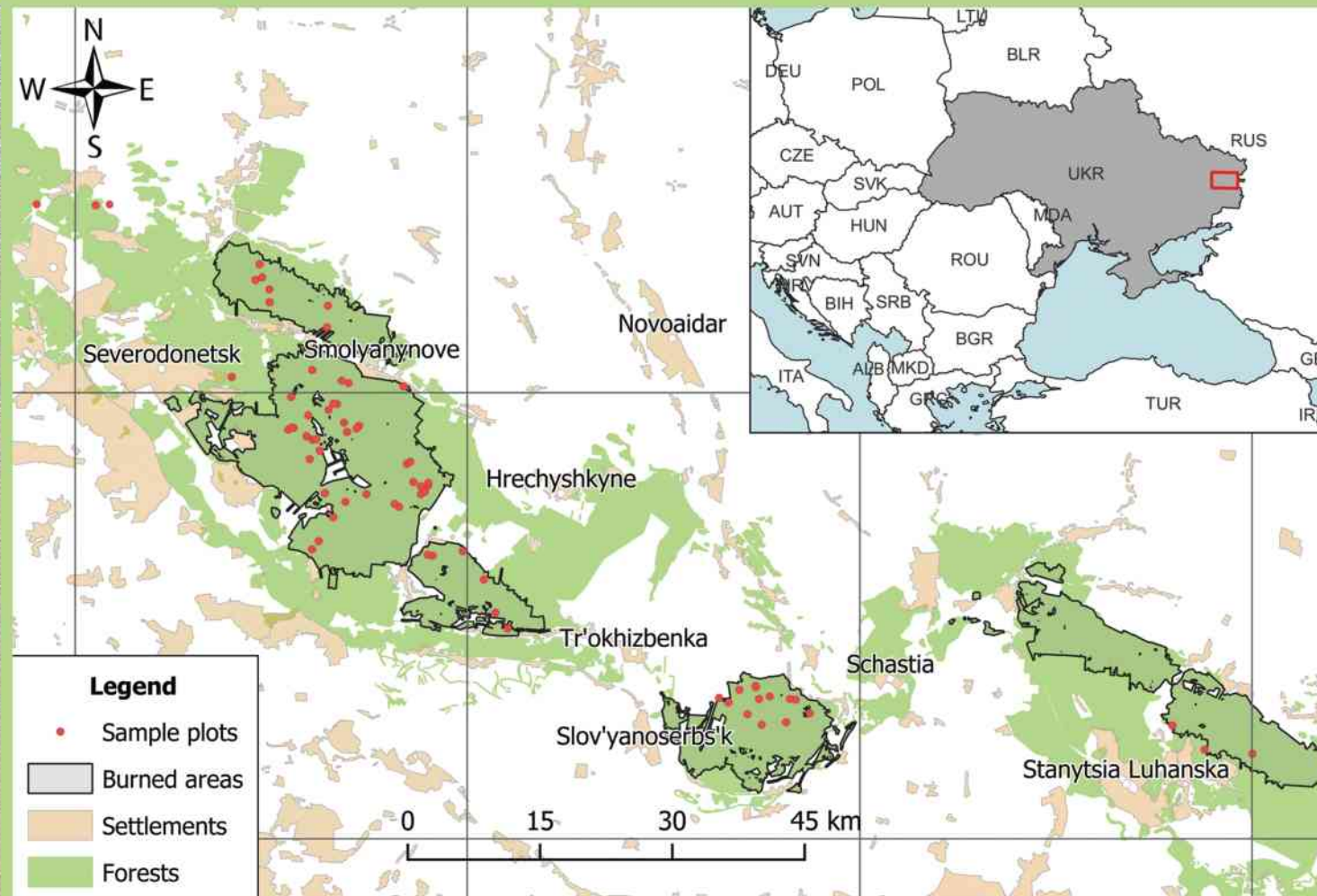


С.В. Зібцев, М.П. Савушик, В.М. Маурер, В.О. Балабух,
В.В. Миронюк, А.П. Пінчук, І.В. Іванюк, Г.О. Лобченко,
О.М. Сошенський, В.В. Гуменюк, П.Б. Тарнопільський

ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСІВ ЛУГАНЩИНИ НА ЗГАРИЩАХ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ



С.В. Зібцев, М.П. Савущик, В.М. Маурер, В.О. Балабук,
В.В. Миронюк, А.П. Пінчук, І.В. Іванюк, Г.О. Лобченко,
О.М. Сошенський, В.В. Гуменюк, П.Б. Тарнопільський

ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСІВ ЛУГАНЩИНИ НА ЗГАРИЩАХ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Монографія

Київ 2022

УДК 630*434:581.582(477.61)

ББК 42

В 43

Рецензенти: **Пастернак В.П.**, доктор сільськогосподарських наук (Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, м. Харків);
Распопіна С.П., доктор сільськогосподарських наук (Державний біотехнологічний університет, м. Харків);
Юхновський В.Ю., доктор сільськогосподарських наук (Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ).

Рекомендовано до опублікування вченою радою
Національного університету біоресурсів і природокористування України
(протокол № 2 від 28 вересня 2022р)

**Зібцев С.В., Савущик М.П., Маурер В.М., Балабух В.О., Миронюк В.В.,
Пінчук А.П., Іванюк І.В., Лобченко Г.О., Сошенський О.М., Гуменюк В.В.,
Тарнопільський П.Б.**

В 43 Відновлення лісів Луганщини на згарищах в умовах змін клімату. Монографія. –
Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України 2022. – 152 с.

ISBN 978-617-8102-37-1

Катастрофічні лісові пожежі липня та вересня-жовтня 2020 р. у Луганській області призвели до людських жертв, знищення сотень житлових будинків, а також пошкодження 39 тис. га земель, в тому числі до 30 тис. га лісів, переважно соснових, з яких 26% всохли упродовж декількох місяців, а загибель ще 51% дуже вірогідна упродовж найближчих років. Досвід та історія лісорозведення та лісовідновлення у Луганській області у XX столітті свідчать, що відновлення лісів на територіях пройдених пожежами 2020 р. може тривати від 15 до 20 років та вимагатиме значних зусиль та коштів. Зміна клімату, соціально-економічна криза, відсутність бюджетного фінансування лісового господарства та воєнні дії створюють значні ризики для програми лісовідтворення такого масштабу.

Гуманітарні та екологічні наслідки пожеж 2020 р., які посилюються впливом змін клімату, вимагають перегляду поглядів на гідрологічну та функцію безпеки лісів регіону, а також на ризики лісових пожеж для населених пунктів, що потребує оновлення відповідного нормативного регулювання. Насамперед це стосується необхідності зниження пожежної небезпеки лісів біля населених пунктів за рахунок збільшення частки листяних видів у соснових лісах і формування насаджень низької густоти, які не підтримують верхову пожежу. Іншим, новим підходом є формування ландшафтної мозаїки з ділянок степової (трав'яної) рослинності на найсухіших частинах вершин (куполів) піщаних бугрів та куртин лісу в пониженнях, що дозволить зменшити конкуренцію за вологу між деревами. Такі ландшафти також будуть грати роль протипожежних розривів, стримувати швидкість та інтенсивність пожеж.

УДК 630*434:581.582(477.61)

ISBN 978-617-8102-37-1

©Зібцев С.В., Савущик М.П., Маурер В.М., Балабух В.О.,
Миронюк В.В., Пінчук А.П., Іванюк І.В., Лобченко Г.О.,
Сошенський О.М., Гуменюк В.В., Тарнопільський П.Б., 2022

ВСТУП

Лісові пожежі масштабу надзвичайних ситуацій, які траплялися у липні та вересні–жовтні 2020 р. в Луганській області стали однією з найбільших екологічних та гуманітарних катастроф у новітній історії України, яка призвела до загибелі 17 осіб, травмування 861 особи, знищення та пошкодження 734 житлових будинків. Із загальної площі соснових лісів у Луганській області, яка становила станом на 2014 р. 73 тис. га, двома пожежами було пошкоджено або знищено 39 тис. га лісів, з яких 34 тис. га (87%) загинули повністю або зазнали сильного пошкодження та ймовірно загинуть упродовж найближчих років.

Повне або часткове відновлення лісів на десятках тисяч гектарів лісових площ, у Степовій посушливій природній зоні з переважанням бідних піщаних ґрунтів, є безпрецедентною за масштабом та складністю задачею. Наразі досвід успішного та швидкого залісення таких площ в Україні та усьому Східноєвропейському регіоні немає. Невизначеності, які несуть зміни клімату, соціально-економічна криза, відсутність бюджетного фінансування лісового господарства та проведення воєнних дій, створюють значні ризики для реалізації масштабної програми лісовідновлення. За одним із поточних сценаріїв змін клімату, які у 2021 р. опублікувала Міждержавна Панель із Змін Клімату (ІРСС), у Луганській області через 30–50 років може не бути достатньої кількості атмосферної вологи для функціонування життєздатних масивних соснових насаджень.

Авторами цієї монографії було проведено дослідження постпірогенного стану лісових екосистем та їх компонентів, що дозволило виділити зони летального впливу пожеж із повною загибеллю деревостану, зони сильного та слабого пошкодження, де вижили окремі дерева, куртини або частина деревостану. Також проаналізовано історію й дослідження лісорозведення на піщаних аренах р. Сіверський Донець, успішність післявоєнної програми лісорозведення на піщаних аренах та досвід створення

лісових культур на згарищах після пожежі у Кременському ЛМГ в 1998 році.

За результатами аналізу досвіду лісорозведення, дослідження поточного стану лісів та впливу всіх чинників, які потенційно визначають ефективність лісовідновлення на згарищах 2020 р., встановлено, що будь-яке масштабне садіння лісу на піщаних аренах Луганської області сприяє падінню рівня ґрунтових та поверхневих вод, пересиханню малих річок та озер. Негативний досвід масивного лісорозведення та безуспішні багаторічні спроби доповнення лісових культур на верхівках піщаних арен у бідних та сухих лісорослинних умовах на фоні прискорення змін клімату свідчить про необхідність радикальної зміни підходів та практики лісовідновлення на таких ділянках.

Висока природна пожежна небезпека перегущених соснових лісів штучного походження та надзвичайна пожежна небезпека за умовами погоди в Луганській області загрожують знищенням як новоствореним сосновим лісам, так і лісам, які ще залишились неушкодженими пожежами. Така ситуація вимагає впровадження нового науково-обґрунтованого підходу – створення пожежостійких лісових ландшафтів, де хвойні ліси будуть межувати зі смугами або масивами листяного лісу, а також підтримування спеціальної протипожежної інфраструктури (протипожежні розриви, бар'єри, дороги) для швидкого реагування на пожежі та їх оперативного гасіння. Лісові пожежі, які призвели до жертв серед цивільного населення та знищення цілих населених пунктів вказують на потребу зміни видового складу лісів та їх просторової структури у буферних зонах лісів навколо населених пунктів.

Для успішного вирішення масштабних задач, що окреслені вище, лісомисливські господарства Луганської області потребують потужної підтримки центральних органів виконавчої влади, місцевих органів влади, місцевого населення, наукових установ і міжнародної спільноти та донорів.

В монографії висвітлено наукове обґрунтування практичних довготривалих лісогосподарських та лісокультурних заходів, які спрямовані на вирішення задач сталого постпірогенного відновлення лісів Луганської області в умовах зміни клімату. Головними стратегічними пріоритетами, кроками та принципами такої діяльності є:

1) Впровадження у практику лісового господарства більшої кількості різноманітних підходів до відновлення лісів, що дасть можливість зберегти біорізноманіття та підвищити стійкість майбутніх лісів до пожеж та змін клімату. Основними ризиками для програми лісовідновлення є збільшення ймовірності виникнення пожеж, посух, відсутність коштів на лісовідновлення, невизначеність попиту на місцеву деревину та брак кваліфікованої робочої сили для масивного створення лісів, лісокультурного та лісівничого догляду за ними.

2) Визначення кінцевих мети та результатів (параметрів) відновлення лісів (вікова, видова та просторова структура тощо), які необхідно досягти через 30, 50, 80 років. Дані результати та мета мають бути чітко описані перед початком масової кампанії з відтворення лісів. Вони можуть суттєво відрізнятися для різних районів залежно від типу ландшафту, соціальних умов та умов безпеки, враховуючи чинник військових дій і поточне розташування лінії розмежування та прилеглої зони. За результатами застосування стратегічного планування відтворення лісів очікується більша різноманітність та мозаїчність лісів за їх складом, віком та просторовою структурою, ніж суміжні соснові насадження з високою густотою, які домінували у лісовому фонді Луганської області до пожеж 2020 року. Такі насадження мають і надалі бути важливою частиною лісового фонду, але поряд із новими лісами.

3) Зменшення ризику поширення катастрофічних лісових пожеж із лісових масивів на заселені території, що межують з лісами. Це можливо у разі масового створення різних видів протипожежних листяних смуг та пожежостійких насаджень,

зокрема соснові ліси низької повноти (густоти) навколо населених пунктів, листяні смуги розташовані на певній відстані одна від одної та підтримку нелісових екосистем, таких як псамофітні степові рослинні угруповання. Всі ці заходи будуть створювати протипожежні блоки, які зменшать площі суцільних високоповнотних соснових масивів і, отже, дадуть можливості для гасіння небезпечних верхових пожеж.

4) Оптимізація перерозподілу води в лісових ландшафтах із метою покращення водозабезпечення корененасиченого шару ґрунтів та зменшення конкуренції за вологу в деревостанах, підвищення рівня ґрунтових вод, підтримки водонаповнення наявних водойм та джерел водопостачання для цілей пожежогасіння є важливими цілями багаторічної програми постпірогенного лісовідновлення. Це може бути досягнуто за рахунок створення та формування спеціалізованої водонакопичувальної структури соснових лісів на верхніх елементах піщаних арен: лісів дуже низької повноти (рідких лісів), що дозволить зберегти захисне лісове середовище на пісках і при цьому суттєво зменшити перехват води лісом на випаровування та витрати води лісом на евапотранспірацію. Серед фахівців немає одностайної думки щодо того, як можна сформувати такі ліси з низькою густотою: шляхом створення густих насаджень, які потім сильно проріджують або шляхом створення плантацій з низькою густотою.

5) Забезпечення максимально можливого використання економічного потенціалу для вирощування високоповнотних соснових насаджень. Традиційні для регіону високоповнотні соснові насадження мають залишатися важливою метою лісовирощування. Вони мають бути зосереджені в оптимальних для потреб сосни звичайної типах лісорослинних умов, де буде забезпечена висока продуктивність деревостанів та можливість отримувати пиловник та іншу продукцію, яка користується попитом. Якщо низька родючість та вологість ґрунту або інші обмеження, зокрема пожежна небезпека, не дозволяють досягти

економічної мети лісовирощування, то захисна функція лісів має бути пріоритетною. Це потребує вирощування насаджень із зменшеною густотою, напіввідкритих за структурою (типу "савана"), які складаються з більш стійких до посух і пожеж деревних видів. У таких випадках мають бути застосовані такі способи лісовирощування, які передбачають формування пожежостійких рідких насаджень та використання природного лісовідновлення.

6) Формування степових екосистем типу «савани» з мінімальною кількістю дерев, як один із шляхів лісовідтворення у Луганській області. Псамофітні степові екосистеми типу "савана" можуть виконувати важливу протипожежну захисну функцію на рухомих бідних пісках краще, ніж густі та зімкнуті соснові насадження. При цьому запаси підземних вод не будуть зменшуватися, як це відбувається у соснових насадженнях, які переважають зараз у лісовому фонді. Екосистеми такого типу будуть виконувати важливу функцію збереження регіонального екосистемного біорізноманіття, а також функції протипожежних розривів у лісовому фонді для гальмування поширення верхових пожеж. Отже, необхідно внести заходи із формування цього типу екосистем у проєкти організації та ведення лісового господарства.

1. СОСНЯКИ СТЕПУ УКРАЇНИ: ДОСВІД СТВОРЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ, ПРОБЛЕМИ МАСИВНОГО ЗАЛІСНЕННЯ

1.1. Погляди академіка Г. М. Висоцького на проблему заліснення пісків у Степу та їх актуальність для сьогодення

Комплексно вивчаючи природу посушливої частини Російської імперії, а потім УРСР, Г. М. Висоцький прийшов до наступних важливих висновків: 1) Ліс є типом рослинності, який максимально витрачає ґрунтову воду за рахунок посиленого випаровування (з поверхні ґрунту і крон дерев) і високої транспірації; 2) Посушливий вплив лісу посилюється в прямому зв'язку з його продуктивністю і густотою. За умов дефіциту атмосферної вологи наслідком цього процесу є опускання рівня ґрунтових вод з подальшим відривом коренів від капілярної облямівки. При цьому нестача води призводить до втрати стійкості деревостанів і їх повного або часткового усихання від різноманітних причин, найчастіше шкідників; 3) Пожежа, суцільна рубка деревостану, або його проріджування призводить до накопичення води в ґрунті і піднімання рівня ґрунтових вод аж до заболочування.



Рис. 1.1. Сучасний приклад лісовідновлення згарища 1998 року в Кременському ЛМГ

Сучасний приклад лісовідновлення згарища 1998 року в Кременському ЛМГ (рис. 1.1) ілюструє положення академіка Г. М. Висоцького щодо досягнення перегущеними сосновими культурами точки максимуму водного стресу, за яким настає руйнування суцільної структури насадження, яке згодом перетворюється в окремі куртини у пониженнях. Решта території буде вкрита трав'янистою степовою рослинністю, стійкою до нестачі вологи у ґрунті.

Розміщення лісів і ведення господарства в них слід планувати таким чином, щоб оптимізувати використання води з урахуванням всього комплексу екологічних, економічних і соціальних інтересів держави (народу). Вкрай важливо розуміти вплив лісів на накопичення і стік води як найважливішого для екосистем ресурсу. Під час планування розміщення лісів доцільно прив'язуватися до водних басейнів різного рівня, з огляду на комплекс чинників, серед яких найважливіші – клімат, материнська порода, ґрунт і рельєф.

Наведені постулати Г. М. Висоцького є універсальними. Вони набагато випередили свій час і тепер покладені в основу ландшафтного підходу природокористування, який наразі бурхливо розвивається.

Висоцький Г. М. відзначав, що мало зарослі піщані арени є накопичувачами води, яка частково затримується прошарками ортзандів (верховодка) і доступна рослинам, а частково просочується на велику глибину, утворюючи підземні водосховища води. Джерелом води, що накопичується пісками, є атмосферні опади і в значно меншій кількості – конденсовані атмосферні пари. За умов, коли випаровуваність в 2–3 рази перевищує опади, накопичення води відбувається тільки завдяки швидкому її просочуванню крізь пісок до водоупору. Висоцький Г. М. попереджав, що поява на голих пісках будь-якої рослинності змінює ситуацію. Рослини перехоплюють воду тим більшою мірою, чим більше вони її потребують. Найгіршим варіантом він вважав масивне залісення арен сосною.

Прогноз масивного залісення пісків сосною в аридній зоні за Г.М. Висоцьким полягає в тому, що на перших етапах вирощування лісів, атмосферної води та її запасів, які утримуються ортзандовими прошарками, сосновим культурам вистачає і вони «радують око». Однак, в міру їх зростання водний дефіцит збільшується і ситуація змінюється. Повністю зникає трав'яниста рослинність під наметом деревостанів, для існування якої не вистачає вологи. З тих же причин уповільнюється розкладання відпаду і зростає пожежна небезпека. Знижується рівень ґрунтових вод і живлення водойм. Слідом за цим неминуче настає загибель ослаблених сосняків. Очевидною її причиною можуть бути різні чинники (пожежі, вітровали, ураження шкідниками), але насправді вони гинуть від нестачі води. Після загибелі сосни, ситуація з водопостачанням поліпшується прямопропорційно площі загиблих насаджень.

У цьому процесі є не тільки соціально-екологічна, а й економічна складова, так Г. М. Висоцький, вказує, що перш ніж зайнятися масивним лісонасадженням у посушливому регіоні варто вирішити, що вигідніше: дороге вирощування швидко вмираючих і високозбиткових посадок на великих площах або перерозподіл вологи для того, щоб отримати цінну продукцію, нехай і на меншій площі, і поповнити запаси прісної води. Він вказував на те, що навіть, якщо на пісках вдасться створити масивні ліси, то в результаті сильно знизиться рівень ґрунтових вод, що відобразиться як на самих насадженнях, так і на водопостачанні сіл і сільськогосподарських угідь.

Погляди Г. М. Висоцького набагато випередили свій час. Він першим указав на необхідність:

- враховувати водний баланс території під час планування землекористування;
- використовувати ландшафтний підхід до планування, заснований на оптимальному поєднанні різних природних і штучних угідь, виходячи з природного потенціалу і критичних

чинників, що обмежують розвиток рослинності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах;

- уникати масивного лісорозведення в аридній зоні за межами природного ареалу цього виду дерев та лісових насаджень;

- охороняти степову трав'янисту рослинність, краще пристосовану для існування в регіонах із тривалими засухами, а також поєднання її з рідколіссями і листяними куртинами сформованими деревною рослинністю;

- регулювати густоту і структуру насаджень залежно від ступеня посушливості клімату, виходячи з того, що чим рідше посадки, тим вони більш стійкі до посухи і супутніх їй несприятливих чинників.

Спостереження останніх років та пожежі 2020 року свідчать, що підходи до господарського використання піщаних земель, які переважали останні десятиліття мають бути змінені. Головні пріоритети лісового господарства в цих умовах мають зводитися до створення стійких лісів, забезпечення виконання ними захисних, природоохоронних і рекреаційних функцій, а також надання можливості використання території для цілей, прямо не пов'язаних із веденням лісового господарства. Головним пріоритетом лісоуправління на пісках має бути підтримка оптимального водного балансу території, що вимагає регулювання площі лісів і структури угідь на піщаних землях. Рішення перерахованих завдань вимагає додаткового наукового обґрунтування і можливе тільки в рамках комплексної реформи управління лісами.

1.2. Досвід створення лісових насаджень

Сосняки приурочені до річкових відкладів, що створюють гряди й острови піску і супіски на лівих берегах русел Дніпра, Сіверського Дінця та їх приток. За ними борова лісова рослинність перетинає лісостепову зону і глибоко проникає в

зону Степу, де поступово заміщується і витісняється піщаним Степом. Висоцький Г. М. ці ліси називав «пристеповими борами», об'єднуючи в це поняття весь комплекс соснових насаджень на древньоалювіальних пісках і супісках у степовій та частково лісостеповій зоні, незалежно від походження, продуктивності і складу супутньої рослинності.

Величезний вплив на збереження цих лісів і зміну всього ландшафту місцевості сформовано діяльністю людини. У період з XVII до першої половини XX століття ця діяльність, в основному, зводилася до знищення лісів під час військових дій і господарського освоєння території переселенцями. Невід'ємною складовою частиною цього процесу були спроби господарського використання (розорювання, випас) як вирубок, так і піщаних степів, що є сусідами і тісно пов'язані з пристеповими борами. Наслідком цього стало утворення сипучих пісків, що переміщуються вітром, збільшення площі піщаних просторів і утворення нових (похованих) ґрунтів еолового походження.

Згубні наслідки вирубки і оранки території пристепових борів і піщаних степів проявилися дуже швидко і послугували стимулом для спроб відновлення лісу на пісках. Основні обсяги цих робіт були приурочені до піщаних масивів вздовж Сіверського Дінця та його приток. Їх розпочали в другій половині XVIII століття. Вони були досить успішні, але охоплювали відносно невеликі площі й часто були безсистемними. Більшість створених лісів не дожили до XX століття. Як результат, до 1910 року в Харківській губернії було нараховано 124 тис. га голих пісків, 43,5 % з яких було зосереджено в Старобільському повіті, якраз на території тих лісових підприємств Луганської області, які постраждали від пожежі 2020 року.

Повоєнні державні плани розглядали створення нових лісів і лісосмуг як один із головних пріоритетів розвитку. Заліснення не використовуваних земель степової зони вважалося найважливішою частиною цієї роботи. Як основний вид для заліснення пісків використовували сосну (звичайну і кримську).

Степова зона України упродовж майже двох століть була експериментальним полігоном лісорозведення (Херсонська область) та лісовідновлення (Луганська, Харківська області) на пісках, які людина за дуже короткий термін перетворила з задернілих піщаних степів і рідколісся в голі рухливі піски з горбистим рельєфом. Перше сторіччя створення лісів на пісках відзначилось невдачами і розчаруваннями, які збагатили українське лісівництво безцінним досвідом, який дав можливість знайти кілька надійних технологій заліснення пісків і застосувати їх на практиці.

Канавний метод, запропонований та успішно випробуваний лісничим Борткевичем, який висаджував білу акацію в дно канавки, що в свою чергу зменшувало відстані від коренів до нижчих шарів більш родючого ґрунту і водотривких горизонтів, які затримують вологу. Пізніше модифікації цього методу з успіхом використовували для посадки сосни в глибокі борозни в багатьох областях аридної зони.

Торф'яно-гніздовий спосіб – заснований на ідеях Г. М. Висоцького, випробуваних в 30-х роках І. М. Кривокобильським. Пізніше його доопрацьовано під керівництвом П. С. Погребняка. Спосіб передбачав часткову обробку ґрунту площадками і внесення горизонтального прошарку торфу на глибину 30–40 см. Гнізда розміщували через 5 метрів. У кожне гніздо висаджували по 5–7 сіянців. З 1951 року почалося його широкомасштабне впровадження на Нижньодніпровських пісках. Цей спосіб забезпечив досить високу приживлюваність (близько 60 %). Він успішно вирішував проблему закріплення пісків, формуючи рідкі насадження.

На жаль, відбір кращих дерев у гнізді й догляд за ними надалі не проводили. У зв'язку з цим на глибоких однофазних пісках посадки в подальшому загинули, а в більш сприятливих умовах групи перетворилися в куртини дерев дров'яної якості з викривленими і нахиленими стовбурами.



Рис. 1.2. П'ятирічні соснові культури, створені торф'яно-гніздовим способом на Нижньодніпровських пісках

Спосіб глибокого розпушування під час створення соснових культур на пісках впроваджений у широку практику завдяки роботам М. М. Дрюченка, В. Н. Виноградова і їх численних послідовників. Суть методу полягає в глибокому розпушуванні ґрунту, створенні культур широкими міжряддями та невеликими відстанями в рядах, а також внесення сильнодіючих хімікатів для боротьби зі шкідниками, що гризуть коріння. За допомогою різних модифікацій цього методу створено основні площі сосняків.

Таким чином, під час створення лісових культур на пісках, ключову роль у приживлюваності й рості сосни звичайної надалі має глибина обробітку ґрунту.

Роботи останніх десятиріч показали, що найкращі результати за приживлюваністю дають культури сосни звичайної та кримської створені на другий рік після пожежі. Найкращі результати дають варіанти з інтенсифікацією створення культур на згарищах, де застосовані для обробітку ґрунту в комплексі ПКЛ-70 і РН-60 та механізоване садіння із використанням сучасних регуляторів росту, добрив і вологонакопичувачів.

Резюмуючи досвід із створення лісових насаджень на піщаних аренах упродовж багатьох десятиліть необхідно констатувати, що завдяки наполегливим зусиллям лісових підприємств Луганщини були знайдені достатньо надійні методи лісорозведення, які дозволили створити соснові насадження на площі до 80 тис. га. Проте головною метою після посадки

культур було створення зімкнутих насаджень, що також було закріплено нормативами. У підсумку, кожную ділянку після створення необхідно було багато разів доповнювати або ущільнювати цілими рядами, що протирічило поглядам Г. М. Висоцького щодо обмеженого потенціалу водного забезпечення лісів. Зімкнуті та часто перегущені насадження, в яких не проводили рубок догляду високої інтенсивності, на першому етапі призвели до помітного зменшення стоку ґрунтових вод, падіння рівня води в колодязях та озерах навколо, про що є численні свідчення місцевих жителів. В подальшому дефіцит атмосферних опадів визначав падіння приросту деревостанів та перехід їх в стадію стагнації. Перегущені чисті малопродуктивні сосняки характеризувались високою природною пожежною небезпекою і значною мірою були знищені у 2020 році. Створення масивних чистих соснових лісів у ландшафтах без мозаїки з листяними масивами, призвело до розвитку великих за масштабами пожеж, наслідком яких стало знищення населених пунктів. Ці уроки пожеж 2020 р. мають бути враховані під час лісовідновлення згарищ та під час планування рубок догляду в чистих соснових лісах.

1.3. Динаміка і стан сосняків

Соснові ліси упродовж століть були важливою частиною мозаїки природної рослинності на піщаних аренах Луганської області. Вивчення історичних карт і описів лісів XVII–XIX століть показує, що масиви соснових лісів були наявні на більшій частині сучасного лісового фонду Луганської області, особливо сучасні Комсомольське, Серебрянське, Верігінське, Житлівське та Сіточне лісництво (Кремінське ЛМГ), а також Северодонецьке та Борівське лісництво (Северодонецьке ЛМГ), де у XVIII столітті були визначені межі казенних борів.

Крім того, значні лісові масиви помітні на історичних картах навколо Станиці Луганської.

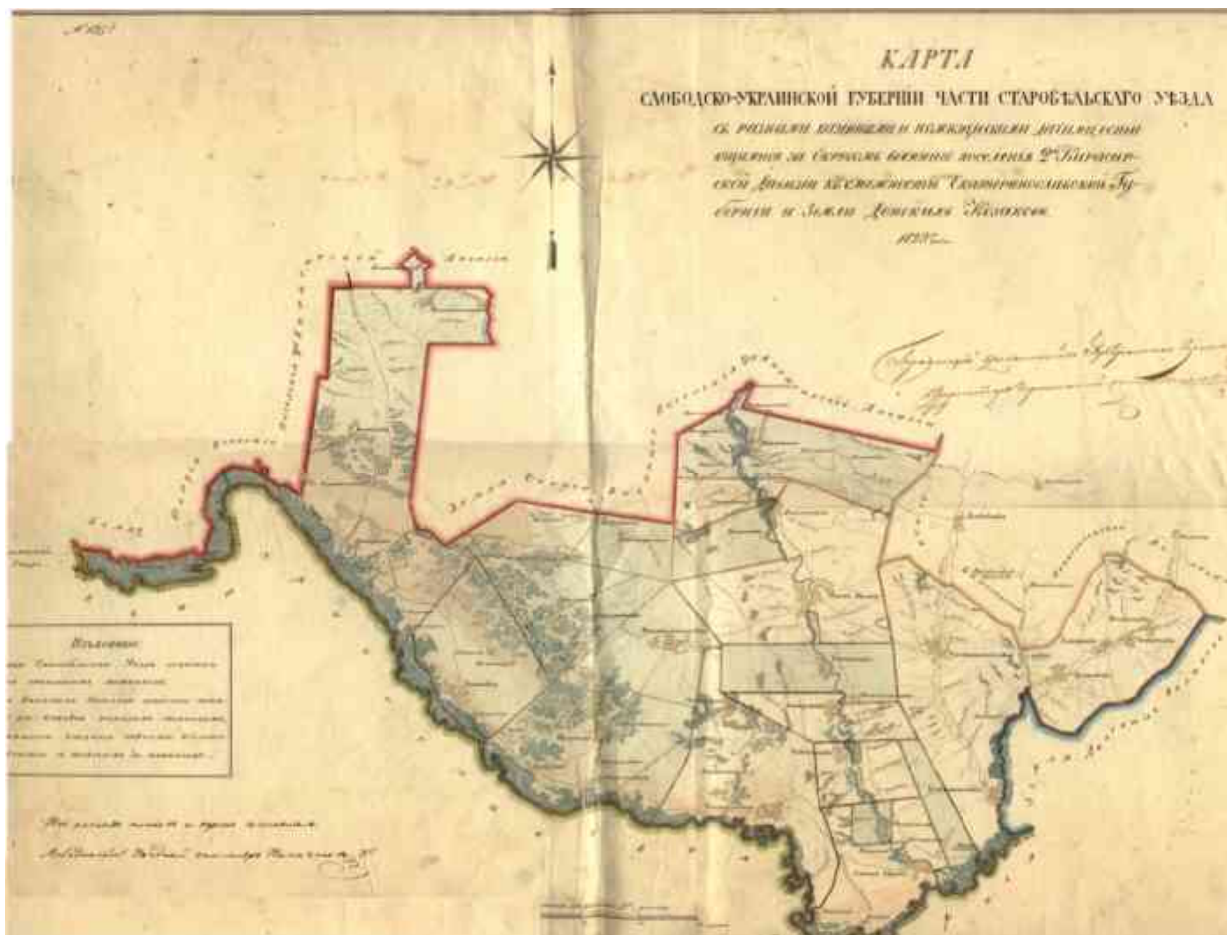


Рис. 1.3. Карта лісових дач Слобідсько-Української губернії Старобільського уїзду 1829 р.

Проте багато інших територій, які нині займають соснові насадження радянських часів (багато з яких згоріли у 1998, 2014 та 2020 роках), історично були зайняті іншими типами рослинності, як правило, мозаїкою піщаного степу та листяних куртин. Сюди входять такі сучасні території, як Новокраснянське і Старокраснянське, частина Боровенського та Кудряшівського лісництв (Кремінське ЛМГ), а також лісництва Новоайдарського ЛМГ.

