку з більш раннім відновленням живлення комах-фітофагів слід бути готовими для застосування інсектицидів у випадку підвищеної щільності популяцій шкідників.

Більш пізнє закінчення періоду активної вегетації рослин свідчить про необхідність зсуву на пізніші дати осіннього садіння лісу, яке може бути ризикованим у випадку нестачі вологи у ґрунті. Водночас після стійкого

переходу температури через 10°C восени вже не варто застосовувати інсектициди проти комах-хвоєгризів, які переважно спустилися в лісову підстилку для зимівлі (сосновий шовкопряд), лялькування (сосновий п'ядун і соснова совка) та коконування (звичайний сосновий пильщик). Садити ліс пізніше від дати стійкого переходу температури повітря через 5°C восени ризиковано, оскільки коріння не розвиватиметься, а хвоя в теплі денні години може втрачати вологу.

Підвищення температури повітря є сприятливим для успішного розвитку додаткових поколінь мультивольтинних короїдів, зокрема верхівкового – *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) та шести зубчастого – *I. sexdentatus* (Boerner, 1767). Розрахунки свідчать, що на початку аналізованого періоду за наявної суми додатних температур повітря за вегетаційний сезон могло завершити розвиток лише одне покоління цих комах (рис. 5).

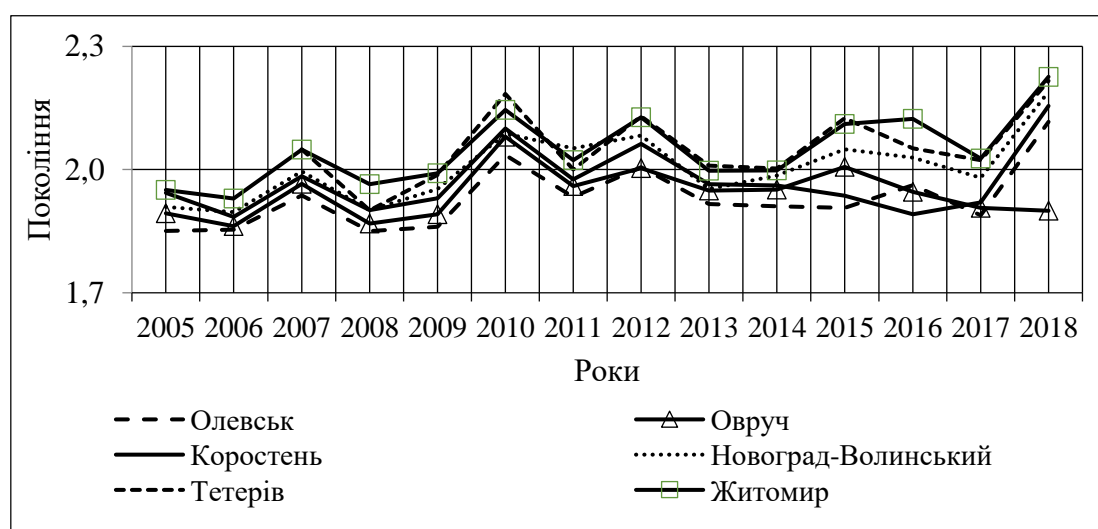


Рис. 5. Можлива кількість поколінь короїдів, оцінена за сумою додатних температур вегетаційних періодів 2005–2018 рр. (метеостанції регіону)

Сприятливі для розвитку двох поколінь короїдів температурні умови склалися у регіоні двох метеостанцій у 2007 році, для всіх метеостанцій – у 2010 і 2012 рр., для чотирьох – у 2015 р., для п'яти – у 2018 р.

У четвертому розділі «Лісорослинні умови та структура соснових насаджень, що визначають ризики порушення їхньої біотичної стійкості» розглянуто основні чинники пошкодження та загибелі соснових лісів регіону, проаналізовано типологічну структуру соснових насаджень, зміни загрози виникнення осередків комах у зв'язку з лісорослинними умовами. На прикладі лісового фонду ДП «Коростишівське ЛГ» виявлено особливості всихання соснових насаджень.

У лісовому фонді Волинського, Житомирського та Рівненського ОУЛМГ соснові насадження представлені на 57, 58,8 та 65,3 % площі. Частка чистих соснових насаджень становить у середньому 23,9 % (від 9,5 до 51,4 %) від площі вкритих лісовою рослинністю земель та 37,3 % (від 23,2 до 60,5 %) від площі соснових насаджень, а теоретично можлива частка чистих соснових насаджень – у середньому 7,7 % (від 0,1 до 32,3 %) від площі вкритих лісовою

рослинністю ділянок та 11,2 % (від 0,1 до 36,9 %) від площі соснових насаджень. Переважають субори (у середньому 54,3 %, від 30,7 до 76,4 %) та сугруди (у середньому 34 %, від 7,2 до 60,6 % площі вкритих лісовою рослинністю земель).

Середня за 2004–2020 рр. площа соснових лісів, що загинули, та питома площа є найменшими у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ і найбільшою – у лісовому фонді Рівненського ОУЛМГ. За статистичною звітністю (форма 12-лг) серед чинників загибелі соснових насаджень вказані комахи, хребетні тварини, хвороби, антропогенні чинники, погодні умови та пожежі. За цей період у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ на найбільшій площі насадження гинули внаслідок пошкодження комахами, Волинського – внаслідок хвороб, Рівненського – внаслідок техногенного забруднення повітря. У 2017–2020 рр. основним чинником загибелі соснових насаджень в усьому регіоні було заселення дерев короїдами. Як свідчать результати обстежень насаджень і аналіз матеріалів лісгосподарських підприємств стосовно лісозахисних заходів, осередки короїдів виникали переважно в чистих соснових насадженнях віком понад 50 років. У зв'язку із цим між лісовпорядкуваннями 2010 і 2019 рр. площа соснових насаджень зменшилася переважно за рахунок саме таких насаджень (табл. 4).

Таблиця 4

Зміна площі вкритих лісовою рослинністю ділянок, частки площі соснових насаджень і чистих соснових насаджень у лісовому фонді лісгосподарських підприємств за період 2010–2019 рр.

Лісгосподарське (ЛГ) або лісомисливське (ЛМГ) господарство, область	Зміна площі за 2010–2019 рр., га			Частка, % (2010 р. / 2019 р.)	
	вкритих лісовою рослинністю земель	соснових насаджень	чистих соснових насаджень	площа соснових насаджень від площі вкритих лісовою рослинністю земель	площа чистих соснових насаджень від площі всіх соснових насаджень
Коростенське ЛМГ, Житомирська обл.	-3108,9	-1038,8	-222,2	39,5 / 40,2	24,4 / 24,8
Лугинське ЛГ, Житомирська обл.	457,7	-670,2	57,2	52,0 / 48,6*	35,3 / 37,5*
Білокоровицьке ЛГ, Житомирська обл.	513,8	-647,0	-66,2	52,2 / 50,5*	26,5 / 26,9
Сарненське ЛГ, Рівненська обл.	-673,2	-3109,1	-4089,1	71,9 / 65,8*	56,2 / 47,8*
Володимир-Волинське ЛГ, Волинська обл.	1272,8	29,8	49,6	41,5 / 39,9*	39,9 / 40,2

Примітка. *зміни значущі при $P < 0,001$

Частка площі чистих соснових насаджень збільшилася за 2010–2019 рр. лише у ДП «Коростенське ЛМГ» та ДП «Лугинське ЛГ», переважно у свіжому бору – A_2 (табл. 5). Водночас у типах лісорослинних умов A_1 , A_2 та B_1 частка

площі соснових лісів за цей період зменшилася.

Таблиця 5

Зміна за 2010–2019 рр. площі чистих соснових насаджень у типах лісорослинних умов, сприятливих для виникнення осередків комах-хвоєгризів у лісовому фонді лісогосподарських підприємств

Лісогосподарське (ЛГ) або лісомисливське (ЛМГ) господарство), область	Зміна площі (чисельник – гектари, знаменник – частка від 2010 р., %)			
	A ₁	A ₂	B ₁	A ₁ +A ₂ +B ₁
Коростенське ЛМГ, Житомирська обл.	2,3 / 2,5	19,5 / 6,2	0 / –	21,8 / 5,4
Лугинське ЛГ, Житомирська обл.	34,3 / 23,2	202,8 / 13,6	0,6 / 15,0	237,7 / 14,5
Білокоровицьке ЛГ, Житомирська обл.	-25,8 / -21,5	-18,1 / -2,4	-10,9 / -55,3	-54,8 / -6,2
Сарненське ЛГ, Рівненська обл.	-649,4 / -34,9	-1502,9 / -29,2	0	-2152,3 / -30,7
Володимир-Волинське ЛГ, Волинська обл.	0,6 / –	-48,1 / -36,7	-0,7 / -16,3	- 48,2 / -35,6

На прикладі ДП «Коростишівське ЛГ» видно, що частка чистих соснових насаджень (10Сз) серед насаджень, що всихають, є значно більшою, ніж серед усіх насаджень ($\chi^2_{\text{fact.}}=154,7$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) (рис. 6).

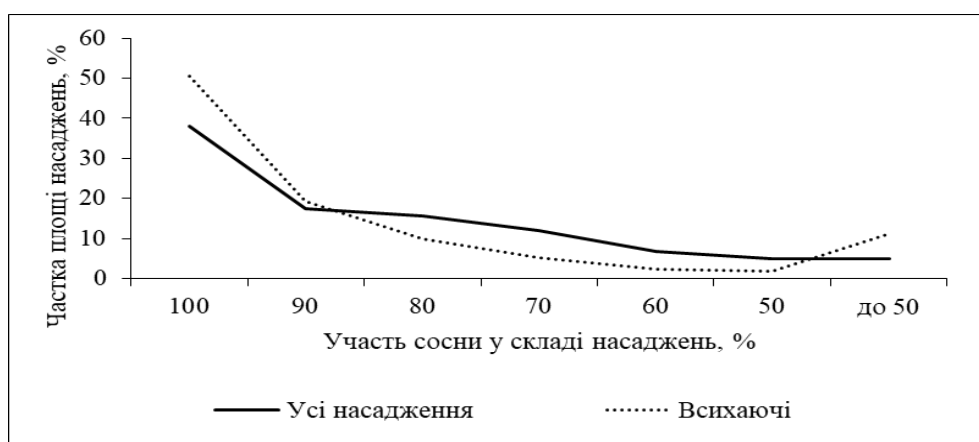


Рис. 6. Розподіл площі насаджень із різною участю сосни звичайної у складі всіх соснових насаджень і соснових насаджень, що всихають (ДП «Коростишівське ЛГ», 2014–2017 рр.)

Частка соснових деревостанів віком понад 50 років серед всихаючих насаджень є значуще більшою, ніж серед усіх соснових насаджень ($\chi^2_{\text{fact.}}=1049,0$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) (рис. 7). Одержані дані узгоджуються з іншим публікаціями стосовно більшої стійкості мішаних насаджень до будь-яких збурень, зокрема до заселення короїдами (Meshkova V., Bobrov I., 2020). Відносна повнота всіх і всихаючих соснових насаджень найчастіше становить 0,7 (48,4 та 60,5 % відповідно) (рис. 8).

Середня зважена відносна повнота становила 0,7 і 0,71 в усіх і всихаючих соснових насадженнях. Частка насаджень із відносною повнотою

0,6 ($\chi^2_{\text{fact}}=7,38$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) і 0,7 ($\chi^2_{\text{fact}}=83,5$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) достовірно більша у всихаючих насадженнях, ніж у всіх насадженнях. Частка насаджень із відносною повнотою 0,8 ($\chi^2_{\text{fact}}=150,7$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) є значуще меншою у всихаючих соснових насадженнях, ніж у всіх соснових насадженнях.

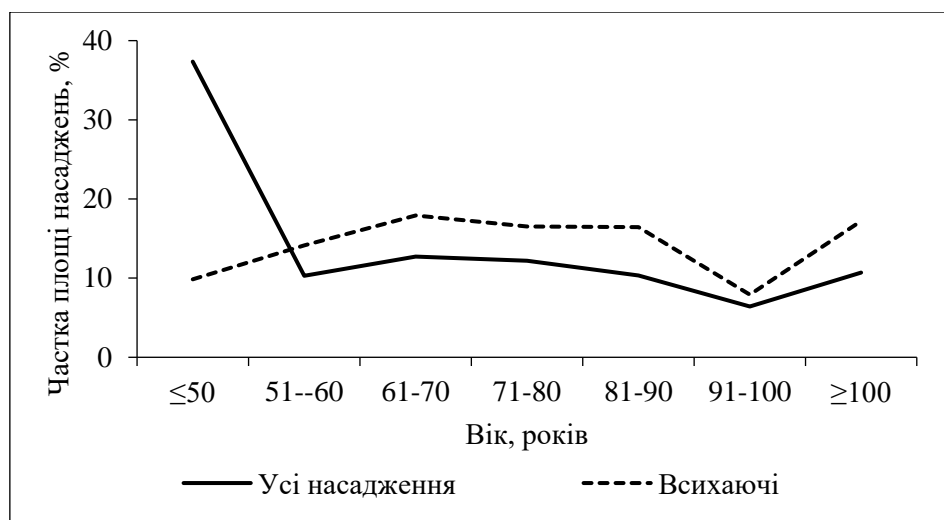


Рис. 7. Площа поширення всіх соснових насаджень віком понад 50 років і всихаючих соснових насаджень такого віку (ДП «Коростишівське ЛГ», 2014–2017 рр.)