Якщо врахувати, що історично природні соснові ліси не були зімкнутими і характеризувались низькою повнотою, стає зрозумілим, що масивні одновікові монокультури сосни з високою густотою, що були створені за радянських часів на місці природних соснових борів та піщаного степу, є дуже нехарактерним явищем для піщаних арен Луганської області. Наслідки створення таких масивних культур для гідрології

регіону та пожежної ситуації стають все більш небезпечними, оскільки клімат стає спекотнішим і сухішим.

За 40 років, що минули між обліками лісового фонду у 1956 і у 1996 роках, площа сосняків у степовій зоні зросла більш ніж на 195 тис. га, що становить 34,3 % від загального збільшення площі сосняків в Україні. У трійку областей із найбільшим збільшенням площі сосняків входять Херсонська (63,5 тис. га), Луганська (38,2 тис. га), Харківська (34,5 тис. га) області. Середня частка сосни в лісах степової зони, створених із 1956 до 1996 року, становить 29,3 %. Максимальна частка спостерігається в Херсонській (85,7 %), Харківській (42,0 %) і Луганській (35,1 %) областях, мінімальна в Донецькій, Запорізькій та Одеській областях (від 7,2 до 8,5 %).

Варто зазначити, що створення лісів у степовій зоні є трудомістким і ризикованим заходом, оскільки більшість посадок гинуть вже в перші роки після створення. Посадка лісу і його створення – різні поняття: у багатьох областях степової зони майже половина посадок гине і їх доводиться висаджувати повторно.

Починаючи з 90-х років площа сосняків у степовій зоні досягла максимуму і стала демонструвати явну тенденцію до зменшення. Головною причиною цього стали катастрофічні за площею і збитками пожежі, які зафіксовані в усіх великих соснових масивах степової зони. Після пожеж зазвичай спостерігається масове розмноження шкідників сосни (короїдів, лубоїдів, хвоєгризучих шкідників). За кілька років вони призводять до куртинного, а іноді й суцільного, усихання значної частини лісів, ослаблених низовими пожежами, а часто і деревостанів на прилеглих територіях. У зв'язку з цим реальні втрати зазвичай значно більші, ніж ті, що зазначають відразу після пожежі.

Вирощування лісових насаджень у Степу упродовж багатьох десятиріч було здебільшого спрямоване на формування високоповнотних та високопродуктивних насаджень. Проте

практика світового лісівництва показує, що на кордоні природного ареалу деревні рослини формують насадження саванного типу з невисокою повнотою, що представляють собою рідколісся, а також окремі куртини і поодинокі дерева серед трав'янистої рослинності. Саме такими були природні пристепові бори. Такими формуються штучно створені сосняки, в степовій зоні без цілеспрямованого втручання лісівників (рис. 1.4 та рис. 1.5).



Рис. 1.4. Поодинокі дерева сосни – невід’ємний компонент сосняків степової зони за їх природного розвитку

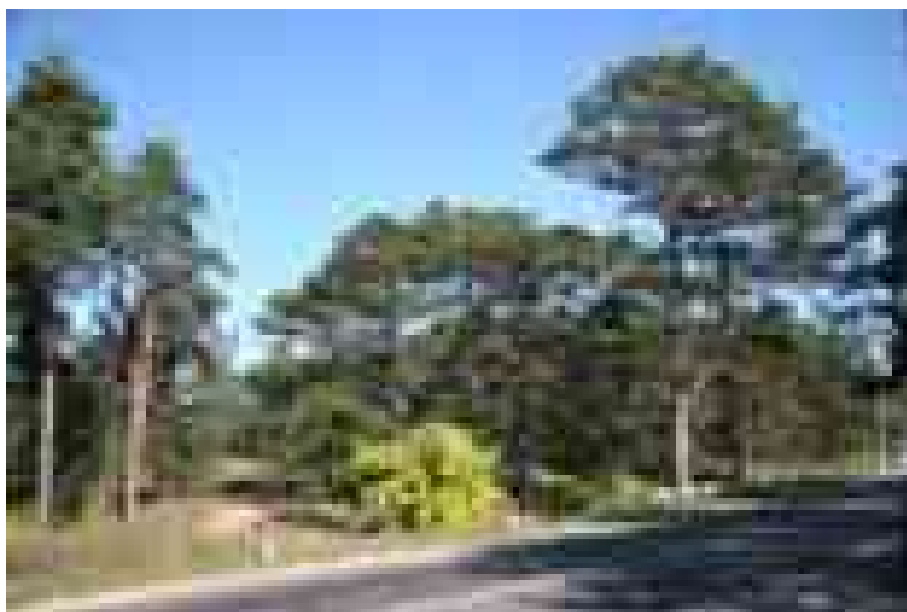


Рис. 1.5. Найбільш довговічні сосняки, які вирости в дуже рідкому стоянні. Їх характерні риси – повнота 0,3–0,5, зонтичні густі крони, сильний збіг стовбура і товста кора

Невисока повнота – природний стан деревостанів, що забезпечує їх виживання за умов дефіциту води (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Природні соснові насадження ДП «Кремінське лісомисливське господарство»

Під час планування лісокультурної кампанії важливо враховувати потенційні негативні наслідки від масивних посадок сосни, зокрема, для гідрологічного режиму та водокористування. У Луганській області навколо лісових масивів сосни на пісках практично не розвинуте зрошувальне землеробство, тому масивне заліснення сосною і падіння рівня ґрунтових вод, яке його зазвичай супроводжує, буде мати негативний вплив на сільське господарство. Як приклад, в Станиці Луганській, Трьохізбенці та сусідніх селах кілька сотень господарств вирощують овочі у теплицях, тому рівень води в їхніх колодязях є надзвичайно важливим для економічної стабільності.

Міста Сєверодонецьк, Рубіжне та Кремінна для якісного питного водопостачання покладаються на природні підземні водоносні горизонти під піщаними аренами. Вплив соснового лісу на це водопостачання недостатньо вивчений, але він має стати об'єктом дослідження, оскільки клімат продовжує ставати спекотнішим і сухішим.

Отже, в степових умовах Луганської області можливе вирощування насаджень високої повноти та продуктивності, але у відповідних лісорослинних умовах, переважно – А₂-В₂. За

бідних та сухих умов, на кшталт А-В₀₋₁, мають формуватись низькоповнотні насадження і рідколісся: які витрачають мало води; довговічні та стійкі до посух, пожеж і шкідників; є джерелами насіння для природного відновлення. Такі ліси будуть прекрасно виконувати захисні та рекреаційні функції, збільшувати загальне біорізноманіття території, гармонічно співіснуючи з ділянками степової рослинності.

1.4. Наукові дослідження відтворення лісів на пісках у степових умовах із середини ХХ століття

Безпосередньо перед початком масштабної програми лісорозведення на піщаних аренах та упродовж всього періоду до сьогодення вчені проводили прикладні наукові дослідження для пошуку кращих технологій створення та формування лісів. Серед провідних науковців, що працювали над проблемою в регіоні необхідно зазначити таких: О. Гаель (1952 та інші), М. М. Дрюченко (1959), О. І. Симоненко (1966), Т. Т. Говорова (1970), П. С. Кравцова (1972), І. Б. Шинкаренко (1980) та багато інших дослідників. Детальний аналітичний огляд досліджень наведено в додатку Б.

Головні висновки досліджень наступні:

1. Досвід вирощування лісових насаджень на пісках у Степу мав як невдалі, так і успішні приклади. Основною причиною низької ефективності лісокультурних робіт є невідповідна лісорослинним умовам агротехніка. Головною умовою високої приживлюваності лісових культур на пісках в умовах Степу є глибокий обробіток ґрунту (40–70 см), що сприяє розвитку кореневих систем і поширенню їх у більш глибокі шари, що не пересихають під час посух. Об'ємна вага (щільність) пісків становить 1,59–1,66 г на см³, у той час, як для суглинистого чорнозему цей показник становить 1,1–1,4 г на см³, для сосни звичайної критичним за сухих умов є значення 1,6 г на см³.

2. Недоцільним є вирощування лісових культур у борознах із доглядом у смугах борозен у межах 50–60 см, оскільки слабку кореневу систему мають рослини в культурах по борознах із частковим доглядом у межах рядів, що спричинено висушуванням трав'яною рослинністю.

3. Використання торфу для підживлення культур сосни за сухих умов має позитивний вплив лише до першої тривалої посухи.

4. Механізована посадка лісових культур має високу ефективність на глибоко обробленому ґрунті.

5. Догляд необхідно проводити з першого року створення і до змикання, суцільний догляд у міжряддях із дискуванням необхідно розпочинати з 1–3 річного віку. У рядових культурах, на площах з типчаково-чебрецевим покривом, догляд проводять у смузі завширшки 1,5 м, з пирієм та куничником – 1,75–2,0 м, полинево-різнотравним покривом – 0,5 м із суцільним однодворазовим дискуванням міжрядь, а в культурах площадками відповідно від 1,5х1,5 м до, 2,5х2,5 м із суцільним дискуванням міжрядь.

6. Загущені лісові культури у віці «жердняка» мають погіршений ріст як наземної, так і підземної частин і можливі масові відпади, тому збільшення посадкових місць є недоцільним.

7. Доповнення та виправлення культур старше 10 років є недоцільним із кількох причин: по-перше, трудомісткість і економічні витрати; по-друге, старіша частина деревостану висушує верхній шар ґрунту.

8. Важливо проводити обстеження на наявність коренегризучих шкідників, які можуть спричиняти обмеження розвитку кореневих систем і, як наслідок, загибель лісових культур.

9. Досвід відтворення сосняків на згарищах Південного Степу вказує на успішний результат створення культур сосни звичайної та кримської на другий рік після пожежі дворічними сіянцями з відкритою кореневою системою з обробітком ґрунту в

розвал дисковою бороною та механізованим садінням. Найгірший результат отримано з обробіткою ґрунту ПКЛ-70 на глибину до 5 см та без обробітки ґрунту – відповідно 10–30 % та 0–20 %.

10. Окрім впливу способів обробітки ґрунту, виду садивного матеріалу та агротехніки створення культур значну роль відіграє мезо- та мікрорельєф.

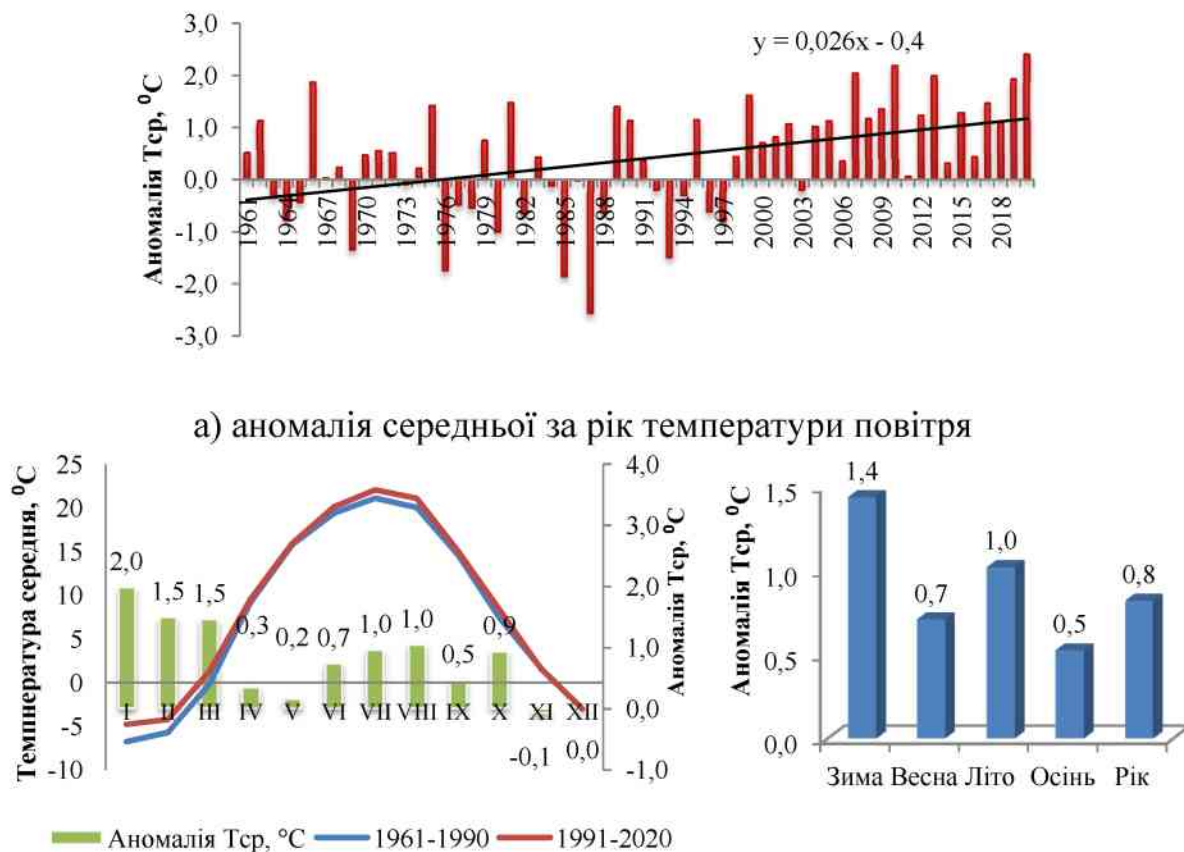
2. ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ І ЛІСОВИРОЩУВАННЯ В ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кліматичні чинники відіграють значну роль у формуванні лісових екосистем. Ступінь лісистості території, межа поширення лісів, їх видовий склад, продуктивність лісу значною мірою залежать від розподілу сонячної енергії, тепла, вологи, вітру. Вони визначають тривалість та теплозабезпеченість вегетаційного періоду, оптимальні умови для різних видів рослин, поширення шкідників, хвороб, ризик виникнення і поширення лісових пожеж.

Визначальну роль у рості й розвитку рослин відіграє температура повітря. В період вегетації лісові масиви можуть акумулювати від 20 до 45% сонячної радіації. Із зростанням температури швидкість біохімічних процесів збільшується. Проте для кожного виду існує своя термічна межа, після якої процеси життєдіяльності рослини сповільнюються. Таке явище спостерігається за температури 30–35 °С. Важливу роль під час вирощування лісу має не лише температура, а й усі види атмосферної вологи та вітер. Метеорологічні умови формують сприятливе середовище для виникнення і поширення пожеж. Найважливішими серед них є ті, що визначають процеси висихання – зволоження лісових горючих матеріалів. До них належать: температура повітря, відносна вологість або дефіцит вологості повітря, режим випадіння опадів, вітровий режим, число днів із грозою, а також тривалість теплого сезону, вегетаційного періоду та ін. Саме ці чинники формують пожежну небезпеку лісу за умов погоди та визначають ризики пожеж.

Зміна термічного режиму та режиму зволоження впливає на швидкість біохімічних процесів, ріст, розвиток та формування продуктивності рослин, поширення шкідників, хвороб, ризик виникнення лісових пожеж.

Упродовж останніх десятиріч у Луганській області спостерігаються суттєві зміни термічного режиму та режиму зволоження. Проведений аналіз величини середньої за рік приземної температури повітря та її аномалії щодо кліматичної норми (1961–1990 рр.) в Луганській області у 1991–2020 рр. показав, що їхні значення в регіоні упродовж вказаного періоду суттєво збільшуються (рис. 2.1). Останні тридцять років (1991–2020 рр.) та 2020 рік виявилися найтеплішими з 1961 року і, ймовірно, за увесь період інструментальних спостережень за погодою. Безперечно, що за останні три десятиріччя середня за рік температура повітря в області підвищилась. Цей ріст становив $0,8^{\circ}\text{C}$ відносно кліматичної норми (1961–1990 рр.) і був меншим, ніж у середньому по Україні за аналогічний період ($1,2^{\circ}\text{C}$).



Найбільший внесок у зміну середньої за рік приземної температури повітря в регіоні мали зимовий та літній сезони (рис. 2.1). Їхня середня температура зросла, відповідно, на 1,4 °C та 1,0 °C. Водночас найсуттєвіше підвищилась температура повітря в січні (2,0 °C). Середня за весну температура збільшилась на 0,7 °C. Цей ріст значною мірою зумовлений підвищенням температури у березні (1,5 °C). Температура повітря восени змінилась несуттєво (0,5 °C). У листопаді та грудні середня за місяць температура повітря не змінилась (рис. 2.1).

Ріст середньої за рік та місяць приземної температури повітря у Луганській області зумовлений збільшенням максимальної та мінімальної температури повітря впродовж усього року. За останні тридцять років середня за рік максимальна і мінімальна температура в регіоні збільшилася на 0,8 та 1,1 °C, відповідно. Найбільший ріст максимальної температури відзначають влітку (1,1 °C), з максимумом (1,4 °C) у липні, а мінімальної – взимку (1,5 °C) з максимумом (2,6 °C) у січні. Весною середня максимальна температура виросла на 1,0 °C, а мінімальна на 0,9 °C. Восени екстремальна температура повітря змінилися несуттєво (0,5 °C, відповідно), за цих обставин ріст мінімальної температури був більш суттєвим, ніж максимальної.

Значне зростання максимальної і мінімальної температури повітря в холодний період року упродовж останніх тридцяти років зумовило зменшення кількості морозних днів ($T_{\text{мін}} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) та очевидне збільшення максимальної тривалості безморозного періоду майже на тиждень за десять років, зменшення кількості днів із температурою нижче -10 °C та -20 °C. Підвищення температури повітря в холодний період, яке супроводжувалось зменшенням швидкості вітру, зумовило зменшення суворості зими.

Наслідком зростання температури повітря на Луганщині упродовж останніх тридцяти років стало збільшення тривалості теплого та вегетаційного періодів (на 9,0 та 6,0 днів за 10 років,

відповідно), збільшення кількості літніх днів (2 дні за 10 років). Ріст максимальної температури зумовлений збільшенням кількості спекотних днів, коли максимальна температура повітря перевищувала 25 °C та 30 °C. Найінтенсивніший ріст, як і в інших регіонах, характерний для температури понад 25°C. Для цієї градації також характерний найсуттєвіший ріст середньої максимальної за місяць тривалості періоду з такою температурою та кількості таких періодів.

Значну роль у формуванні погоди і клімату відіграє атмосферна волога та її вологообіг. Вона впливає на всі складові кліматичної системи, формуючи їхні головні риси та особливості. Важливою характеристикою зволоження є опади, які являються головним джерелом поновлення водних запасів і вологи в ґрунті. Загальні уявлення про зміну кількості опадів у Луганській області дає аналіз часових рядів просторового розподілу середніх річних і сезонних значень кількості опадів та їхньої аномалії. За одиницю вимірів прийнято середню багаторічну кількість опадів за рік або сезон. Сезонна і річна кількість опадів являють суму добової кількості опадів за відповідний період. Аномалії опадів – відносні величини зміни їхньої кількості за рік, сезон у сучасний кліматичний період (1991–2020 рр.) щодо базового кліматичного періоду (1961–1990 рр.), представлені у відсотках (рис. 2.2).

На відміну від температури повітря річна кількість опадів у Луганській області з середини ХХ століття змінювалась не суттєво (рис. 2.2). Проте в сучасний кліматичний період опадів за рік стало на 4 % менше, ніж у базовий. Для опадів такі зміни є несуттєвими і знаходяться в межах їхньої природної мінливості. За таких обставин у сучасний кліматичний період, порівняно з базовим, відбувся перерозподіл опадів між сезонами та місяцями. Відзначено підвищення їхньої кількості восени, особливо у вересні та жовтні (майже на 28 % та 27 %, відповідно) та зменшення зимою (найбільше у грудні та січні), влітку (особливо у серпні), а також у листопаді та квітні. Останнє десятиріччя (2011–2020 рр.) в області виявилось не лише найтеплішим, а й

найпосушливішим із 1961 року, а можливо і за увесь період інструментальних спостережень за погодою. Найбільший дефіцит річної кількості опадів (-60%) спостерігався у 2020 році (рис. 2.2).

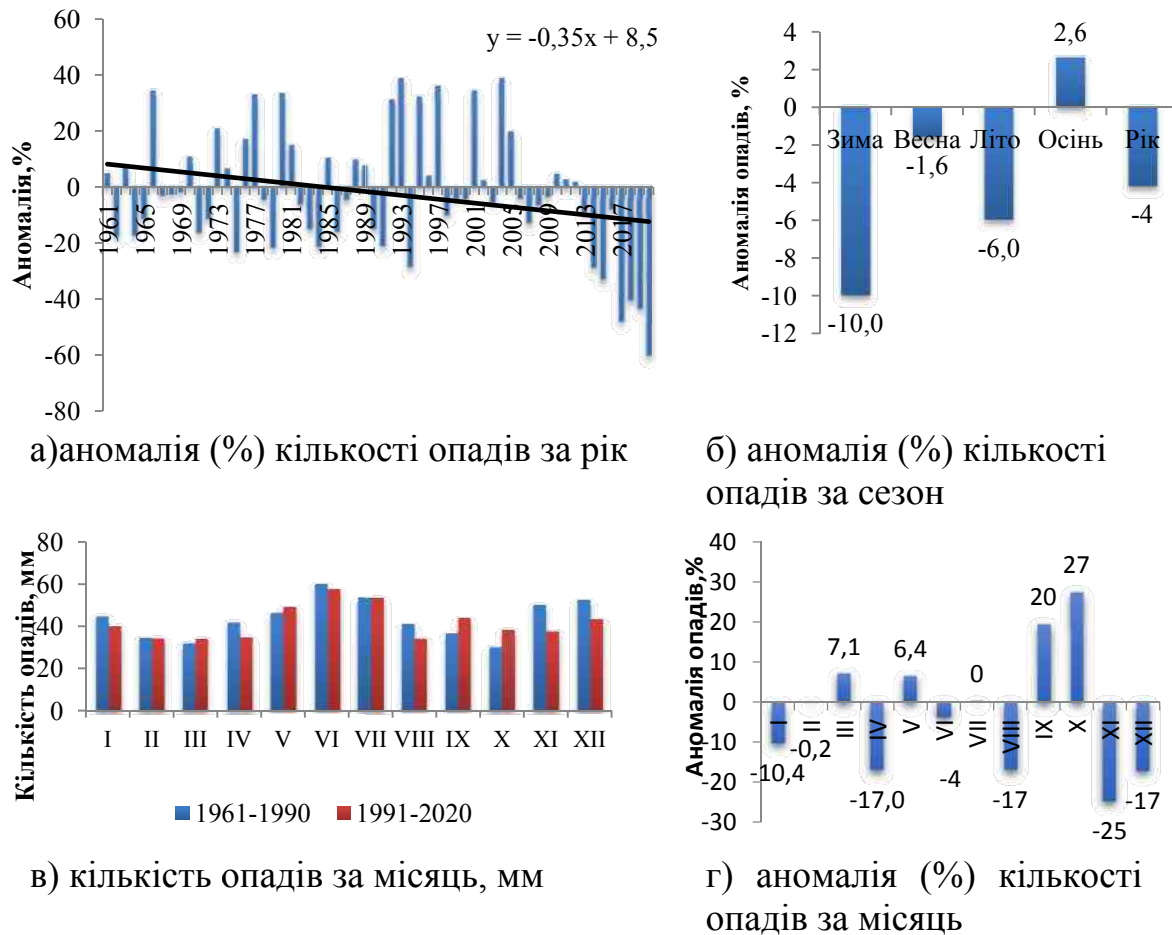


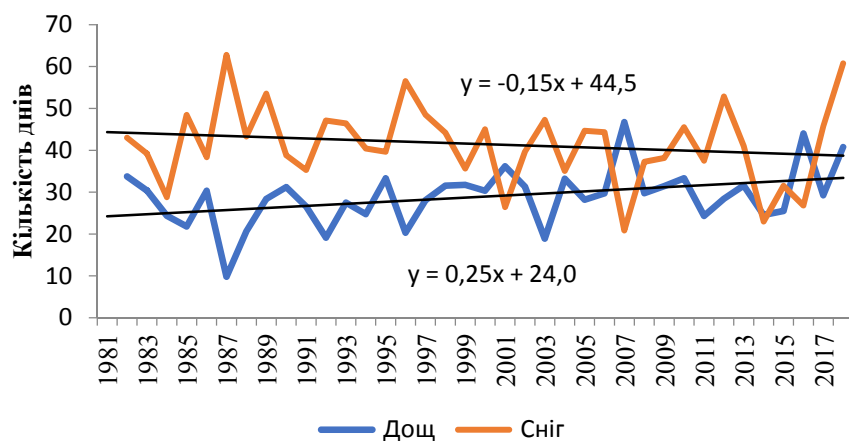
Рис. 2.2. Зміна режиму зволоження в Луганській області у 1991–2020 рр. порівняно з 1961–1990 рр.

Підвищення температури повітря, що супроводжується дефіцитом вологи продовж останніх десятиріч зумовлює зростання посушливості в регіоні: зростає випаровуваність, збільшується кількість днів без опадів, максимальна тривалість бездощового періоду та кількість днів із атмосферною посухою (5 днів/10 років). Зростає і пожежна небезпека за умов погоди, про що свідчить збільшення максимальної за добу величини значення цього класу та кількості днів із надзвичайним класом пожежної небезпеки (2–4 дні / 10 років).

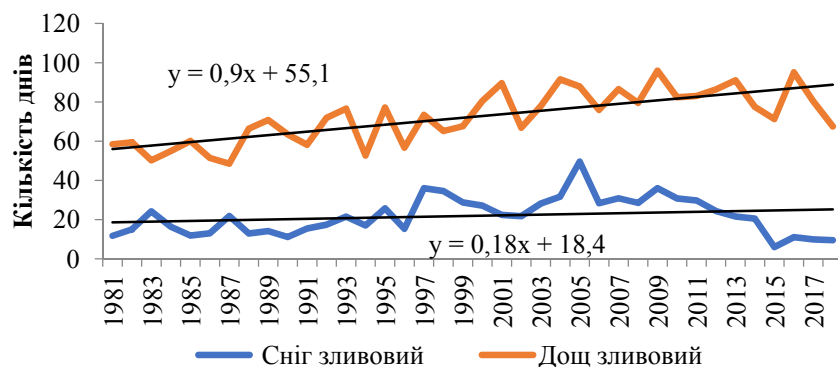
Підвищення температури повітря, особливо мінімальної, у холодний період зумовило на значній території України зміну структури опадів – збільшення частки рідких опадів і зменшення

твердих. Такі ж тенденції характерні і для Луганської області. Вони зумовили зменшення висоти снігового покриву та тривалості його залягання. Збільшується й інтенсивність опадів, про що свідчить зростання повторюваності кількості днів із зливовим дощем та снігом – 9 та 2 дні за 10 років, відповідно (рис. 2.3). Водночас інтенсивність дощу зростала значно швидше, ніж снігу. Слід зазначити, що протягом останніх десяти років, які були найтеплішими і посушливими, інтенсивність опадів в області зменшувалась.

Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективне накопичення вологи в ґрунті зумовило, разом з іншими чинниками, збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ.



а) кількість днів із дощем та снігом у холодний період



б) кількість днів із зливовим дощем та зливовим снігом за рік

Рис. 2.3. Зміна структури та інтенсивності опадів у Луганській області

Як показали попередні дослідження, ріст температури повітря у теплий період в Україні супроводжується ростом вологовмісту тропосфери. Такі зміни зумовили зростання конвективно доступної потенційної енергії атмосфери, швидкості висхідних потоків, підвищення рівня конденсації та рівня конвекції і зумовили збільшення нестійкості атмосфери та інтенсивності конвекції. Внаслідок таких змін у Луганській області зросла повторюваність та інтенсивність конвективних явищ погоди, зливова складова опадів. Упродовж останніх трьох десятиріч збільшилось число днів із грозою, зливою, градом, шквалом (рис. 2.4).

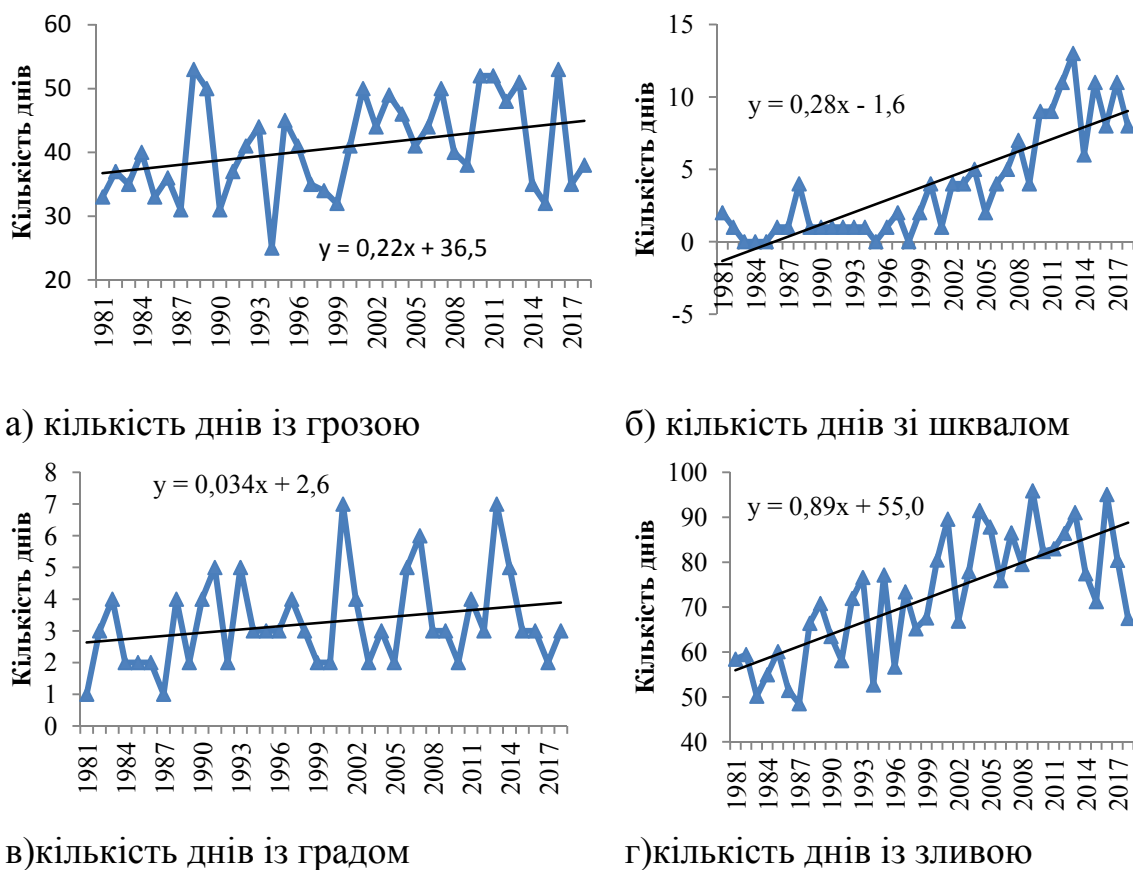
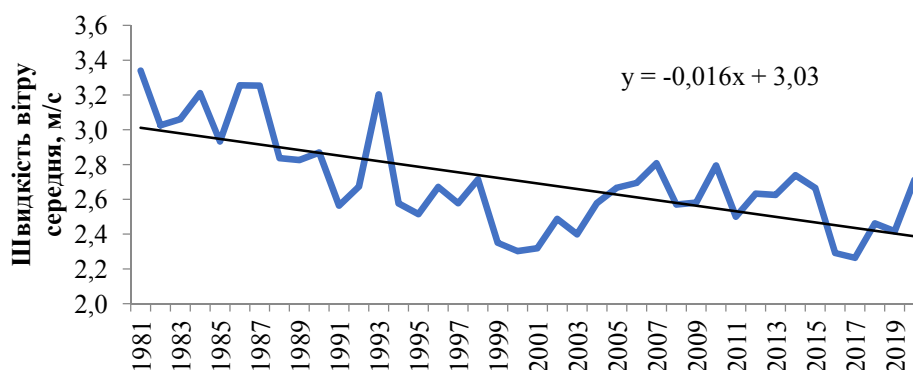


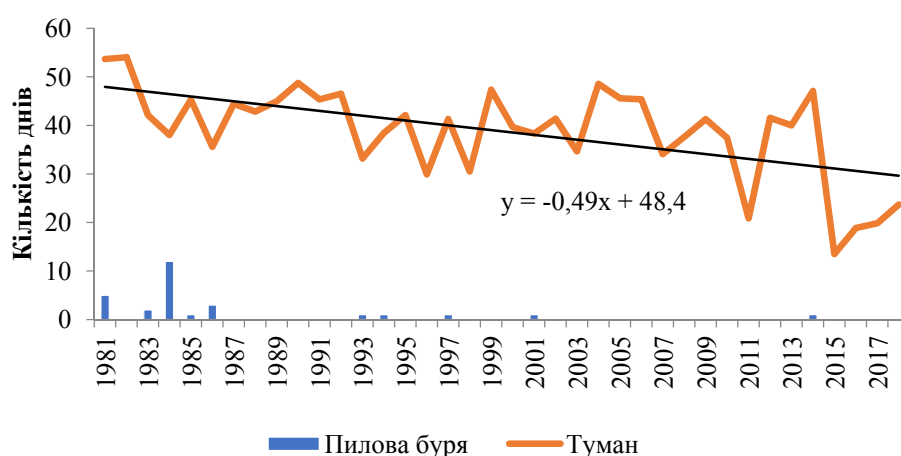
Рис. 2.4. Зміна повторюваності та інтенсивності конвективних явищ погоди

Але не для всіх явищ погоди відзначають тенденцію до зростання їхньої повторюваності та інтенсивності. Так, зменшення як середньої, так і максимальної швидкості вітру протягом усього року зумовило зменшення кількості явищ погоди

пов'язаних із вітром, зокрема пилових бур та хуртовин. Зменшується також число днів із туманом (рис. 2.5).