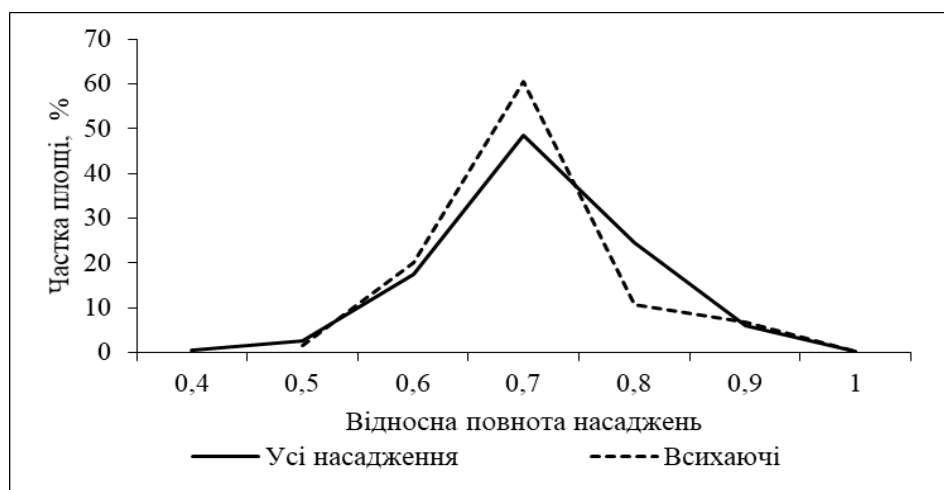


Рис. 8. Розподіл за відносною повнотою площі всіх соснових насаджень і всихаючих соснових насаджень (ДП «Коростишівське ЛГ», 2014–2017 рр.)

Одержані результати узгоджуються із концепцією П. Маніона (Manion P., 1991) стосовно чинників усихання дерев. Висока частка чистих соснових насаджень і насаджень віком понад 50 років – основні чинники всихання тривалої дії (*predisposing*). Аномальне збільшення температури повітря та зменшення ГТК до рівня, характерного для степової зони, є чинниками всихання лісів нетривалої дії (*inciting*). Дія зазначених чинників призвела до підвищення сприйнятливості дерев до заселення короїдами, які є чинниками супроводження (*contributing*).

Здійснені розрахунки є підґрунтям призначення заходів підвищення стійкості соснових насаджень регіону шляхом збільшення площі мішаних соснових насаджень на ділянках із придатними для цього лісорослинними

умовами та підтримання достатньо відносної повноти насаджень.

У п'ятому розділі «**Пожежі як чинник порушення біотичної стійкості соснових насаджень**» розглянуто особливості поширення пожеж у лісовому фонді регіону і зокрема – у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ.

Загальні збитки від лісових пожеж у трьох областях за 2007–2020 рр. становили 1 304 163 тис. грн, у середньому на рік – 93 154 тис. грн. Найбільш небезпечним був 2020 рік, коли цей показник сягав 1 265 515 тис. грн, з яких на Житомирську область припадало 1 264 582 тис. грн (99,9 %).

У лісовому фонді Волинського, Рівненського та Житомирського ОУЛМГ середня річна кількість пожеж у 2007–2020 рр. становила 21,5; 29,1 та 99,2 випадків (табл. 6).

Таблиця 6

Показники горимості лісів у лісовому фонді регіону у 2007–2020 рр.

ОУЛМГ	Площа, тис. га		Середня кількість випадків / рік	Середня кількість випадків на площу	
	вкритих лісовою рослинністю ділянок	соснових насаджень		вкритих лісовою рослинністю ділянок	соснових насаджень
Волинське	438,6	250,0	21,5±8,68	0,05	0,09
Житомирське	660,6	388,4	99,2±35,96	0,15	0,26
Рівненське	588,5	384,1	29,1±6,34	0,05	0,08

Середня площа пожежі була найбільшою у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (3 214,6 га), а найменшою – у лісовому фонді Волинського ОУЛМГ (26,4 га). Максимальна площа лісових пожеж у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ у 2020 р. сягала 43 229,3 га, у лісовому фонді Волинського та Рівненського ОУЛМГ – 89,3 та 138,7 га відповідно.

Відмічено збільшення кількості пожеж в усіх зазначених областях у 2009, 2015 і 2020 рр., що значною мірою пов'язано зі зменшенням кількості опадів у ці роки на тлі підвищення температури повітря (рис. 9).

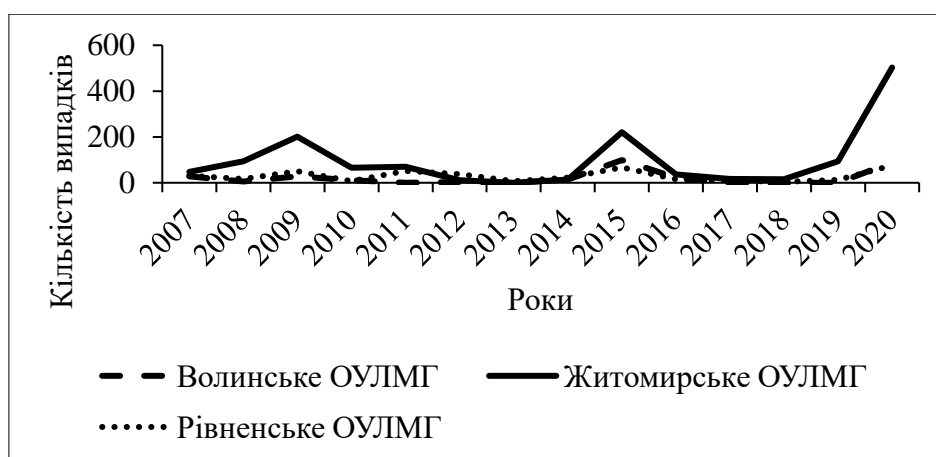


Рис. 9. Динаміка кількості випадків лісових пожеж у лісовому фонді регіону

Так, за даними метеостанції Житомир, сума температур повітря за вегетаційний період у 2018 р. – на 211,3 °С, або на 6,8 % перевищувала середні дані за 2014–2021 рр. Середнє значення кількості опадів у квітні становило

28,9 мм. Цей показник поступався середньому багаторічному значенню у 2016, 2018, 2020 і 2021 рр., причому різниця становила у 2016 та 2018 рр. 16,9 і 12,9 мм, або 58,5 і 44,6 % відповідно, а у 2020 і 2021 рр. – 5,9 і 7,9 мм, або 20,4 й 27,3 % відповідно (рис. 10).

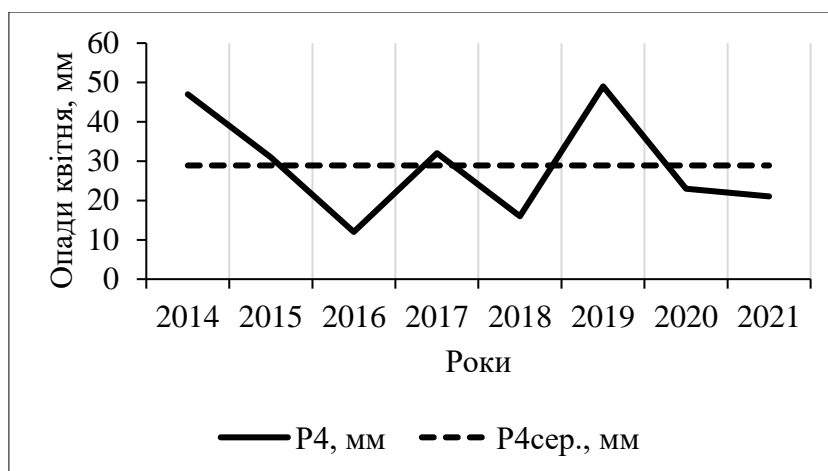


Рис. 10. Динаміка атмосферних опадів за квітень 2014–2021 рр. (P4 – опади квітня за роками; P4сер. – середня багаторічна кількість опадів квітня)

Аналіз свідчить, що середнє значення ГТК за 2004–2021 рр. становило 1,04 одиниці. Цей показник поступався середнім значенням у 2015–2017 рр. на 0,2–0,4 одиниці, або на 21,2–37,6 %. Саме в ті роки поширилися осередки стовбурових шкідників у соснових насадженнях регіону (Бородавка В. О. та ін., 2015, 2017; Andreieva O. Y., Goychuk A. F., 2018; Meshkova V. L., 2021). У 2020 році ГТК ненабагато перевищував середні значення (на 0,01 одиниці, або на 0,7 %).

За даними статистичної звітності в ініційованні лісових пожеж значну роль відіграло населення, поширенню вогню сприяли висока температура повітря й невелика кількість опадів. Висока пожежна небезпека у лісах Житомирської області (середній клас 2,5) пов'язана переважно з високою часткою (близько 60 %) хвойних насаджень, розташуванням їх на значній площі у регіоні з високим рівнем радіаційного забруднення, де понад 30 років обмежено здійснювали господарську діяльність, і накопичилися горючі матеріали.

У 2020 році у лісовому фонді 10 лісгосподарських підприємств Житомирської області спалахнули верхові пожежі на площі 6 389,3 га, або 14,8 % від усієї площі, охопленої пожежами. Максимальну площу верхових пожеж виявлено у ДП «Овруцьке СЛГ» (5 тис. га).

Зважаючи на ризик збільшення загрози виникнення пожеж у виділах, які межують із зрубам та деякими іншим категоріями земель, де лісові ділянки перетворилися на нелісові, розроблено алгоритм для вдосконалення визначення класів природної пожежної небезпеки з використанням бази даних інвентаризації лісів і картографічних матеріалів. Запропонований підхід дає можливість ідентифікувати виділи з підвищеним ризиком виникнення пожеж.

Просторовий аналіз свідчить, що пожежна небезпека ДП «Овруцьке СЛГ» у 2018 р. збільшилася у порівнянні з 2010 р. на 3 063,6 га за рахунок

виділів, які межують зі зрубками та незімкненими лісовими культурами. Водночас деякі виділи, особливо великої протяжності, межували з виділами (від 1 до 9), які характеризувалися зазначеними категоріями земель (рис. 11).

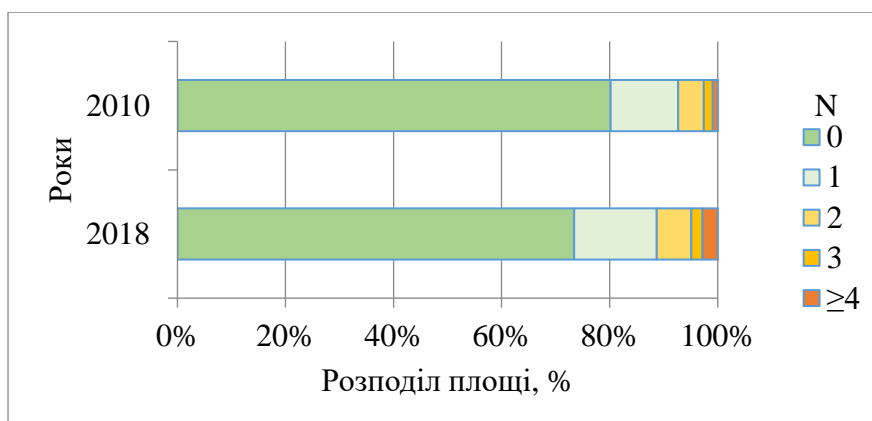


Рис. 11. Розподіл за площею лісових насаджень, які межують із ділянками, сусідство з якими підвищує пожежну небезпеку (N – кількість сусідніх виділів, які підвищують пожежну небезпеку)

Показано, що в усіх лісництвах ДП «Овруцьке СЛГ» за 2010–2018 рр. клас природної пожежної небезпеки зменшився, тобто ризик виникнення пожежі збільшився. Ефективність прогнозування переліку виділів насаджень, уразливих до пошкодження вогнем, з урахуванням категорій земель сусідніх виділів, підтверджено аналізом даних стосовно поширення пожежі у 2020 р. Застосування цього підходу дає змогу точніше визначити перелік виділів із високим ризиком виникнення пожеж, оцінити їхню площу та вдосконалити логістику ліквідації пожеж.

Після низової пожежі санітарний стан життєздатних дерев сосни (I_{1-4}) погіршувався інтенсивніше у насадженнях із найменшою відносною повнотою та найбільшою висотою нагару. Водночас наступного року після пожежі на пробних площах 23,1% дерев відновили санітарний стан від категорії «всихаючі» до «сильно ослаблені» (рис. 12).

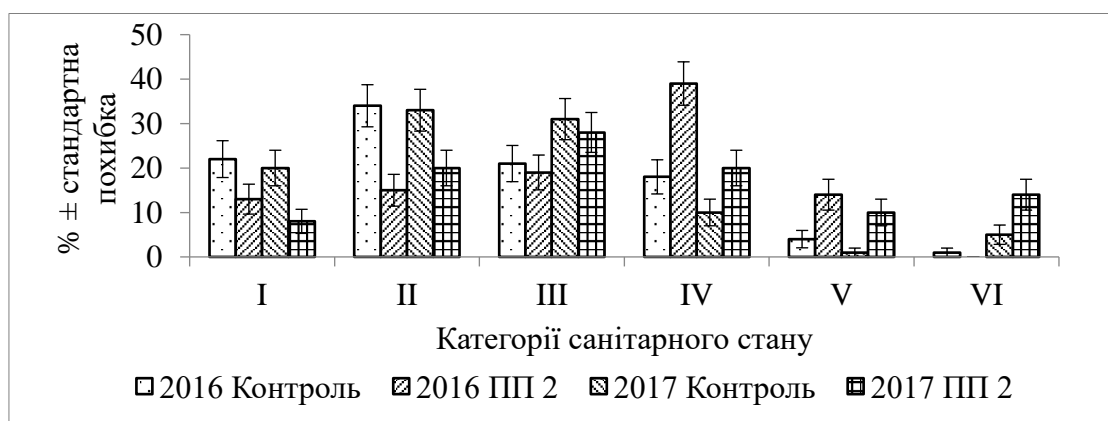


Рис. 12. Розподіл дерев сосни звичайної за категоріями санітарного стану у насадженні, пошкодженому вогнем (ПП 2) та на контролі у 2016 р. (рік пожежі) та 2017 р. (наступного року після пожежі)

Результати χ^2 тесту свідчать, що розподіл дерев сосни за категоріями санітарного стану в усіх аналізованих насадженнях (пошкоджених вогнем і контрольних у 2017 році), пошкоджених вогнем у 2016 і 2017 р., контрольних у 2016 і 2017 рр. значуще відрізняється ($\chi^2_{0,05}=11,1$; $\chi^2_{\text{fact}}=22,1-65$). Подібні результати одержані під час порівняння лише життєздатних дерев ($\chi^2_{0,05}=7,8$; $\chi^2_{\text{fact}}=8,5-41,8$). Значення індексів санітарного стану, розрахованих для всіх дерев і для життєздатних дерев сосни у 2016 і 2017 рр., були більшими у насадженнях, пошкоджених вогнем.