а) швидкість вітру середня



б) кількість днів із пиловою бурею та туманом

Рис. 2.5. Міжрічна мінливість середньої за добу швидкості вітру та кількості днів із пиловою бурею і туманом

Оскільки причиною швидкої зміни клімату є антропогенна діяльність людини та викиди парникових газів, що вже не викликає сумнівів, оцінювання можливої зміни кліматичної системи здійснювали з урахуванням сценаріїв розвитку людства. Для оцінювання ймовірних змін клімату МГЕЗК запропонувала сценарії викидів (SRES), сценарії впливу або репрезентативні траєкторії концентрацій (RCP) та соціо-економічні сценарії (SSP), які охоплюють широкий діапазон можливих викидів парникових газів. За даними МГЕЗК до середини 21 століття зміни клімату за різними сценаріями суттєво не відрізнятимуться. В цій роботі обчислювали проєкції зміни стану кліматичної системи для

сценарію викидів SRES A1B, який передбачає зростання кількості населення до середини XXI ст. з подальшим зменшенням. Відповідно до сценарію A1B концентрація основних парникових газів в атмосфері до 2100 року збільшиться порівняно з базовим 1990 р.: CO₂ у 2,03, CH₄ у 1,16 і N₂O у 1,21 рази. Концентрація основних парникових газів в атмосфері у 1990р. становила: CO₂ – 353 млн⁻¹, CH₄ – 1700 млрд⁻¹ і N₂O – 308 млрд⁻¹.

Кліматичні прогнози, що відповідають сценаріям, прийнято називати «сценарними проєкціями», оскільки вони орієнтовані на певний сценарій впливу на кліматичну систему і тому являються його проєкцією. На відміну від прогнозів, що базуються на фактичних даних, сценарні прогнози є умовними, оскільки невідомо за яким сценарієм буде розвиватись людство.

Обчислення проєкцій зміни показників термічного режиму, режиму зволоження, вітру в Луганській області здійснювали за даними регіональної кліматичної моделі REMO- ECHAM5, яка має найменші абсолютні та середньоквадратичні похибки як для температури, так і для опадів в Україні і може використовуватись для аналізу та оцінювання можливої зміни клімату в її регіонах. Розрахункові дані отримані в рамках Європейського проєкту FP-6 ENSEMBLES з роздільною здатністю 25 км.

Аналіз отриманих результатів показав, що до середини XXI ст. у Луганській області за реалізації сценарію викидів A1B можна очікувати подальше підвищення температури повітря (табл. 2.1). Середня, максимальна та мінімальна за рік та сезон приземна температура збільшиться порівняно з 1981–2010 рр. Середня за рік температура повітря може зрости на 1,4 °C і до середини століття становитиме 9,7 °C, як у Запорізькій області у 1981–2010 рр. Ріст мінімальної температури випереджатиме ріст максимальної майже протягом усього року, за винятком літніх місяців. Їхні середні багаторічні значення за рік зміняться на 1,5 °C та 1,3°C і становитимуть 5,0 °C та 14,6 °C, відповідно, у 2021–2050 рр. Найбільші зміни температури повітря очікуються взимку та восени. Зима може стати теплішою на 1,9 °C, а її

середні багаторічні значення становитимуть $-2,3^{\circ}\text{C}$. Така температура взимку спостерігалась на півдні Одеської та Херсонської областей у 1981–2010 рр. Ріст середньої мінімальної температури в області може перевищити $2,0^{\circ}\text{C}$ ($2,2^{\circ}\text{C}$), максимальна збільшиться на $1,8^{\circ}\text{C}$. Як наслідок, середні багаторічні значення максимальної температури взимку в Луганській області до середини століття можуть стати додатними і сягати $0,7^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Середні багаторічні значення середньої, мінімальної та максимальної приземної температури повітря за сезон, рік у 1981–2010рр. та проєкції їх зміни, значимість цих змін (p^*) та можливі значення у 2021–2050рр.

Сезон, рік	Середня температура				Мінімальна температура				Максимальна температура			
	1981- 2010	відхилення		2021- 2050	1981- 2010	відхилення		2021- 2050	1981- 2010	відхилення		2021- 2050
		$^{\circ}\text{C}$	p^*			$^{\circ}\text{C}$	p^*			$^{\circ}\text{C}$	p^*	
зима	-4,2	1,9	0,00	-2,3	-7,1	2,2	0,00	-4,9	-1,1	1,8	0,00	0,7
весна	8,5	0,9	0,00	9,4	3,3	0,9	0,00	4,2	14,1	0,7	0,00	14,8
літо	20,6	1,1	0,00	21,7	14,3	1,0	0,00	15,3	27,3	1,1	0,01	28,4
осінь	8,1	1,7	0,00	9,8	3,6	1,7	0,00	5,3	13,0	1,7	0,00	14,7
рік	8,3	1,4	0,00	9,7	3,5	1,5	0,00	5,0	13,3	1,3	0,00	14,6

p^* - значущість зміни

Весна на Луганщині може стати на $0,9^{\circ}\text{C}$ теплішою. Очікується, що середня максимальна температура весною може зрости на $0,7^{\circ}\text{C}$, а середня мінімальна на $0,9^{\circ}\text{C}$ і досягти $14,6^{\circ}\text{C}$ та $4,2^{\circ}\text{C}$, відповідно. Такі температури були характерні весною 1981–2010 рр. для Донецької, Запорізької, Дніпропетровської областей. Середня та середня максимальна і мінімальна за літо температура повітря у 2021–2050 рр. може зрости на $1,0$ – $1,1^{\circ}\text{C}$ щодо 1981–2010 рр., а середня за осінь – на $1,7^{\circ}\text{C}$.

Суттєве підвищення максимальної та особливо мінімальної температури повітря у Луганській області може призвести до значного (23 дні), зменшення числа днів із морозом у холодний період і до середини століття їхня кількість може досягти 104 дні.

Незаперечним є той факт, що днів із температурою повітря нижче -10°C у середині ХХІ ст. буде майже на тиждень менше ($-6,2$ дні). Зменшиться і число днів із морозом -20°C та нижче. Отже, періоди з екстремально-холодною температурою відзначатимуть і в середині ХХІ ст., але їхні негативні наслідки можуть бути більш значними, оскільки хвилі холоду спостерігатимуться на фоні більш високої температури повітря.

Слід зауважити, що в Луганській області до середини ХХІ ст. може збільшитись тривалість теплого періоду. Порівняно з 1981–2010 рр. він може стати довшим майже на три тижні ($+20,0$ днів). Також має місце збільшення кількості літніх днів ($+15,7$ днів), тривалості періоду вегетації холоднолюбних ($+15,0$ днів) та теплолюбних рослин ($+11,7$ днів). Майже на два тижні в області може вирости і число днів із максимальною температурою понад 25°C . Найбільші зміни очікуються у серпні та червні.

Імовірно, що кількість опадів за рік в Луганській області збільшиться майже на 5 % до середини ХХІ ст. (табл. 2.2). Цей ріст значною мірою буде зумовлено збільшенням кількості опадів взимку майже на 17 %. В інші сезони кількість опадів суттєво не зміниться.

Таблиця 2.2

Проекції зміни середніх багаторічних значень кількості опадів за рік та сезон у 2021–2050 рр. щодо 1981–2010 рр. у Луганській області

Сезон, рік	Кількість опадів, мм			
	1981-2010 рр.	відхилення		2021-2050 рр.
		%	p^*	
зима	126	17,0	0,045	147
весна	120	-4,5	0,526	115
літо	161	5,1	0,593	169
осінь	133	-2,6	0,774	130
рік	540	4,7	0,314	565

p^* - значущість зміни

Очікується, що до середини століття у Луганській області збільшиться інтенсивність опадів. Вірогідно, максимальна кіль-

кість опадів за добу зросте майже на 10 %. Збільшиться також кількість днів із опадами, що мають велику інтенсивність, особливо понад 30 мм за добу.

За таких умов збільшиться майже на третину (33,5 %) кількість посушливих днів. Проте швидкість вітру як середня, так і максимальна за добу, дуже ймовірно продовжуватиме зменшуватись і до середини століття. Такі зміни можуть зумовити подальше зменшення кількості явищ погоди пов'язаних із вітром та, разом із ростом температури, до зменшення суворості зими та збільшення комфортності зимового та перехідних сезонів.

Отже, зміна клімату, яка спостерігається на нашій планеті, відбувається і в Луганській області. Протягом останніх десятиріч в області суттєво змінився термічний режим, режим зволоження, вітру, повторюваність екстремальних і небезпечних явищ погоди. До середини XXI ст. за збалансованого розвитку суспільства (сценарій A1B) в області можна очікувати подальше підвищення як середньої, так і максимальної та мінімальної температури протягом усього року, проте найбільші зміни можливі зимою та восени. Значний ріст температури повітря у перехідні сезони може зумовити збільшення тривалості теплого періоду та літнього сезону, що приведе до суттєвого збільшення тривалості періоду вегетації як холоднолюбних, так і теплолюбних рослин. Цей ріст буде відбуватись в основному за рахунок продовження періоду активної вегетації восени, хоча розвиток рослин може починатись також раніше. Ранній початок періоду вегетації рослин може створити загрозу їх пошкодження пізніми весняними заморозками. У Луганській області також можна очікувати збільшення числа спекотних днів із максимальною температурою понад 25 °C та тривалості спекотного періоду, що вплине на продуктивність лісу.

Підвищення максимальної та мінімальної температури повітря взимку, зменшення кількості морозних днів можуть призвести до подальшого зменшення тривалості зими та її суворості. Зміна термічного режиму в цей сезон може також

зумовити зміни структури опадів: збільшення числа днів із дощем і зменшення числа днів зі снігом, збільшення повторюваності зливового та мокрого снігу, налипання мокрого снігу, ожеледі. Кількість опадів за рік варіюватиме несуттєво, проте спостерігатиметься їхня значна неоднорідність протягом року, від одного місяця до іншого. Зима може стати більш вологою і м'якою.

Резюмуючи наведений аналіз негативних змін клімату для цілей лісовідновлення, необхідно констатувати, що в Луганській області збільшилася середньорічна температура на 0,8 °C, проте суттєве потепління відбулося у березні (1,5 °C), що свідчить про більш ранній початок пожежонебезпечного періоду (на 9 днів) та лісокультурної кампанії. Максимальна температура збільшилася на 1,4 °C в липні, що призвело до зростання кількості спекотних днів вище 25–30 °C у тіні. Відбулося скорочення річної кількості опадів на 4 %, за цих обставин опади зменшуються найбільше на весні та влітку – критичні періоди для розвитку лісових культур. У 2020 році дефіцит річних опадів становив безпрецедентні 60 %, що визначило високі ризики пожеж. На цьому фоні зросла посушливість клімату, випаровуваність та кількість днів із атмосферною вологою на 5 днів. Зросла кількість днів із надзвичайною пожежною небезпекою. Надалі – до середини ХХІ століття відбулося підвищення посушливості (на 35 днів), насамперед весною та влітку, що несе додаткові ризики для виживання лісових культур, тривалості пожежонебезпечного періоду та зростання пожежної небезпеки.

Лісівники всіх країн світу визнають проблему зміни клімату як головний чинник, що визначатиме або обмежуватиме створення, розвиток, стійкість та загибель лісів. Сучасна кліматична наука здатна тільки визначити тенденції змін клімату, які викладені у цьому розділі вище, проте не здатна точно визначити інтенсивність цих змін. Тому більшість практичних лісівничих рішень щодо лісовідновлення та формування лісів націлені на створення максимально різноманітних за складом та

структурою насаджень, які включають декілька деревних видів та декілька ярусів. Вважається що, якщо зміни клімату призведуть до всихання або випадання одного з видів зі складу, то інші структурні елементи або види залишаться і, таким чином, збережеться лісове середовище. Ці види мають гармонійно співіснувати, тобто не конфліктувати за воду й елементи живлення в кореневій сфері та за простір і світло в кронах. Штучно створити, сконструювати такі оптимальні за структурою та складом насадження практично неможливо. Єдиним загальноприйнятним шляхом створення та формування стійких до змін клімату насаджень є використання та сприяння утворенню природного поновлення лісу. Здебільшого в розвинутих країнах природне поновлення становить 60–90 % фонду лісовідновлення.

У контексті загрози пожеж, на цьому етапі зрозуміло, що мегапожежі, які спостерігаються останніми роками у Південній Європі, США, Австралії, внаслідок змін клімату за своєю силою та швидкістю значно перевищують можливості навіть надсучасної техніки розвинутих країн для гасіння пожеж, зокрема й пожежної авіації. Єдиним визнаним у світі рішенням для захисту населених пунктів від лісових пожеж та зменшення наслідків пожеж для лісів є формування пожежостійкого ландшафту. Це означає створення мозаїки соснових та листяних лісів у ландшафті, які не створюють умов для розвитку інтенсивних пожеж та полегшують їхнє гасіння. Біля населених пунктів насадження повинні мати відкриту структуру, яка не підтримує розвиток верхової пожежі.

3. ДОСВІД ПОСТПОРОГЕННОГО ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ НА ПІЩАНИХ АРЕНАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1. Досвід відтворення лісів на згарищах 1996 року

Вивчення досвіду заліснення згарищ та природного поновлення проводили на ділянках лісових культур на площі, пройденою пожежею 1996 року, у межах Новокраснянського лісництва ДП «Кремінське ЛМГ». Рельєф території горбистий. Після пожежі, уникаючи загрози повторного розвіювання пісків, було застосовано масивні насадження. Недоліком їх є те, що масивні високозімкнуті соснові насадження, порівняно із смуговими та кулісними, витрачають більшу кількість вологи і у віці 25–40 років ослаблюються та всихають куртинами від нестачі вологи та пошкоджень кореневою губкою, пильщиком-ткачем, вершинним короїдом тощо.



**Рис. 3.1. Ушкодження соснових насаджень на згарищах
1996 року пильщиком-ткачем**

Обстеження ділянок показало, що загальний вигляд лісових культур ослаблений: зріджені, хвоя слаборозвинена, світлого кольору, коротка, як реакція пристосування до жорстких умов – дерева плодоносять у віці 25 років. На буграх насадження більш зріджені, а в пониженнях – густіші. Підстилка у зріджених насадженнях фактично відсутня. У густішій частині насадження підстилка завтовшки 0,5–1 см, слабо розкладена, пухка. Досвід

використання сосни кримської не дав позитивних результатів і, в підсумку, сосну кримську замінили сосною звичайною.



Рис. 3.2. Культури сосни, створені на згарищі 1996 р.

У пониженнях (котловинах, западинах) характерною особливістю є формування місць концентрації поверхневого стоку, де відбувається нашарування органічних решток і мінеральної частини ґрунту. У западині за рахунок нагромадження води під час злив відбулося підтоплення і затоплення кореневих систем, внаслідок чого насадження куртинно загинули. У трав'яному покриві переважає куничник. На таких ділянках можна не створювати лісових культур сосни, а залишати трав'яний покрив, який буде захищати ґрунти від ерозії.



Рис. 3.3. Загибель лісових культур сосни у пониженнях (котловинах) внаслідок вимокання та ущільнення ґрунту

На ділянках, пройдених пожежею, але в понижених місцях, де зростали мішані насадження, відбулося успішне природне поновлення листяних – вільха, в'яз, береза, осика, клен татарський, терен, глід.



а)



б)

Рис. 3.4. Відновлення листяних насаджень в улоговинах та інших пониженнях (а – відновлена ділянка згарища 1996 року; б – улоговина на згарищі 2020 року із листяними видами на наступний рік після пожежі)

Мозаїчне формування рослинного покриву внаслідок строкатості лісорослинних умов підтверджують результати вивчення природного поновлення сосни звичайної на прилеглих до лісового фонду колишніх пасовищах (стіна лісу від кварталу 41 виділу 2 Боровенського лісництва ДП «Кремінське ЛГ»). Характерною особливістю є поява природного поновлення за найбільш сприятливих умов мікрорельєфу, що характеризується різними умовами водопроникності. Максимально рясне природне поновлення сосни звичайної на колишньому пасовищі має місце на відстані 30–50 м від стіни лісу.

Таким чином, на постпірогенних ділянках за наявності джерел насіння або живих материнських дерев на пісках формується успішне природне поновлення сосни та листяних видів на транзитних схилах піщаних дюн (бугрів) та у понижених

місцях рельєфу. На вершинах бугрів соснові культури суттєво самозріджуються і поступово гинуть, що зумовлено нестачею вологи. За такої умови утворюється мозаїка лісових та трав'яних ділянок.



Рис. 3.5. Поширення природного поновлення сосни звичайної від стіни лісу. Обмежувальним чинником поширення поновлення є випас худоби й ущільнення ґрунту

Отже, досвід залісення згарищ 1996 року свідчить, що на вершинах бугрів, де в ґрунті недостатньо вологи для росту лісу, недоцільно проводити заходи з лісовідновлення, якщо їх площі незначні і не має загрози роздмухування пісків. В окремих випадках доцільно створення рідких лісових культур сосни або посадки куртинного типу, які згодом, після відмирання сосни у найпосушливіших біотопах, сформують мозаїку лісових та трав'яних рослинних угруповань відповідно до режиму зволоження, що є природним для регіону. На транзитних схилах піщаних бугрів із достатньою водозабезпеченістю доцільно створювати соснові або мішані насадження, які будуть стримувати вітрову та водну ерозію ґрунту. Листяні насадження (куртини) добре поновлюються вегетативно і заходів із лісовідновлення не потребують.

3.2. Передумови відновлення лісів на згарищах 2020 року

Вивчення лісорослинних умов на згарищах 2020 року Луганщини вказує, що на бугристих за рельєфом пісках утворилися досить строкаті умови місцезростання. Відмінності серед елементів піщаних арен щодо постпірогенного відновлення рослинного покриву не відзначено, а їх вплив проявляється у різній продуктивності насаджень (бонітеті). Однак значний вплив на відновлення рослинності мають умови мікрорельєфу, що зумовлено бугристим рельєфом.

Гумусовий шар має потужність від 2,5 см на бугрі до 20 см у пониженнях (западина, куди з бугрів спрямовувався поверхневий стік і переносилися органічні речовини й формували шарувату структуру органічних і мінеральних частин). Дослідження ґрунту за прикопками підтверджує пошарове чергування органічної та мінеральної складових. Максимальний шар гумусованого горизонту в западинах може сягати 40 см. Відсутність гумусового горизонту відзначено на локації, де внаслідок низової пожежі він вигорів повністю. На всіх ділянках присутній шар сажі, що впливає на інфільтрацію опадів – у перші роки створює слабопроникний для води шар на поверхні ґрунту, а надалі вимивається. Таким чином, необхідно проводити належний обробіток ґрунту під час створення лісових культур або ж заходи сприяння природному поновленню із нарізання неглибоких борозенок.

На всіх елементах рельєфу піщаних дюн відбувається формування природного поновлення (за наявності насінників), на місцях вигорілих пеньків і на інших мікропониженнях, де відбувається накопичення води.

Водопоглинання та водозабезпечення ґрунту має значну строкатість, що зумовлено строкатістю механічного складу ґрунту, наявністю сажі тощо. Під час опадів за умов утворення пилюватої структури поверхневого шару ґрунту вода слабо поглинається. Якщо має місце злива, то значна частина води

стікає у западини, де за наявності ущільнення підґрунтя на певний час затримується (не може бути поглинута) та призводить до вимокання рослин, за винятком куничника. Водопроникність у межах локацій: мінімальна $3,0\text{--}7,8 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$. (на горбистих ділянках локацій), а максимальна – $18,6\text{--}46,9 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$.



Рис. 3.6. Формування природного поновлення у мікропониженнях

Значну роль у постпірогенному відновленні територій, пошкоджених пожежами, відіграє надґрунтовий трав'яний покрив. Кореневі системи трав мають заглиблення від 7–8 до 22 см (пирій). Трав'яний покрив має строкате покриття залежно від рельєфу: від 3–5 % на підвищеннях до 10–100 % у пониженнях (куничник). Формування щільного трав'янистого покриву сприяє біологічному закріпленню піщаних земель і захисту їх від дефляції.

Вивчення ділянки із поновлення шелюги у Піщаному лісництві ДП «Новоайдарське ЛМГ (рис. 3.7) показало, що вона має основну масу коріння на глибині до 10 см, а надземна частина має значну густоту (в одному кущі до 90 стовбурів заввишки від 1,0 до 1,5 м). За умов виникнення вогнищ дефляції шелюга є дієвим біологічним методом закріплення пісків і добре поновлюється вегетативним шляхом після пожеж.



Рис. 3.7. Природне поновлення шелюги після пожежі

Результати досліджень і виробничий досвід свідчать, що лісові культури, які створювалися на згарищах 25-річної давнини, мають слабкий розвиток, спричинений недорозвинутими кореновими системами, які частково травмовані під час посадки й не здатні досягнути водоносного шару через ущільнений горизонт. Порівняно із лісовими культурами природне поновлення сосни має успішний (не травмований) розвиток кореневої системи, яка здатна подолати ущільнені горизонти і, як наслідок, у 7-річному віці сягає 57 см, а у 9-річному – 64 см. Враховуючи цю здатність, важливо вжити заходів із збереження наявного природного поновлення під час планування заходів із очищення згарищ від згорілої деревини та подальшого відновлення лісових ділянок. А під час створення лісових культур необхідно проводити глибокий обробіток ґрунту, що дозволить розрихлити ущільнений шар на пісках і сприятиме проникненню коренових систем деревних рослин до водоносних шарів.



Характеристика кореневої системи: Довжина надземної частини стовбурця – 86 см, глибина проникнення кореня – 64 см, поширення коріння у ПнЗх на пряму горизонтальної площини – на 38 см, у ПнСз і ПдЗх – по 15 см. Товщина кореневої шийки – 2,2 см. Вік – 9 років.

Характеристика зміни вологості у прикопці: Вологість верхнього шару – 11 %, на глибині 10 см – 11 %, на глибині 30 см – 16 %, на 45 см – 19 %, на 60 см (підстилаючий піщаний горизонт) – 5-11 %.

Зниження вологості із глибиною пов'язане зі зміною структури піщаного горизонту і його крупнозернистості.

Рис. 3.8. Поширення кореневої системи сосни звичайної: вік природного поновлення – 7 років, висота рослини – 153 см, глибина проникнення кореневої системи – 57 см, поширення кореневої системи у ряду 38 см та міжряддях – 80 см, товщина кореневої шийки – 2,5 см

На горбистому рельєфі звертає на себе увагу особливість розподілу рослинного покриву залежно від експозиції схилу – на південній частині рідка або відсутня, на північній – більшість рослин збереглися. У такому випадку, під час створення лісових культур варто збільшувати відстань між посадковими місцями на

верхній частині схилів південної експозиції бугрів та не проводити доповнення лісових культур у разі відпаду.



Рис. 3.9. Особливість розподілу рослинного покриття на горбистому рельєфі залежно від експозиції схилу

На згарищах 2020 року спостерігається поширення гриба Ризина хвиляста (*Rhizina undulata* (ex. *Rhizina inflata* (Schaeff.) Quel.) Fr.). Гриб росте на піщаному ґрунті в добре освітлених місцях у соснових лісах, часто в місцях пожеж, поодинокі або групами. Інколи паразитує на корінні хвойних дерев (сапротроф, але може бути паразитом, який викликає всихання хвойних лісових культур), що необхідно врахувати під час створення лісових культур.

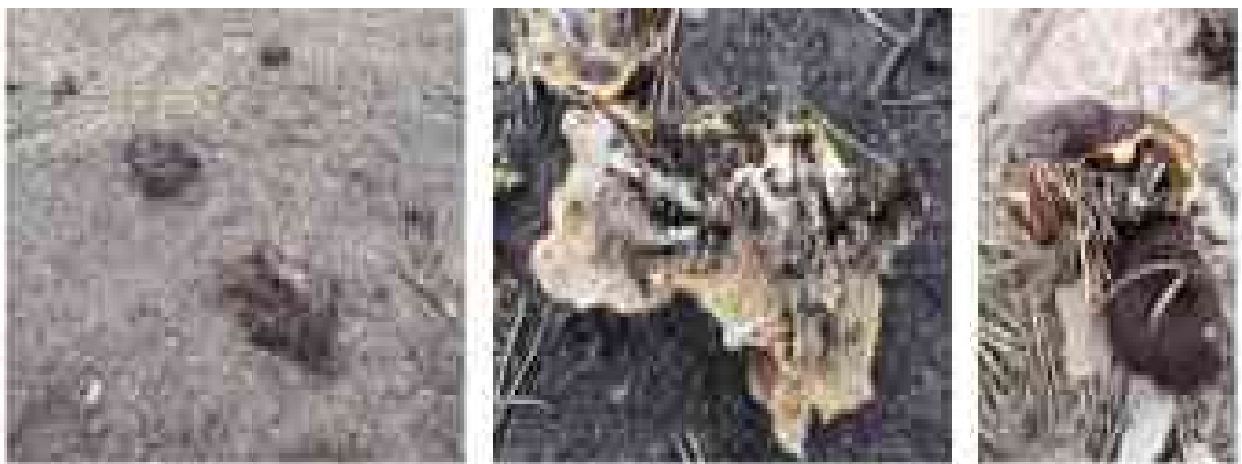


Рис. 3.10. Гриб *Rhizina undulata* на згарищах на голому піску і на підстилці

Таким чином, обстеження сосняків, створених після пожеж 1996 року свідчить, що не зважаючи на застосування однієї схеми лісовідтворення на всій території згарища, наразі під впливом лісорослинних умов (зволоженість та багатство ґрунту, експозиція тощо) лісові культури прийшли до певної рівноваги природним шляхом, оскільки рубок догляду у цих насадженнях не проводили. Отже, в майбутньому на вершинах бугрів та у дуже сухих типах лісорослинних умов не варто створювати густі культури та доповнювати їх після 50 % відпаду, оскільки це буде суперечити процесам формуванням структури лісу, відповідного до запасу вологи в ґрунті. Природна структура рослинності на вершинах піщаних бугрів може варіювати: повний відпад дерев і домінування трав'яної рослинності; виживання окремих дерев, які формують структуру типу «савана» з розвинутим трав'янистим покривом; мозаїка куртин лісу та рослинних угруповань з кущів та трав; рідколісся тощо. Заходи з лісовідновлення мають сприяти формуванню такої природної структури, а не намагатись формувати суцільні масивні насадження сосни, які в кінці кінців все одно загинуть та розладнаються.

4. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗІ СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР

Підготовка лісового садивного матеріалу до садіння є одним із найважливіших лісокультурних заходів, від якого значною мірою залежить приживлюваність сіянців, тривалість адаптування саджанців та початок їх активного росту в культурах. Водночас підготовку сіянців до садіння можна розглядати як антропогенний чинник, що суттєво впливає і на біологічну стійкість майбутніх насаджень. Вплив антропогенних чинників (позитивний або негативний) на біологічну стійкість штучних насаджень виявляється як прямо, так і опосередковано через зміну абіотичних і біотичних чинників. Такий підхід дозволяє припустити, що до причин загального ослаблення рослин, котрі посилюють негативний тренд погіршення стану лісів України належать й допущені в минулому помилки та прорахунки в лісовідновленні й лісорозведенні, зокрема у процесі підготовки лісового садивного матеріалу до висаджування на лісокультурну площу.

Здійснено оцінювання використання стимуляторів росту та укорінення під час підготовки сіянців перед садінням на постійне місце. До розчину бовтанки додавали різні препарати: діоксид наноцерію (NaCeO_2) концентрацією $1,0 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$, «Radifarm» – $25 \text{ г} \cdot 10 \text{ л}^{-1}$, бурштинову кислоту $2 \text{ г} \cdot 2 \text{ л}^{-1}$, «Екостим» $2 \text{ мл} \cdot 10 \text{ л}^{-1}$, «Гілея» – $5 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$. Після додавання препаратів до розчину бовтанки й ретельного перемішування кореневу систему сіянців занурювали в розчин. Потім здійснювали садіння сіянців на лісокультурну площу.

Дослідні культури були створені у ДП «Сєверодонецьке ЛМГ» та ДП «Новоайдарське ЛМГ», схеми створених дослідних культур наведено в додатку А. Результати створення дослідних культур у ДП «Сєверодонецьке ЛМГ», Борівське лісництво, кв 62, вид. 7 – 0,5 га наведені нижче. Садіння сіянців здійснювалося 06.04.2021 р.

Таблиця 4.1

**Приживлюваність сіянців на лісокультурній площі за різної
обробки кореневих систем та підготовки ґрунту, %
(09.06.2021 р.)**

№ з/п	Назва препарату	Обробіток ґрунту борознами з ґрунтопоглибленням РН-60	Обробіток ґрунту борознами
1.	Діоксид наноцерію (NaCeO ₂)	92	85
2.	Radifarm	93	84
3.	Бурштинова кислота	90	74
4.	Екостим 1	88	73
5.	Гілея	87	73
6.	Контроль	82	70



**Рис. 4.1. Сіянці сосни звичайної створені висівом насіння
на лісокультурну площу**

Також було закладено дослід створення лісових культур висівом насіння безпосередньо на лісокультурну площу (рис. 4.1). Про його ефективність в цих лісорослинних умовах можна буде стверджувати за результатами інвентаризації в кінці вегета-

ційного сезону. Створені дослідні культури у ДП «Сєверодонецьке ЛМГ», Бобрівське лісництво, кв 8, вид. 15 – 0,5 га. Садіння сіянців відбулося 07.04.2021 р., а також у ДП «Новоайдарське ЛМГ», Піщане лісництво, кв. 32, вид. 9 – 0,8 га. Садіння сіянців з здійснено 08.04.2021 р.

Таблиця 4.2

**Приживлюваність сіянців на лісокультурній площі за різної обробки кореневих систем та підготовки ґрунту, %
(09.06.2021 р.)**

№ з/п	Назва препарату	Обробіток ґрунту борознами з ґрунтопоглибленням РН-60	Без обробітку ґрунту
Бобрівське лісництво л-во, ДП «Сєверодонецьке ЛМГ»			
1	Діоксид наноцерію (NaCeO ₂)	91	38
2	Radifarm	92	37
3	Бурштинова кислота	88	35
4	Екостим 1	86	35
5	Гілея	85	34
6	Контроль	81	32
Піщане л-во, ДП «Новоайдарське ЛМГ»			
7	Діоксид наноцерію (NaCeO ₂)	91	37
8	Бурштинова кислота	89	37
9	Екостим 1	86	35
10	Гілея	85	33
11	Контроль	81	30

Як видно з даних таблиць, під час створення експериментальних культур встановлено позитивний вплив обробітку кореневих систем сіянців перед садінням нано- та біопрепаратами, які мають антистресові, ростові та імуностимулюючі властивості. Також слід зауважити, що під час обробітку ґрунту з ґрунтопоглибленням РН-60 спостерігається суттєве перевищення приживлюваності сіянців (в 2,5–3,0 рази більше) порівняно із площею без обробітку ґрунту.



Рис. 4.2. Сіянци сосни звичайної оброблені стимуляторами росту (7.06.2021р.)

Наведені світлини свідчать про доцільність використання стимуляторів росту. Забарвлення хвої темніше, більш насичене, що підтверджує інтенсивніше поглинання поживних речовин і кращу приживлюваність порівняно з контролем, де стимулятори росту не використовували.

Світлина праворуч, дослід лісного Трьохізбенського лісництва, кореневі системи сіянців перед садінням замочували у легкому розчині корневину на 12 годин, потім розчин додавали до бовтанки. Стан сіянців на цій ділянці візуально кращий (рис. 4.2), ніж на сусідніх, що вказує на необхідність використання стимуляторів росту під час садіння.

Зважаючи на вищенаведені результати рекомендується:

- підготовку ґрунту проводити з ґрунтопоглибленням;
- під час підготовки садивного матеріалу до садіння у бовтанку, окрім вологонакопичувачів та засобів захисту рослин потрібно додавати стимулятори росту та коренеутворення для кращої приживлюваності та збереженості сіянців;
- на ділянках, де неможливо провести ґрунтопоглиблення, обробіток ґрунту проводити в осінній період, для максимального накопичення вологи в ґрунті за осінньо-зимовий період до початку лісокультурної кампанії.

5. ПРИРОДНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗГАРИЩАХ

Відсутність повноцінного бюджетного фінансування лісового господарства з 2016 року, зміни клімату, особливо великі лісові пожежі та бойові дії значно ускладнюють весь цикл робіт із лісовідтворення, починаючи від збору районованого насіння першого класу до вирощування посадкового матеріалу та висадки його на лісокультурну площу. Порівняно низька приживлюваність лісових культур за останні десятиліття є наочною ілюстрацією цього. Надалі синергетичний вплив вищезазначених чинників буде ще більше зменшувати приживлюваність культур і вимагатиме додаткових витрат. За цих умов особливу увагу має бути приділено заходам із збереження природного поновлення головних видів та перехід на його масове використання для цілей лісовідтворення в області.

5.1. Потенціал природного поновлення

Під час польових досліджень у 2021 році були отримані численні докази, насамперед на прикладі пожеж 2014 року у Станично-Луганському ДЛМГ та інших лісомисливських господарствах того, що упродовж 7 років на значних площах згарищ відновились за рахунок надійного природного поновлення головних видів (сосни, дуба, берези, вільхи, осики), яке дозволяє переводити ділянки в зоні розмежування в категорію вкриті лісом, згідно з чинними нормативами.