У пошкоджених вогнем насадженнях у рік пожежі та наступного року виявлено 8 і 11 видів стовбурових комах відповідно. Родина Curculionidae (підродина Scolytinae) була представлена видами: *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758), *T. minor* (Hartig, 1834), *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) й *I. sexdentatus* (Boerner, 1767). Чотири види представляли родину Buprestidae: *Anthaxia quadripunctata* (Linnaeus, 1758), *Phaenops cyaneus* (Fabricius, 1775), *Melanophila acuminata* (DeGeer, 1774) та *Chalcophora mariana* (Linnaeus, 1758), а три види – родину Cerambycidae: *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795), *Pogonocherus fasciculatus* (Degeer, 1775) та *Acanthocinus aedilis* (Linnaeus, 1758).

Серед цих видів *T. piniperda* та *I. sexdentatus* заселяли нижню частину стовбура з грубою корою. *T. minor*, *I. acuminatus* і *P. fasciculatus* – верхню частину стовбура з тонкою корою, а решта видів були спроможними заселяти різні частини стовбура, як і в інших регіонах (Демаков Ю. П., 2007; Зінченко О. В., 2011).

Оскільки пожежа відбулася у серпні, стовбурові комахи вже не заселяли дерев. Тому заселеність дерев у 2016 р. (23,3–30,0 %) значуще не відрізнялося у пошкоджених вогнем і контрольних насадженнях ($t_{0,05}=2$; $t_{\text{fact}}<0,3$).

Поширеність трьох видів стовбурових комах у 2017 р. (*M. galloprovincialis*, *Ph. cyaneus* і *A. quadripunctata*) в контрольних насадженнях не змінилася (26,7 %, 23,3 % та 13,3 % відповідно), поширеність трьох видів (*I. acuminatus*, *T. piniperda* і *T. minor*) збільшилася в 1,1 разу (до 30 %; $t_{\text{fact}}=0,3$), а поширеність ще двох видів (*I. sexdentatus* і *A. aedilis*) – в 1,2 разу (до 33,3 %; $t_{\text{fact}}=0,6$).

У 2017 р. в пошкоджених вогнем насадженнях виявлено три види стовбурових комах (*M. acuminata*, *Buprestis mariana* та *P. fasciculatus*), які були відсутні в цих насадженнях у 2016 р. та в обидва роки на контролі. Ці види не є фізіологічними шкідниками, оскільки заселяють свіжий сухостій. Поширеність цих видів у 2017 р. була доволі низькою – 13,3 %.

У пошкоджених вогнем насадженнях в 2017 р. поширеність чотирьох видів короїдів й двох видів вусачів значуще збільшилася, зокрема *I. sexdentatus* – у 2,5 разу (від 26,7 до 66,7 %; $t_{\text{fact}}=3,4$), *I. acuminatus*, *T. piniperda* та *T. minor* – у 2,4 разу (від 26,7 до 63,3 %; $t_{\text{fact}}=3,1$), *A. aedilis* та *M. galloprovincialis* – в 1,9 (від 26,7 до 53,3 %; $t_{\text{fact}}=2,2$) та 2 рази (від 30,0 % до 56,7 %; $t_{\text{fact}}=2,2$) відповідно.

У кожному заселеному дереві виявляли одночасно різні види стовбурових комах. Частка дерев, заселених будь-яким видом стовбурових комах становила 26,7 і 46,7 % у контрольних і пошкоджених вогнем насадженнях (табл. 7), але

різниця не є статистично значущою ($t_{0,05}=2$; $t_{\text{fact}}=1,6$).

Таблиця 7

Поширеність стовбурових комах у деревах сосни звичайної різного санітарного стану у пошкоджених вогнем і контрольних насадженнях 2016 р. (році пожежі) та 2017 р. (році після пожежі)

Насадження, рік	Поширеність стовбурових комах на деревах різного санітарного стану ±стандартна похибка, %					
	всі дерева	I	II	III	IV	V
Контроль, 2016	26,7±8,07a (n=30)	0,0 (n=7)	20,0±12,65 (n=10)	14,3±13,23c (n=7)	80,0±17,89d (n=5)	100,0 (n=1)
Пошкоджені вогнем, 2016	46,7±9,11a (n=30)	0,0 (n=4)	50,0±25,00 (n=4)	16,7±15,21e (n=6)	58,3±14,23e (n=12)	100,0 (n=4)
Контроль, 2017	30,0±8,37a (n=30)	0,0 (n=4)	0,0 (n=11)	40,0±15,49f (n=10)	100,0g (n=4)	100,0 (n=1)
Пошкоджені вогнем, 2017	60,0±8,94b (n=30)	0,0 (n=2)	16,7±15,21 (n=6)	60,0±15,49h (n=10)	88,9±10,48h (n=9)	100,0 (n=3)

Примітка. У дужках кількість проаналізованих дерев (n); показники, позначені різними літерами, відрізняються на рівні значущості $\alpha=0,05$.

Поширеність стовбурових комах у пошкоджених вогнем насадженнях у 2017 р. була вдвічі більшою, ніж на контролі (60 і 30 % відповідно), від якого відрізнялася суттєво ($t_{0,05}=2$; $t_{\text{fact}}=2,4$). Різниця у поширенні стовбурових комах у 2016 і 2017 рр. на контролі ($t_{0,05}=2$; $t_{\text{fact}}=0,3$) та у пошкоджених вогнем насадженнях не були значущими ($t_{0,05}=2$; $t_{\text{fact}}=1,0$). Здорові дерева (I категорії санітарного стану) стовбурові комахи не заселяли. Усі дерева V категорії санітарного стану були заселені.

У 2016 році ослаблені дерева (II категорії санітарного стану) були заселені частіше у пошкоджених вогнем насадженнях, ніж на контролі, але статистично значущі різниці не встановлені ($t_{0,05}=2,2$; $t_{\text{fact}}=1,1$). У 2017 р. такі дерева на контролі взагалі не були заселені. Дерев III та IV категорій санітарного стану були заселені і у пошкоджених вогнем, й в контрольних насадженнях у 2016 і 2017 рр. Поширення стовбурових комах на деревах IV категорії санітарного стану було більшим, ніж на деревах III категорії, але різниця була значущими лише для контрольних насаджень у 2016 ($t_{0,05}=2,2$; $t_{\text{fact}}=3,0$) і 2017 рр. ($t_{0,05}=2,2$; $t_{\text{fact}}=3,9$). Заселення дерев II категорії санітарного стану становило 1,4 та 5,8 % у рік пожежі та наступного року, дерев III категорії – 2,7 і 20,7 % у рік пожежі та наступного року відповідно. Заселення дерев V категорії санітарного стану перевищило 50,0 % у рік пожежі та наблизилося до 100 % наступного року, за винятком декількох дерев, що відновили стан.

У насадженні, не пошкодженому вогнем, поширеність усіх видів стовбурових комах у 2016 і 2017 рр. була помірною (23,3–26,7 % і 23,3–33,3 % відповідно). Дослідження сезонного розвитку цих комах свідчить, що перші напади на дерева сосни відбувалися незабаром після початку вегетаційного періоду (друга половина березня), а в літній період – майже безперервно.

Таким чином, найбільш ефективним шляхом зменшення ризику відпаду дерев унаслідок їхнього заселення стовбуровими шкідниками є негайне

вилучення й вивезення з лісу всіх заселених дерев до того, як в них завершиться розвиток нового покоління короїдів.

У шостому розділі «**Комахи-хвоєгризи у соснових насадженнях**» розглянуто особливості динаміки площ осередків цих комах у регіоні та оцінено зміни принадності для комах-хвоєгризів насаджень у міру зміни їхніх окремих характеристик.

Після 30-річної перерви спалахи звичайного та рудого соснових пильщиків у лісах Житомирської області зареєстровані у 1993–1995, 2000–2002 і 2010–2012 рр. Основним чинником, сприятливим для масового розмноження звичайного соснового пильщика у Житомирській області на початку третього тисячоліття, стало підвищення температури повітря, більш ранні дати початку вегетаційного періоду та збільшення його загальної тривалості (табл. 8).

Таблиця 8

Межі та тривалість періодів із температурою понад 5, 10 і 15 °С у різні десятиліття за даним метеостанції Житомир

Період, роки	Температура >5 °С		Температура > 10 °С		Температура > 15 °С	
	межі, дати	тривалість, дні	межі, дати	тривалість, дні	межі, дати	тривалість, дні
1945–1954	5.04.– 22.10	201	25.04.–30.09	159	23.05–6.09	107
1955–1964	9.04.–30.10	205	30.04.– 1.10	155	26.05–1.09	99
1965–1974	5.04.–29.10	208	28.04.– 2.10	158	29.05–1.09	96
1975–1984	5.04.– 28.10	207	28.04.– 3.10	159	28.05–3.09	99
1985–1994	3.04.– 26.10	207	26.04.– 1.10	159	28.05–3.09	99
1995–2004	31.03–30.10.	214	23.04.–1.10	162	21.05–3.09	106
2005–2019	26.03 –2.11	222	15.04–15.10	184	12.05–20.09	132

Такі зміни температурного режиму дали змогу завершити розвиток додаткових поколінь мультівольтинним видам комах, зокрема звичайному сосновому пильщику (ЗСП) та короїдам, які заселили ослаблені ним дерева.

Другою важливою причиною збільшення площі осередків масового розмноження ЗСП останніх десятиліть є зміни у структурі лісового фонду та збільшення кількості виділів, принадних для розвитку цієї комахи (Андреева О. Ю., 2008, 2009).

Наступний ріст чисельності ЗСП та площі його осередків зареєстровано після посушливого 2009 року (256 мм опадів за вегетаційний період, тобто 81 % від норми) у лісовому фонді трьох державних лісгосподарських підприємств Житомирської області – «Малинське ЛГ», «Народицьке ЛГ» та «Радомишльське ЛМГ», причому спалахи масового розмноження цього шкідника розвивалися синхронно (рис. 13).

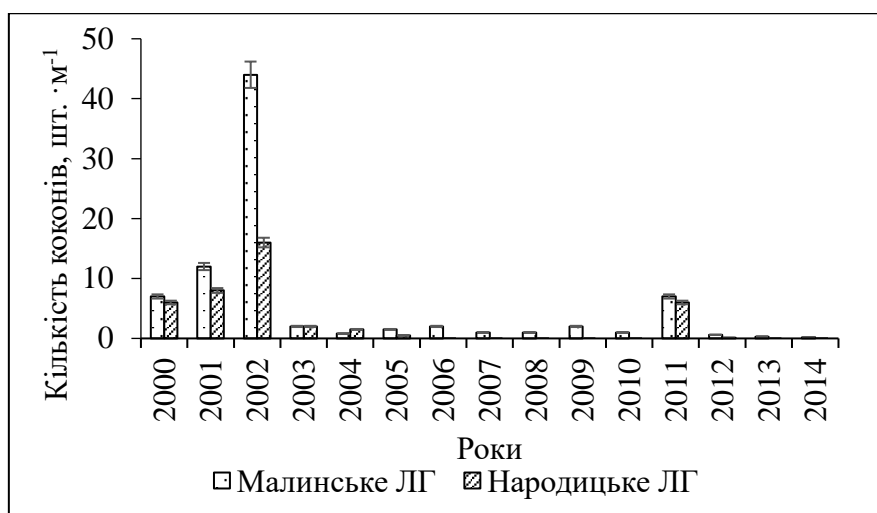


Рис. 13. Динаміка щільності коконів звичайного соснового пильщика у насадженнях ДП «Малинське ЛГ» та «Народицьке ЛГ» у 2000–2014 рр.

Площа осередків ЗСП у 2010–2012 рр. була меншою у порівнянні зі спалахом 2000–2002 рр. у середньому на 3 068, 4 631 і 4 372 га у ДП «Малинське ЛГ», «Народицьке ЛГ» та «Радомишльське ЛМГ» відповідно. Це пов'язане зі зменшенням площі чистих соснових насаджень і збільшенням віку насаджень, внаслідок чого вони втратили принадність для цього шкідника.

За високої чисельності ЗСП у рік кульмінації спалаху масового розмноження та за відсутності захисних заходів крони дерев сосни були помітно пошкоджені у другій половині літа (під час розвитку літнього покоління шкідника). Найдужче потерпали захисні смуги лісів уздовж автомобільних доріг і залізниць, а також насадження, які межували зі зрубамі рубок головного користування та суцільних санітарних рубок. Тому на тлі згасання осередків ЗСП збільшувалася площа осередків короїдів і насаджень, на яких проведено вибіркові санітарні рубки (від 15,2 тис. га у 2001 році до 18,6 тис. га у 2004 році та 19,2 тис. га у 2005 році). За період 2009–2018 рр. суцільні санітарні рубки в соснових лісах Житомирської області проведені на площі 19,5 тис. га, а вибіркові – на площі 198 тис. га.

Як відомо, принадність насаджень для розвитку комах визначається сукупністю характеристик, таких як тип лісорослинних умов, склад, вік, повнота насаджень і фактом межування ділянки зі свіжим зрубом, згарищем тощо (Мешкова В. Л., 2009). Чим більше виділів мають високу принадність для певного шкідника, тим більшою може бути площа осередку за умов, сприятливих для масового розмноження певного виду комах.

Так у ДП «Коростенське ЛМГ» за період 2010–2019 рр. площа насаджень із високою принадністю насаджень за класами віку зменшилася для всіх розглянутих хвоєгризів, найбільшою мірою для рудого соснового пильщика (на 816,6 га), значно менше – для соснового шовкопряда (на 483,3 га), а стосовно ЗСП – лише на 34,1 га. Площа з дуже високою принадністю насаджень за віком майже не змінилася для соснових пильщиків і зменшилася на 1 221,4 га для соснового шовкопряда. Останнє пов'язано з проведенням санітарних рубок в осередках короїдів, які формувалися переважно в насадженнях віком понад 50 років (табл. 9).

**Площа соснових насаджень ДП «Коростенське ЛМГ» із різною
принадністю для хвоєгризів за класами віку**

Вид комах	Оцінка принадно- сті, бал	2010 р.		2019 р.		Зміна	
		пло- ща, га	част- ка, %	пло- ща, га	част- ка, %	пло- ща, га	част- ка, %
Рудий сосновий пильщик	0	2532,8	22,9	2909,4	29,0	376,6	6,1
	1	2404,4	21,7	1955,2	19,5	-449,2	-2,2
	2	2672,7	24,1	2519,2	25,1	-153,5	1,0
	4	2983,4	26,9	2166,8	21,6	-816,6	-5,4
	5	488,9	4,4	494,9	4,9	6,0	0,5
	4+5	3472,3	31,3	2661,7	26,5	-810,6	-4,9
Звичайний сосновий пильщик	0	561,8	5,1	330,9	3,3	-230,9	-1,8
	1	4923,7	44,4	5405,8	53,8	482,1	9,4
	2	2662,5	24,0	2152,8	21,4	-509,7	-2,6
	3	1906,3	17,2	1156,2	11,5	-750,1	-5,7
	4	539,0	4,9	504,9	5,0	-34,1	0,2
	5	488,9	4,4	494,9	4,9	6,0	0,5
	4+5	1027,9	9,3	999,8	9,9	-28,1	0,7
Сосновий шовкопряд	0	561,8	5,1	330,9	3,3	-230,9	-1,8
	1	2519,3	22,7	3450,6	34,3	931,3	11,6
	3	538,1	4,9	505,7	5,0	-32,4	0,2
	4	2943,4	26,6	2460,1	24,5	-483,3	-2,1
	5	4519,6	40,8	3298,2	32,8	-1221,4	-7,9
	4+5	7463	67,4	5758,3	57,3	-1704,7	-10

Примітка. Бал прина́дності (загрози): 0 – відсутня; 1 – дуже низька; 2 – низька; 3 – середня; 4 – висока; 5 – дуже висока

Площа насаджень із високою та дуже високою загрозою поширення всіх видів хвоєгризів, визначена з урахуванням відносної повноти насаджень, у лісовому фонді ДП «Коростенське ЛМГ» у 2010 р. становила 295,2 га, а у 2019 р. збільшилася до 560,5 га (від 2,6 до 5,9 % площі соснових насаджень).

За часткою сосни у складі площі насаджень, прина́дних для всіх проаналізованих хвоєгризів, зменшилася від 4 440,3 га у 2010 році до 4 119,5 га у 2019 році. Це пов'язано зі зменшенням площі чистих соснових насаджень у ДП «Коростенське ЛМГ» внаслідок їхнього всихання під час спалаху короїдів попередніх років.

Аналіз значень середнього зваженого бала прина́дності насаджень для виникнення осередків комах-хвоєгризів у соснових насадженнях ДП «Коростенське ЛМГ» свідчить про дуже низьку загрозу поширення РСП за відносною повнотою, низьку за ТЛУ і середню за часткою сосни у складі (табл. 10).

Загроза формування осередків ЗСП є низькою за всіма показниками, крім складу, за яким вона середня. Загроза формування осередків соснового шовкопряда є дуже низькою за відносною повнотою, середньою за іншими показниками. У середньому за 2010–2019 рр. загроза формування осередків усіх аналізованих хвоєгризів мала тенденцію до збільшення за ТЛУ (у середньому

від 2,36 до 2,39 бала) та відносною повнотою (від 1,08 до 1,35 бала) і зменшення за віком (від 2,44 до 2,23 бала). Висновки підтверджують аналіз сукупності показників.

Таблиця 10

Середній зважений бал загрози виникнення осередків комах-хвоєгризів у соснових насадженнях ДП «Коростенське ЛМГ» за різними складовими принадності у складі насаджень

Вид комах	Рік	За ТЛУ	За віком	За відносною повнотою	За часткою сосни у складі	Середнє
Рудий сосновий пильщик	2010	2,25	2,00	0,94	2,76	1,99
	2019	2,28	1,81	1,18	2,76	2,01
Звичайний сосновий пильщик	2010	2,33	1,86	1,37	3,09	2,16
	2019	2,36	1,76	1,68	3,06	2,22
Сосновий шовкопряд	2010	2,51	3,47	0,94	2,76	2,42
	2019	2,52	3,12	1,18	2,76	2,40

Розрахована за даними лісовпорядкувань 1997, 2007 і 2017 рр. зважена відносна повнота чистих соснових деревостанів Жужельського лісництва ДП «Смільчинське ЛГ» становила 0,76; 0,72 і 0,67, а мішаних – 0,78; 0,75 і 0,69, тобто в усі роки відносна повнота мішаних насаджень була більшою, ніж чистих.

Одержані дані підтверджують доцільність вирощування мішаних соснових насаджень. Розрахунки свідчать, що деревостани з відсутньою загрозою формування осередків РСП становлять 66 і 57,7 % площі мішаних і чистих соснових лісів відповідно, причому ця частка зменшилася за період досліджень до 28,1 і 27,2 % відповідно. Водночас частки площі чистих і мішаних соснових деревостанів із середньою та дуже високою загрозою формування осередків РСП за аналізований період зросли. Найбільшою мірою площа з високою та дуже високою загрозою формування осередків збільшилася за період 2007–2017 рр.

Для зіставлення загрози виникнення осередків двох видів соснових пильщиків у чистих і мішаних деревостанах у різні роки розраховані відповідні середні зважені бали (рис. 14). Аналіз рис. свідчить, що загалом загроза виникнення осередків соснових пильщиків у Жужельському лісництві не є високою.

Водночас загроза формування осередків рудого та звичайного соснових пильщиків за останні 20 років збільшується інтенсивніше у чистих насадженнях, а стосовно звичайного соснового пильщика – інтенсивніше, ніж стосовно рудого соснового пильщика як у чистих, так і у мішаних насадженнях.

Зважаючи на доволі велику площу насаджень, охоплену санітарними рубками минулого десятиліття, принадність молодняків для формування осередків рудого соснового пильщика та тенденції зміни клімату, слід очікувати збільшення площі осередків хвоєгризів у міру змикання культур,

створених на зрубках санітарних рубок минулого десятиліття. Зменшенню загрози поширення осередків сприятиме створення мішаних культур відповідно до типу лісорослинних умов і підтримання достатньої відносної повноти насаджень.

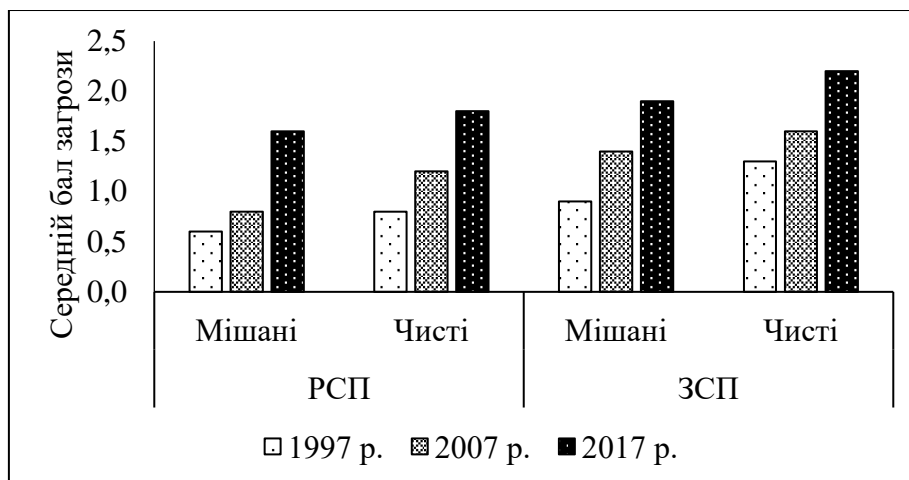


Рис. 14. Середній зважений бал загрози формування осередків рудого та звичайного соснових пильщиків у мішаних і чистих деревостанах

Через декілька років після пошкодження насаджень звичайним сосновим пильщиком на початку 2000-х рр. відновилися їхній приріст і санітарний стан (Андреева О. Ю., 2009, 2010). У 2011 році високий рівень пошкодження крон виявлено лише під час розвитку літнього покоління – у серпні. Дослідженням встановлено, що на деревах сосни з пошкодженням личинками звичайного соснового пильщика до 45 % хвої діаметр центральних пагонів, середня суха маса хвої на одному пагоні та середня маса однієї хвоїнки є достовірно більшими, ніж на непошкоджених деревах, а за сильнішого пошкодження – меншими. Ці дані узгоджуються з відомостями про певне стимулювання росту пагонів сосни у разі невеликого пошкодження (Мешкова В. Л., 2013). Водночас діаметр бічних пагонів у тій самій вибірці мав тенденцію до зменшення у міру збільшення рівня дефоліації крон (рис. 15).

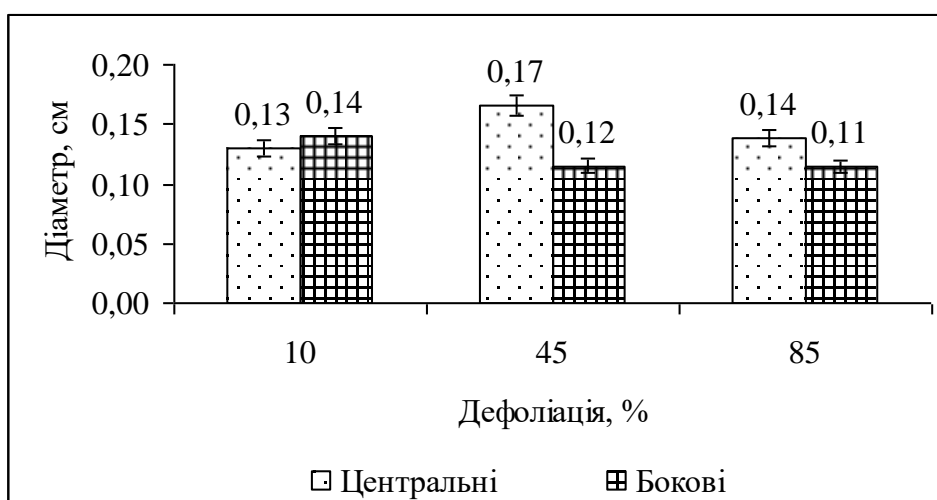


Рис. 15. Діаметр центральних і бічних пагонів сосни звичайної на деревах із різним рівнем дефоліації крон звичайним сосновим пильщиком

Частка кількості як однорічних, так і дворічних хвоїнок на деревах, пошкоджених на 45 %, від такої кількості на майже непошкоджених деревах (до 10 %) мала тенденцію до збільшення від верхнього до нижнього ярусів (табл. 11). Частка кількості однорічних хвоїнок на деревах, пошкоджених на 85 %, від кількості однорічних хвоїнок на майже непошкоджених деревах (до 10 %) також зменшувалася від верхнього до нижнього ярусів крони, становлячи 24,5; 23 та 19,9 % у верхньому, середньому та нижньому ярусах відповідно. Водночас частка кількості дворічних хвоїнок на деревах, пошкоджених на 85 %, від кількості дворічних хвоїнок на майже непошкоджених деревах (до 10 %) мала тенденції до зростання від верхнього до нижнього ярусів крони.

Таблиця 11

Співвідношення кількості хвоїнок і маси хвої дерев пошкоджених і майже не пошкоджених (до 10 %) звичайним сосновим пильщиком

Ярус крони	Пошкоджено хвої, %	Частка кількості хвоїнок на гілках пошкоджених від майже непошкоджених дерев, %		Частка маси хвої на гілках пошкоджених від майже непошкоджених дерев, %	
		дворічних	однорічних	дворічної	однорічної
Верхній	45	10,3	70,8	13,6	97,2
Середній		9,4	86,7	31,3	112,9
Нижній		58,1	98,2	61,2	112,2
Верхній	85	0,7	24,5	0,2	27,4
Середній		0,0	23,0	0,0	18,2
Нижній		1,3	19,9	1,3	18,0

Личинки пошкоджували більшою мірою однорічну хвою у нижньому ярусі, а дворічну – у верхньому. Одержані дані можна пояснити тим, що хвоя верхніх ярусів крон була пошкоджена більшою мірою, ніж нижніх, у зв'язку з її більшим освітленням і прогріванням. Водночас у варіанті 85 %-го пошкодження крон за високої щільності личинки майже повністю знищили дворічну хвою, а потім перейшли до живлення однорічною хвоєю. Подібні закономірності виявлено стосовно співвідношення маси хвої пошкоджених і майже непошкоджених дерев.

Побудовано регресійні рівняння для визначення сухої маси хвої за значеннями діаметра трирічних гілок дерев сосни звичайної віком 80–90 років у регіоні дослідження зі зміною діаметра – від 0,2 до 0,9 см (табл. 12) та сформовано табл. 13, що може бути використано під час оцінювання щільності популяцій комах-хвоєгризів і загрози пошкодження крон.