Проблема недостатньої уваги до природних можливостей лісових екосистем полягає у вимогах нормативів та практиці, що склалася – швидко (протягом року) відновити ділянки пройдені рубкою або на яких пройшла пожежа. В той же час, якщо спостерігати за природним відновленням, то воно відбувається поступово, хвилями, пов'язаними з насінневими роками, протягом 5–10 років, куртинами або групами, які поступово утворюють зімкнутий лісовий покрив. Безумовною перевагою

такого лісу з природного поновлення є його висока стійкість до поточних кліматичних умов та відповідність унікальній комбінації вологості та багатства ґрунту цієї лісової ділянки. Зазвичай насадження природного походження є мішаним та різновіковим, що дає додаткові шанси для його успішного виживання в епоху кліматичних змін.

Польові обстеження свідчать, що у 2021 р. в лісах із слабким та середнім ступенями пошкодження пожежами (помаранчеві та жовті зони dNBR) відбувалось масове природне поновлення сосни, осики, берези, що свідчить про перспективність використання природного поновлення під час лісовідтворення. Природне поновлення також було встановлено на ділянках у зонах повної загибелі лісів (червона зона dNBR), що були розташовані у безпосередній близькості від джерел насіння. На порівняно багатих та вологих ґрунтах (північна частина Піщаного лісництва та Шамраєва дача) багатьох дубових куртин відзначено масові сходи сосни, навіть за умови низького виживання материнського пологу (Охтирське л-во). Масове природне поновлення сосни відбулося також на бідних піщаних ґрунтах Станично-Луганського ЛМГ.



Рис. 5.1. Рясне поновлення сосни в деревостані, що постраждав від пожежі малої інтенсивності в 2020 році, Станично-Луганське лісництво (ліворуч). Природне поновлення сосни в насадженні, що постраждало від сильної низової пожежі у Боровеньському лісництві в 2020 р. (праворуч)

За даними польових обстежень два чинники в найбільшій ступені загрожують збереженню природного поновлення лісів: посухи під час вегетаційного сезону та проведення рубок лісу на ділянках зі сходами без використання еколого-ощадливих лісівничих технологій. На дуже сухих ґрунтах більшість сходів 2021 р. загинули внаслідок спекотної погоди у червні–вересні. Наприклад, у Борівському лісництві протягом серпня всохло до 60–70 % сходів, а більшість поновлення, що вижило, розташовано у мікропониженнях.



**Рис. 5.2. Всохле природне поновлення сосни у серпні 2021 р.,
Борівське лісництво**

Під час проведення суцільних санітарних рубок (ССР) у всіх обстежених випадках встановлено механічне знищення поновлення під час проходження трактора, трелювання та валки дерев. Зокрема, ці випадки були встановлені в Піщаному та Боровеньському лісництвах, де відтворення було відмінним у сусідніх не зрубаних лісах, що пройдені пожежами, проте не залишилось на ділянках із проведеною рубкою. Ґрунт та поновлення на більшій частині зрубаних ділянок були механічно пошкоджені під час хаотичного трелювання. Частина поновлення збереглася лише біля великих пеньків або під купами гілля.

Під час проведення вибіркового санітарного рубки (ВСР) збереженість дещо вища ніж під час ССР, проте в цілому картина негативна. У Боровеньському лісництві спостерігали невеликі ділянки вибіркового санітарного рубки, оточені уцілілими лісами з високим відсотком виживання насіннєвих дерев та масовим природним поновленням на ділянці. На сусідньому великому виділі з ВСР, яку видно з дороги Сєверодонецьк–Старобільськ у цьому ж лісництві, збереженість поновлення була дуже низькою та нерівномірною, а в результаті рубки, природного поновлення збережено недостатньо для відновлення лісу.



Рис. 5.3. Успішне збереження природного відновлення сосни у деревостані, де проводили ВСР з урахуванням еколого-ощадних лісозаготівельних технологій (праворуч). Відсутність природного поновлення сосни у деревостані, де проводили ВСР з високим рівнем пошкодження поновлення – близько 90%.

Обидва зображення з Боровеньського лісництва

На ділянках, де з'явилося масове природне поновлення, проведення санітарних рубок поряд із традиційною метою заготівлі товарної деревини та розчистки території від згорілої деревини має ще досягати додаткової мети – збереження цього природного відновлення під час рубки та залишення частини всохлих дерев із метою притінення поновлення та підвищення його шансів на виживання під час літніх посух. Як було показано у розділі про зміни клімату – він стає більш посушливим, отже, сприяння створенню комфортного мікроклімату для сходів є

критично важливим заходом для захисту природного поновлення від сонячних опіків. Залишати необхідно ті дерева, які забезпечують притінення груп поновлення в період з 11–12 до 15–16 годин.

Перед рубкою майстер або інший представник лісового господарства має зробити розбивку ділянки, що йде у рубку, на технологічні елементи вузької пасічної технології: магістральний волок, пасіки (завширшки до 20 м), навантажувальну площадку. Дерева, що вибирають, позначають зеленою краскою з боку волока. Розробку лісосіки починають з дальнього від навантажувального майданчика кінця пасіки. Валку здійснюють окоренками на волок. Здійснюють розкрязування бензопилами, крони та обрізані гілки залишають на місці. Крім гідрозахватів бажано використовувати лебідку або кінне трелювання для уникнення заходу трактора на пасіку. Після проведення рубки представник лісового господарства повинен перевірити дотримання технологічної схеми рубок. У разі правильного застосування вузько пасічної технології повинно залишитись непорушеним від 70 до 85 % території ділянки. Надалі ці технології будуть використовувати для проведення рубок догляду.

Необхідно підкреслити, що враховуючи поточне складне економічне становище лісомисливських підприємств, екологічні та кліматичні переваги лісів природного походження порівняно зі штучним, необхідно докласти всіх зусиль, щоб адаптувати практику лісозаготівель до максимального збереження поновлення. В цьому контексті наступні заходи можуть бути рекомендовані:

- 1) Використання еколого-ощадливих технологій рубок на базі вузькопасічної технології, яка дозволить збереження (не порушення) не менше 75–85 % ґрунту та природного поновлення на лісосіці, проведення рубок на ділянках із природним поновленням у зимовий період по сніговому покриву.

2) Залишення максимально можливої кількості живих та всохлих дерев для створення сприятливого для виживання поновлення мікроклімату, притінення.

3) Залучення лісозаготівельних бригад із інших регіонів України з досвідом збереження природного поновлення під час рубок у зонах слабого та середнього пірогенного пошкодження та за наявності достатнього природного поновлення.

4) Відтермінування рубки лісу на ділянках із надійним та масовим природним поновленням та обмеженою комерційною цінністю стоячих дерев на 1–2 роки, щоб поновлення сформувалось і його легше було зберегти.

5.2. Заходи зі сприяння природному поновленню лісу

Обстеження проведені у 2021 році у соснових лісах, що пройдені пожежами, свідчать про середній або низький урожай соснових шишок, які можуть служити джерелом насіння для майбутнього природного відновлення. Доцільно під час призначення ділянок у рубку насамперед обирати ділянки ССР 2020–2021 рр., що розташовані неподалік від живих дерев сосни із шишками. В подальшому можна буде провести заходи сприяння природному поновленню сосни, осики та берези. На ділянках із наявністю дуба встановлено середній врожай жолудя. Отже, якщо у материнському деревостані наявні дерева або групи дуба у першому ярусі, то жолуді необхідно шпигувати на високопродуктивних ділянках суцільної санітарної рубки.

5.3. Використання природного поновлення з метою сприяння збільшенню площ мішаних деревостанів замість чистих соснових

Характерною рисою лісів Луганської області є те, що соснові та листяні ліси рівномірно присутні в ландшафті, але у вигляді окремих насаджень. Поширеним є випадок, коли сухі, ксерофітні соснові насадження межують з чистим листяним

насадженням, яке сформувалось у пониженнях без будь-якого перехідного біотопу. У деяких випадках соснові ліси, що ростуть на більш продуктивних ґрунтах мають у своєму складі суттєву домішку широколистяних видів (2 та більше одиниць складу). У окремих лісових насадженнях Шамраєвої дачі, Піщаного лісництва поблизу села Гаврилівка, частини Гречишкиного лісництва (за межами зони пожежі) є еталонні для регіону зразки мішаних деревостанів, які характеризуються розвинутим листяним підліском за участі дуба, клена, ясена, в'яза, липи, груші, берези та інших видів.



Рис. 5.4. Природне поновлення дуба, яке може бути основою для створення мішаного сосново-дубового насадження

Поза межами зони пожежі відмирання сосни також спостерігається на суглинках та чорноземах, які були заліснені за часів СРСР (Кремінське та Лиманське ЛМГ), де можливий перехід на деревостани із переважанням листяних видів. Збільшення участі листяних видів у соснових деревостанах, пройдених пожежами, можливо досягти шляхом збереження природного поновлення дуба, берези та осики насіннєвого походження, шпигування жолудів або посадкою протипожежних смуг листяних видів вздовж доріг та вздовж кварталних просік.

5.4. Стійкість до пожеж листяних насаджень та їх природне відновлення

Важливим уроком пожеж 2020 року, який необхідно врахувати під час планування та впровадження заходів із лісовідтворення в Луганській області, є стійкість місцевих листяних насаджень природного походження та масивних листяних деревостанів на піщаних терасах Сіверського Донця. Аналіз впливу пожеж на листяні ліси дозволяє стверджувати, що у випадку майбутніх великих пожеж листяні насадження або насадження з перевагою листяних видів не будуть пошкоджені повністю, тобто і надалі не буде повної загибелі деревостану, що відповідно не вимагатиме суцільного штучного лісовідновлення цих ділянок.



Рис. 5.5. Успішне природне поновлення листяних головних видів у куртині листяного лісу, що постраждав внаслідок пожежі 2020 р. (Фото: Б. Мілаковський)

Для більшості листяних насаджень характерна середня або висока збереженість дорослих дерев після пожеж за рахунок меншої інтенсивності горіння листяного деревостану. Більшість дерев із вогневими пошкодженнями виділялись інтенсивним утворенням епікормічних пагонів вже у червні 2021 р. Також спостерігалось масове насіннєве та вегетативне відновлення під

загиблими деревами. На деяких вологих ділянках масове поновлення листяних видів утворилось під пологом чистих соснових насаджень пройдених пожежею (Шамраєва дача). Самосів берези, який з'явився в сухих ТЛУ у соснових насадженнях на межі з листяними на більш вологих ґрунтах, переважно загинув внаслідок посухи (Борівське л-во). Загалом під час планування та проведення лісокультурних заходів треба виходити з того, що листяні куртини утворюють ядро живого лісового покриву після катастрофічних пожеж і їх слід розглядати як опорний елемент відновлення природного лісового покриву.

5.5. Лісові озера, що розташовані у лісовому фонді та лісовідтворення

На топографічних картах радянських часів Луганської області вказано численні невеликі лісові озерця у чотирьох лісгоспах, які постраждали від пожеж у 2020 році. Багато з них були розташовані в межах понижень, на яких сформувалися листяні куртини. Протягом останнього часу відбувається поступове замулювання, заболочення або висихання лісових озер. Це може бути пов'язано як зі зміною клімату, так і з масовими посадками соснових культур навколо ставків на верхівках та середніх частинах піщаних арен. Соснові ліси, як неодноразово відзначав академік Висоцький Г. М., активно споживають та перехоплюють атмосферні опади і в процесі свого розвитку знижують рівень підземних вод, зокрема сприяючи висиханню озерець. Підтвердженням цього може слугувати той факт, що багато невеликих озерець з'явилися знову після катастрофічних лісових пожеж у районі Краснянки (Кремінське ЛМГ) у 1990-х роках та поблизу Станиці Луганської у 2015 році. Варто очікувати, що нові озерця з'являться знову після пожеж 2020 року.

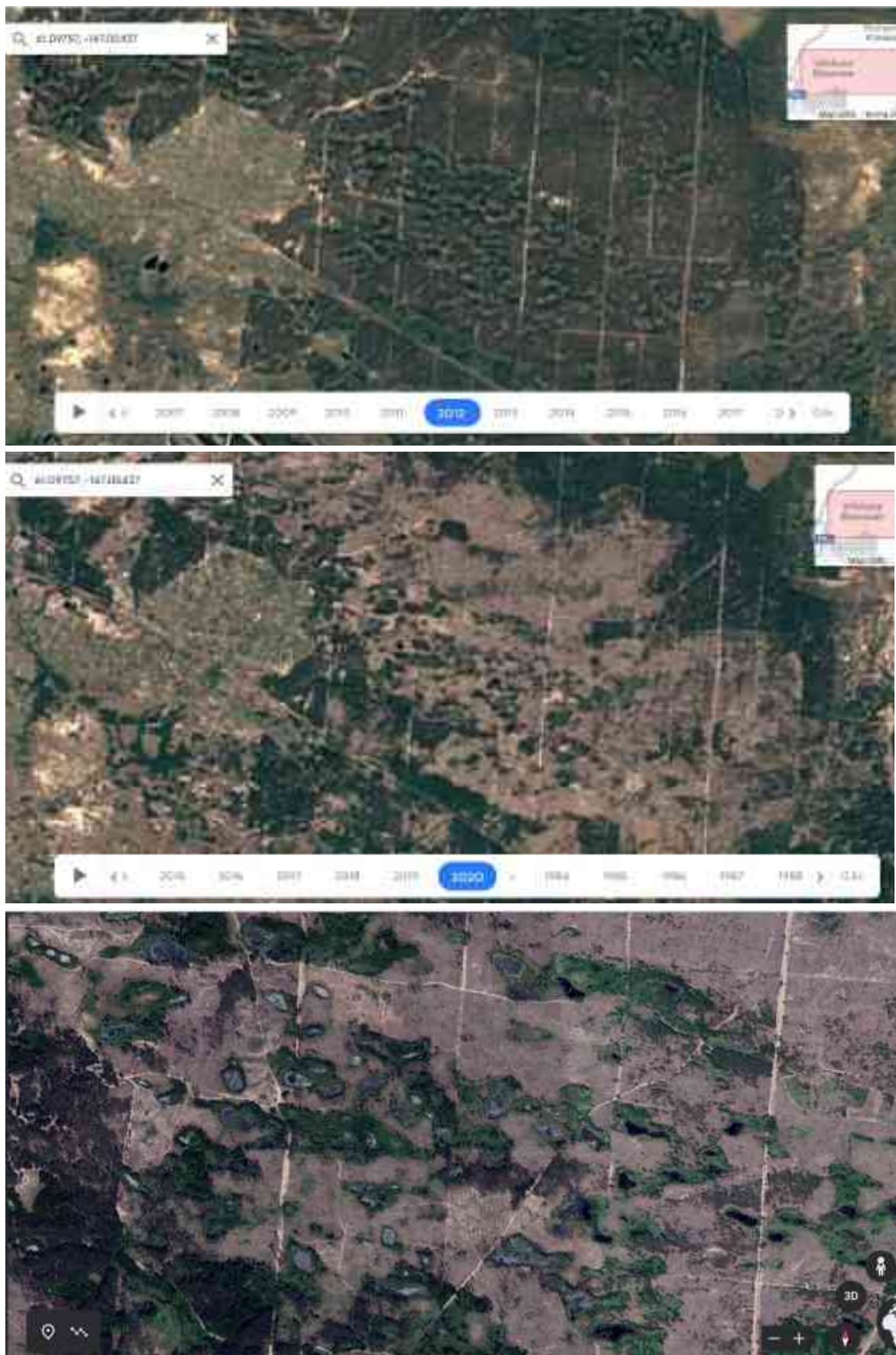


Рис. 5.6. Відновлення малих лісових озер серед листяних куртин після пожеж у Станично-Луганському лісництві у 2014–2015 роках

На зображенні 2012 року листяні куртини видно у вигляді щільно згрупованих світло-зелених багатокутників, але відкритої води не видно. На зображенні 2020 року видно відкриту воду після втрати навколишніх соснових лісів. На зображенні нижче це добре видно.

Необхідно підкреслити, що природні водойми в межах понижених елементів арен у лісовому фонді відіграють дуже важливу роль у підтримці біорізноманіття лісів, оскільки вони є осередками рослинних угруповань та водних середовищ існування, які значно перевищують сухі соснові ліси за біологічною продуктивністю та різноманітністю, а також можуть служити показником загального рівня ґрунтового покриття води. Останнє є критично важливим для населених пунктів, які використовують воду для побутових потреб із водоносних горизонтів під піщаними аренами. З метою врахування соціального аспекту доцільно обмежити масивні посадки сосни навколо найвизначніших комплексів лісових ставків і дозволити їм відроджуватися у вигляді природної мозаїки водно-болотних угідь, листяних насаджень і степів.



Рис. 5.7. Ліворуч: невелике лісове озеро посеред листяного узлісся в Піщаному лісництві (Новоайдарське ЛМГ).

Праворуч: дикі качки крижень, які використовують озера, знову з'явилися в Новокраснянському лісництві після катастрофічних пожеж у 1998 році (фото 2001)

5.6. Позитивний досвід Луганської області у зберіганні та використанні природного поновлення для лісовідтворення на згарищах 2014–2020 рр.

Важливим елементом успішного постпірогенного лісовідтворення має бути постійний обмін найкращим та успішним практичним досвідом між чотирма підприємствами, що постраждали від пожеж. З погляду на ці обставини, доцільно вивчити та максимально використати досвід Станично-Луганського ДЛМГ з використання природного поновлення на згарищах.

З 2014 року територія лісгоспу періодично знаходилася у центрі активних бойових дій, що не дозволяло повноцінно вести лісове господарство. В результаті пожеж, пов'язаних із бойовими діями, 10 тис. га лісів були пройдені пожежами. Санітарні рубки на цих згарищах почали проводити тільки після виходу військ із території лісового фонду (2016 р.) у місцях, де не було небезпеки спрацьовування боєприпасів та мін. Польові обстеження 2021 року свідчать, що за час після пожеж відбулося масове природне поновлення головних видів, переважно сосни, на більшій частині постраждалої території на всіх найбільш розповсюджених типах лісорослинних умов (A_0 – B_3). Після цього санітарні рубки були проведені під керівництвом співробітників ДЛМГ та лісорубних бригад на значних площах. Аналіз результатів лісогосподарської діяльності підприємства свідчить, що задача поєднання санітарних рубок та успішного збереження та використання масового природного поновлення на згарищах може бути реалізована за достатньої уваги лісогосподарського персоналу до цієї проблеми.

Успішний досвід Станично-Луганського ДЛМГ полягає у акценті на збереження будь-якого зеленого дерева під час санітарних рубок та конкретних рекомендацій із приводу технології рубки. Під час прибирання гілля після рубки також особливу увагу приділяють самосіву. Є численні приклади комбінованого лісовідтворення у випадках, коли природне поновлення недостатнє або ненадійне.



Рис. 5.8. Природне поновлення на ділянці пройденій пожежею після обстрілів 2014 р. у Станично-Луганському ДЛМГ

У 2016 р. проведено ССР та здійснено очистку площі від порубкових залишків зі збереженням поновлення сосни. Ділянка не потребує доповнення лісовими культурами. Густота поновлення відрегульована природним шляхом.

Головною проблемою лісового господарства на Луганщині є неможливість проведення з безпечних міркувань розчищення зга-рищ, санітарних та інших рубок і лісовідтворення на територіях, що знаходилися у зоні активних бойових дій та у зоні біля лінії розмежування.



Рис. 5.9. Збережене після ВСР та ССР надійне природне поновлення сосни (2014) у Станично-Луганському ДЛМГ



Рис. 5.10. Приклад вдалого комбінованого лісовідновлення у Станично-Луганському ДЛМГ після еколого-ощадливої санітарної рубки. Підготовка ґрунту та лісові культури, створені на розчищеній площі у вікнах без наявного надійного природного поновлення

Обстеження у 2021 році таких ділянок у Станично-Луганському ДЛМГ свідчать, що на територіях пройдених пожежами 2014 р. активно відбуваються природні процеси всихання пошкоджених вогнем дерев, часткове руйнування деревостанів та масове надійне природне відновлення головних видів на згарищах.

За період 2014–2021 рр. на значних територіях згарищ відбулося успішне природне відновлення головних видів і багато ділянок можуть бути переведені у вкриті лісом землі. У багатьох випадках після пожеж 2020 р. спостерігається масовий самосів сосни. Головним висновком польових обстежень ділянок у Станично-Луганському ДЛМГ, що постраждали від пожеж у 2020 р. є те, що природне поновлення поступово і успішно відбувається в усьому спектрі типів лісорослинних умов, характерних для піщаних арен Сіверського Донця.

Ключовим чинником є наявність джерел насіння. Це дозволяє здійснювати планування розчищення згарищ відповідно до економічних критеріїв – насамперед проводити роботи у



Рис. 5.11. Приклади появи надійного та масового природного поновлення сосни у ТЛУ сухий бір на ділянках, де проведення лісгосподарських заходів заборонено з вимог безпеки через відсутність розмінування території

насаджень із високою товарною вартістю деревини, залишаючи безперспективні з огляду вартості деревини ділянки на природне поновлення та комбіноване лісовідновлення. Важливою умовою успішності природного поновлення є його збереження під час розчистки згарищ. У випадку відсутності населених пунктів поряд із ділянкою, недоцільно її розробляти як першочергову тільки з метою очищення лісокультурної площі та штучного відновлення надалі. Доцільніше залишити ділянку на 3–4 роки для природного поновлення, а у випадку його відсутності можна розглянути інші варіанти сприяння природному поновленню або штучне заліснення.

6. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ГУСТОТИ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА ЗГАРИЩАХ ЛУГАНЩИНИ

Нормативним документом, який регламентує густоту лісових культур та природного поновлення під час переведення їх у вкриті лісовою рослинністю ділянки є наказ Державного комітету лісового господарства України № 260 від 19.08.2010 р. із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів № 323 від 01.12.2020 р.

Клас якості лісових культур за участю головних видів під час переведення у вкриті лісовою рослинністю ділянки визначають відповідно до ТЛУ, категорії лісокультурної площі, віку, густоти головного виду та середньої висоти (додаток 34 до Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів). Переведення природного поновлення у вкриті лісовою рослинністю ділянки проводять аналогічно відповідно до вказаних лісівничих і таксаційних характеристик у додатку 38.

Залежно від класу якості густота лісових культур сосни звичайної на згарищах має бути від $3300 \text{ шт} \cdot \text{га}^{-1}$ (за I класом якості) до $2700 \text{ шт} \cdot \text{га}^{-1}$ (за I класом якості) у 7-річному і 8-річному віці. Аналогічні нормативи наведено і для інших головних видів.

Такої густоти лісових культур на час переведення їх у вкриті лісовою рослинністю ділянки можна досягти під час садіння за схемою розміщення садивних місць у чистих лісових культурах $3,0 \times 1,0 \text{ м}$ і початковій мінімальній густоті їхнього створення $3333 \text{ шт} \cdot \text{га}^{-1}$. Таку схему розміщення садивних місць та густоту створення лісових культур рекомендовано для умов Степу у низці нормативних документів (зокрема у Настановах з ведення господарства в Нижньодніпровських лісах та Методичних рекомендаціях щодо густоти посадки, інтенсивності та способів зрідження культур сосни у Пристепових борах).

Практичний досвід свідчить, що в Степу за умов дефіциту вологи на бідних ґрунтах, рідкі лісові культури стійкіші порівняно із культурами традиційної (базової) початкової густоти у 5–8 тис. шт·га⁻¹ завдяки більшій площі живлення кожного окремого дерева. Такі культури сосни звичайної створювали із міжряддями завширшки від 1,5 м, до 3,0 м та кроком садіння в ряду 0,5 м, – 1,0 м.

З метою мінімального порушення ґрунтового покриву, запобігання ерозійним процесам, екологічної та економічної доцільності рекомендується проводити обробіток ґрунту та висаджувати культури:

- посередині міжрядь з повторенням попередньої схеми розміщення садивних місць;
- за попередньої ширини міжрядь 1,5 м посередині рядів через ряд із кроком садіння 0,7–1,0 м – розрахункова густота садіння 4762–3333 шт·га⁻¹;
- за попередньої ширини міжрядь 2,0 м спареними рядами (дворядна куліса) через ряд із кроком садіння 0,7–1,0 м – розрахункова густота садіння 4762–3333 шт·га⁻¹ головного виду, коридор шириною 4 м;
- за попередньої ширини міжрядь 2,5 м трирядна куліса через ряд із кроком садіння 0,7–1,0 м – розрахункова густота садіння 4286–3000 шт·га⁻¹ головного виду, коридор шириною 5 м;
- за попередньої ширини міжрядь 2,5 м чотирирядна куліса через ряд із кроком садіння 0,7–1,0 м – розрахункова густота садіння 4571–3200 шт·га⁻¹ головного виду, коридор шириною 5 м.

Залишені ряди можуть слугувати як технологічними коридорами, так і протипожежними розривами, де можна прокладати мінералізовані смуги.

Схеми змішування деревних та кущових видів проєктують на стадії опрацювання проєкту лісових культур із врахуванням лісівничо-екологічних чинників та цільового призначення насадження.

7. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ МІКОРИЗИ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА ЗГАРИЩАХ

В осередках лісової пожежі лісова підстилка та опад повністю вигорають. Температура повітря над поверхнею ґрунту може сягати 600–900 °С. На глибині 3–5 см вона сягає 95 °С, а на глибині 7 см до 70 °С.

Пірогенний чинник негативно впливає на ґрунтовий мікробіоценоз, до складу якого входять мікоризні гриби, сапрофіти, бактерії. Грибниця мікоризи знаходяться переважно в нижній частині лісової підстилки та у верхньому (2–5 см) шарі ґрунту, на яку пірогенний чинник впливає найбільш негативно.

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є облігатномікотрофним видом. Для хвойних деревних видів найбільше значення має ектотрофна мікориза, яка обволікає коротке коріння грибним чохликом, від якого відходять гіфи, що проникають у ґрунт. Ектотрофну мікоризу утворюють гриби, що відносяться до гіменоміцетів, насамперед до родів *Lactarius*, *Amanita*, *Russula*, *Tricholoma*, *Boletus*, *Paxilus* та ін.

Мікоризні гриби як у вільному стані, так і в симбіозі з корінням сприяють кращій забезпеченості рослин азотом, оскільки для їхнього живлення важливою є аміачна форма азоту, яка домінує на піщаних та супіщаних ґрунтах, на яких вирощують сіянці сосни або ростуть соснові насадження. Мікориза сприяє мобілізації сосною фосфору з його немобільних сполук у ґрунті та надходженню калію в кореневу систему хвойних видів. Ефект симбіотрофії за участю мікоризних грибів у лісокультурному виробництві найчастіше використовують під час вирощування садивного матеріалу в розсадниках.

За результатами досліджень УкрНДІЛГА (Тарнопільський та інші, 2017) передсадивна обробка сіянців сосни звичайної концентратом (1:10) міцелію мікоризних грибів *Suillus luteus* та *Amanita muscaria* виробництва лабораторії «MYKOFLOR»

(Польща) з метою підвищення ефективності створення лісових культур на згарищі на піщаних та зв'язно-піщаних ґрунтах сприяло підвищенню приживлюваності культур на 12–24 % в перший рік їхнього створення та кращій приживлюваності (на 10–21 %) у дворічних культурах в ТЛУ А₂. Перевищення приросту за висотою у варіанті із замочуванням коріння сіянців сосни перед садінням із мікоризними грибами порівняно з контролем становило 15 %, а з обробкою коріння сіянців у «бовтанці» – 20 %, та було статистично достовірним на 1 %-му рівні значущості.

Водний розчин мікоризи готують відповідно до інструкції виробника: концентрат мікоризи об'ємом 20 мл розчиняють у попередньо приготованому розчині гелю, що постачають разом із мікоризою (20 г на 2 л води). Коріння викопаних сіянців у водному розчині замочують протягом 2 годин. Бовтанку із водним розчином мікоризи готують із використанням темно-сірого добре гумусованого важкосуглинкового ґрунту, який можна заготовити в насадженні дуба звичайного в ТЛУ D₂. Ґрунт може бути іншим, але безперечно добре гумусованим важкосуглинковим. Сіянці замочують в бовтанці безпосередньо перед садінням. Аналогічним чином можна використовувати й інші мікоризні препарати для передсадивної обробки сіянців.

З метою широкого використання мікоризних препаратів потрібно укласти угоди із фірмами (лабораторіями), які займаються виробництвом мікоризи, проте це вимагає додаткових коштів. Також можливе проведення сертифікації окремих мікоризних препаратів для використання в лісовому господарстві України та проведення НДР за цим напрямом. В Україні це питання мало вивчене, зокрема не опрацьовано детальну технологію застосування препаратів (час, дози, лісорослинні умови, тощо) та не до кінця визначено їхню ефективність за кількісними та якісними характеристиками.

Апробовані мікоризні препарати, які можуть бути використані:

– MikoLife – біопрепарат, який посилює коренеутворення, за рахунок чого покращується постачання рослині поживних речовин та вологи, забезпечує захист від проникнення фітопатогенів та шкідників через корінь, мінімізується стрес рослини під час пересаджування, а також збільшується врожайність сільськогосподарських культур.
<https://zemledelets.com.ua/ua/p1222528611-stimulyator-rosta-mikolife.html>;

– Ектомікориза ECTOVIT®, яка підходить для хвойних рослин, зокрема сосни звичайної;

– Ендомікориза SYMBIVIT®, яку застосовують для хвойних рослин.

Останні вищезазначені препарати з мікоризою застосовують дещо по-іншому. SYMBIVIT® має форму порошку і ним можна посипати, змішуючи його з садовою землею, в яку висаджують рослини. Для вже висаджених рослин варто додати води до мікоризи SYMBIVIT, щоб отримати консистенцію гелю і внести гель у отвори в землі в кореневій кульці рослини.

ECTOVIT складається з 2 компонентів. В одному мішку міститься порошок, який підтримує мікоризу та сприяє її розвитку. Другий містить живий мікоризний міцелій у рідкій формі. Все це потрібно змішати між собою і додати потрібну кількість води, щоб отримати гель мікоризи. Застосовується шляхом занурення коріння висаджених рослин в гель або під вже посаджені рослини, внесенням гелю у отвори, зроблені в землі.

Найкращі умови для розвитку мікоризних грибів – навесні та восени. І тоді також найкраще використовувати препарати від мікоризи. Однак використовувати їх можна протягом усього вегетаційного періоду, з березня по жовтень. У разі використання мікоризи влітку під час посухи необхідний рясний полив після мікоризування. З листопада до початку березня слід уникати використання мікоризи в періоди, коли земля може промерзати.

8. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗГАРИЩ ЗА ПРОГЕННОЮ ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ТА МЕТОДАМИ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ

Узагальнення опублікованих результатів досліджень, проведених у лісах, пройдених пожежами, свідчить про те, що для планування заходів із лісовідновлення, поряд зі ступенем пошкодження насаджень важливе значення мають наступні основні прояви пірогенної трансформації лісових екосистем:

- зміни ґрунтових умов;
- зміни в плодоношенні сосни;
- зміни в надґрунтовому покриві.

Кожен із вказаних проявів впливає на процеси лісовідновлення на згарищах, які слід враховувати під час планування і проведення лісокультурних заходів.

Інтенсивна лісова пожежа призводить до зміни гранулометричного складу ґрунтів, яка відбувається через вимивання дрібних глинистих і мулистих частинок із поверхневих шарів, що погіршує лісорослинні умови. Особливо такі процеси є відчутними для бідних борових ґрунтів, які за механічним складом і без того мають низький відсоток фізичної глини. Поряд з цим, знищення лісової підстилки в результаті пожежі може призвести до розвитку вітрової ерозії ґрунтів.

Насіннювання насаджень сосни, пройдених дуже інтенсивними низовими пожежами на великих площах, значно менше від не пошкоджених вогнем. Це обумовлено недозапиленням макростробілів, які збереглися лише у верхній частині крон, внаслідок знищення потужною пожежею чоловічої складової генеративної сфери, розташованої в нижній частині крон. З часом, у міру відновлення крон, нормальний рівень запилення і врожаїв насіння сосни здатен відновитися.

Украй несприятливими для відновлення сосни є зміни в складі надґрунтового покриву соснових насаджень, які загинули внаслідок пожежі. На таких ділянках відбувається швидке

відновлення і розростання кунічника наземного. На відкритих згарищах вже через 2–3 роки після пожежі він за проєктивним покриттям домінує, а його розвинена густа коренева система висушує бідний піщаний ґрунт на коренедоступну глибину, особливо інтенсивно під час літніх посух. Тому навіть за достатнього природного поновлення сходи сосни виживають на згарищах, особливо в сухих і дуже сухих місцезростаннях протягом перших 3–4 років.

Виходячи зі ступеня пошкодження насаджень пожежею за можливістю використання різних методів лісовідновлення та його успішністю ділянки можна поділити на наступні типи:

А – насадження, які пройдені низовою пожежею і підлягають проведенню вибіркового санітарного рубки;

В – насадження сильного ступеня пошкодження, в яких збереглося через 2–3 роки після пожежі більше 20 % дерев, із куртинами збереженого підросту;

С – загиблі насадження, що межують з неушкодженими деревостанами, які можуть слугувати джерелами насіння;

Д – загиблі насадження без насінників і можливого засівання від сусідніх деревостанів.