Таблиця 12

Параметри рівнянь регресії для визначення сухої маси хвої (Y) та діаметром трирічних гілок дерев сосни звичайної (X)– $Y=ax+b$

Показник	A	b	t	P
Суха маса хвої дворічної, (Y)	0,05 ± 0,01	0,2 ± 0,03	6,33 / 5,21	<0,0001 / <0,0001
Суха маса хвої однорічної, (Y)	-2,10 ± 0,72	15,67 ± 2,09	2,93 / 7,48	0,007 / <0,0001
Суха маса одно- дво- та трирічної хвої, (Y)	-1,21 ± 0,69	10,47 ± 2,01	1,77 / 5,21	0,09 / <0,0001

Розрахована суха маса хвої сосни залежно від діаметра трирічної гілки

Суха маса хвої, г	Діаметр трирічної гілки, см							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Усіх віків	2,10	4,70	7,40	10,00	12,60	15,30	17,90	20,50
Однорічна	1,03	2,60	4,16	5,73	7,30	8,86	10,43	12,00
Дворічна	2,29	3,34	4,39	5,43	6,48	7,53	8,57	9,62

У цьому розділі «**Стовбурові шкідники у соснових насадженнях**» розглянуто особливості поширення осередків масового розмноження короїдів, динаміку їхніх популяційних показників, видовий склад жуків-ксилофагів і нематод в осередках усихання, а також формування радіального приросту сосни звичайної в різних умовах освітлення.

Стовбурові шкідники в районі досліджень представлені переважно короїдами (родина Curculionidae підродина Scolytinae): великим і малим сосновими лубоїдами – *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) і *T. minor* (Hartig, 1834), короїдами верхівковим *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) і шести зубчастим *Ips sexdentatus* (Boerner, 1767). В деяких осередках виявлені також златка синя соснова *Phaenops cyaneus* (Fabricius, 1775) (родина Buprestidae) та вусач чорний сосновий *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) (родина Cerambycidae). Поселення всіх стовбурових шкідників виявлені в деревах, ослаблених різними чинниками (посухою, пожежею, внаслідок межування зі зрубом тощо), а також – у заготовленій деревині (крім синьої соснової златки).

Синя соснова златка та чорний сосновий вусач заселяли стовбури незалежно від товщини кори, тоді як поселення короїдів були приурочені до певних ділянок стовбура. Малий сосновий лубоїд і верхівковий короїд надавали перевагу ділянкам стовбура з тонкою корою, а великий сосновий лубоїд і шести зубчастий короїд – ділянкам стовбура із грубою корою. Водночас за високої щільності популяції поселення всіх цих короїдів виявлялися на ділянках стовбура з перехідною корою.

Чорний сосновий вусач і соснові лубоїди здійснювали додаткове живлення у кронах, що погіршувало санітарний стан дерев, і полегшувало заселення іншими шкідниками. На санітарний стан дерев також негативно впливало активне чи пасивне перенесення стовбуровими шкідниками збудників синяви та спор дереворуйнівних грибів, що доведено спеціальними дослідженнями (Davydenko K. et al., 2014, 2017, 2021), зокрема й попередніми (Andreieva O., 2016).

Сезонний розвиток кожного виду стовбурових комах приурочений до певних фенологічних явищ у розвитку кормової породи, дати яких пов'язані з перебігом температури сезону (Meshkova V. L. et al., 2017; Meshkova V. L., 2021).

Літ соснових лубоїдів, верхівкового й шести зубчастого короїдів розпочинається найбільш рано наприкінці березня, масовий був у квітні. Ці дати збігаються з відновленням вегетації сосни, яка починається після розмерзання ґрунту, тобто після дати стійкого переходу температури

через 5°C (Мешкова В. Л., 2009). Якщо за останні 15 років у середньому це явище відбувалося 26 березня, найбільш рано – 12 березня, слід вивозити з лісу заготовлену деревину сосни до 12 березня або захищати її іншими засобами (корувати, обробляти інсектицидами).

Верхівковий і шестизубчастий короїди можуть мати декілька поколінь на рік, у тому числі сестринських, і ймовірність збільшення кількості поколінь зростає у міру підвищення температури. Імаго першого покоління верхівкового короїда з'являється у травні – червні, сестринське – у серпні–вересні. Перше покоління шестизубчастого короїда з'являється у середині квітня – травні, а сестринські та наступні – у середині червня – липні та наприкінці серпня – вересні. Одержані дані узгоджуються із відомостями з інших регіонів (Валента В. Т., 2012; Faccoli M. et al., 2012; Кухта В. Н. та ін., 2019).

У зв'язку з потеплінням зазначені дати змінилися, що має бути враховано під час визначення граничних дат вивезення заготовленої деревини або її корування чи обробки інсектицидами, а також – під час ефективного проведення санітарних рубок в осередках короїдів на згарищах, вітровалах тощо.

Заселення дерев сосни синьою сосною златкою відбувається наприкінці травня, чорним сосновим вусачем – на початку червня – у липні. Водночас загроза можливого заселення дерев цими видами триває до серпня. Це свідчить, що протягом усього вегетаційного періоду заготовлену деревину слід відразу вивозити або захищати (корувати, обприскувати інсектицидами тощо).

У регіоні дослідження площа осередків «короїдного» всихання у соснових лісах неухильно збільшувалася з 2011 до 2017 рр. (рис. 16).

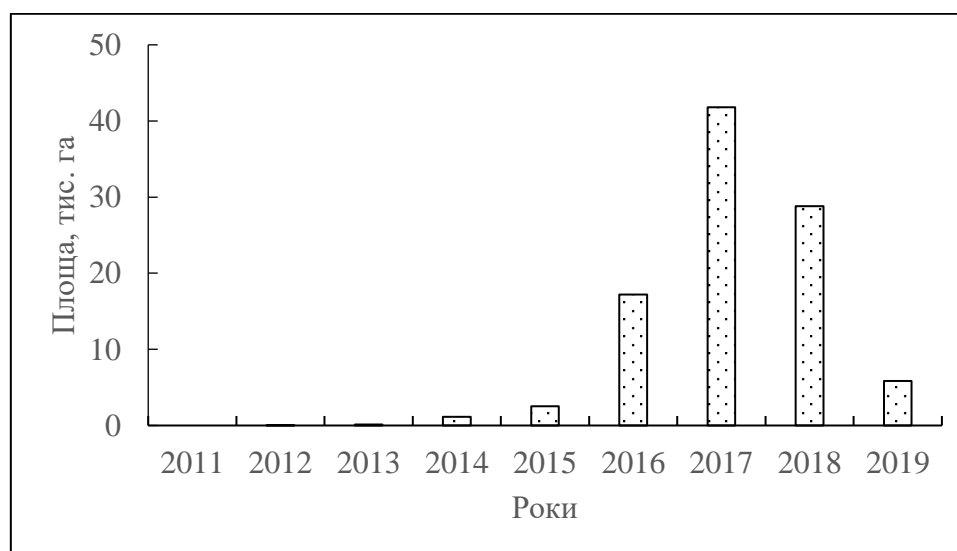


Рис. 16. Площа осередків «короїдного» всихання у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (за даними ДСЛП «Вінницялісозахист»)

Осередки короїдів приурочені до чистих соснових насаджень ($\chi^2_{\text{факт.}}=130,9$; $\chi^2_{0,05}=3,8$) V–VIII класів віку ($\chi^2_{\text{факт.}}=655,6$; $\chi^2_{0,05}=3,8$), що узгоджується з відомостями інших авторів (Meshkova V. L. et al., 2018; Мешкова В. Л., Бобров І. О., 2020).

У комплексі короїдів в осередках всихання до 2014 р. переважали соснові

лубоїди, а з 2015 р. – верхівковий і шестизубчастий короїди, які мають декілька поколінь на рік. Основні тенденції розвитку комплексу короїдів у соснових насадженнях у роки досліджень визначала динаміка популяцій домінантного виду – верхівкового короїда (рис. 17, 18). Значення показників поширеності, щільності поселень, продукції та енергії розмноження окремих видів короїдів свідчать про посилення з 2016 р. внутрішньовидової конкуренції в популяції верхівкового короїда, а у 2018–2019 рр. – також міжвидової конкуренції.

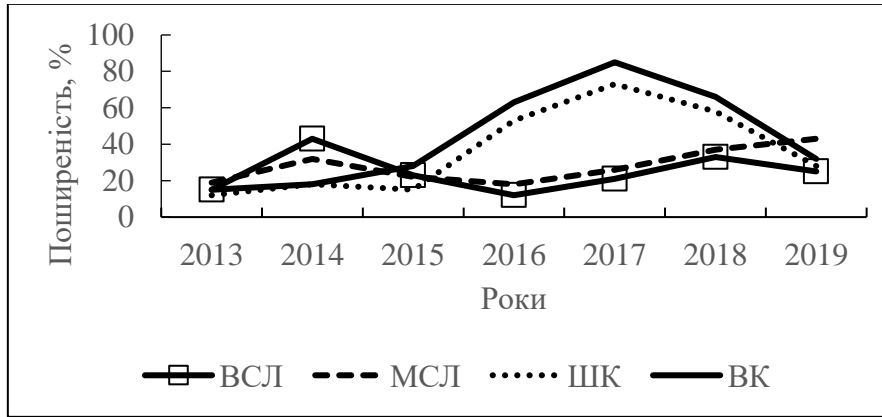


Рис. 17. Динаміка поширеності короїдів в осередках всихання у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ у 2013–2019 рр. (ВСЛ – великий сосновий лубоїд; МСЛ – малий сосновий лубоїд; ШК – шестизубчастий короїд; ВК – верхівковий короїд)

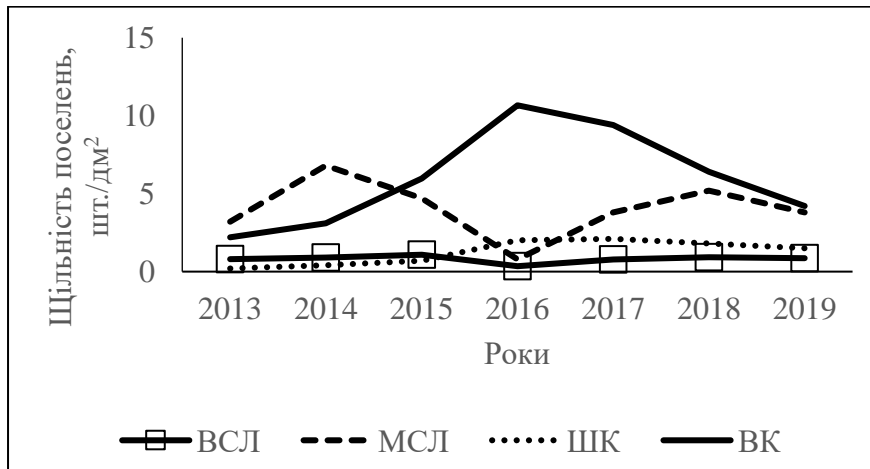


Рис. 18. Динаміка щільності поселень короїдів в осередках всихання у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ у 2013–2019 рр. (ВСЛ – великий сосновий лубоїд; МСЛ – малий сосновий лубоїд; ШК – шестизубчастий короїд; ВК – верхівковий короїд)

Крім комах-ксилофагів, у деревині модельних дерев визначали нематод, зокрема фітопатогенних (шкідливих для дерев) і ентомофільних (шкідливих для комах-ксилофагів). Серед виявлених дендрофільних нематод переважали сапроксильні види. Чисельність нематод (кількість особин) збільшувалася в деревах від II до IV категорій санітарного стану та зменшувалася у мертвих деревах (V категорії стану). *Bursaphelenchus micronatus* виявлено лише на ділянках із перехідною корою. Середня поширеність *Bursaphelenchus sexdentati*

та *B. eggersi* була найвищою в частині стовбурів із грубою корою поблизу поселень шести зубчастого короїда. Можна припустити, що ці представники роду *Bursaphelenchus*, на відміну від карантинного виду *B. xylophilus*, є не фітофагами, а ентомогельмінтами.

Аналіз результатів обстеження осередків усихання свідчить, що стан соснових насаджень погіршувався ще у 2014 році (табл. 14).

Таблиця 14

Санітарний стан соснових насаджень в осередках усихання

Місяць	Кількість дерев, шт.	I	II	III	IV	V	VI	I _{cI-VI}	I _{cI-IV}
2014 рік									
березень	1268	3,9	13,7	23,2	23,7	22,8	12,8	III,9	III,0
червень	1573	4,5	9,7	24,5	26,9	19,8	14,6	III,9	III,1
вересень	1920	2,0	12,2	24,6	28,5	23,3	9,4	III,9	III,2
грудень	117	2,6	8,5	25,6	44,4	18,8	0,0	III,7	III,4
2015 рік									
березень	1583	3,7	14,3	19,6	30,1	25,1	7,3	III,8	III,1
червень	1637	1,7	13,4	24,7	26,9	23,6	9,6	III,9	III,2

Після вилучення нежиттєздатних дерев санітарними рубками взимку погіршення санітарного стану дерев сосни тривало, оскільки друге та сестринські покоління верхівкового й шести зубчастого короїдів заселяли дерева, починаючи з квітня та упродовж майже усього літа.

За даними обстеження встановлено, що за діаметром соснові насадження в осередках усихання у віці 70 років поступаються модальним деревостанам за діаметром на 3,2 см (10,4 %), за висотою – на 2,1 м (8,0 %) та запасом – на 77,1 м³ (18,8 %). Частка ліквідної деревини, одержаної від вибіркового санітарних рубок у цих осередках, у випадку запізнення з їхнім проведенням на рік зменшилася від 78,2 до 6,1 %. Одержані дані можна пояснити не тільки прямим впливом комах і патогенів на ріст дерев, але й тим, що потерпають насамперед дерева, ослаблені дією інших чинників. Тому будь-які заходи, спрямовані на покращення стійкості насаджень, запобігатимуть поширенню всихання. Одержані дані свідчать також про необхідність вчасного проведення санітарних рубок для запобігання втратам ліквідної деревини.

Доведено погіршення якості деревини сосни дерев, що ростуть на межі зі зрубом суцільної санітарної рубки у порівнянні з деревами у лісі (рис. 19).



а) менш освітлена північно-західна сторона зрубу;



б) більш освітлена південно-східна сторона зрубу;



в) лісовий масив.

Рис. 19. Зразки деревини, відібрані в сосновому деревостані на ТПП з різним рівнем освітлення поряд зі зрубом 2013 р.

Встановлено, що після суцільної санітарної рубки, проведеної у 2013 році в осередку короїдів, упродовж 2014–2017 рр. у порівнянні з 2005–2012 рр.

радіальний приріст сосни збільшився на 20 і 17 % на найбільш освітленій та менш освітленій межі зі зрубом відповідно, а у лісі – лише на 3 % (рис. 20).

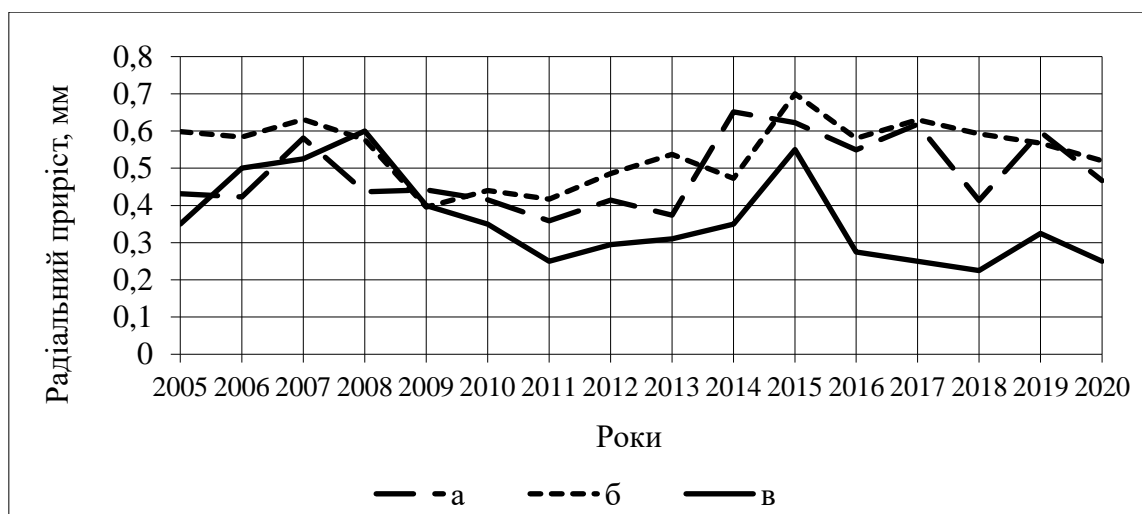


Рис. 20. Динаміка шарів пізньої деревини сосни звичайної на ТПП з різним рівнем освітлення поряд зі зрубом 2013 року (*а* – менш освітлена північно-західна сторона зрубу; *б* – більш освітлена південно-східна сторона; *в* – ліс).

Після 2017 року на освітлених ділянках радіальний приріст сосни почав стрімко зменшуватися на відміну від контролю, де відмічено стабілізацію приросту. Найбільш глибокі депресії та сплески радіального приросту є характерними для найбільш освітленої південно-східної сторони зрубу. Осінні опади попереднього року та ранньовесняні опади поточного року позитивно вплинули на приріст лише на контролі на відміну від освітлених ділянок, де цей вплив виявився негативним.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні наведено теоретичні узагальнення та аналіз даних стосовно поширення, розвитку та впливу екологічних чинників на біотичну стійкість соснових лісів Волинського і Житомирського Полісся. Експериментально обґрунтовано пропозиції стосовно підвищення біотичної стійкості соснових насаджень регіону.

1. У регіоні досліджень середня річна температура повітря за останні 30 років перевищує багаторічні дані на 1,1–1,3°C, або на 14,7–18,0 %. Найбільші перевищення температури визначено у 2000, 2002, 2007, 2015 і 2019 рр., а найменшу кількість опадів – у 2011, 2015 і 2019 рр. Дати початку вегетаційного періоду стали більш ранніми на 7–8 днів. Згідно з лісокліматичним районуванням Д. В. Воробйова регіон входив до області помірного клімату, а у 1989–2019 рр. – до області порівняно теплого клімату. Середні значення гідротермічного коефіцієнта Г. Т. Селянінова у 2005–2018 рр. відповідають «нормі» для Лісостепу (1,0–1,3), а мінімальні – «нормі» для Степу (0,7–1,0).

2. У лісовому фонді Волинського, Житомирського та Рівненського

ОУЛМГ соснові насадження представлені на 57,0; 58,8 та 65,3 % площі відповідно, чисті соснові насадження – на 23,9 % площі вкритих лісовою рослинністю земель і 37,3 % площі соснових насаджень. Теоретично можлива частка чистих соснових насаджень становить у середньому 7,7 % від площі вкритих лісовою рослинністю ділянок та 11,2 % від площі соснових насаджень.

3. Причинами відпаду соснових насаджень Житомирського, Волинського та Рівненського ОУЛМГ у 2004–2019 рр. переважно були комахи, хвороби та техногенне забруднення повітря відповідно, а у 2017–2020 рр. в усіх областях – заселення дерев короїдами. За 2010–2019 рр. площа соснових насаджень зменшилася за рахунок проведення санітарних рубок у чистих низькоповнотних сосняках віком понад 50 років, в яких були зосереджені осередки короїдів.

4. У лісовому фонді Волинського, Рівненського та Житомирського ОУЛМГ середня річна кількість пожеж у 2007–2020 рр. становила 21,5; 29,1 та 99,2 випадків. Середня площа пожежі була найбільшою у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (3 214,6 га). Збільшення кількості пожеж у всіх зазначених областях у 2009, 2015 і 2020 рр. значною мірою пов'язано зі зменшенням кількості опадів на тлі підвищення температури повітря.

Найвища пожежна небезпека у лісах Житомирської області пов'язана з високою часткою хвойних насаджень, розташуванням їх на значній площі з високим рівнем радіаційного забруднення, де за понад 30 років обмеженої господарської діяльності накопичився сухостій. Небезпека збільшується ще більше за рахунок виділів, які межують зі зрубами та незімкненими культурами.

5. Наступного року після низової пожежі 23,1 % дерев поліпшили санітарний стан від категорії «всихаючі» до «сильно ослаблені». У пошкоджених пожежею насадженнях виявлено 8 і 11 видів стовбурових комах у рік пожежі та наступного року відповідно, причому наступного після пожежі року у пошкоджених вогнем насадженнях переважав шестиzubчастий короїд. Поширеність стовбурових комах на окремих ділянках залежала переважно від співвідношення дерев окремих категорій санітарного стану.

6. Формуванню осередків соснових пильщиків у лісах Житомирської області у 1993–1995, 2000–2002 і 2010–2012 рр. сприяли підвищення температури повітря, більш ранні дати початку та збільшення тривалості вегетаційного періоду, а також збільшення кількості виділів, припадних для розвитку шкідників (чистих соснових насаджень віком 30–60 років), що межують зі зрубами. Площа осередків у 2010–2012 рр. зменшилася у порівнянні з 2000–2002 рр. внаслідок збільшення віку насаджень, які втратили припадність для пильщиків, і в результаті вилучення санітарними рубками певної частини чистих соснових насаджень в осередках короїдів.

7. Пошкодження звичайним сосновим пильщиком до 45 % хвої спричиняє збільшення діаметра центральних пагонів і маси хвої на пагоні, а за сильнішого пошкодження ці показники зменшуються.

8. Площа осередків короїдів, приурочених до чистих соснових насаджень V–VIII класів віку, неухильно збільшувалася з 2011 до 2017 рр. У комплексі

короїдів до 2014 р. переважали соснові лубоїди, а з 2015 р. – мультивольтинні верхівковий і шестизубчастий короїди. З 2016 р. посилилася внутрішньовидова конкуренція в популяції верхівкового короїда, а у 2018–2019 рр. – також міжвидова конкуренція, що прискорило згасання спалаху.

9. У деревах, заселених короїдами, переважали сапроксильні види нематод. *Bursaphelenchus mucronatus* виявлено лише на ділянках стовбура з перехідною корою. Середня поширеність *B. sexdentati* та *B. eggersi* була найвищою в частині стовбурів із грубою корою поблизу поселень шестизубчастого короїда. Це свідчить, що ці види, на відміну від карантинного виду *B. xylophilus*, є не фітофагами, а ентомогельмінтами.

10. Соснові насадження в осередках усихання поступаються модальним деревостанам у віці 70 років за діаметром, висотою та запасом. У випадку запізнення на рік із проведенням вибіркового санітарних рубок у цих осередках, частка ліквідної деревини, зменшилася від 78,2 % до 6,1 %.

11. Упродовж чотирьох років після суцільної санітарної рубки в осередку короїдів радіальний приріст дерев сосни на межі зі зрубом різко збільшився у порівнянні з лісом. У порівнянні з 6-річним періодом до рубки, за 6 років після рубки середній радіальний приріст на південно-східній (найбільш освітленій) і північно-західній (найменш освітленої) сторонах зрубу збільшився на 20 і 17 % відповідно, а в лісі – на 3 %. Додатний зв'язок радіального приросту дерев із температурою є більшим на межі зі зрубом, а опадів – у лісі.

12. Одержані дані узгоджуються із концепцією П. Маніона стосовно чинників всихання дерев. Висока частка чистих соснових насаджень і насаджень віком понад 50 років – чинники тривалої дії (*predisposing*). Аномальне збільшення температури повітря та зменшення ГТК до рівня, характерного для степової зони, є чинниками нетривалої дії (*inciting*), що підвищують сприйнятливість дерев до заселення короїдами, які є чинниками супроводження (*contributing*).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для практичного використання результатів дослідження на виробництві пропонується:

- визначати терміни заселення дерев і деревини короїдами, вивезення з лісу, корування чи обробки інсектицидами заготовленої деревини та крон в осередках комах-хвоєгризів з урахуванням зміни термінів початку й закінчення вегетаційного періоду;

- визначати класи природної пожежної небезпеки з урахуванням збільшення загрози виникнення пожеж у виділах, які межують зі зрубам та іншими категоріями земель, де лісові ділянки перетворилися на нелісові, для оцінювання площі ділянок із високим ризиком виникнення пожеж і вдосконалення заходів запобігання та логістики ліквідації пожеж;

- підвищувати частку мішаних насаджень, вчасно здійснювати рубки догляду для підтримання достатньої відносної повноти насаджень із метою підвищення їхньої стійкості, зокрема до пошкодження комахами та пожежами;

- оцінювати за запропонованим підходом загрозу формування осередків хвоєгризів у міру змикання культур, створених на зрубках санітарних рубок минулого десятиліття;
- застосовувати розроблені моделі для прогнозування залежності маси хвої від приросту пагону під час оцінювання загрози пошкодження дерев фітофагами.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

1. Андреева О. Ю. Особливості пошкодження хвої сосни звичайним сосновим пильщиком у лісах Центрального Полісся. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія. 2012. № 11. С. 12–17.
2. Андреева О. Ю. Розподіл однорічної та дворічної хвої на дворічних гілках непошкоджених дерев сосни звичайної в осередку звичайного соснового пильщика. Лісівництво і агролісомеліорація. 2012. Вип. 120. С. 120–127.
3. **Андреева О. Ю.**, Розенфельд В. В. Параметри пагонів дерев сосни, пошкоджених звичайним сосновим пильщиком, у лісах Центрального Полісся. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2012. Вип. 171. Ч. 3. С. 101–106. *(Здобувачем проведено дослідження залежності діаметра, довжини пагонів, середньої кількості хвоїнок на пагоні, сухої маси хвої з одного пагона та середньої маси однієї хвоїнки від рівня дефоліації крон сосни звичайної звичайним сосновим пильщиком).*
4. Андреева О. Ю. Біометричні показники та маса хвої трирічних гілок непошкоджених дерев сосни звичайної в осередку звичайного соснового пильщика. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2013. Вип. 23 (1). С. 14–21.
5. Андреева О. Ю. Поширеність пагонов'юнів у соснових насадженнях Центрального Полісся. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія. 2013. № 10. С. 17–21.
6. Андреева О. Ю. Поширеність соснових пильщиків у насадженнях Центрального Полісся. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. 2014. № 1 (41). Т. 3. С. 140–145.
7. Андреева О. Ю. Стовбурові шкідники в осередках усихання соснових насаджень ДП «Житомирське ЛГ» Житомирської області. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія. 2016. № 1–2. С. 7–12.
8. **Андреева О. Ю.**, Гузій А. І., Карчевський Р. А. Показники росту соснових культур, створених садивним матеріалом із закритою кореневою системою. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2016. Вип. 26 (3). С. 9–14. *(Здобувачем здійснено постановку*

проблеми, досліджено біометричні показники росту культур сосни та виконано статистичну обробку експериментального матеріалу).

9. **Андрєєва О. Ю.**, Мартинчук І. В. Динаміка загрози поширення осередків соснових пильщиків зі зміною повноти деревостанів. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія. 2017. № 1/2. С. 11–17. (Здобувачем здійснено оцінку загрози поширення осередків соснових пильщиків у насадженнях з урахуванням зміни відносної повноти деревостанів за 20-річний період).

10. **Андрєєва О. Ю.**, Мартинчук І. В. Економічні аспекти вирубування дерев, заселених стовбуровими шкідниками, у соснових лісах Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2018. Вип. 28 (2). С. 31–36. (Здобувачем здійснено постановку проблеми та оцінку втрат внаслідок погіршення якості деревини сосни звичайної в осередках стовбурових шкідників).