Під час вибору методу лісовідновлення на згарищах, залежно від типу пошкодження насаджень пожежею, рекомендують використовувати методи наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Методи лісовідновлення на згарищах залежно від типу пошкодження насаджень пожежею

Тип пошкодження насаджень пожежею	Рекомендований метод лісовідновлення		
	створення лісових культур	природне поновлення	сприяння природному поновленню, створення часткових культур
А	-	+	+
В	-	+	+
С	+	+	+
Д	+	-	-

9. ЧЕРГОВІСТЬ І СПОСОБИ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗГАРИЩАХ ТА УМОВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Для лісовідновлення на згарищах необхідно застосовувати природне відновлення лісу, створення лісових культур та комбінований метод, який поєднує природне поновлення лісу і створення лісових культур.

Вибір методу лісовідновлення визначається наявністю дерев-насінників чи близькістю до сусідніх насаджень з деревами, що плодоносять, кількістю життєздатного природного поновлення головних деревних видів, типом лісорослинних умов, післяпожежним станом родючості ґрунту.

Під час вибору методу лісовідновлення згарищ перевагу не варто віддавати якомусь одному способу поновлення лісу, а за можливості, використовувати їх у комплексі, поєднуючи різні підходи. Всі лісівничі заходи на ділянках згарищ повинні планувати і проводити, виходячи з необхідності збереження наявного життєздатного підросту і сприяння появі самосіву. Якщо кількість поновлення є недостатньою і воно не забезпечить формування насаджень, необхідно створювати часткові лісові культури, максимально зберігаючи водночас як куртини, так і поодинокі самосіви і підріст господарсько цінних видів у відповідних лісорослинних умовах.

У разі вибору методу лісовідновлення на згарищах залежно від типу лісорослинних умов рекомендовано використовувати методи, наведені в таблиці 9.1.

Частини згарищ, які оточені лісовими насадженнями, або знаходяться серед заліснюваних ділянок і характеризуються несприятливими ґрунтово-гідрологічними умовами (дуже сухі і бідні лісорослинні умови на самих верхніх частинах рельєфу), де проведення заходів із суцільного лісовідновлення може спричинити загибель створюваних культур через дефіцит вологи, рекомендовано залишати незалісненими. На таких ділянках, для зменшення гострого дефіциту вологи молодим посадкам,

доцільно також застосовувати створення насаджень за кулісним принципом, тобто чергуючи куліси лісових культур із не закультивованими ділянками. Останні, в перші роки будуть виконувати роль накопичувачів вологи.

Таблиця 9.1

Методи лісовідновлення на згарищах залежно від типу лісорослинних умов

Тип лісорослинних умов	Рекомендований метод лісовідновлення			
	створення лісових культур		природне поновлення	сприяння природному поновленню, створення часткових культур
	садіння	посів		
A ₀ , A ₁ , B ₁	+	-	+	+
A ₂ , A ₃ , B ₂ , B ₃	+	+	+	+
C ₂ , C ₃ , D ₂ , D ₃	+	+	+	+

Виходячи з того, що лісорослинні властивості піщаних ґрунтів на згарищах починають інтенсивно відновлюватись не раніше кінця вегетаційного періоду першого після пожежі року, починати садіння лісових культур на ділянках, які пройдені найбільш інтенсивними пожежами варто не раніше, ніж через рік після пожежі. Ділянки, які під час пожежі були покриті суцільним шаром золи та обвуглених рослинних залишків, повинні заліснюватись в останню чергу.

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗАЛІСНЕННЯ ЗГАРИЩ

10.1. Природне лісовідновлення

На згарищах рекомендується застосовувати природне лісовідновлення:

- без заходів сприяння;
- з проведенням сприяння природному поновленню.

Під природне поновлення лісу без заходів сприяння відводять ділянки, на яких є достатня кількість життєздатного самосіву і підросту головних видів.

Сприяння природному поновленню лісу на згарищах включає наступні заходи:

- механізований обробіток ґрунту;
- посів насіння в оброблений ґрунт.

На ділянках, пройдених пожежею, може бути застосоване як попереднє, так і наступне природне поновлення.

Попереднє лісовідновлення (поновлення під пологом деревостану) рекомендовано використовувати насамперед у середньовікових і старших лісових насадженнях, пройдених низовою пожежею, на яких планується проведення вибіркових санітарних рубок. По завершенню вегетаційного періоду, після рубки, на ділянках, як захід сприяння природному поновленню слід проводити механізований обробіток ґрунту та підсів насіння. Проте частка площі ділянки з мінералізацією має складати не менше третини загальної площі ділянки.

На ділянках згарищ у типах лісорослинних умов А₂, А₃, В₂, В₃, на яких проведено суцільні санітарні рубки із шириною лісосіки до 50м, за наявності прилеглих до них лісових насаджень, що плодоносять, залишаються під майбутнє природне поновлення лісу. На таких лісосіках рекомендовано проведення заходів сприяння природному поновленню і створення часткових культур.

10.2. Комбіноване лісовідновлення

На згарищах, де проходить природне лісовідновлення, проте його кількість є недостатньою для формування деревостану, рекомендовано створення часткових лісових культур, до якого слід приступати не раніше двох років після пожежі.

На зрубках від суцільних санітарних рубок, які межують з насадженнями, що плодоносять, смуги вздовж стіни лісу рекомендовано залишати під природне поновлення, на яких слід проводити заходи сприяння, а на віддалених частинах ділянок створювати лісові культури.

Куртини природного поновлення сосни і листяних видів, які збереглися після проведення санітарних рубок, рекомендовано залишати на ділянках, відведених для створення лісових культур.

Ділянки згарищ, які знаходяться в безпосередній близькості до місць бойових дій, залишаються під природне лісовідновлення без проведення заходів із ліквідації захаращеності. Виходячи з вимог безпеки для працівників, на таких ділянках можливий частковий підсів насіння без обробітку ґрунту.

10.3. Штучне лісовідновлення

У разі підготовки лісокультурної площі, заходи проводять в обсягах, достатніх для забезпечення виконання робіт зі створення лісових культур. Їх планують лісогосподарські підприємства, враховуючи наявні технічні можливості, лісорослинні умови і технології лісовідновлення.

На ділянках загиблих молодняків штучного походження рекомендовано садіння лісових культур у міжряддях без прибирання залишків попередніх культур.

Обробіток ґрунту під лісові культури проводять з урахуванням лісорослинних умов і стану забур'яненості лісокультурної площі. Головною технологічною вимогою до проведення цього агротехнічного заходу є максимально можливе збереження

післяпожежної родючості ґрунту і його лісорослинної придатності.

З метою зменшення ущільнення і мінімального пошкодження верхнього гумусованого горизонту ґрунту рекомендовано під час проведення обробітку ґрунту під лісові культури застосовувати багатоопераційні агрегати, наприклад, поєднуючи глибоке рихлення і нарізання борозен.

Ефективним способом підготовки бідних піщаних ґрунтів у сухих умовах місцезростання є обробка за допомогою фрез. Використання фрез–мульчерів забезпечує також подрібнення залишків деревної маси, шару золи і їх змішування з верхнім гумусовим горизонтом ґрунту, що дозволяє прискорити процес перегнивання залишків органічних речовин і сприяє підвищенню родючості ґрунтів на згарищах та дозволяє безперешкодно проводити посадку і агротехнічний догляд за лісовими культурами.

Нарізання борозен плугами рекомендовано проводити на глибину, яка не перевищує потужності верхнього гумусового горизонту. За такої умови необхідно проводити рихлення нижніх горизонтів ґрунту.

На згарищах, у сухих і свіжих борових умовах, на ділянках, запроектованих під часткові лісові культури, за незначного проективного покриття і слабого розвитку надґрунтового покриву можливе створення лісових культур без попереднього обробітку ґрунту.

Лісові культури необхідно створювати змішаними, які біологічно більш стійкі й безпечніші в пожежному відношенні. В культури рекомендовано вводити кущові види.

Лісові культури слід створювати як посадкою, так і посівом. Посів сосни необхідно застосовувати на ділянках, на яких потенційно може проходити природне лісовідновлення, свідченням чому може слугувати поодинокий самосів. Проте до уваги варто брати стан і інтенсивність заростання ґрунту трав'яним

покривом, особливо злаками. Підсів насіння краще проводити по мікропониженнях рельєфу з частковою мінералізацією ґрунту.

Найкращим періодом для проведення посіву сосни є рання весна у перші два роки після проведення суцільних санітарних рубок. Надалі рішення про застосування посіву слід приймати на основі забур'яненості ділянки.

Підсів жолудів дуба необхідно практикувати в більш багатих типах лісорослинних умов (починаючи з суборів), на ділянках, де зустрічається його природне поновлення, або на місцях його зростання до пошкодження пожежею. Виходячи з особливостей росту і розвитку сосново-дубових культур, лісівничо більш доцільним є введення дуба в культури біогрупами, беручи до уваги неоднорідність лісорослинних умов, використовуючи для цього багатші і вологіші місця.

Для посіву дуба в суборах не рекомендовано використовувати жолуді, які були заготовлені у дібровних трофотопах.

Для проведення лісовідновлення необхідно використовувати районоване насіння та садивний матеріал. Завезення матеріалу з віддалених районів заборонено, відповідно до лісонасінневого районування.

Під час створення лісових культур для кращої приживлюваності, збереженості і росту, рекомендовано використовувати вологонакопичувачі, застосовувати стимулятори росту і вносити мікоризу. Насамперед це стосується ділянок, пройдених дуже інтенсивними пожежами, на яких пройшло вигорання гумусу верхнього горизонту.

11. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЛІСОВІДНОВНІ ЗАХОДИ З ПРОТИПОЖЕЖНОГО ОБЛАШТУВАННЯ ЗГАРИЩ ПІД ЧАС ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ

Заходи з протипожежного облаштування території повинні стати частиною всього комплексу робіт із лісовирощування, починаючи зі створення насаджень. Добре сплановані і реалізовані елементи протипожежного облаштування в разі пожежі дозволять знизити як ризики для рятувальників, так і витрати на гасіння.

З міркувань пожежної безпеки найбільш важливими для новостворених культур є спосіб змішування сосни і листяних видів, і забезпечення доступу пожежних машин в лісові насадження. Для цього до складу культур сосни, які створюють у місцях потенційного займання, відповідно до лісорослинних умов, рекомендовано вводити домішку дерев господарсько цінних листяних видів: дуба, липи, берези, тополь, ясена, клена та ін., яка має становити 30–40 % садивних місць. Змішування видів у культурах має бути багаторядним. Ряди листяних видів, які не утворюють довгих гілок, повинні захищати під'їзні шляхи, дороги і їх відгалуження.

В умовах місцезростання A_1 , A_2 , B_2 для зниження пожежної небезпеки рекомендовано створення змішаних культур сосни з кущами шляхом чергування двох рядів головного виду і одного ряду кущів.

Не менш важливим є вибір напрямку, в якому нові культури закладають на місці пошкоджених насаджень. У лісогосподарській практиці вимога до просторово-часового порядку формування лісу, стійкого до шкідливого впливу вітру, повністю відповідає завданням протипожежного захисту.

У разі створення лісових культур в безпосередній близькості до постійних місць займання, ряди слід прокладати в паралельному напрямку до таких ділянок. Мета такої дії – обмежити газообмін під час пожежі і, таким чином, уповільнити її

поширення. Смуга має бути завширшки не менше 50 м. Такі протипожежні смуги у великих лісових масивах також грають роль психологічного чинника, знижуючи побоювання рятувальників перед загрозою пожежі.

Під час лісовідновлення в соснових масивах потрібно планувати розміщення майбутніх трелювальних волоків завширшки 3–5 м. У насадженнях I і II класів віку вони виконують роль протипожежних бар'єрів, а в старших – полегшують доставку засобів пожежогасіння. Найпростіший метод їх створення – садіння трьох рядів листяних видів на етапі створення культур, які потім вирубують під час рубок догляду.

У разі проведення лісовідновлення на згарищах необхідно планувати загальні елементи протипожежної організації території, до яких відносять:

- розміщення квартальної сітки і доріг (під час планування їх розміщення та ширини необхідно передбачити можливість прокладання мінералізованих смуг);
- створення вздовж квартальних просік і доріг пожежостійких смуг із листяних видів і кущів завширшки 10–15 м;
- розбивка ділянок площею більше 10 га на блоки 20–30-рядними кулісами з листяних видів (за винятком ділянок, на яких проектується кулісне змішування деревних видів).

На пожежонебезпечних ділянках створення лісових культур сосни за кулісним способом змішування з листяними видами :15–20 рядів сосни через 15–20 рядів листяних.

У разі лісовідновлення необхідно особливу увагу приділяти плануванню пожежостійких узлісь, насамперед навколо населених пунктів і полів. Пожежостійкі узлісся влаштовують шляхом посадки з переважанням у складі більше 7 одиниць листяних і кущових видів. Ширина пожежостійких узлісь з листяних видів має бути не менше 150 м. За узліссям, на примикаючій частині заліснюваної ділянки, лісові культури

сосни доцільно створювати за кулісним способом змішування з листяними видами: 15–20 рядів сосни через 15–20 рядів листяних.

На ділянках лісових насаджень, які не були пройдені пожежею, пожежостійкі узлісся влаштовують шляхом проведення систематичних рубок догляду, очищених смуг хвойного лісу від вітролому, підросту хвойних видів, пожежонебезпечного підліску, видалення у хвойних дерев нижніх гілок заввишки до 2 м. Ширина смуг хвойного лісу, очищених від захаращеності, підросту хвойних видів і пожежонебезпечного підліску, повинна бути не менше 250 м. Блоки соснових культур поділяються мінералізованими смугами в поздовжньому напрямку через 50–70 м.

У змішаних молодняках за участю сосни в складі 7–8 одиниць у разі проведення рубок догляду необхідно видаляти дерева, що створюють небезпеку переходу низової пожежі у верхову (сухі і пригнічені екземпляри, дерева, які мають низькоопущені крони), зберігаючи листяні види, нижньої частини пологу.

Важливим лісогосподарським заходом для зниження ризику переходу верхових лісових пожеж на населені пункти, який мають застосовувати у 300-метрових буферних зонах у лісовому фонді є рубки переформування. Рубки переформування – це комплексні рубки, спрямовані на поступове перетворення одновікових чистих соснових насаджень у різновікові мішані лісові насадження (Правила поліпшення якісного складу лісів, 2007). Їх можуть проводити в усіх категоріях лісів та вікових групах деревостанів і поєднувати одночасне вирубування окремих соснових дерев або їх груп, що сприяє природному відновленню листяних видів за умови безперервного існування лісу.

У Луганській області рубки переформування можуть проектувати та проводити у відповідних типах лісорослинних умов (А₃, В₂, В₃, С₂₋₃, D₁₋₂) шляхом здійснення комплексу лісогосподарських заходів у насадженнях 1–2 класу природної

пожежної небезпеки для формування цільового мішаного деревостану, оскільки склад і структура чистих соснових насаджень біля населених пунктів несуть загрозу для населених пунктів. Отже, рубки проводять із врахуванням екологічних чинників та вимог безпеки.

Рубки переформування в чистих соснових насадженнях біля населених пунктів проводять за кілька прийомів поетапно для формування цільового мішаного деревостану. Кожний наступний етап рубки призначають за умови появи надійного природного поновлення листяних головних видів на попередньо зрубаних ділянках.

Вирубування біогруп соснових дерев здійснюють у межах річного приросту, кратного тривалості етапу переформування, переважно у місцях наявного підросту і в можливих групах поновлення головних і супутніх листяних видів, шляхом формування прогалини з поперечником у межах однієї–півтори висоти деревостану. На проведення рубки переформування складають спеціальну облікову картку та технологічну схему переформування, метою якої є максимальне збереження ґрунту та наявного природного поновлення листяних видів.

12. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ЗГАРИЩ ДЕРЕВНИМ НАСІННЯМ І САДИВНИМ МАТЕРІАЛОМ

Внаслідок бойових дій, змін клімату та припинення державного фінансування охорони лісів від пожеж Луганська область упродовж 2014–2020 рр. втратила близько 40 тис. га соснових лісів, створених у післявоєнні роки.

Наразі нагальною екологічною проблемою є відтворення понад 30 тис. гектарів соснових та листяних лісів пошкоджених пожежами, які виконували важливу рекреаційну, кліматорегулюючу функцію та перешкоджали виникненню піщаних та пилових бурь. На відтворення 30 тис. га буде потрібно понад 100 мільйонів сіянців, а також значна кількість насіння для їх вирощування. Потужностей для збору такої кількості районованого для Степу насіння для висіву його в розсадниках для отримання сіянців та посадки цих сіянців безпосередньо на згарищах ні в Луганській, ні в сусідніх областях немає. За умови залісення понад планових 500 га на рік, що потребуватиме додаткового вирощування у розсадниках та посадки на згарищах 2–3 мільйонів сіянців, відтворення лісів може зайняти понад 20–30 років. Збільшення цих обсягів можливо за максимально можливого використання природного поновлення та комбінованого лісовідновлення, що повинно стати важливим пріоритетом у цій роботі. Особливо це актуально через складні кліматичні та економічні умови: короткий термін весняної лісокультурної кампанії, відсутність фінансування лісового господарства і брак кваліфікованих кадрів та робочої сили.

Під час проєктних досліджень було здійснено аналіз лісокультурної діяльності Луганського обласного управління лісового і мисливського господарства упродовж 2016–2020 рр. (рис. 12.1).

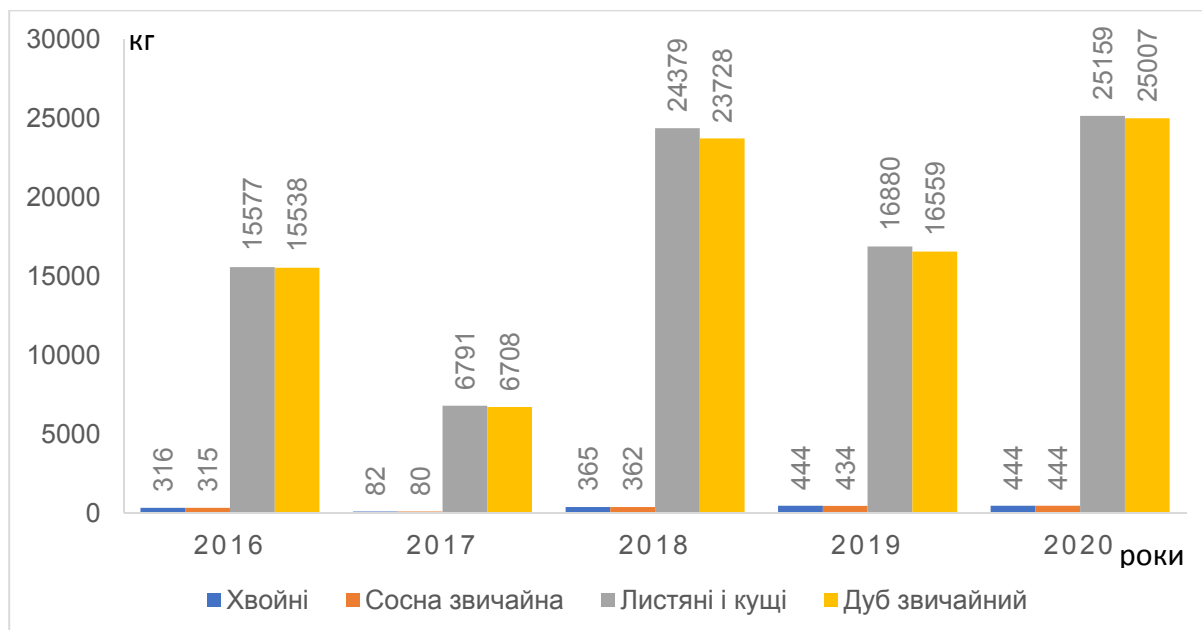


Рис. 12.1. Кількість заготовленого насіння за період 2016–2020 рр.

На підприємствах Луганського ОУЛМГ в основному заготовляють насіння сосни звичайної, дуба звичайного та листяних видів, що становить близько 99 % від загальної кількості заготовленого насіння (рис. 12.1). В середньому здійснюють заготівлю 327 кг насіння сосни звичайної та 17508 кг жолудів дуба звичайного. Найбільше насіння сосни звичайної та жолудів дуба звичайного було заготовлено у 2020 році. Однак насіння 1 класу якості було заготовлено: сосни звичайної до 12 %, дуба звичайного до 25 %, решта насіння було 2 та 3 класу якості.

Враховуючи дані лісокультурної діяльності Луганського обласного управління лісового і мисливського господарства впродовж 2016–2020 рр., за прогнозними оцінками максимальний обсяг заготівлі насіння у цьому лісонасіннєвому районі може становити близько 20–27 тон за сприятливих кліматичних умов та розширення асортименту насіння, що буде заготовлено.

Щорічний обсяг штучного лісовідновлення на підприємствах Луганського ОУЛМГ в середньому становить близько 711 га (рис. 12.2).

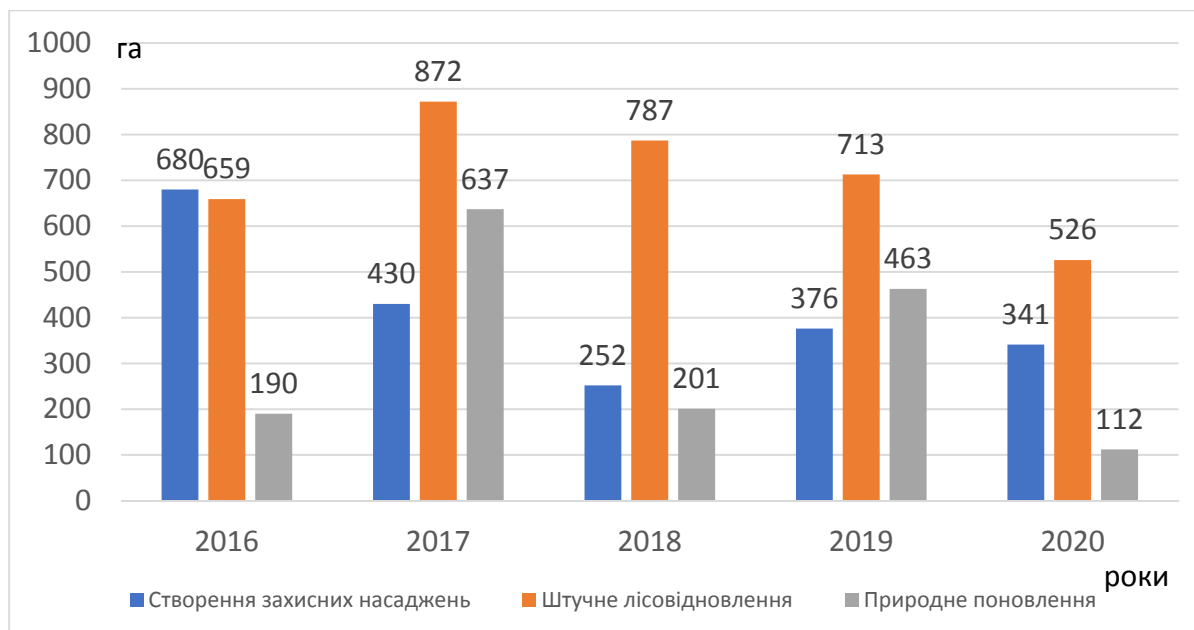


Рис. 12.2. Обсяги відтворення лісів на підприємствах Луганського ОУЛМГ

Як видно із рисунка, найбільші обсяги штучного лісовідновлення були у 2017 році – 872 га, найбільше створення захисних насаджень спостерігалось у 2016 році – 680 га, найбільші обсяги природного поновлення у 2017 році – 637 га.

Щодо забезпеченості робіт із відтворення лісів садивним матеріалом то вона нерівномірна. Як видно із даних таблиці, найнижча забезпеченість була у 2019 році – 3,9 тис. шт·га⁻¹, найбільша – у 2020 році 7,3 тис. шт·га⁻¹.

Таблиця 12.1

Оцінка забезпеченості робіт із відтворення лісів садивним матеріалом

Роки	Вирощено стандартних сіянців, тис. шт.	Обсяги відтворення, га	Забезпеченість садивним матеріалом, тис. шт·га ⁻¹
2016	4861	1204	4,0
2017	9751	1596	6,1
2018	5322	1015	5,2
2019	5650	1443	3,9
2020	6460	887	7,3

Якщо обсяги відтворення лісів збільшаться на 500 га щороку за рахунок площ згарищ, в такому разі для забезпечення проведення лісокультурних робіт необхідно ще додатково 2–3 млн сіянців. Тому для виробництва цих сіянців необхідно заготовляти насіння із сусідніх лісонасінних районів, бажано 1 класу якості (тобто ще додатково 50 кг насіння).

Максимально можливий обсяг вирощування сіянців із закритою кореневою системою з районованого насіння становитиме 4–6 млн сіянців (за умови заготівлі не менше 50 кг насіння першого класу якості, що зумовлено технологічними особливостями вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою). Але на кількість вирощуваних сіянців суттєво впливає якість заготовленого насіння. Клас якості насіння коливається від 1 до 3. Водночас слід зауважити, що основна маса заготовленого насіння 2 та 3 класу якості.

В умовах Степу з найбільш посушливими кліматичними умовами за останні 3 роки створено понад 40 % лісових культур. У цій лісорослинній зоні, в якій заплановано найбільші обсяги робіт із лісорозведення, в окремі роки відпадає від 10 до 18 % висаджених лісових культур. Значні площі потребують доповнення, так як приживлюваність лісових культур коливається орієнтовно в межах 50–60 %. Однією з першопричин ослаблення та значного відпаду штучно створених насаджень є закладання лісових культур в агротехнічно неоптимальні весняні терміни, тривалість яких у Степу в окремі роки не перевищує 3–5 днів.

Іншим, не менш важливим чинником значного відпаду культур є використання виключно сіянців з відкритою кореневою системою, приживлюваність яких на землях у районах із недостатнім зволоженням низька, навіть за умови висаджування їх в оптимальні строки.

Останнє зумовлює необхідність збільшення питомої ваги використання для лісовідновлення природного поновлення та сіянців із закритою (нетравмованою) кореневою системою із непорушеною коренелистовою кореляцією. Використання їх для

закладання насаджень у Степу дозволить не тільки суттєво підвищити успішність лісовідновлення, а й значно зменшити потребу в їх доповненні.

Враховуючи проаналізовані дані щодо лісокультурної діяльності Луганського ОУЛМГ та заліснення площ згарищ після пожеж, які пройшли у 2020 році, на базі управління для покращання робіт із відтворення лісів необхідно створити клоново-насінневі плантації та сучасний насіннево-розсадницький комплекс. Клоново-насінневі плантації слід створювати відповідно до чинних «Настанов з лісового насінництва» (2018).

На початковому етапі для покращення забезпеченості робіт із відтворення лісів садивним матеріалом підприємства Луганського ОУЛМГ можуть здійснити за рахунок збільшення вирощування садивного матеріалу в коробах з використанням добрив та притінення, застосування вищезазначених препаратів для підвищення стійкості до несприятливих чинників. Серед можливих варіантів вирішення проблеми забезпечення посадковим матеріалом можуть бути такі: будівництво власного сучасного насіннево-розсадницького комплексу; розширення виробництва сіянців із закритою кореневою системою в регіоні; закупівля їх на насіннево-розсадницькому комплексі, який розміщено на території ДП «Лиманське лісове господарство» або у Львівській області за умови використання місцевого районованого насіння та спеціалізованого для умов Степу субстрату.

13. ОЦІНКА СТУПЕНЯ ПРОГЕННОГО ПОШКОДЖЕННЯ ЛІСІВ ТА ЛАНДШАФТІВ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖ 2020 р.

13.1. Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)

Для визначення інтенсивності пожеж і ступеня пошкодження ґрунту використовували три типи даних ДЗЗ:

- дані про термальні аномалії Suomi NPP VIIRS та MODIS MOD/MYD14 – для визначення дат початку пожеж;
- мультиспектральні супутникові знімки PlanetScope – для визначення орієнтовного контуру згарищ та області інтересу дослідження;
- мультиспектральні супутникові знімки Sentinel 2 – для класифікації території за ступенем пошкодження рослинності (інтенсивністю пожеж) та ґрунту.

13.1.1. Дані про термальні аномалії. Дані про термальні аномалії використовували в режимі інтерактивного аналізу території за допомогою веб-інтерфейсу (рис. 13.1). На основі цього було встановлено, що на території досліджень у 2020 році сталося дві великі пожежі. Дату початку першої пожежі (6 липня 2020 р., рис. 13.1.б), а також кінцеву дату пожеж, що сталися наприкінці вересня та початку жовтня (9 жовтня 2020 р., рис. 13.2.в), використовували для визначення часового інтервалу для підбору супутникових знімків і аналізу змін спектральних характеристик земельного покриття.

13.1.2. Супутникові знімки PlanetScope. Мультиспектральні супутникові знімки PlanetScope використано задля визначення орієнтовних периметрів згарищ, що дозволило зосередитися на ретельному дешифруванні ступеня пошкодження території в межах встановленого контуру. Для цього знімки підбирали, орієнтуючись на дати початку і закінчення періоду пожеж. Стан території до пожежі відображали супутникові знімки PlanetScope, одержані впродовж 3–5 липня 2020 р., тоді як

після пожежі – станом на 9 жовтня 2020 р. (табл. 13.1). Враховуючи те, що аналіз виконували візуально, особливих вимог щодо відповідності сезону зйомки до зазначених мозаїк не висувалося (наприклад, літні чи осінні знімки), проте у виборі доступних дат орієнтувалися на абсолютно безхмарні знімки. Достатньо високе просторове розрізнення (3 м) разом із комбінацією спектральних каналів (B3–B4–B2) дозволили створити чіткий контур згарищ, який складався з дев’яти окремих полігонів (рис. 13.3).

Таблиця 13.1

Ідентифікатори сцен супутникових знімків PlanetScope

Літня мозаїка (до пожежі)	Осіння мозаїка (після пожежі)
20200704_053349_104b_3B_AnalyticMS_SR	20201009_073508_49_2277_3B_AnalyticMS_SR
20200704_053348_104b_3B_AnalyticMS_SR	20201009_051437_0f49_3B_AnalyticMS_SR
20200704_053347_104b_3B_AnalyticMS_SR	20201009_051438_0f49_3B_AnalyticMS_SR
20200703_073324_60_2271_3B_AnalyticMS_SR	20201009_051439_0f49_3B_AnalyticMS_SR
20200705_074409_0e20_3B_AnalyticMS_SR	20201009_051440_0f49_3B_AnalyticMS_SR
20200705_074408_0e20_3B_AnalyticMS_SR	20201009_080121_0f17_3B_AnalyticMS_SR
20200705_074407_0e20_3B_AnalyticMS_SR	20201009_080122_0f17_3B_AnalyticMS_SR
20200705_074406_0e20_3B_AnalyticMS_SR	20201009_080123_0f17_3B_AnalyticMS_SR
20200704_074635_64_1067_3B_AnalyticMS_SR	20201009_082836_77_2307_3B_AnalyticMS
20200704_074634_08_1067_3B_AnalyticMS_SR	20201009_082839_13_2307_3B_AnalyticMS
20200704_074632_52_1067_3B_AnalyticMS_SR	20201009_082926_63_2419_3B_AnalyticMS
20200705_081558_83_105c_3B_AnalyticMS_SR	20201009_082928_98_2419_3B_AnalyticMS
20200705_081556_96_105c_3B_AnalyticMS_SR	



Рис. 13.1. Ідентифікація пожеж на території дослідження (липень 2020 р.)

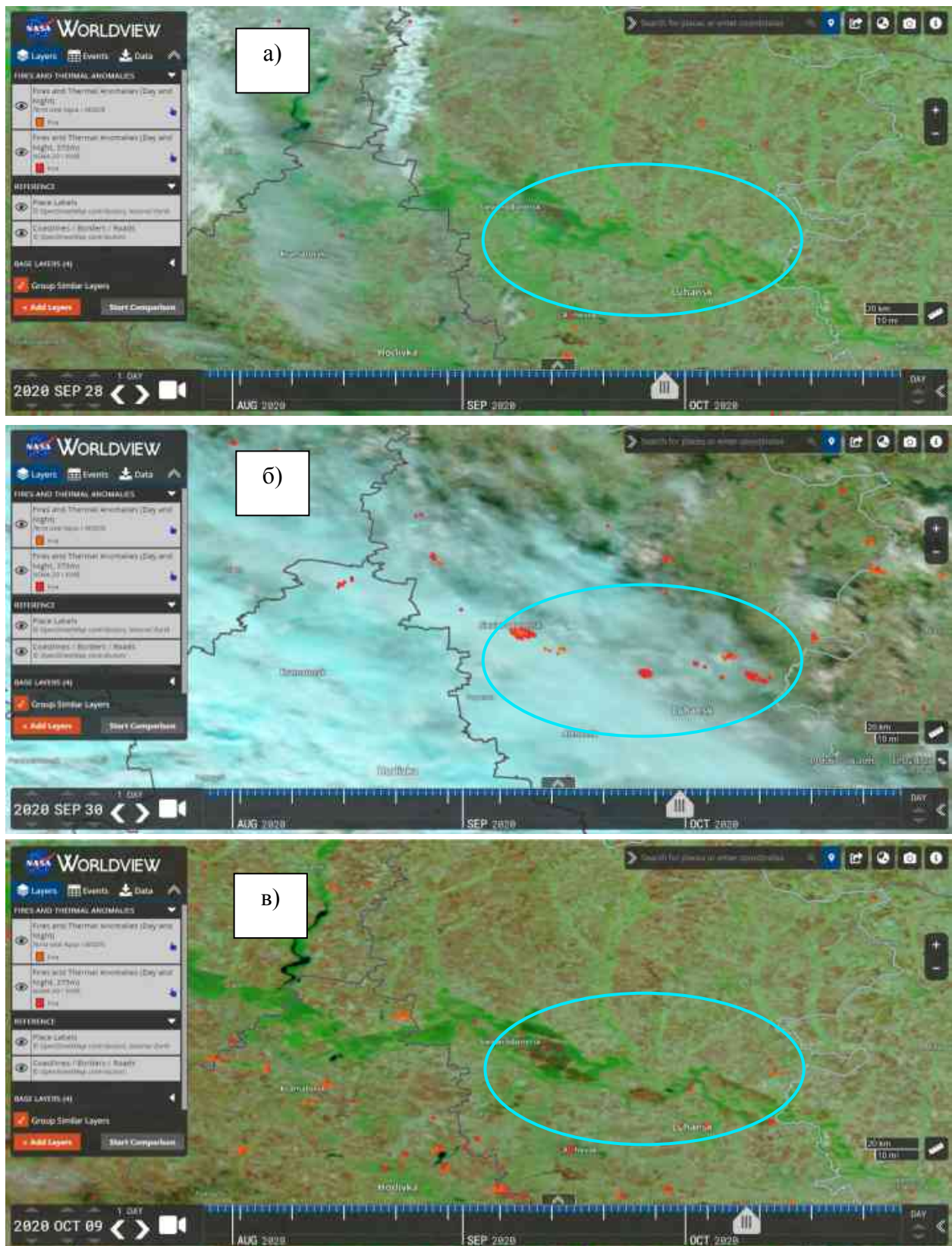


Рис. 13.2. Ідентифікація пожеж на території дослідження (вересень–жовтень 2020 р.)



Рис. 13.3. Осіння мозаїка зі знімків PlanetScope (комбінація каналів 3–4–2): полігони відображають контури згарищ, визначені візуально

13.1.3. Супутникові знімки Sentinel 2. Дешифрування ступеня пошкодження території виконано на основі мультиспектральних супутникових знімків Sentinel 2. Знімки підбирали таким чином, щоб вони відображали стан території до та після пожежі під час однієї фенологічної фази рослинності. В межах окресленого контуру пожеж (рис. 13.3) створено безхмарну мозаїку зі знімків Sentinel 2 до пожежі станом на 16 жовтня 2019 р., та станом на 15 жовтня 2020 р – для відображення території після пожежі (рис. 13.4). У дослідженні використано супутникові знімки рівня обробки 2A, спектральні канали яких характеризують відбиття на поверхні ґрунту (Surface Reflectance), що є важливою передумовою для бі-темпорального порівняння даних. Крім цього в межах області інтересу знімки були абсолютно безхмарні, у зв'язку з чим не було потреби застосовувати додаткові алгоритми з покращання якості мозаїк.

Ідентифікатори сцен супутникових знімків Sentinel 2

Літня мозаїка (до пожежі)	Осіння мозаїка (після пожежі)
20191016T082929_20191016T083251_T37UDP	20201015T082931_20201015T083307_T37UEQ
20191016T082929_20191016T083251_T37UDQ	20201015T082931_20201015T083307_T37UEP
20191016T082929_20191016T083251_T37UEP	20201015T082931_20201015T083307_T37UDQ
20191016T082929_20191016T083251_T37UEQ	20201015T082931_20201015T083307_T37UDP

Класифікацію території за ступенем пошкодження рослинного покриву виконано на основі індексу $dNBR$ (Key & Benson, 2006):

$$dNBR = NBR_{prefire} - NBR_{postfire}, \quad (1)$$

де $NBR_{prefire}$ та $NBR_{postfire}$ – значення індексу NBR , розраховані відповідно до та після пожеж.

Загалом індекс NBR обчислюється для кожного пікселя знімка за даними ближнього (NIR) та короткохвильового ($SWIR\ 2$) інфрачервоного каналів:

$$NBR = 1000 \cdot (NIR - SWIR\ 2) / (NIR + SWIR\ 2). \quad (2)$$

Оскільки для даних Sentinel 2 канал 8 (NIR – 0,83 мкм) та канал 12 ($SWIR\ 2$ – 2,2 мкм) мають різне спектральне розрізнення (відповідно 10 і 20 м), карти пошкоджень були підготовлені за нижчого просторового розрізнення – 20 м.

Попередню класифікацію території за ступенем пошкодження виконано на основі порогових значень індексу $dNBR$, які відповідають трьом рівням (Key & Benson, 2006): високий ($\geq 0,660$), середній ($0,270 \div 0,659$), низький ($0,100 \div 0,269$).

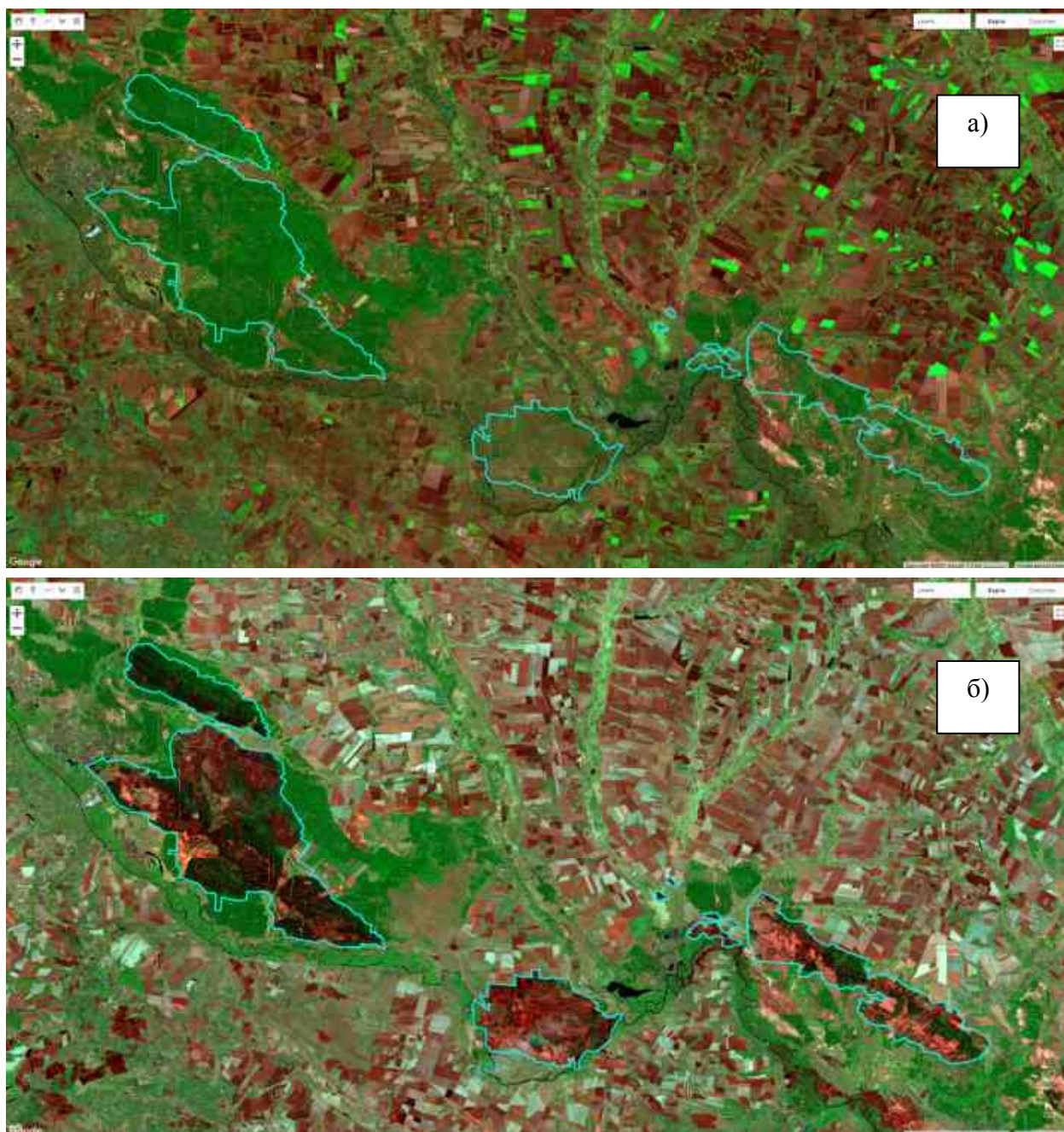


Рис. 13.4. Мозаїки зі знімків Sentinel 2 до та після пожежі (комбінація каналів 12–8–5): а) жовтень 2019 р., б) жовтень 2020 р.; полігони відображають контури згарищ, визначені візуально

13.2. Стратифікація території згарищ та дані натурних досліджень

Задля уточнення карти пошкоджень та пристосування її до задач розробки стратегії лісовідновлення на згарищах, а також проєктування схеми вибірових досліджень, використано базу

даних ВО Укрдержліспроєкт. Дані про категорії лісових і нелісових ділянок, які були пошкоджені під час пожеж, використано для стратифікації території за мінімально доцільної кількості однорідних страт. Використана схема враховує поєднання категорій земель, типів лісорослинних умов і панівних деревних видів (табл. 13.3).

Таблиця 13.3

Схема стратифікації території досліджень

Номер страти	Категорія земель до пожежі	Тип лісорослинних умов	Головний вид	Частка від загальної площі, %
10	Вкриті лісовою рослинністю ділянки	A ₂₋₃	Сосна	27
20	Вкриті лісовою рослинністю ділянки	B ₂₋₃	Сосна	22
30	Вкриті лісовою рослинністю ділянки	A ₀₋₁ ; B ₁ ; C ₁ ; D ₁	Листяні, сосна	10
40	Вкриті лісовою рослинністю ділянки	A ₂₋₃ ; B ₂₋₃ B ₄ ; C ₂₋₅ ; D ₂₋₅ C ₂₋₃ ; D ₂₋₃	Листяні Листяні Сосна	8 5 1
50	Невкриті лісовою рослинністю ділянки	A ₀₋₁ ; B ₁ ; C ₁ ; D ₁	—	9
60	Інші невкриті лісовою рослинністю ділянки та нелісові землі	A ₂₋₃ ; B ₂₋₃ B ₄ ; C ₂₋₅ ; D ₂₋₅	—	17 1

Прийнята схема передбачає проведення єдиної системи лісівничих заходів у межах відповідного рівня пошкодження деревостанів і ґрунту. На основі цієї схеми та вихідної карти інтенсивності пожежі за трьома рівнями запроєктовано стратифіковану вибірку натурних досліджень таким чином, щоб вона пропорційно (до площі страти) відображала різні типи земельного покриття та ступені пошкодження рослинності (Olofsson et al., 2014). Мінімально у страті (категорія земель – ступінь пошкодження) відбирали три проби, тоді як їхня максимальна кількість досягала 14–18. Загалом було закладено 73 пробні ділянки, які налічували сім контрольних ділянок поза межами згарищ.

Під час польових досліджень на кожній пробній ділянці оцінювали фактичний ступінь пошкодження, використовуючи методики визначення на місцевості індексів CBI (Key & Benson, 2006) та його модифікованої версії – індекс GeoCBI (De Santis & Chuvieso, 2009). Зазначені індекси являють собою комплексну бальну оцінку ступеня пошкодження, яка є сумарною величиною ступеня пошкодження різних страт рослинного покриву: живого надґрунтового покриву, чагарників, деревостанів. GeoCBI додатково враховує відсоток проєктивного покриття кожної страти, у зв'язку з чим є ефективнішим з погляду на можливості використання даних дистанційного зондування Землі для оцінювання інтенсивності пожеж (Saulino et al., 2020). Крім цього на кожній пробі бралися зразки ґрунту для визначення ступеня їхнього пошкодження за методикою BAER (Parsons et al., 2010). Стан території фіксували за допомогою серії фотографій, зроблених за методикою створення кругових панорам віртуальної реальності VR360 (Myroniuk et al., 2020; See & Cheok, 2015).

13.3. Класифікація згарищ за інтенсивністю пожеж і ступенем пошкодження ґрунту

Методика уточнення карт інтенсивності пожежі передбачає вибір обґрунтованих порогових значень $dNBR$, які узгоджують з фактичними рівнями пошкодження, які визначали на місцевості. На основі індексу CBI виявлено істотну взаємну варіацію досліджуваних показників, що не дозволило зробити висновок стосовно досліджуваного параметра (рис. 13.5).

Загальна точність класифікації (OA) знаходиться в діапазоні 0,481–0,716. За рис. 13.5 та матрицею помилок (табл. 13.4) простежують зміщені оцінки для середнього та високого рівнів інтенсивності пожежі, що зумовило потребу надалі зосередитися на індексі GeoCBI (рис. 13.6). Намагаючись скорегувати порогові значення $dNBR$ для визначення рівнів пошкодження,

використано рівняння (3), що вже застосовували в подібних дослідженнях (Miller & Thode, 2007; Saulino et al., 2020):

$$dNBR = a + b \cdot \exp(c \cdot FBI), \quad (3)$$

де a , b , c – коефіцієнти регресії; FBI – індекс ступеня пошкодження, визначений в натурі (CBI або GeoCBI).

Таблиця 13.4

Матриця помилок між ступенями пошкодження рослинності за даними дешифрування супутникових знімків Sentinel 2 і натурних досліджень згідно з індексом CBI

Клас карти ($dNBR$)	Наземний клас (CBI)				UA	PA
	не пошкоджені ділянки	низький	середній	високий		
Не пошкоджені ділянки	4	3	2	1	0,571	0,400
Низький	2	4	5	2	0,571	0,308
Середній	1	0	8	21	0,533	0,267
Високий	0	0	0	20	0,455	1,00

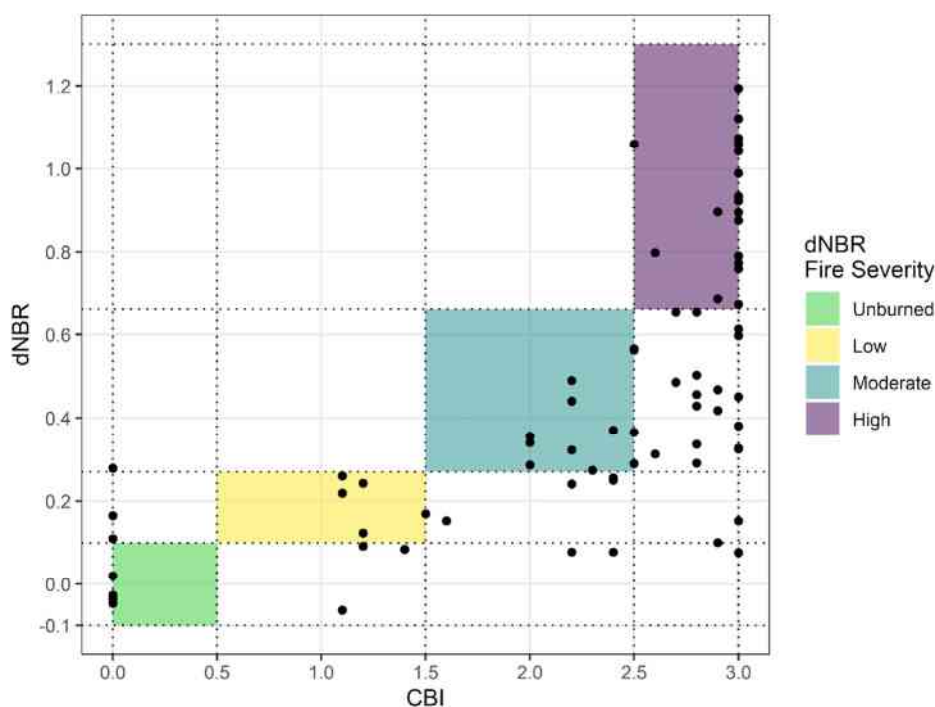


Рис. 13.5. Співвідношення між ступенями пошкодження насаджень, встановленими в натурі (CBI) та за знімками Sentinel 2: точками відображено фактичні емпіричні дані

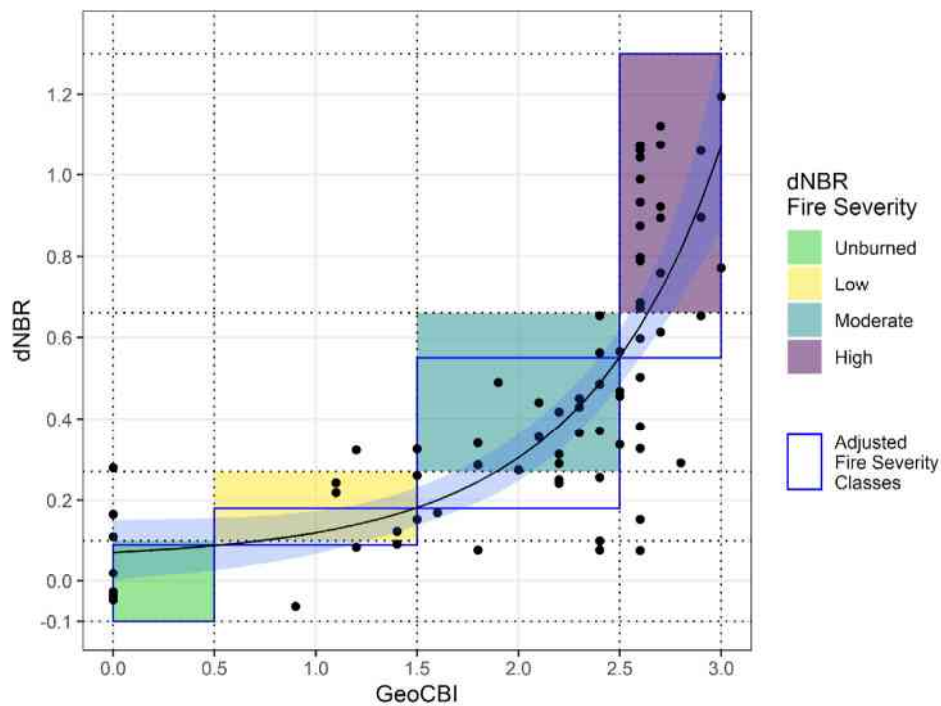


Рис. 13.6. Співвідношення між ступенями пошкодження насаджень, встановленими в натурі (GeoCBI) та за знімками Sentinel 2: точками відображено фактичні емпіричні дані; лінія на фоні напівпрозорої смужки – середній прогноз із 95 % довірчим інтервалом ступенів пошкодження; блакитні прямокутники вказують на реальне розташування класів пошкодження)

Параметри моделі підібрано в статистичній системі R за допомогою функції *nls*, використовуючи процедуру бутстрепінгу (James et al., 2013). Вона полягала в 1000-кратному відборі коефіцієнтів регресії на основі випадково сформованих вибірок із поверненням, визначенні медіани та стандартної помилки оцінок параметрів (табл. 13.5), а також 95 %-го довірчого інтервалу для прогнозу значень *dNBR* залежно від індексу GeoCBI (рис. 13.6).

Таблиця 13.5

Оцінки параметрів регресійної моделі (3)

Оцінка	Коефіцієнт регресії		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Параметр	0,05597	0,01513	1,400
Стандартна помилка	0,05128	0,01698	0,3191

У результаті моделювання порогові значення індексу *dNBR*, що застосовують для створення дискретної карти пошкодження рослинності за трьома рівнями, були зміщені (сині прямокутники) з врахуванням результатів натурних досліджень. Після цього загальна точність тематичної карти становила 0,551–0,777 та істотно покращилася дисагрегація середнього та високого ступенів пошкодження (табл. 13.6).

Таблиця 13.6

Матриця помилок між скорегованими ступенями пошкодження рослинності за даними дешифрування супутникових знімків Sentinel 2 і натурних досліджень згідно з індексом GeoCBI

Клас карти (<i>dNBR</i>)	Наземний клас (GeoCBI)				UA	PA
	не пошкоджені ділянки	низький	середній	високий		
Не пошкоджені ділянки	4	2	2	1	0,571	0,444
Низький	2	2	3	1	0,286	0,250
Середній	1	3	19	7	0,730	0,633
Високий	0	0	2	24	0,727	0,923

Нижню та верхню границі індексу GeoCBI використовували для оцінювання невизначеності площі ступенів пошкодження як невід’ємної складової характеристики будь-якої тематичної карти (табл. 13.7).

Таблиця 13.7

Порогові значення (чисельник) та оцінки площі (знаменник, тис. га) класів інтенсивності пожежі

Ступінь пошкодження	Фактичні порогові значення <i>dNBR</i> за методикою (Key & Benson, 2006)	Скореговані порогові значення <i>dNBR</i> на основі індексу GeoCBI		
		нижня границя довірчого інтервалу	середнє значення	верхня границя довірчого інтервалу
Низький	0,10	0,16	0,09	0,02
	11475,9	4703,3	5016,5	2373,9
Середній	0,27	0,23	0,18	0,14
	21162,7	22999,0	24087,5	23360,8
Високий	0,66	0,62	0,55	0,48
	6931,8	8002,9	10466,4	13835,7
Усього	39570,4	35705,2	39570,4	39570,4

Карту ступеня пошкодження ґрунту теж підготовлено на основі співвідношення між встановленими на місцевості ступенями пошкодження та значеннями $dNBR$. Звісно, тут більше відношення має опосередкований взаємозв'язок між інтенсивністю пожежі та її впливом на ґрунтовий покрив. Загалом під час польових досліджень було зафіксовано лише два ступеня пошкодження, порогові значення $dNBR$ для яких наведено на рис. 13.7 та в табл. 13.8.

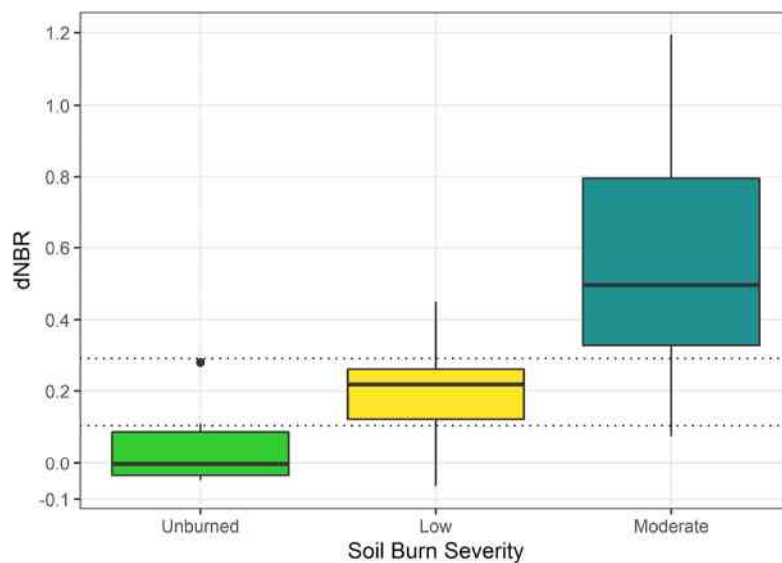


Рис. 13.7. Розподіл значень $dNBR$ за ступенями пошкодження ґрунту: пунктирною лінією позначено границі ступенів пошкодження ґрунту

Таблиця 13.8

Порогові значення та площа пошкодження ґрунту

Показник	Ступінь пошкодження ґрунту		
	низький	середній	усього
$dNBR$	0,105	0,290	—
Площа, тис. га	12656,7	26604,7	39261,4

Фактичний розподіл значень $dNBR$ (рис. 13.8) дозволяє зрозуміти особливості перерозподілу площі між різними варіантами класифікації території згарищ (рис. 13.9).

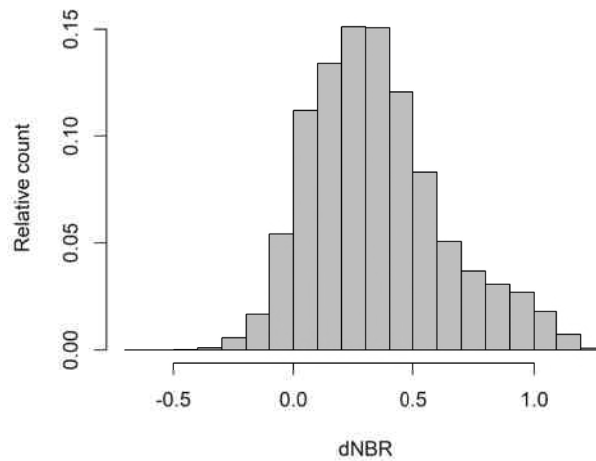


Рис. 13.8. Розподіл значень $dNBR$, встановлених за знімками Sentinel 2

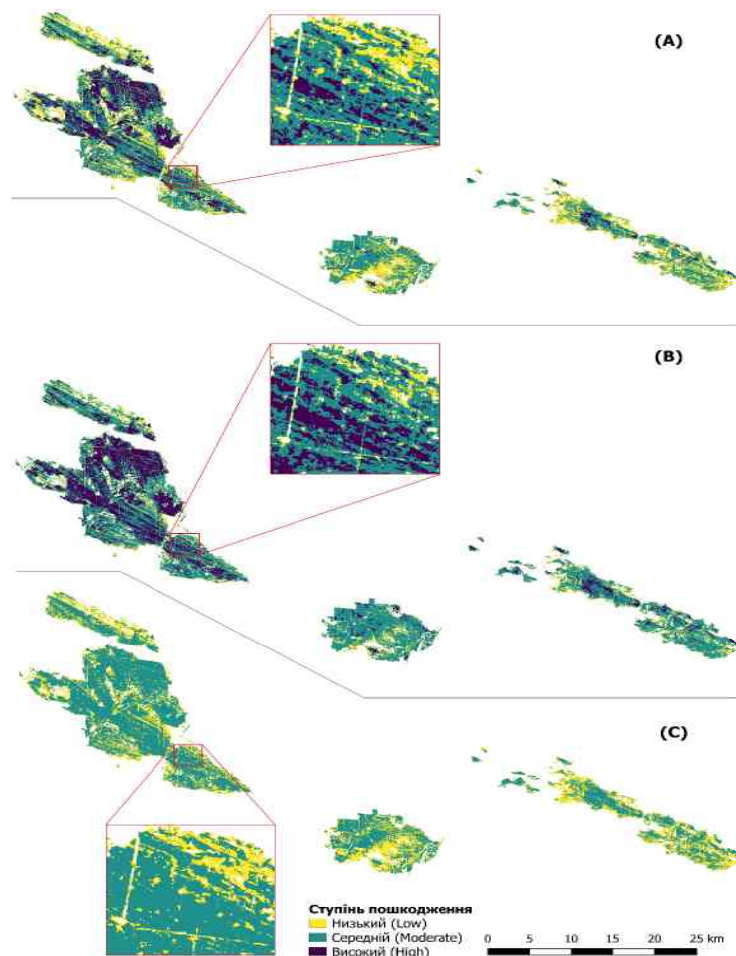


Рис. 13.9. Фактична та уточнена карти інтенсивності пожежі, а також пошкодження ґрунту: (A) – ступінь пошкодження рослинності відповідно до значень $dNBR$, визначених за супутниковими знімками Sentinel 2 (жовтень 2020 р. і жовтень 2019 р.); (B) – скорегований ступінь пошкодження рослинності на основі даних польових досліджень; (C) – ступінь пошкодження ґрунту

13.4. Векторні карти інтенсивності пожеж (ступеня пошкодження рослинності) та ступеня пошкодження ґрунту

На основі повидільної картографічної бази даних та скорегованих карт пошкоджень (рис. 13.9) для кожного таксаційного виділу розраховано поширений ступінь інтенсивності пожеж та ступінь пошкодження ґрунту, а також загальну частку виділу, яка зазнала хоча б якогось впливу пожежі. Одержані векторні карти інтенсивності пожеж для всіх категорій ділянок, а також за окремими стратами наведено в додатку Д.

У таблиці 13.9 наведено характеристику рівнів інтенсивності пожеж і ступеня пошкодження ґрунту, які були встановлені під час натурних досліджень. Аналогічні рівні на картах відповідають зазначеним у таблиці характеристикам з урахуванням показників невизначеності результатів цього дослідження (див. рис. 13.6 і рис. 13.7).

Таблиця 13.9

Характеристика рівнів інтенсивності пожеж

Номер страти	Рівень інтенсивності пожежі	Характеристика рівня інтенсивності пожеж	Типова світлина ділянки та посилання на кругову панораму VR360
10	Низький	Соснові насадження, які ростуть у типах лісорослинних умов А ₂ -свіжий бір та А ₃ -вологий бір. Характеризуються низьким ступенем пошкодження. Середнє значення CBI – 0,7, GeoCBI – 0,7. Приклад – ділянка ID–84. Характеристики: ділянка пройдена низовою пожежею низької інтенсивності; є значна частка дерев із зеленою хвоєю; висота нагару – до 2 м; CBI – 1,4; GeoCBI – 1,2; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	 https://kuula.co/post/n1/collection/7Y2bqhttps://kuula.co/post/n1/collection/7Y2bq

Номер страти	Рівень інтенсивності пожежі	Характеристика рівня інтенсивності пожеж	Типова світлина ділянки та посилання на кругову панораму VR360
	Середній	Соснові насадження , які ростуть у типах лісорослинних умов А₂-свіжий бір та А₃-вологий бір. Приклад – ділянка ID–72. Характеристики: ділянка пройдена низовою пожежею сильної інтенсивності; є поодинокі дерева із зеленою хвою, на решті дерев хвоя коричневого кольору; середня висота нагару – 6 м; CBI – 2,4; GeoCBI – 2,4; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	 https://kuula.co/post/7rPm7
	Високий	Соснові насадження , які ростуть у типах лісорослинних умов А₂-свіжий бір та А₃-вологий бір. Приклад – ділянка ID–2. Характеристики: середньовікове насадження; ділянка пройдена низовою пожежею сильної інтенсивності; дерев із зеленою хвою немає; вся хвоя коричнева або відсутня, 70 % хвої обсипалося; середня висота нагару – 6 м; CBI – 2,9; GeoCBI – 2,5; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	 https://kuula.co/post/7rPXh
20	Низький	Соснові насадження , які ростуть у типах лісорослинних умов В₂-свіжий субір та В₃-вологий субір. Приклад – ділянка ID–70. Характеристики: пристигаюче насадження; ділянка пройдена низовою пожежею слабкої інтенсивності; є значна частка дерев із зеленою хвою; на решті дерев хвоя коричнева; середня висота нагару – 4 м; CBI – 1,5;	 https://kuula.co/post/7rPXh

Номер страти	Рівень інтенсивності пожежі	Характеристика рівня інтенсивності пожеж	Типова світлина ділянки та посилання на кругову панораму VR360
30		GeoCBI – 1,6; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	
	Середній	Соснові насадження, які ростуть у типах лісорослинних умов В ₂ -свіжий субір та В ₃ -вологий субір. Приклад – ділянка ID–40. Характеристики: пристигаюче насадження; ділянка пройдена низовою пожежею сильної інтенсивності; є незначна частка дерев із зеленою хвоєю; на решті дерев хвоя коричнева або обпала; середня висота нагару – 5,5 м; CBI – 2,4; GeoCBI – 2,2; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	 https://kuula.co/post/7rltG https://kuula.co/post/7rltG
	Високий	Соснові насадження, які ростуть у типах лісорослинних умов В ₂ -свіжий субір та В ₃ -вологий субір. Приклад – ділянка ID–69. Характеристики: середньовікове насадження; ділянка пройдена низовою пожежею сильної інтенсивності; дерев із зеленою хвоєю немає; вся хвоя коричнева або відсутня, 70 % хвої обсипалося; середня висота нагару – 7 м; CBI – 2,8; GeoCBI – 2,6; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	 https://kuula.co/post/7rP7Y
30	Низький	Насадження в дуже сухих і сухих умовах (індекс гігротопу 0–1). Приклад – ділянка ID–88. Характеристики: вікова група – молодняки, насадження до 40 р.; ділянка пройдена низовою пожежею слабкої інтенсивності; є значна частка дерев із зеленою хвоєю та незначна частка дерев із	 https://kuula.co/post/7rPfXh https://kuula.co/post/7rPfXh

Номер страти	Рівень інтенсивності пожежі	Характеристика рівня інтенсивності пожеж	Типова світлина ділянки та посилання на кругову панораму VR360
		коричневою хвоєю; середня висота нагару – 0,5 м; CBI – 1,2; GeoCBI – 1,4; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	
	Середній	Насадження в дуже сухих і сухих умовах (індекс гігротопу 0-1). Приклад – ділянка ID-116. Характеристики: вікова група – молодняки, (насадження до 40 р.) з поодинокими великими деревами, мішане із переважанням листяних видів; ділянка пройдена низовою пожежею середньої інтенсивності; є значна частка дерев, які вижили; середня висота нагару – 1 м; CBI – 2,2; GeoCBI – 2,4; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	
	Високий	Насадження в дуже сухих і сухих умовах (індекс 0-1). Приклад – ділянка ID-8. Характеристики: вікова група – молодняки (віком до 40 р.); ділянка пройдена верховою пожежею; дерева без хвої; CBI – 3,0; GeoCBI – 2,8; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	
40	Низький	Листяні насадження в усіх умовах окрім дуже сухих та сухих (індекс гігротопу 0-1), соснові насадження в багатих умовах (свіжі та вологі складні субори C ₂ -C ₃ , свіжі та вологі діброви D ₂ -D ₃). Приклад – ділянка ID-18. Характеристики: вікова група –	

Номер страти	Рівень інтенсивності пожежі	Характеристика рівня інтенсивності пожеж	Типова світлина ділянки та посилання на кругову панораму VR360
		молодняки (віком до 40 р.); листяне насадження з поодинокими старшими деревами сосни; ділянка пройдена низовою пожежею слабкої інтенсивності; CBI – 1,2; GeoCBI – 1,1; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	
	Середній	Листяні насадження в усіх умовах окрім дуже сухих та сухих (індекс гігротопу 0–1), соснові насадження в багатих умовах (свіжі та вологі складні субори C ₂ -C ₃ , свіжі та вологі діброви D ₂ -D ₃). Приклад – ділянка ID–78. Характеристики: різновікове листяне насадження з поодинокими великими деревами; ділянка пройдена низовою пожежею середньої інтенсивності; молоді дерева із тонкою корою загинули – решта живі; середня висота нагару – 1 м; CBI – 1,2; GeoCBI – 1,1; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	
	Високий	Листяні насадження в усіх умовах окрім дуже сухих та сухих (індекс гігротопу 0–1), соснові насадження в багатих умовах (свіжі та вологі складні субори C ₂ -C ₃ , свіжі та вологі діброви D ₂ -D ₃). Приклад – ділянка ID–57. Характеристики: середньовікове насадження (береза, осика, вільха); ділянка пройдена низовою пожежею сильної	

Номер страги	Рівень інтенсив- ності пожежі	Характеристика рівня інтенсивності пожеж	Типова світлина ділянки та посилання на кругову панораму VR360
		інтенсивності; CBI – 3,0; GeoCBI – 2,6; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	
50	Низький	Невкриті лісом ділянки в дуже сухих і сухих умовах (піски) Приклад – ділянка ID–108. Характеристики: невокрита лісом ділянка пройдена низовою пожежею слабкої інтенсивності; на ділянці є молоді дерева дуба, які вижили; CBI – 1,1; GeoCBI – 1,5; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	
	Середній	Невкриті лісом ділянки в дуже сухих і сухих умовах (піски) Приклад – ділянка ID–83. Характеристики: невокрита лісом ділянка (незімкнуті культури) пройдена низовою пожежею середньої інтенсивності; на ділянці є молоді дерева дуба та берези, які вижили; CBI – 1,6; GeoCBI – 1,5; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	
	Високий	Невкриті лісом ділянки в дуже сухих і сухих умовах (піски) Приклад – ділянка ID–20. Характеристики: невокрита лісом ділянка з поодинокими деревами сосни та куртинами берези пройдена низовою пожежею; CBI – 3,0; GeoCBI – 2,6; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	

Номер страги	Рівень інтенсив- ності пожежі	Характеристика рівня інтенсивності пожеж	Типова світлина ділянки та посилання на кругову панораму VR360
60	Низький	Усі інші ділянки (нелісові землі). Приклад – ділянка ID–120. Характеристики: некрита лісом староорна ділянка пройдена низовою пожежею слабкої інтенсивності; на ділянці є молоді плодові та чагарникові види, які вижили; CBI – 1,0; GeoCBI – 1,0; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – низький.	
60	Середній	Усі інші ділянки (нелісові землі). Приклад – ділянка ID–92. Характеристики: некрита лісом староорна ділянка пройдена низовою пожежею слабкої інтенсивності; на ділянці є молоді чагарникові види та дерева сосни звичайної, частина дерев загинула (близько 40 %), решта - живі; CBI – 2,4; GeoCBI – 2,4; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	
	Високий	Усі інші ділянки (нелісові землі). Приклад – ділянка ID–105. Характеристики: некрита лісом староорна ділянка пройдена низовою пожежею середньої інтенсивності; на ділянці є молоді дерева сосни звичайної та берези повислої, більшість дерев загинула; CBI – 2,8; GeoCBI – 2,8; Ступінь пошкодження ґрунту (SBSC) – середній.	