11. **Андрєєва О. Ю.**, Гузій А. І., Вишневський А. В. Поширення осередків масового розмноження короїдів у соснових насадженнях Рівненського Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2018. Вип. 28 (3). С. 14–17. (Здобувачем досліджено особливості поширення усихання сосни звичайної в осередках верхівкового та шестизубчастого короїдів, отримані результати оброблено статистично).

12. **Andreieva O. Y.**, Goychuk A. F. Spread of Scots pine stands decline in Korostyshiv forest enterprise. Forestry and forest melioration. 2018. Vol. 132. P. 148–154. (Здобувачем проведено статистичний та порівняльний аналіз бази даних лісового фонду досліджуваного підприємства, лісопатологічні обстеження соснових насаджень та статистичну обробку даних).

13. Andreieva O. Y. Climatic factors influencing the vulnerability of Scots pine to bark beetles attacks in the Central Polissya. Forestry and Forest Melioration. 2018. Vol. 133. P. 119–127.

14. **Андрєєва О. Ю.**, Болюх О. Г. Масові розмноження звичайного соснового пильщика (*Diprion pini* L.) у лісовому фонді Житомирської області. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2019. Вип. 29 (7). С. 84–89. (Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд та аналіз динаміки площ осередків звичайного соснового пильщика).

15. **Андрєєва О. Ю.**, Вишневський А. В., Болюх С. В. Динаміка популяцій короїдів у соснових лісах Житомирської області. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2019. Вип. 29 (8). С. 31–35. (Здобувачем виконано аналіз динаміки популяційних показників найпоширеніших видів короїдів і статистичну обробку експериментального матеріалу).

16. **Андрєєва О. Ю.**, Іванюк І. Д., Іванюк Т. М., Буднік І. П. Типологічна структура соснових насаджень Центрального Полісся. Лісівництво і агролісомеліорація. 2020. Вип. 136. С. 165–171. (Здобувачем здійснено постановку проблеми, проведено статистичний та порівняльний аналіз баз даних лісового фонду 14 лісогосподарських підприємств і сформульовано висновки).

17. Андреева О. Ю. Зміна принадності насаджень ДП «Коростенське ЛМГ» для комах-хвоєгризів. Лісівництво і агролісомеліорація. 2021. Вип. 138. С. 97–103.

18. Андреева О. Ю. Нематоди у деревині сосни звичайної в осередках короїдів Рівненської області. Лісівництво і агролісомеліорація. 2021. Вип. 139. С. 132–138.

Статті у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus

19. **Andreieva O. Y.**, Zhytova O. P., Martynchuk I. V. Health condition and colonization of stem insects in Scots pine after ground fire in Central Polissya. Folia Forestalia Polonica. 2018. Vol. 60 (3). P. 143–153. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналіз динаміки санітарного стану сосни звичайної через рік після серпневої пожежі та оцінено поширення стовбурових шкідників у насадженнях після пожежі та в контролі).*

20. **Andreieva O. Y.**, Goychuk A. F. Forest site conditions and the threat for insect outbreaks in the Scots pine stands of Polissya. Folia Forestalia Polonica. 2020. Vol. 62 (4). P. 270–278. *(Здобувачем визначено характеристики соснових насаджень, які сприятливі для формування осередків шкідників, сформульовано висновки).*

21. **Andreieva O. Y.**, Korma O. M., Zhytova O. P., Martynchuk I. V., Vyshnevskiy A. V. Beetles and nematodes associated with wither Scots pines. Central European Forestry Journal. 2020. Vol. 66 (1). P. 49–59. *(Здобувачем здійснено вибір модельних дерев сосни звичайної, аналіз поширення поселень комах-ксилофагів і відбір проб для визначення нематод у фрагментах стовбурів із різною товщиною кори).*

22. **Andreieva O.**, Martynchuk I., Zhytova O., Vyshnevskiy A., Zymarioieva A. Features of forecasting of foliage-browsing insects distribution in the forests of Zhytomyr Polissia. Scientific Horizons. 2021. Vol. 24 (1). P. 68–76. *(Здобувачем розраховано середній бал принадності насаджень для шкідників з урахуванням лісорослинних умов, віку, складу та повноти насаджень, сформульовано висновки).*

23. **Andreieva O.**, Borysenko O., Martynchuk I. Revising fire hazard rating methods for forest stands in Ukraine on the example of Ovruch Specialized Forest Enterprise. Forestry ideas. 2022. Vol. 28. No. 1 (63). P. 3–13. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми та розрахунок зміни класу пожежної небезпеки насаджень за базовим підходом і з урахуванням зміни категорії земель сусідніх виділів, оцінено достовірність одержаних прогнозів).*

24. **Andreieva O.**, Skydan O., Wójcik R., Kędziora W., Alpatova O. Influence of Weather Conditions on the Spread of Fires in the Forest Fund of Zhytomyr Polesia. Scientific Horizons. 2022. Vol. 25 (3). P. 68–75. *(Здобувачем досліджено динаміку поширення лісових пожеж та метеорологічних показників, що можуть вплинути на їхнє поширення, сформульовано висновки).*

25. Goychuk A., Kulbanska I., Vyshnevskiy A., Shvets M., **Andreieva O.**

Spread and harmfulness of infectious diseases of the main forest-forming species in Zhytomyr Polissia of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25 (9). P. 64–74. (Здобувачем здійснено аналітичний огляд та оцінено сучасний фітосанітарний стану обстежених насаджень регіону).

26. **Andreieva O.**, Koval I., Smolin V. Early and Late Wood of Scots Pine under Conditions of Varying Degrees of Lighting. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25 (10). P. 17–30. (Здобувачем здійснено постановку проблеми та досліджено особливості динаміки радіального приросту пізньої та ранньої деревини сосни звичайної на ділянках із різним ступенем освітлення після суцільної рубки в осередках верхівкового короїда).

Тези наукових доповідей

27. Андреева О. Ю. Маса хвої восьмидесятирічних дерев сосни звичайної в осередку звичайного соснового пильщика. «Наукові читання – 2013». м. Житомир, 14 лютого 2013 року: тези доповіді. Житомир, 2013. Т. 1. С. 7–10.

28. Андреева О. Ю. Поширеність соснових пильщиків за типами лісорослинних умов у насадженнях Центрального Полісся. Матеріали читань з нагоди дня народження Бориса Федоровича Остапенка «Лісова типологія: наукові, виробничі, навчальні аспекти розвитку», м. Харків, 14 березня 2014 року: тези доповіді. Х., 2014. С. 9–12.

29. Андреева О. Ю. Особливості поширення соснових лубоїдів під час додаткового живлення в осередках соснових пильщиків у лісах Житомирського Полісся. «Ліс, наука, молодь»: Матеріали III науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених. м. Житомир, 26 листопада 2015 року: тези доповіді. Житомир, 2015. С. 72–73.

30. Андреева О. Ю. Особливості сезонного розвитку звичайного соснового пильщика у лісах Житомирського полісся. «Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід для України»: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Житомир, 17–18 листопада 2015 року: тези доповіді. Житомир, 2015. С. 163–166.

31. Андреева О. Ю. Поширеність збудників хвороб хвої та пагонів у незімкнених соснових культурах Центрального Полісся. «Ліс, наука, молодь»: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених присвяченої 15-річчю факультету лісового господарства. м. Житомир, 23 листопада 2016 року: тези доповіді. Житомир, 2016. С. 240–241.

32. Андреева О. Ю. Стовбурові шкідники в осередках мікозів у соснових насадженнях ДП «Житомирське ЛГ» Житомирської області. «Захист рослин у XXI столітті: проблеми та перспективи розвитку»: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, присвяченої 200-річчю з дня заснування Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (1816–2016). м. Харків, 22–23 вересня 2016 року: тези доповіді. Х., 2016. С. 9–12.

33. **Андреева О. Ю.**, Гроцький С. М. Поширеність і шкідливість комах у незімкнених соснових культурах ДП «Клеванське ЛГ» Рівненської області.

«Ліс, наука, молодь»: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених присвяченої 15-річчю факультету лісового господарства. м. Житомир, 23 листопада 2016 року: тези доповіді. Житомир, 2016. С. 246–247. *(Здобувачем здійснено дослідження видового складу і поширеності комах та обробку дослідного матеріалу).*

34. Андреева О. Ю. Видовий склад стовбурових шкідників соснових насаджень ослаблених низовою пожежею. Міжнародна науково-практична конференція «Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства». м. Київ, 6–7 квітня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 108–109.

35. Андреева О. Ю. Санітарний стан і ріст соснових насаджень в осередках їхнього всихання у ДП «Житомирське ЛГ». Наукові читання – 2017. м. Житомир, 13 березня 2017 року: тези доповіді. Житомир, 2017. С. 3–7.

36. **Андреева О. Ю.**, Житова О. П., Бездітко Л. В. Погодні умови як чинник ослаблення лісових насаджень Житомирського Полісся. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції: «Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів». м. Житомир, 24 листопада 2017 року: тези доповіді. Житомир, 2017. С. 7–8. *(Здобувачем проаналізовано погодні умови регіону за 11 років і встановлено зв'язок із ними змін стану дерев).*

37. Гриб О. І., **Андреева О. Ю.** Сезонний розвиток стовбурових шкідників сосни звичайної у ДП «Словечанське ЛГ». «Ліс, наука, молодь»: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених. м. Житомир, 22 листопада 2018 року: тези доповіді. Житомир, 2018. С. 221–222. *(Здобувачем здійснено збір та аналіз даних стосовно термінів льоту стовбурових шкідників).*

38. **Андреева О. Ю.**, Скоробогатов С. Г. До методики оцінки впливу біотичних чинників на санітарний стан соснових насаджень. «Ліс, наука, молодь»: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених. м. Житомир, 22 листопада 2018 року: тези доповіді. Житомир, 2018. С. 231–232. *(Здобувачем здійснено аналіз методик щодо оцінювання санітарного стану насаджень різних класів віку).*

39. **Андреева О. Ю.**, Житова О. П., Мартинчук І. В., Радзівський Ю. О. Низові пожежі як антропогенний чинник ослаблення соснових лісів Полісся. Біологічні дослідження – 2019. м. Житомир, 16–18 березня 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 200–201. *(Здобувачем проведено обстеження насаджень після низових пожеж і оцінено санітарний стан дерев сосни звичайної).*

40. Андреева О. Ю. Зимівля стовбурових шкідників та їхніх ентомофагів у соснових насадженнях Центрального Полісся. «Соснові ліси: сучасний стан, існуючі проблеми та шляхи їх вирішення». Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. м. Київ, 12–13 червня 2019 року: тези доповіді. Харків, 2019. С. 91–92.

41. **Андреева О. Ю.**, Мидловець А. В. Використання ловильних дерев як

захід запобігання поширенню стовбурових шкідників. Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції». м. Житомир, 7 листопада 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 81–82. *(Здобувачем заплановано та поставлено дослід застосування різного ловильного субстрату, оцінено заселеність зразків стовбуровими шкідниками та здійснено статистичний аналіз отриманих даних).*

42. **Андрєєва О. Ю.**, Болюх О. Г., Болюх С. В., Стегняк В. Д. Біотичні чинники ослаблення лісів Житомирщини. «Ліс, наука, молодь»: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених. м. Житомир, 20 листопада 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 12–14. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми та проаналізовано зміни стану лісів під впливом біотичних чинників).*

43. Радзівський Ю. О., **Андрєєва О. Ю.** Санітарний стан соснових насаджень, ослаблених низовою пожежею. «Ліс, наука, молодь»: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених. м. Житомир, 20 листопада 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 210–212. *(Здобувачем оцінено санітарний стан соснових насаджень, ослаблених низовою пожежею).*

44. Рибак В. О., **Андрєєва О. Ю.**, Мидловець А. В. Частота виявлення поселень стовбурових шкідників у деревах сосни звичайної. «Ліс, наука, молодь»: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених. м. Житомир, 20 листопада 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 218–219. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми та проведено обліки поселень стовбурових шкідників у деревах сосни звичайної).*

45. Скоробогатов С. Г., **Андрєєва О. Ю.** Соснові насадження у лісовому фонді ДП «Житомирське ЛГ». «Ліс, наука, молодь»: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених. м. Житомир, 20 листопада 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 250–252. *(Здобувачем проаналізовано розподіл площі соснових насаджень у лісовому фонді ДП «Житомирське ЛГ» за віком, повнотою та часткою сосни у складі).*

46. **Андрєєва О. Ю.** Житова О. П., Болюх О. Г., Болюх С. В., Стегняк В. Д. Поширення звичайного соснового пильщика залежно від лісорослинних умов і структури насаджень Центрального Полісся України. Всеукраїнська науково-практична конференція «Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи досліджень». м. Житомир, 25 лютого 2020 року: тези доповіді. Житомир, 2020. С. 26–27. *(Здобувачем визначено характеристики соснових насаджень, які є придатними для формування осередків звичайного соснового пильщика).*

47. Романчук Л. Д., **Андрєєва О. Ю.**, Васюхник Б. Ю. Шестизубчастий короїд на згарищах соснових насаджень ДП «Коростенське ЛМГ». «Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів»: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої пам'яті

професора А. І. Гузія. м. Житомир, 25 вересня 2020 року: тези доповіді. Житомир, 2020. С. 79–81. *(Здобувачем проведено обліки шестизубчастого короїда на ділянках, ослаблених низовими пожежами).*

48. **Андрєєва О. Ю.**, Житова О. П., Мамич Є. М., Пузій О. Ф. Особливості заселення дерев стовбуровими шкідниками. «Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів»: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої пам'яті професора А. І. Гузія. м. Житомир, 25 вересня 2020 року: тези доповіді. Житомир, 2020. С. 95–97. *(Здобувачем проведено обліки стовбурових шкідників та здійснено обробку отриманих експериментальних даних).*

49. **Андрєєва О. Ю.**, Васюхник Б. Ю., Зембаль Ю. А., Чирков В. М., Мамич Є. М. Комахи – стовбурові шкідники в соснових насадженнях, ослаблених різними чинниками. «Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин»: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва, присвячена 130-річчю з дня народження академіка ВАСГНІЛ, член-кореспондента НАНУ, доктора біологічних наук, професора, фундатора та першого декана факультету Т. Д. Страхова, 29–30 жовтня 2020 року: тези доповіді. Харків, 2020. С. 12–15. *(Здобувачем визначено популяційні показники стовбурових шкідників та здійснено обробку отриманих даних).*

50. **Андрєєва О. Ю.**, Житова О. П., Шевчук М. О., Вакуленко В. С., Бадзян В. В. Заходи захисту соснових лісів Житомирської області від шкідливих комах. «Ліс, наука, молодь»: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 24 листопада 2020 року: тези доповіді. Житомир, 2020. С. 13–14. *(Здобувачем проаналізовано роль окремих груп шкідливих комах в ослабленні соснових лісів Житомирської області і запропоновано заходи щодо його поліпшення).*

51. Житова О. П., **Андрєєва О. Ю.**, Зембаль Ю. А. Стовбурові шкідники у чистих і мішаних лісових насадженнях. «Ліс, наука, молодь»: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 24 листопада 2020 року: тези доповіді. Житомир, 2020. С. 53. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, на пробних площах у чистих і мішаних насадженнях проаналізовано розподіл дерев за категоріям санітарного стану).*

52. Чирков В. М., **Андрєєва О. Ю.** Санітарний стан соснових насаджень ДП «Лугинське ЛГ», пройдених низовими пожежами. «Ліс, наука, молодь»: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 24 листопада 2020 року: тези доповіді. Житомир, 2020. С. 180. *(Здобувачем визначено розподіл дерев сосни за санітарним станом після низових пожеж за різної повноти насаджень і висоти нагару).*

53. Андрєєва О. Ю. Погодні умови, що можуть вплинути на поширення стовбурових гнилей у лісах Полісся. Наукові читання – 2021. м. Житомир, 25 травня 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 3–5.