ВИСНОВКИ

Експерименти та спостереження за лісовими культурами, що були створені на згарищах, необхідні для переходу на нові підходи під час лісовідновлення в нових кліматичних умовах та відмови від застарілих догм у лісовідтворенні, зокрема вимоги суцільного та масивного створення сосни, що частково є причиною катастрофічних пожеж 2020 року.

В подальшому необхідно створити певну свободу вибору та надати гнучкість лісівникам практикам під час прийняття рішень щодо технологічних особливостей відтворення лісу на тій чи іншій ділянці, зокрема асортименту видів, виду посадкового матеріалу та догляду за культурами. Проте необхідно підкреслити, що враховуючи низьку вірогідність покращення фінансування лісового господарства та високу вірогідність негативних для лісовідтворення змін клімату, ключовими елементами успіху мають бути:

1) відповідність густоти та видового складу культур типу лісорослинних умов, сприяння оптимальному гідрологічному режиму піщаних арен та пожежній безпеці в інтересах місцевого населення, протипожежної стійкості та біорізноманіття лісового ландшафту загалом;

2) глибоке рихлення ґрунту під час підготовки площі, для створення лісових культур, з метою накопичення вологи;

3) використання насіння першого класу якості для вирощування сіянців;

4) максимальне збереження та використання природного поновлення для лісорозведення, насамперед шляхом впровадження еколого-ощадних технологій проведення суцільних санітарних рубок;

5) збільшення площ лісів із листяних видів або за їх участі в наявних масивах соснових лісів.

Під час прийняття рішень із лісовідновлення на згарищах доцільно також використовувати інші відповідні напрацювання,

такі як «Тимчасові рекомендації щодо заліснення згарищ Луганської області» (Висоцька Н. Ю., Юрченко В. А., Тарнопільський П. Б., Румянцев М. Г., Сидоренко С. Г., Борисенко О. І., Ющик В. С. (УкрНДІЛГА, 2021. 17 с.), які дозволяють вибрати, зокрема, схеми змішування видів. Для більш детального обґрунтування технологічних рішень з лісовідновлення доцільно також використовувати ті положення загальноприйнятих настанов і рекомендацій, які відповідають особливостям регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бобушкина С. В. Интенсивность роста и развития сеянцев сосны с закрытой корневой системой при разных режимах выращивания для лесовосстановления в Архангельской области : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-г. наук : спец. 06.03.01. Архангельск, 2014. 23 с.
2. Будівництво лісового насіннево-селекційного центру з метою відтворення природних екологічних систем, за адресою: Луганська область, ДП «Сєверодонецьке лісомисливське господарство», лісовий розсадник «Ведмеже озеро». ТОВ «НВП «Інститут будівництва та архітектури», 2020 р. 26 с.
3. Васильев О. Инфраструктура лесовосстановления Планирование и организация производства посадочного материала лесных культур с закрытой корневой системой Режим доступа до ресурсу: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5264>
4. Виноградов В. Н. Передовой опыт облесения Нижнеднепровских лесов / В. Н. Виноградов, Д. П. Торопогрицкий // М. : Гослесбумиздат, 1963. 63 с.
5. Высоцкий Г. Н. Наши южные арены и проект их культуры. Харьков, «Радянський селянин», 1927. 12 с.
6. Гаель А.Г. Облесение бугристых песков засушливых областей. М, 1952. 218 с.
7. Гаель А.Г. Сопряженная обусловленность растительности и почв геолого-гидрологическими условиями (на примере долины среднего течения р. Северский Донец [Текст] / А. Г. Гаель, Е. С. Мигунова, И. Б. Шинкаренко. Лесоводство и агролесомелиорация. 1983. Вып. 67. С.45–51.
8. Говорова Т. Т. Способы создания культур сосны на песках степи и южной лесостепи УССР : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук. Харьков, 1970. 23 с.
9. Дрюченко М. М. Новая агротехника облеснения песков. К: Урожай, 1964. 211 с.

10. Каталог компании ВСС. Режим доступа до ресурсу: <https://docplayer.ru/187114617-Oborudovanie-dlya-lesopitomnikov-lesosemennyh-centrov-proizvodstva-ao-bcc-shveciya.html>
11. Кравцова П. С. Рост и развитие сосны обыкновенной в культурах разной густоты в условиях пристеппных боров Украинской ССР: автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Харьков: УкрНИИЛХА, 1975. – 26.с
12. Крук Н. И. Опыт, сын ошибок трудных... Технологии лесоразведения. *Лесное и охотничье хозяйство*. 2013. С. 4–7. Режим доступа до ресурсу: <http://www.mlh.by/lioh/2013-10/2.pdf>
13. Лесомелиорация ландшафтов : учебник / А. Р. Родин, С. А. Родин, С. Б. Васильев, Г. В. Силаев / под общ. ред. А. Р. Родина. М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2014. 192 с.
14. Методичні рекомендації щодо густоти посадки, інтенсивності та способів зрідження культур сосни в пристеппових борах УРСР. Автори: Шинкаренко І. Б., Журова П. Т., Симоненко А. І., Кравцова П. С. Харків: УкрНДІЛГА, 1980. 31 с.
15. Мигунова Е.С. Лесорастительные свойства дерновых оподзоленных почв песчаных террас р. Северский Донец [Текст] / Е. С. Мигунова, А. А. Морозова, А. П. Андрущенко. Лесоводство и агролесомелиорация . 1982. Вып. 62. С.45–50.
16. Мікориза для хвойних дерев. Як вибрати? <https://uk.kronplatz-stories.com/1069-mycorrhiza-for-conifers-which-one-to-choose-when-and-how-to-apply>.
17. Молотков П. І., Патлай І. М., Давидова Н. І. Насінництво лісових порід. К.: Урожай, 1986. 232 с.
18. Монди СЛПК намерен увеличить мощности питомника в 3 раза. Режим доступа до ресурсу: <https://www.ruspitomniki.ru/newss/zelenye-novosti.html/id/25>
19. Морковина С. С., Васильев И. О., Иванова А. В. Инновационная инфраструктура системы лесного хозяйства: лесные

- селекционно-семеноводческие центры. Лесотехнический журнал. 4. 2014. С. 221–230.
20. Настанови з ведення господарства в Нижньодніпровських лісах. Степовий філіал УкрНДІЛГА: А. А. Сірик, Г. Є. Свис-тула, І. М. Тарасенко, І. Г. Морозова, А. І. Коваленко, І. М. Шейгас, В. І. Фомін, М. Ф. Головащенко, С. В. Назаренко. УкрНДІЛГА: І. М. Усцький, І. Б. Шинкаренко, М. І. Прокopenко, С. А. Лось. 2008. 64 с.
21. Настанови з лісового насінництва (2-е видання, доповнене і перероблене)/ Лось С. А., Терещенко Л. І., Гайда Ю. І. та інші. Х., 2014. 107 с.
22. Носников В. ЗКС: за и против. Технологии. *Лесное и охотничье хозяйство*. 4. 2018. С. 13–17.
23. Одноралов Г. А. Пирогенная трансформация боровых ландшафтов Подворонежья [Текст] / Г. А. Одноралов, Е. Н. Тихонова, А. А. Бычков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук . 2012. № 1(8). Том 14. С. 1993–1997.
24. Первый лесосеменной центр планируют создать в Иркутской области. Режим доступу до ресурсу: <https://irkobl.ru/news/1081960/?print=y>
25. Попков М., Полякова Л. Сосняки на песчаных аренах Нижнеднепровья: история, проблемы, перспективы. Ирпень, 1997.
26. Попков М., Степное лесовыращивание в Украине: история, проблемы, перспективы, Ирпень, 1995.
27. Примножуючи лісове багатство, або як в Україні розвивають лісові розсадники. Режим доступу до ресурсу: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article;jsessionid=74D8ED47D2B97381EA93FDD630757206.app1?art_id=212374&cat_id=32888
28. Про затвердження Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів.

Наказ Державного комітету лісового господарства України від 19.08.2010 № 260.

29. Проект «Развитие лесного сектора Республики Беларусь». Влияние проекта на окружающую среду и план природоохранных мероприятий и мероприятий по смягчению воздействия на социальную среду. Режим доступа до ресурсу: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/329611468014421316/text/E46840RUSSIAN000Box385383B00PUBLIC0.txt>
30. Проказин Н. Е. Особенности разработки и лесовосстановления горельников в лесостепной зоне [Текст] / Н. Е. Проказин, И. М. Бартенев, В. И. Казаков, Е. Н. Лобанова// Лесотехнический журнал. 2015. № 1. С. 85–97.
31. Рекомендации по нормативам густоты посадки, дополнениям лесных культур на вырубках, сроках и интенсивности лесоводственных уходов за ними в таежной зоне Среднего Урала. Госкомлесхоз ССР. 1981. 30 с.
32. Салтыков А. Н. Структурно-функциональные особенности естественного возобновления придонских боров: моногр. / А. Н. Салтыков; Харьк. нац. аграр. ун-т им. В. В. Докучаева. Х.: ХНАУ, 2014. 361 с.
33. Симоненко А. И. Агротехника облесения песков Луганской области : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук. К., 1966. 20 с.
34. Смышляева М. И. Выращивание сеянцев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) с закрытой корневой системой для создания лесных культур в зоне хвойно- широколиственных лесов Среднего Поволжья : дис. канд. с.-х. наук : 06.03.01. Йошкар-Ола, 2018. 139 с.
35. Строительство лесосеменного центра началось в Глубоком. Режим доступа до ресурсу: <https://www.belta.by/regions/view/stroitelstvo-lesosemennogo-tsentra-nachalos-v-glubokom-268320-2017/>
36. Удосконалити технології створення лісових культур на великих згарищах та вирощування садивного матеріалу

- головних лісоутворювальних порід: Звіт про НДР (заключний) / УкрНДІЛГА. Керівник В. М. Угаров. № ДР 0110U001920. Харків, 2014. 368 с.
37. Фуряев В. В. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. Новосибирск: Наука. 1979. 160 с.
 38. De Santis, A., & Chuvieco, E. (2009). GeoCBI: A modified version of the Composite Burn Index for the initial assessment of the short-term burn severity from remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 113(3), 554–562. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.10.011>
 39. Hilszczanska D. Struktura ektomikoriz u sadzonek sosny zwyczajnej inokulowanych wybranymi grzybami mikoryzowymi [Структура ектомікориз у саджанців сосни звичайної, оброблених мікоризними грибами, висаджених на землях с.-г. користування] / D. Hilszczanska // Lesne Prace Badawcze. 2005. P. 43–52.
 40. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (Eds.). (2013). *An introduction to statistical learning: With applications in R*. Springer.
 41. Key, C. H., & Benson, N. C. (2006). *Landscape Assessment (LA): Sampling and Analysis Methods* (General Technical Report RMRS-GTR-164; FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System, p. LA-1-LA-51). Rocky Mountain Research Station, US Department of Agriculture, Forest Service.
 42. Miller, J. D., & Thode, A. E. (2007). Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR). *Remote Sensing of Environment*, 109(1), 66–80. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.12.006>
 43. Myroniuk, V., Bilous, A., Khan, Y., Terentiev, A., Kravets, P., Kovalevskyi, S., & See, L. (2020). Tracking Rates of Forest Disturbance and Associated Carbon Loss in Areas of Illegal Amber Mining in Ukraine Using Landsat Time Series. *Remote Sensing*, 12(14), 2235. <https://doi.org/10.3390/rs12142235>

44. Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
45. Parsons, A., Robichaud, P. R., Lewis, S. A., Napper, C., & Clark, J. T. (2010). *Field Guide for Mapping Post-Fire Soil Burn Severity* (General Technical Report RMRS-GTR-243; p. 49). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
46. Saulino, L., Rita, A., Migliozzi, A., Maffei, C., Allevato, E., Garonna, A. P., & Saracino, A. (2020). Detecting Burn Severity across Mediterranean Forest Types by Coupling Medium-Spatial Resolution Satellite Imagery and Field Data. *Remote Sensing*, 12(4), 741. <https://doi.org/10.3390/rs12040741>
47. See, Z. S., & Cheok, A. D. (2015). Virtual reality 360 interactive panorama reproduction obstacles and issues. *Virtual Reality*, 19(2), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s10055-014-0258-9>

ДОДАТКИ

Додаток А

Схеми закладених дослідних лісових культур з використанням різних стимуляторів росту

Створення дослідних культур у ДП Сєверодонецьке ЛМГ, Борівське лісництво, кв 62, вид. 7, 0,5га.

Схема експерименту

Садіння сіянців 6.04.2021р.

Висів насіння 7.04.2021р.

	Грунтопоглинання РН-60 між рядами		Нарізання борозен між рядами	
	Висів насіння			
15 м	4	5	4	5
15 м	3	1	3	1
15 м	2	6	2	6
	Садіння сіянців			
50 шт. Сз	6	3	6	3
50 шт. Сз	5	2	5	2
50 шт. Сз	4	1	4	1
Грунтова дорога				

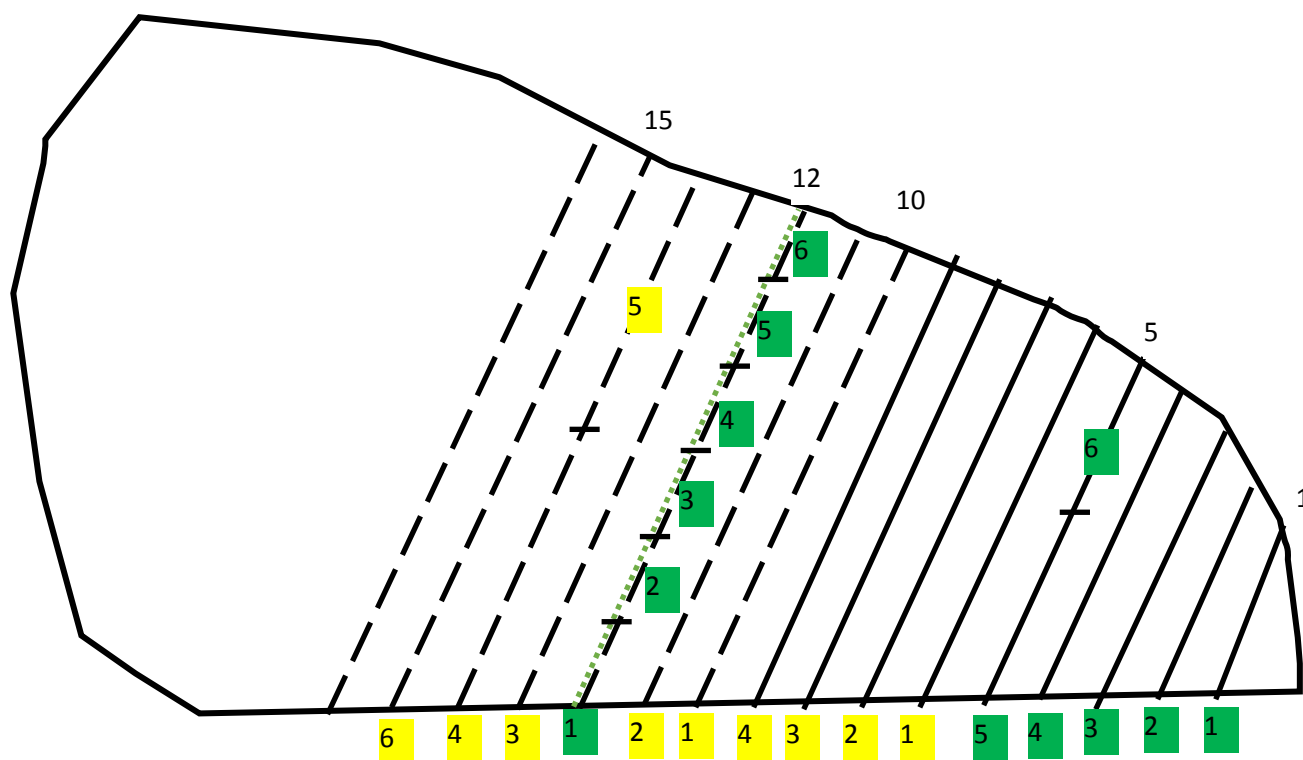
Варіанти стимуляторів росту

1. Діоксид наноцерію (NaCeO_2).
2. Radifarm.
3. Бурштинова кислота.
4. Екостим.
5. Гілея.
6. Контроль.

Продовження додатку А

Створення дослідних культур у ДП Северодонецьке ЛМГ, Бобрівське лісництво, кв 8, вид. 15, 0,5 га.

Висів насіння та садіння сіянців



Без підновлення ґрунту - - - - -

З підновленням ґрунту —————

Схема експерименту **посів**

1. Контроль
2. Діоксид наноцерію
3. Гілея
4. Бурштинова кислота
5. Екостим 1
6. Радіфарм

Схема експерименту **садіння**

1. Діоксид наноцерію
2. Гілея
3. Радіфарм
4. Екостим 1
5. Бурштинова кислота
6. Контроль

Створення дослідних культур у ДП Новоайдарське ЛМГ,
Піщане л-во, кв. 32., вид. 9, 0,8 га.



Рис. А.1. Супутниковий знімок та фотопанорама виділу до створення дослідних культур



Рис. А.1. Супутниковий знімок та фотопанорама дослідної ділянки із підновленими борознами і без підготовки ґрунту

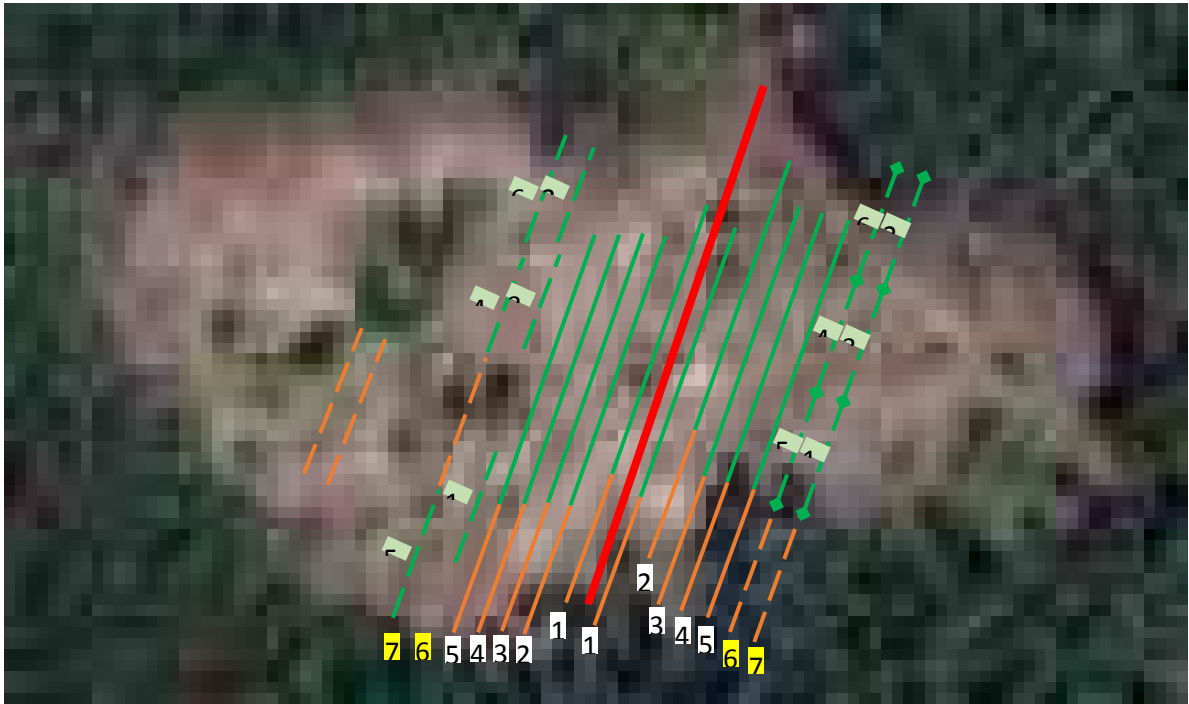


Рис. А.3. Схема експерименту на ділянці (08.04.2021р.)

Перелік стимуляторів росту під час садінні сіянців

1. Діоксид наноцерію
2. Бурштинова кислота
3. Екостим 1
4. Гілея
5. Контроль (без стимуляторів)

У кожному стимуляторі підготовлено по 60 сіянців Дуба звичайного і 100 сіянців Сосни звичайної. Жолудь дуба замочений у розчині діоксиду наноцерія.

У кожен ряд висаджувалось 30 сіянців Дз і 50 сіянців Сз

Варіанти стимуляторів росту на посівах сосни звичайної

1. Діоксид наноцерію
2. Бурштинова кислота
3. Екостим 1
4. Гілея
5. Контроль
6. Радіфарм

Додаток Б

Аналітичний огляд результатів наукових досліджень лісорозведення на піщаних аренах Луганщини

Перші теоретико-методологічні основи заліснення бугристих пісків висвітлено в наукових працях О. Гаеля, зокрема в дисертаційній роботі. (О. Г. Гаель, 1952). На прикладі пісків у Великих Барсуках (Тверська область, Росія) ним було поєднано дослідницьку роботу із практикою заліснення бугристих пісків. У ході роботи зроблено висновок, що механічно перенесені на піски з твердих земель агротехніки не відповідають на південних пісках гідрологічним властивостям та іншим особливостям пісків. Критичними рівнями ґрунтових вод (за умови відповідної капілярної потужності) для безгумусних маловологоємних бугристих пісків в умовах сухого Степу є 0,6–1,0 м для посіву і 1,5–2,0 м для посадки. Регулюючи загальний ступінь заростання пісків (деревами, кущами, травами тощо), лісовод може впливати на водний режим, накопичуючи ґрунтові води і збільшуючи придатні для заліснення площі.

Навіть в умовах напівпустелі сосна, вільха, береза, маслинка тополі та інші види здатні поширюватися самосівом на пісках, але приживаються і зберігаються лише в ті роки, коли ґрунтові води у котловинах поміж бугрів піднімаються високо.

Встановлена необхідність належного обробітку піщаних земель для створення лісових культур, що впливає на аерацію ґрунтів.

Значна густота посадок, зокрема з домішкою листяних видів, добре проявляє себе у перші роки, однак очевидно має місце конкуренція за вологу і поживні речовини у подальші роки. Тому важливим є режим доглядів за молодняками на пісках.

Зміна мікрокліматичних показників під впливом насаджень у куртинах на котловинах сприяє покращанню умов для поширення лісу на схилах бугрів, спершу на північних, а потім і на інших експозиціях.

Наукова робота М. М. Дрюченка (1959) була проведена на Нижньодніпровських пісках вздовж лівого берега р. Дніпро площею близько 200 тис. га, які мають подібні кліматичні умови до Луганщини. На бугристих еолових пісках слабого ступеня заростання ґрунти відсутні або знаходилися на початковій стадії формування, де потужність гумусового горизонту не перевищувала 5 см. Піски мають низьку вологоємність, бідні і придатні лише для заліснення сосною звичайною. Попередній досвід їх заліснення свідчить, що причиною невдач здебільшого є невідповідна агротехніка. Від невідповідності агротехніки жорстким кліматичним умовам на Нижньодніпровських пісках загинули культури сосни звичайної, створені 1949–1951 рр. на площі кілька тисяч гектарів смугами завширшки 30–50 м з суцільною підготовкою ґрунту (восени) та подальшими доглядами, оскільки під час піщаних бур сосна гинула від видування, засипання та засікання піском. Частковий обробіток ґрунту площадками, борознами та смугами завширшки 80–90 см практикували із 1952 року, використовуючи задернілі частини з протиерозійною метою, відповідно догляди проводили у смузі завширшки 0,5–1,0 м, що призвело до висушування кореневмісного шару ґрунту коренями трав'яної рослинності та низької приживлюваності й навіть загибелі деревних рослин. Відтак, вивчали оптимальні розміри площі для догляду. Як результат, для площадок розміром 2х2 м збереженість саджанців сосни кримської до кінця вегетаційного періоду становила 88 %, 1х1 м – 66 %, 0,5х0,5 м – 31 %. Аналогічні дослід у Харківській області під час створення культур сосни звичайної з доглядом смугами 40–50 см мали збереженість 41 % рослин, у смузі 70 см – 70 %, 150 см – 87 %, 200 см – 88 %, а наступного року показники становили 21 %, 58 %, 76 % і 79 % відповідно. Пригнічення трав'яною рослинністю із задернілих міжрядь проявлялася по-різному і висушувала покрив під час тривалої посухи на 20–30 (70) см. Подальші дослідження обґрунтували наступні оптимальні розміри площі

догляду: у рядових культурах на площах з типчаково-чебрецевим покривом догляд проводили у смузі завширшки 1,5 м, з пірієм та куничником – 1,75–2,0 м, полинево-різнотравним покривом – 0,5 м із суцільним одно-дворазовим дискуванням міжрядь, а в культурах площадками відповідно 1,5х1,5 м, 1,75х1,75 м або 2х2 м, 2,5х2,5 м або 1,5х1,5 м із суцільним дискуванням міжрядь. Для проходу трактора міжряддя мали бути завширшки 2,5–3,0 м, а в разі не суцільного догляду залишається в середині міжряддя смуга протиерозійної дернини. На третій рік після створення культур проводили суцільне кількаразове дискування міжрядь для покращання водного і трофного режиму ґрунту й попередження пригнічення трав'яною рослинністю. Неглибокий обробіток ґрунту не сприяє інтенсивному росту кореневих систем сосни звичайної в глибину, що під час тривалих посух у наступні роки може призвести до загибелі, а виживають ті рослини, глибина поширення коренів яких становить 90 см і більше.

Помилковим є уявлення про піски як про рихлі утворення, оскільки під впливом ваги верхніх шарів й інфільтрованої води піски ущільнюються. Досвід внесення торфу під час посадки культур свідчить про його позитивний вплив лише до моменту висихання у бідному піщаному ґрунті, до того ж процес трудомісткий та дороговартісний. Вдалим виявився спосіб посадки сосни після глибокого часткового механізованого обробітку ґрунту без внесення органічних добрив. Найкращі результати отримано в культурах із глибиною обробітку 150 см, достатнім для вирощування сосни є обробіток завглибшки 70 см, що забезпечує приживлюваність на рівні 70–80 % у посушливі роки та 90–100 % у забезпечені вологою роки. Зниження приживлюваності культур може також відбуватися за рахунок коренегризучих шкідників.

На тракторонепрохідних бугристих пісках сосну рекомендовано висаджувати площадками з обробітком ґрунту ямками завглибшки 60 см та в діаметрі 50 см із додатковим рихленням дна лопатою.

Таким чином, під час створення лісових культур на пісках, ключову роль у приживлюваності і подальшому рості сосни звичайної має глибина обробітку ґрунту.

У напрацюваннях О. І. Симоненка, який наукову роботу присвятив агротехніці заліснення пісків Луганщини (О. І. Симоненко, 1966), проведено ґрунтовний аналіз досвіду і експериментальної роботи створення насаджень на пісках. Важливими передумовами заліснення пісків Луганщини є їх зосередженість вздовж річки Сіверський Донець і його приток. Придонецька піщана смуга займає другу річкову терасу, притоки річки Сіверський Донець ділять її на окремі нерівні арени з різною висотою – від 12 до 126 м над межею рівня річки. Розвитку дефляції сприяло посилене випасання худоби. Річна кількість опадів 350–450 мм з нерівномірним розподілом і зливовим характером. Піскам властиві низька вологоємність у 3–4 %, висока водопроникність і невеликі запаси вологи, тому однією із задач обробітку ґрунту є збереження капілярної вологи, що доступна рослинам.

Характерними рельєфом є бугристі піски із строкатими лісорослинними умовами, а ґрунти сформовані за дерново-степовим або дерново-луговим типом, відтак формуються боріві, суббореві і судібровні умови.

Досвід вирощування соснових насаджень із домішкою чагарників (акації жовтої, аморфи, скумпії) вказує на його випадання у 5–6 річному віці, однак стан культур добрий і близький до змикання крон. Сумісне вирощування сосни звичайної та сосни кримської теж не мали успіху, оскільки сосна звичайна пригнічує кримську.

На експериментальній ділянці, де чергувалися через 1,5 м 3 ряди сосни і 1 ряд кущів, у віці 5 років кущі випали і утворилися 3-метрові міжряддя, де надалі проводили суцільний догляд. Для триметрових міжрядь визначено вищі таксаційні показники та двічі вища коренезаселеність, що свідчить на користь менш густих посадок. Спроби скоротити термін зімкнення шляхом

збільшення густоти посадки до 20 тис. на 1 га забезпечували лише тимчасовий успіх, тому збільшення посадкових місць понад 10 тис. на 1 га є недоцільним.

Фізико-механічні властивості пісків відіграють важливу роль у коренезаселеності ґрунту. Важливо, що об'ємна вага (щільність) пісків становить 1,59–1,66 г на см³, у той час, як для суглинистого чорнозему цей показник становить 1,1–1,4 г на см³. Глибоке рихлення сприяє приживлюваності культур та їх подальшому росту в перші 5–6 років до змикання.

Найкращими терміном обробітку ґрунту для високої приживлюваності лісових культур є червень–серпень.

Наявність вогнищ дефляції (вітрової ерозії) призводило до загибелі до 50 % саджанців. Використання шелюгування та посіву трав мало низьку ефективність, а плетених механічних захистів – сприяло утворенню нерівностей поверхні. Експериментальні комбіновані стоячі й устілкові захисти із гілок та хмизу шелюги в посушливий рік допомогло отримати приживлюваність сосни 88 % без догляду в перший рік після створення.

Щодо доглядів однозначним є висновок, що догляд у смузі 50 см є недостатнім, найуспішніший досвід – це у смузі 125–150 см та з оранкою міжрядь у віці 3–4 років. Доповнення та виправлення культур старше 10 років є недоцільним з кількох причин: по-перше, трудомісткість і економічні витрати; по-друге, старша частина деревостану висушує верхній шар ґрунту.