54. Андрєєва О. Ю. Характеристики насаджень, які визначають їхню приналежність для комах-хвоєгризів. «Лісові екосистеми: сучасні проблеми і

перспективи досліджень»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 30 квітня 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 5–6.

55. **Андрєєва О. Ю.**, Борисенко О. І. Оцінювання пожежної небезпеки в лісовому фонді ДП «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» засобами ГІС. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення (Факультету лісового господарства та екології – 20 років)». м. Житомир, 7–8 жовтня 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 15. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми та розрахунок зміни класу пожежної небезпеки насаджень за базовим підходом і з урахуванням зміни категорії земель сусідніх виділів, оцінено достовірність одержаних прогнозів).*

56. **Андрєєва О. Ю.**, Болюх О. Г., Стегняк В. Д., Радевич О. О., Полюшкевич О. Г. Причини, симптоми і ознаки ослаблення та відпаду незімкнених культур сосни звичайної. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення (Факультету лісового господарства та екології – 20 років)». м. Житомир, 7–8 жовтня 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 16–17. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, опис характеристики симптомів і ознак пошкодження й ураження соснових культур та аналіз отриманих даних).*

57. **Андрєєва О. Ю.**, Корнієнко Б. С. Чинники ослаблення лісів Полісся. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Лісівнича наука: стан, проблеми, перспективи розвитку (УкрНДЛГА – 90 років)». м. Харків, 23–24 червня 2021 року: тези доповіді. Харків, 2021. С. 149–150. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, проаналізовано погодні умови, лісорослинні умови та площі осередків шкідників, сформульовано висновки).*

58. **Андрєєва О.**, Корнієнко Б., Жук В., Курдиш З., Прокопчук О. Клас пожежної небезпеки в лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ. «Ліс, наука, молодь»: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 24 листопада 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 15. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, проаналізовано зміни класу пожежної небезпеки за даними лісовпорядкування 2010 і 2018 рр.).*

59. **Андрєєва О.**, Лакизюк В., Слудковська В., Хромець А., Полюшкевич О. Погодні передумови погіршення стану насаджень Житомирської області. «Ліс, наука, молодь»: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 24 листопада 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 16–17. *(Здобувачем проаналізовано показники температури повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта за даними метеостанції Житомир за 2005–2021 у порівнянні з багаторічними даними).*

60. **Андрєєва О.**, Лук'янчук Г., Красницький А., Кутишенко В., Кучеренко А. Типологічне різноманіття лісів ДП «Коростенське ЛМГ». «Ліс, наука, молодь»: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 24 листопада 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 18–19.

(Здобувачем здійснено постановку проблеми, проаналізовано розподіл площі головних лісоутворювальних порід за типами лісу в чистих і мішаних насадженнях).

61. **Андрєєва О. Ю.** Погодні умови та їхній можливий вплив на стан лісових насаджень Полісся України. Eurasian scientific discussions. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. February 13–15, Barcelona, Spain. 2022. P. 13–17.

62. Андрєєва О. Ю. Санітарний стан соснових насаджень, пройдених низовими пожежами в умовах Полісся України. «Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference». February 6–8, Stockholm, Sweden. 2022. P. 16–23.

63. Андрєєва О. Ю. Тенденції зміни пожежної небезпеки в умовах Житомирського Полісся. «Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва»: матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. м. Біла Церква, 15 квітня 2022 року. Біла Церква, 2022. С. 86–87.

64. **Андрєєва О. Ю.**, Лук'янчук Г. М. Типологічні засади прогнозування поширення чинників пошкодження лісу в умовах Полісся України. «Modern scientific research achievements, innovations and development prospects»: proceedings of the 8th International scientific and practical conference. January 23–25, Berlin, Germany. 2022. P. 16–21. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми та аналіз бази даних лісовпорядкування).*

65. **Андрєєва О. Ю.**, Коваль І. М. Радіальний приріст сосни звичайної поряд зі зрубом суцільної рубки в осередку верхівкового короїда. «Ліси в умовах сучасних викликів»: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і здобувачів. м. Харків, 20 жовтня 2022 року: тези доповіді. Харків, 2022. С. 33–35. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, відбір зразків, опрацювання і аналіз отриманих даних).*

66. Андрєєва О. Ю. Показники інтенсивності низових пожеж у соснових насадженнях Житомирського Полісся. «Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи досліджень»: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції. м. Житомир, 30 травня 2022 року: тези доповіді. Житомир, 2022. С. 5–6.

67. **Андрєєва О. Ю.**, Вишневський А. В. Залежність пожежної небезпеки від лісорослинних умов і структури насаджень Центрального Полісся. «100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи»: збірник праць учасників Міжнародної науково-практичної конференції. м. Житомир, 1 листопада 2022 року: тези доповіді. Житомир, 2022. С. 637–639. *(Здобувачем розраховано середній зважений бал гігротопу хвойних насаджень у лісовому фонді підприємств Житомирського ОУЛМГ згідно з двома лісовпорядкуваннями).*

АНОТАЦІЯ

Андреева О. Ю. Біотична стійкість соснових насаджень Волинського і Житомирського Полісся. На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023.

Наведено теоретичні узагальнення та аналіз даних стосовно поширення та впливу екологічних чинників на стан лісів Волинського та Житомирського Полісся. Аналіз кліматичних показників свідчить про зміни показників температури, зволоження, ГТК Селянінова та Д. В. Воробйова, які не є сприятливими для насаджень, але створюють умови для поширення шкідників і лісових пожеж. Біотична стійкість насаджень знижується у зв'язку зі значним поширенням чистих соснових насаджень, а також за рахунок виділів, які межують зі зрубками та незімкненими культурами.

Виявлено особливості зміни санітарного стану насаджень та їхнього заселення стовбуровими шкідниками після низової пожежі. Проаналізовано динаміку площ осередків комах-хвоєгризів і стовбурових шкідників. Показано, що принадність насаджень для виникнення осередків комах-хвоєгризів зменшилася зокрема у зв'язку з вилученням санітарними рубками чистих соснових насаджень в осередках короїдів. Виявлено зміни у видовому складі комплексу короїдів, зокрема згасання після 2017 р. осередків верхівкового і шестизубчастого короїдів й збільшення участі соснових лубоїдів у комплексі.

Визначено видовий склад нематод у деревах, заселених короїдами. Підтверджено необхідність вчасного проведення вибіркових санітарних рубок в осередках усихання для запобігання втратам ліквідної деревини. Одержані дані підтримують концепцію П. Маніона стосовно чинників всихання дерев. Висока частка чистих соснових насаджень і насаджень віком понад 50 років – чинники тривалої дії (*predisposing*). Аномальне збільшення температури повітря та зменшення ГТК до рівня, характерного для степової зони, є чинниками нетривалої дії (*inciting*), що підвищують сприйнятливність дерев до заселення короїдами, які є чинниками супроводження (*contributing*). Експериментально обґрунтовано підходи до прогнозування ризиків усихання соснових насаджень регіону та підвищення їхньої стійкості.

Поглиблені методичні підходи стосовно виявлення насаджень із високою принадністю для формування осередків шкідливих комах і виникнення лісових пожеж. Зокрема пропонується скоригувати терміни вивезення з лісу або корування чи обробки інсектицидами заготовленої деревини, а також застосування інсектицидів з урахуванням зміни термінів початку й закінчення вегетаційного періоду; оцінювати загрозу формування осередків хвоєгризів у міру змикання культур, створених на зрубках санітарних рубок минулого десятиліття та застосовувати розраховані моделі для оцінювання загрози пошкодження дерев фітофагами.

Ключові слова: сосна звичайна, зміна клімату, лісорослинні умови, Полісся, пожежі, шкідливі комахи, нематоди, санітарний стан насаджень, ризик виникнення осередків.

ANNOTATION

Andreieva O.Y. Biotic resistance of pine stands of Volyn and Zhytomyr Polissya. The Manuscript.

Thesis for a Doctors's Degree in Agricultural Sciences majoring in 06.03.03 «Forestry and Silviculture». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2023.

The dissertation research provides theoretical generalizations and data analysis on the distribution, development and influence of environmental factors on the forest condition in the Volyn and Zhytomyr Polissya, the interaction of abiotic, biotic and anthropogenic factors. Approaches to predicting the risks of mortality for Scots pine stands in the region and increasing their sustainability are experimentally substantiated.

The features of the dynamics of climatic parameters affecting the condition and growth of pine stands were revealed. A decrease in precipitation and hydrothermal coefficient of G.T. Selyaninova (HTI) is unfavorable for the growth and condition of trees and favorable for harmful organisms. The features of the distribution of the forest stock of pine stands of individual forestry enterprises by types of forest site conditions, stand composition, age, the relative density of stocking and changes in these parameters during the period between the last forest inventories, which affect the attractiveness of forest plots to harmful insect foci and the risk of fires, were evaluated.

The causes for Scots pine decline in Zhytomyr, Volyn, and Rivne forests were mainly insects, diseases, and air pollution, respectively, and in 2017–2020, in all regions, the trees were colonized by bark beetles. In 2010–2019, the area of pine stands decreased due to pure, low-density pine forests over 50 years old, in which sanitary felling was carried out in bark beetle foci. The relations between the increase in the frequency and area of fires in 2009, 2015 and 2020 and the decrease in precipitation against the background of rising air temperature have been proven.

The composition of entomocomplexes and the harmfulness of individual insect species change as pine stands develop. The dynamic of foliage-browsing and xylophagous insects outbreaks in the region was analyzed. It has been found that damage by *Diprion pini* to 45 % of the foliage stimulates the development of needles and the growth of shoots, and more severe damage inhibits it.

After the ground fire, the health condition of viable pine trees (1–4 classes of health condition) deteriorated more intensively in stands with the lowest relative stocking density and the highest stem scorch. The year after the fire, the prevalence of stem insects depended mainly on the ratio of trees with certain health condition.

The dynamic of the health condition of pine trees after a ground fire was evaluated depending on the relative density of stocking and height of stem scorch, and the probability of improving the health condition of the trees was evaluated.

It is shown that after clear sanitary felling, at the border with a clear-cut, the radial growth of pine increases sharply for four years and depends on the temperature, and in the forest area - on the precipitation.

The optimal dates for the forestry measures in pine stands are determined, taking into account the minimization of the negative impact of forest weakening

factors, as well as effective measures to increase the resistance of pine stands to the adverse effects of environmental factors.

The obtained data support the concept of P. Manion regarding the factors of forest decline. A high proportion of pure pine stands and stands over 50 years old are long-term *predisposing* factors. Anomalous increase in air temperature and reduction of HTI to the level characteristic of the steppe zone are the short-term inciting factors that increase the susceptibility of trees to colonization by bark beetles, which are contributing factors.

Methodical approaches to the detection of stands with a high risk of foliage browsing and stem pests and forest fires were developed.

The obtained results made it possible to develop proposals for forecasting the risks of deterioration of the conditions of pine stands in the region and measures to increase their sustainability. In particular, it is suggested: to adjust the terms of creating pine plantations, removal from the forest or protection harvested wood with insecticides, taking into account the change in the terms of the beginning and end of the growing season; to implement an improved algorithm for determining fire hazard classes; to create mixed stands according to the type of forest site conditions; to carry out timely thinning to maintain the optimal structure of the crowns and sufficient relative stocking density of the stands in order to increase their resistance, in particular to damage by insects and fires; to assess the threat of the formation of foci of foliage browsing insects in pine plantations created at the clear-cuts of sanitary fellings of the last decade and to apply suggested models to predict tree damage by phytophages.

The obtained research results have theoretical and practical significance for ensuring the cultivation of sustainable stands and increasing the efficiency of forest management. The main results of the dissertation are implemented in forest enterprises and in the educational process.

Key words: Scots pine, climate change, forest site conditions, Polissya, fires, harmful insects, nematodes, health condition of stands, risk of outbreaks.