Важливими доповнювальними даними щодо агротехніки створення насаджень на пісках в умовах Степу є праці Т. Т. Говорової (Говорова Т. Т., 1970). Дослідні роботи з вивчення агротехніки вирощування лісів на пісках проводили в межах Херсонської, Дніпропетровської та Харківської областей. Протягом 1953–1962 років було закладено 22 дослідні ділянки із 63 варіантами способів обробітку ґрунту, догляду, густоти посадки, застосування хімічних препаратів на площі 181 га.

Враховуючи строкатість рельєфу, облік результатів проводили з прив'язкою до його елементів.

За умов глибокого обробітку ґрунту коренева система рослин розміщається нормально по всьому профілю порихленого ґрунту, а за мілкого обробітку (27–30 см) з оборотом пласту розміщуються горизонтально завглибшки 20–30 см у вигляді шлейфу. Під час механізованого створення лісових культур важливу роль відіграють якість садивного матеріалу та терміни посадки.

Догляди за лісовими культурами необхідно проводити так, щоб з одного боку забезпечити високу приживлюваність і стійкість лісових культур, з іншого боку – захистити ґрунт від вітрової ерозії за допомогою дернини у міжряддях. Догляди на смугах завширшки 150 см, порівняно із частковим доглядом, у віці насаджень до 8 років забезпечував різницю у висоті 72 %, а в діаметрі – 93 %, однак у подальші 5 років різниця знижується, а далі нівелюється. Та очевидним є необхідність доглядів, що дозволяє підвищувати приживлюваність і прискорити зімкнення крон. Також важливою є повторюваність доглядів.

Розвиток корневих систем відбувається найліпше за умов суцільного обробітку ґрунту і суцільного догляду. Найглибшу, але не найрозвиненішу кореневу систему мають деревця культур з глибоким частковим обробітком ґрунту, слабку кореневу систему мають рослини в культурах по борознах із частковим доглядом у межах рядів (у смузі 50 см), що спричинено висушуванням трав'яною рослинністю.

У дослідях із вивчення густоти посадки сосни в умовах пристепових борів виявлено деякі переваги більш зріджених культур порівняно з густими.

Результати науково-дослідної роботи на згарищах в умовах Південного Степу (2014) науковцями УкрНДІЛГА узагальнено на основі експериментального створення культур сосни звичайної та кримської на лісових згарищах 2010 року.

Дослідження лісорослинних умов вказує, що у пониженнях коливання та нерівномірність розподілу вологи із зростанням глибини пов'язано із шаруватістю ґрунту, різницею у механічному складі прошарків, наявністю прошарку закисного заліза. На підвищенні зростання вологості ґрунту із збільшенням глибини рівномірне. Інтенсивне наростання вологості з відмітки 70–80 см обумовлено заляганням ґрунтових вод завглибшки 120 см, оскільки капілярне підняття в бідних на глину пісках 40–60 см над ґрунтовими водами, в пісках із більш високим вмістом глини та супісках до 120 см, в супісках та глинах до 2–5 і більше метрів. За високих температур повітря, понад 30°C, та значній транспірації, навіть помірне забезпечення вологою не може гарантувати хорошої приживлюваності культур.

На ділянках із збільшенням глибини закономірно збільшується щільність ґрунту, у місцях після проходження ПКЛ–70 спостерігається ущільнення на різній глибині залежно від ступеня заглиблення знаряддя. Критичними показниками твердості ґрунту, при якому ріст коріння унеможлиблюється є 50–60 кг/см².

Вивчення агрохімічних властивостей ґрунтів на згарищах свідчать про суттєву зміну реакції ґрунтового розчину у шарі 0–2 см від поверхні ґрунту – зміна від кислої (в насадженні) до слабко кислої ближчої до нейтральної (на згарищі), а з глибиною різниця менш помітна. Також через процеси обуглення органіки забезпеченість ґрунту гумусом на згарищі значно вище, ніж у насадженні, однак з глибиною по профілю ґрунту різниця суттєво зменшується. Спостерігається незначне перевищення вмісту, за винятком 0–2 см шару ґрунту, рухомих форм азоту, фосфору, калію, однак у межах низької та середньої забезпеченості ними ґрунту.

Досліди зі створення лісових культур сосни звичайної та кримської на лісовому згарищі садивним матеріалом із ЗКС свідчать про проникнення коріння трав у субстрат контейнера зовні, через агроволокно і обплітання коріння саджанців, що

створює конкуренцію за вологу і поживні речовини й знижує приживлюваність. Використання поліетиленової плівки для садивного матеріалу із ЗКС в контейнерах підвищує стійкість до проникнення трав і коренегризучих шкідників.

Загальна середня приживлюваність дослідних лісових культур, створених на другий рік після пожежі 2012 року, в 2014 році на згарищі становила 58,3 %. Найнижчий показник приживлюваності зафіксовано на варіанті без підготовки ґрунту – 26,7 % і найвищий у варіанті з підготовкою ґрунту ПКЛ-70 – 90 %.

Обстеження дослідних культур посадки 2013 року свідчить про низьку середню збереженість 11 % у варіанті без обробітку ґрунту, а після обробітку ПКЛ-70 без глибокого розпушування ґрунту приживлюваність склала 65,6 %, ПКЛ-70 з глибоким розпушуванням ґрунту+Гуміпас – 64,1 %. Вищу ніж 60 % приживлюваність мають ділянки з обробітком ПКЛ-70 без глибокого розпушування ґрунту+ Гумісол – 62,6% та ПКЛ-70 з глибоким розпушуванням ґрунту+Гумат – 62,3%.

Найнижча приживлюваність виявлена у варіантах дослідів з обробітком ґрунту ПКЛ-70 завглибшки до 5 см та без обробітку ґрунту – відповідно 10–30 % та 0–20 %. Найкращі результати за приживлюваністю культур сосни звичайної та кримської, створених на другий рік після пожежі у 2014 р. дворічними сіянцями з відкритою кореневою системою з обробітком ґрунту в розвал дисковою бороною та механізованим садінням. Середня приживлюваність складає від 80,2 до 88,8 %.

Однак, окрім застосування агротехніки, різних видів садивного матеріалу і хімічних препаратів має місце вплив рельєфу. Варіанти з інтенсифікацією створення культур на згарищах західної експозиції схилу та пониженні, де застосовані для обробітку ґрунту в комплексі ПКЛ-70, РН-60 та механізоване садіння із використанням гумінових препаратів і гумату, зокрема, дає найкращі результати.

Додаток В

Підбір деревних листяних видів для влаштування листяних смуг та протипожежних заслонів

Метою створення листяних смуг у межах протипожежних заслонів, або окремих листяних смуг у середині масивних хвойних лісів (вздовж доріг протипожежного призначення або вздовж просік), або біля населених пунктів є зниження швидкості та інтенсивності горіння та температури пожежі, зміна її виду з верхової та низову та створення умов для її локалізації протипожежними підрозділами. Ефективність протипожежних смуг буде високою лише за умови одночасного прибуття протипожежних підрозділів у разі підходу вогню до смуги. Протипожежний ефект роботи листяних смуг виникає після формування лісового середовища листяного насадження переважно після змикання насадження.

Введення листяних видів у смуги залежить від типу лісорослинних умов та вибагливості виду до світла, вологи та багатства ґрунту. У дуже сухих та бідних лісорослинних умовах найбільш ефективним шляхом зупинки пожежі є залишення ділянок незалісненими з травостоєм, де пожежа зупиниться або знизить інтенсивність через відсутність суцільного шару горючих матеріалів. Іншим варіантом є дуже зріджене насадження з структурою типу «савани» – окремо ростучі дерева, які також не будуть підтримувати руху фронту пожежі.

Для протипожежних смуг використовують листяні види з великим вмістом вологи в стовбурі, гілках, листках:

- липу, клен гостролистий та явір, в'яз, берест, тополі (канадську, бальзамічну, пірамідальну), гіркокаштан звичайний, горобину, яблуню, грушу;

- з менш густою, але широкою кроною: осика, дуб, черемха, шовковиця, верба біла, біла акація, деякі тополі, ясен та ін.

У населених пунктах для захисту будівель від вогню краще влаштовувати смуги з двох-трьох-чотирьох і більше рядів. Насадження повинні бути змішаними зі світлолюбних і

тіньовитривалих видів. Змішування проводять рядами: наприклад в дворядних смугах найближчий до деревостану ряд засаджується тіньовитривалими видами, а другий – світлолюбними; в трирядний смугах тіньовитривалі види розміщуються в середньому ряду. Між деревами можна розташувати тіньовитривалі кущі, а по узлісся смуги – горобину, черемху, яблуню, грушу та ін.

Смуги повинні бути розташовані таким чином, щоби вони не підтримували горіння від іскор, які переносяться перед фронтом пожежі і знаходиться на відстані 100–200 м і далі від будівель.

Посадка проводиться великомірними саджанцями у віці до 10 років в ямки на відстані 1,0–1,5 м в ряду і 2 м між рядами, в шаховому порядку. Згодом, коли дерева зімкнуться, проводять проріджування в рядах, зберігаючи, при цьому шахове розміщення дерев і зберігаючи поросль. Такі ж смуги можуть бути закладені і вздовж залізниць для захисту від вогню сусідніх лісових ділянок.

Додаток Г

Структурні елементи для функціонування насінно-розсадницького комплексу

Лінія попереднього очищення шишок і вилучення із них насіння, розподілювач партії шишок:



Шафа для сушіння шишок і насіння DL 1200/38h1
(+електровізок для переміщення ящиків і бункерів із шишками):



Барабан для вилучення насіння з шишок що розкрилися і для видалення крилатки з отриманого насіння:



Обладнання для обробки і зберігання насіння:

Окремо стояча будівля. Холодильні приміщення обладнане фреонової автоматизованою установкою для тривалого зберігання насіння. Температурний режим: від -2°C до - 15°C.

- Стелажі.
- Ваги.
- Пакувальні машини.
- Установки для термоклейкі мішків, каністр.

Для упаковки насіння можна використовувати скляні бутилі, пластикові ємності або поліетиленові пакети.

Установки для обробки жолудів (установка для очищення жолудів, термобокс для обробки насіння, сушилка для жолудів).

Технологічна лінія для отримання насіння з шишок



1. Конусний розділювач – пристрій поділу маси шишок. Розмір конуса відповідає стандартному ящику з сушильної шафи. Для зручності перенесення, на виході відбувається поділ на дві пластикові ємності.

2. Сушильна шафа для шишок – для ефективного вилучення насіння з шишок самі шишки необхідно просушити. Розкриття захисних лусочок шишок передбачає контрольовану сушку з попутним вилученням вологості. Така сушка оголює насіння і дозволяє витягти їх окремою операцією.

3. Електровізок для переміщення бункерів із шишками – з допомогою візка переміщуються ящики, бункери з шишками, інші вантажі вагою до 150 кг. Перевагою цієї моделі є можливість перекидання ящика або бункера в приймальний бункер лінії. Працює візок на акумуляторах, має невеликі габарити, що дозволяє використовувати її всюди в насінневому центрі.

4. Установка для видалення крилатки і для вилучення насіння з шишок. Універсальна установка, яку можна використовувати для попередньої очистки шишок від сміття, наприклад голок, лусочок шишок, гілок і землі, для вилучення насіння з шишок і для обескрилювання насіння методом вологого тертя.

5. Очищення і сортування насіння за розміром – попереднє очищення і сортування насіння за розмірами. Це сприяє підвищенню ефективності сортування насіння за вагою, оскільки кожна партія насіння різного розміру, окремо сортується за вагою. Завдяки сортуванню також поліпшується точність засіву, оскільки використовується насіння однакового розміру.

6. Рідинний сепаратор – видалення піску, пилу, часток смоли і механічно пошкодженого насіння.

7. Гравітаційний сепаратор. Після сортування насіння за розміром, з маси насіння необхідно видалити порожні і неповні насінини від повністю сформованих насінин. Одночасно здійснюється остаточне очищення насіння, тобто видаляється легке сміття, наприклад пил.

8. Установка Превак призначена для видалення механічно пошкоджених насінин. Схожість тріснутих насінин низька, їх життєздатність знизилася, термін зберігання зменшився. Видалення механічно пошкоджених насінин підвищує якість і цінність всієї партії насіння. Принцип дії установки ґрунтується на тому, що рідина (зазвичай це вода) під впливом тиску проходить через тріщини в оболонці пошкоджених насінин. Таким чином, насіння з тріщинами стає важчим і опускається на дно, в той час як неушкоджене насіння продовжує триматися на поверхні.

Останнім етапом є сушка насіння – керована сушка сухим холодним способом, дозволяє просушити насіння швидко і ефективно. Насіння просушується без втрати схожості, що дуже важливо для подальшого зберігання або висіву.

Після сушіння насіння поміщають на склад тривалого зберігання, оснащений холодильною установкою або на лінію заповнення і засіву касет.

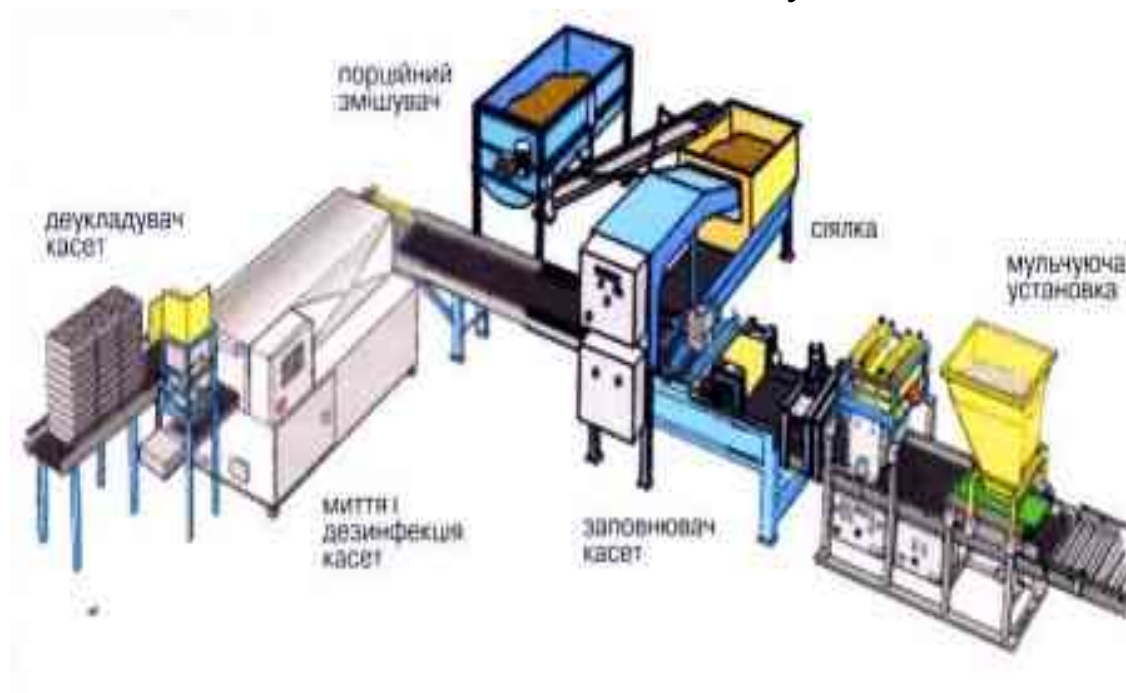
9. Компресор. Компресор встановлений на горизонтальному повітряному баку, в якому встановлений повітряний фільтр і регулювальний клапан, що гарантує подачу очищеного повітряного потоку з заданим тиском.

10. Система фільтрації – складається з центральної фільтруючої станції і каналів, підведених до місць найбільшої запиленості. Пил переміщається через систему каналів завдяки надлишковому тиску, створеному вентилятором. Пил проходить через вентилятор, де важкі частинки будуть відокремлені і спрямовані в пластикові пакети. Дрібні частинки затримуються мішками – фільтрами. Раз на рік мішки повинні бути вимиті, наприклад, в звичайній пральній машині.

11. Склад тривалого зберігання насіння

Фреонова автоматизована установка для складу тривалого зберігання насіння.

Технологічна лінія заповнення і засіву касет.



Технологічна лінія здійснює підготовчі операції та висівання насіння для вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою.

1. Роздільник штабелів касет – розділяє штабеля касет для подачі в установку миття і дезінфекції по одній касеті.

2. Установка миття та дезінфекції – в процесі вирощування сіянців із закритою кореневою системою касети забруднюються рослинним субстратом і корінням, а також насінням бур'янів, грибковими патогенами, мохом і водоростями. Ці забруднення надають серйозні негативні впливи на виробництво посадкового матеріалу та на загальну чистоту в розсаднику. Ефективне очищення касет є одним із способів запобігання поширення хвороб в розсаднику.

3. Порційний змішувач – змішує субстрат з будь-якими добавками. З пакетного міксера, готовий субстрат відразу потрапляє в бункер засіву касет або в більш місткий бункер з можливістю зберігання субстрату.

4. Наповнювач касет – розроблений для сіянців, які використовують торф'яний субстрат як основу, а також будь-які інші субстрати. Двохкрокова система заповнення касет в поєднанні з унікальним ущільненням гарантує точне заповнення всіх комірок касети. Після наповнення надлишки субстрату очищаються спеціальною щіткою і автоматично повертаються в бункер для субстрату для повторного використання.

5. Лункоутворювач – саджанці лісових дерев повинні мати кореневу систему, яка розташована рівномірно по всій торф'яній грудці і має геометрично правильну форму. Цей чинник є найважливішим з погляду приживлюваності саджанця після його висадки в ліс. Для забезпечення здійснення цього чинника важливим є розміщення насіння точно по центру комірки під час засіву. Лункоутворювач ВСС натискає на рослинний субстрат в комірках касети, внаслідок чого утворюється поглиблення точно по центру комірки.

6. Сівалка точного висіву – може встановити одне насіння в кожній комірці, також можливий – багатонасінневий підсів. Сівалка встановлює насіння точно в середині комірки, забезпечуючи відмінні умови для кореневої системи саджанця. Електронний лічильник насіння може бути легко інтегрований в систему. У разі використання різних касет, досить вказати маркування касети.

7. Мульчувальна установка (покриття засіяної касети шаром, що не поглинає субстрат) – для створення прохолодного і вологого мікроклімату, що сприяє проростанню насіння, після засіву насіння засипаються світлим покривним матеріалом. Для цих цілей використовують кварцовий пісок або вермикуліт. Покривний матеріал також захищає насіння в період проростання. Іноді покривний матеріал використовують для утримання насіння на місці, а також для запобігання зайвого зростання водоростей і моху. Мульчувальну установку ВСС використовують для покриття поверхні засіяних касет тонким рівним шаром покривного матеріалу.

8. Зрошувальний тунель – після засіву насіння важливо забезпечити достатню вологість для досягнення оптимальної схожості. Зазвичай перший полив здійснюють в теплиці, але можна також здійснювати на виробничій лінії відразу після засіву. Найчастіше одночасно субстрат обробляють спеціальним розчином для зниження ризику появи грибкових захворювань в період проростання. Засіяні і захищені касети укладають на спеціальні підставки і штабелюють для транспортування в теплицю.

Лінія вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою.

Не менше 4 теплиць, з урахуванням вирощування в 2 ротації, для садіння в прийнятні агротехнічні строки весна та осінь.

Теплиця.



Рампа для поливу теплиці.



Обігрівач теплиці.



Продовження додатку Г

Рампа для поливу площадки дорошування (закалювання).

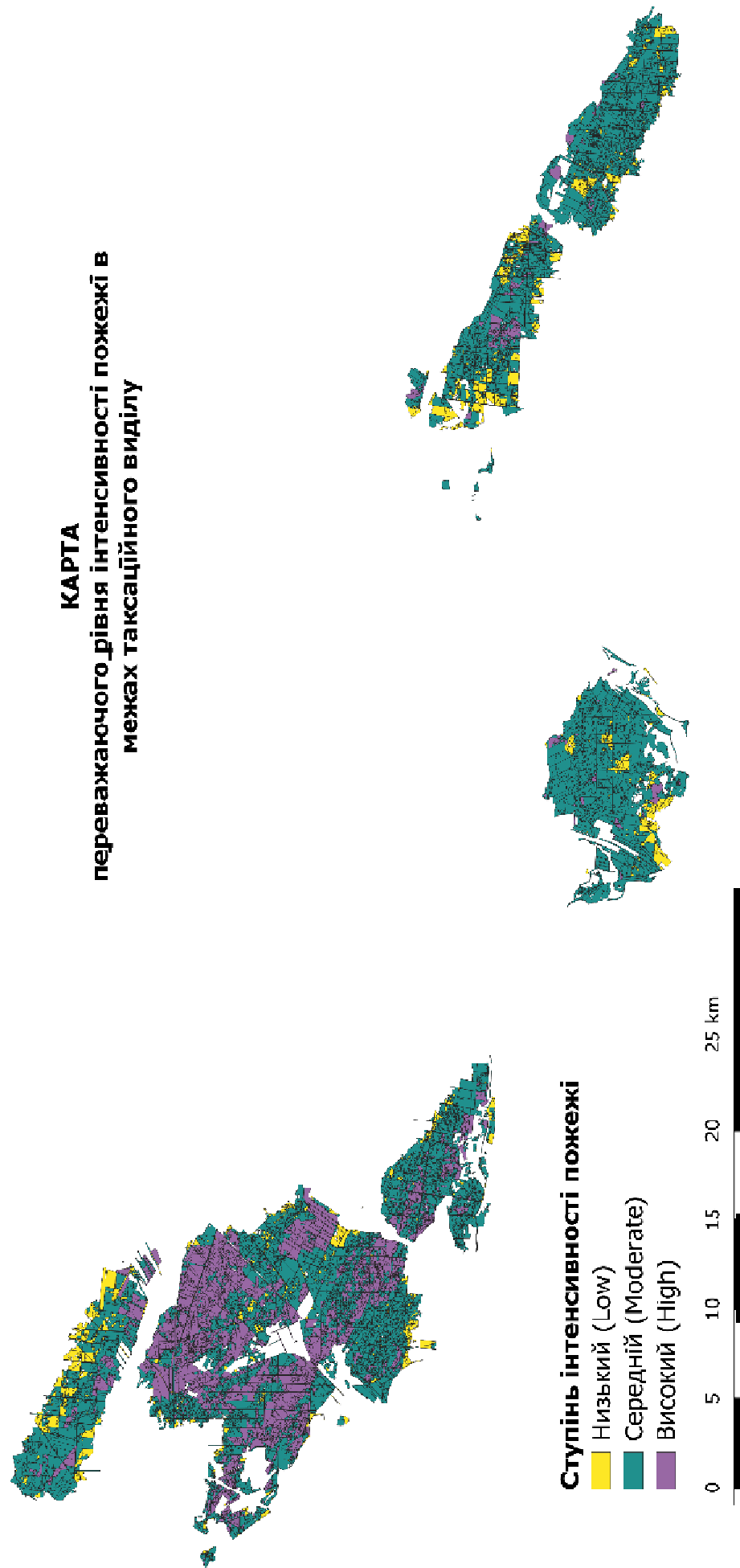


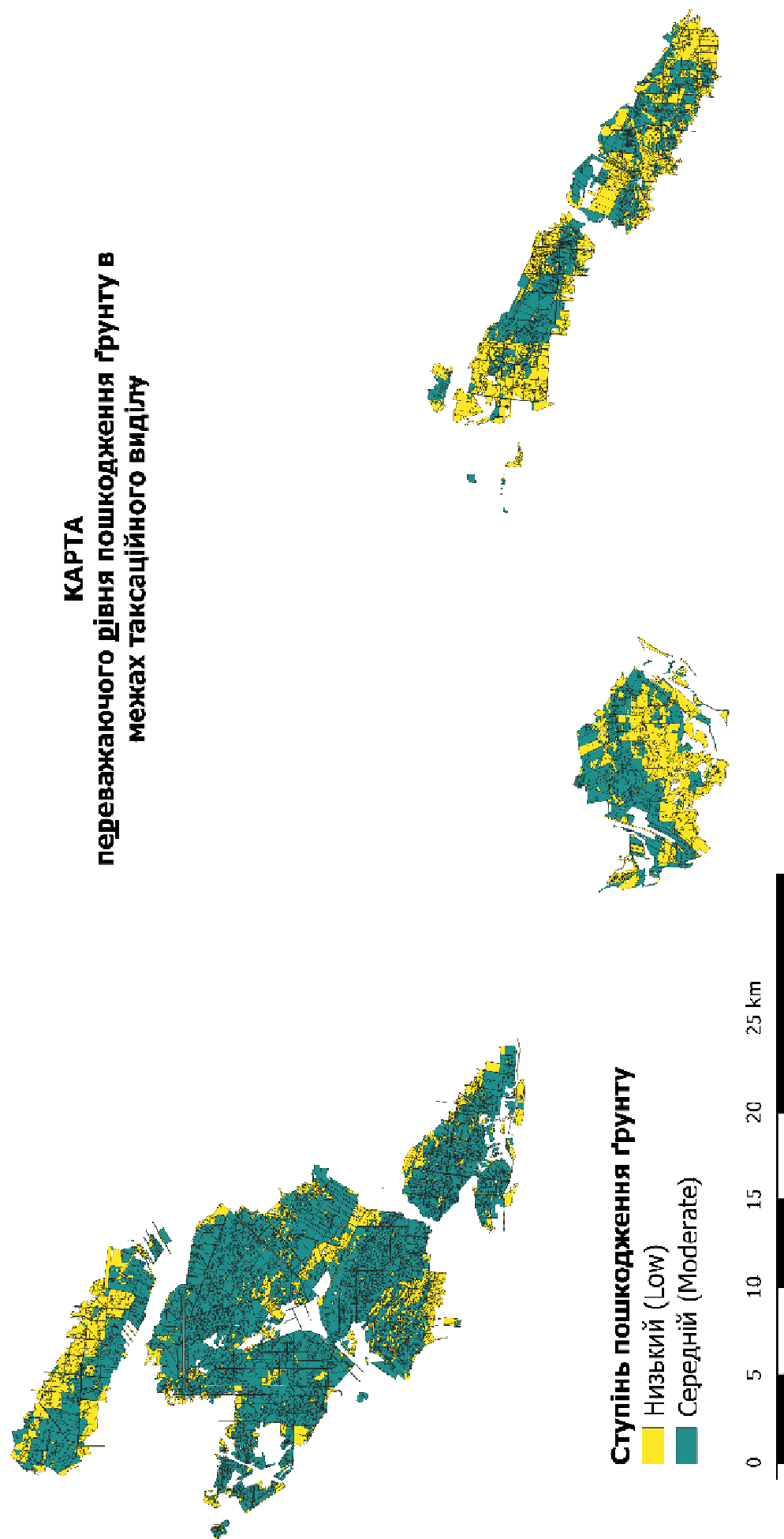
Пристрої для висадки сіянців (садивні труби різних діаметрів), ємності та знаряддя для перенесення сіянців.

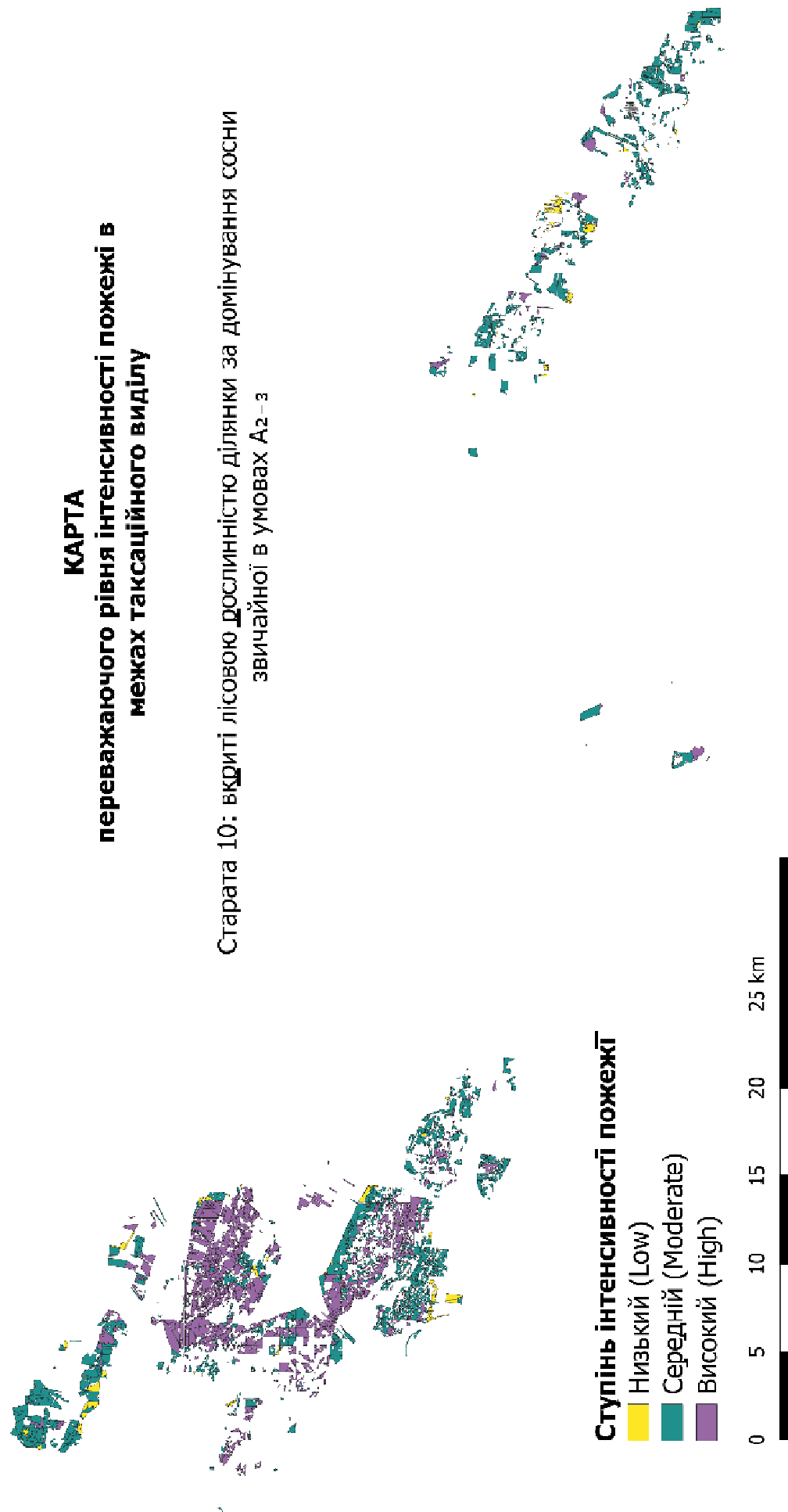


Додаток Д

Векторні карти рівнів інтенсивності пожеж

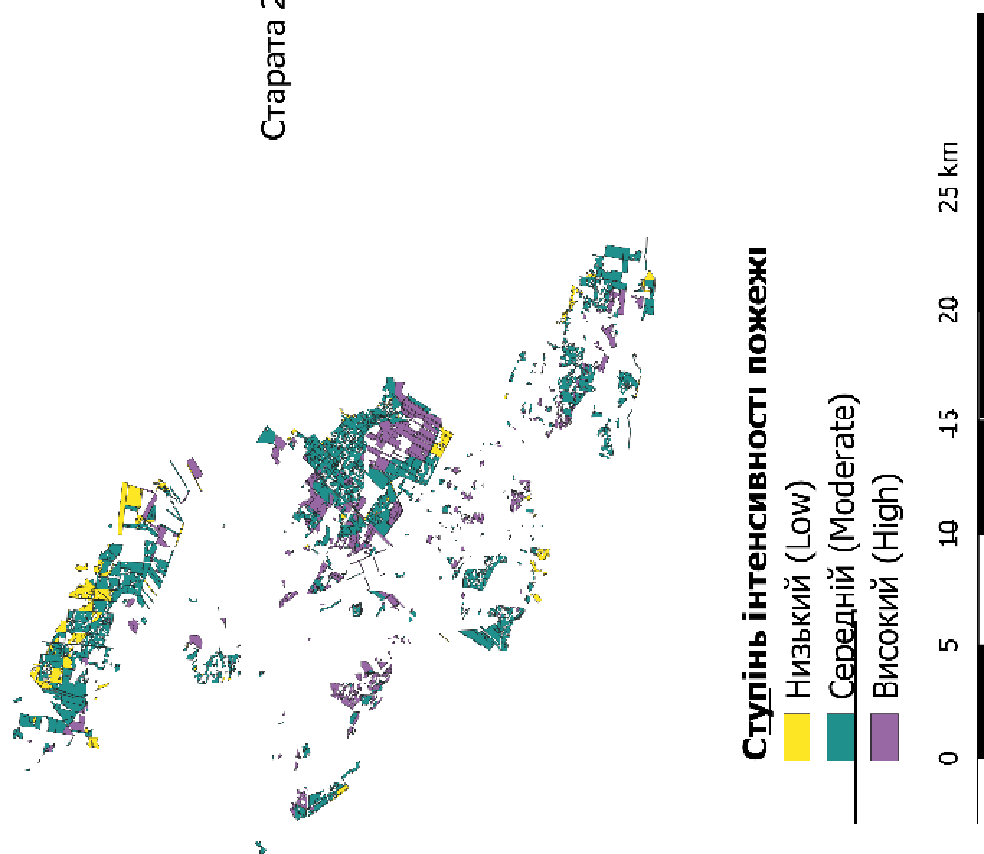






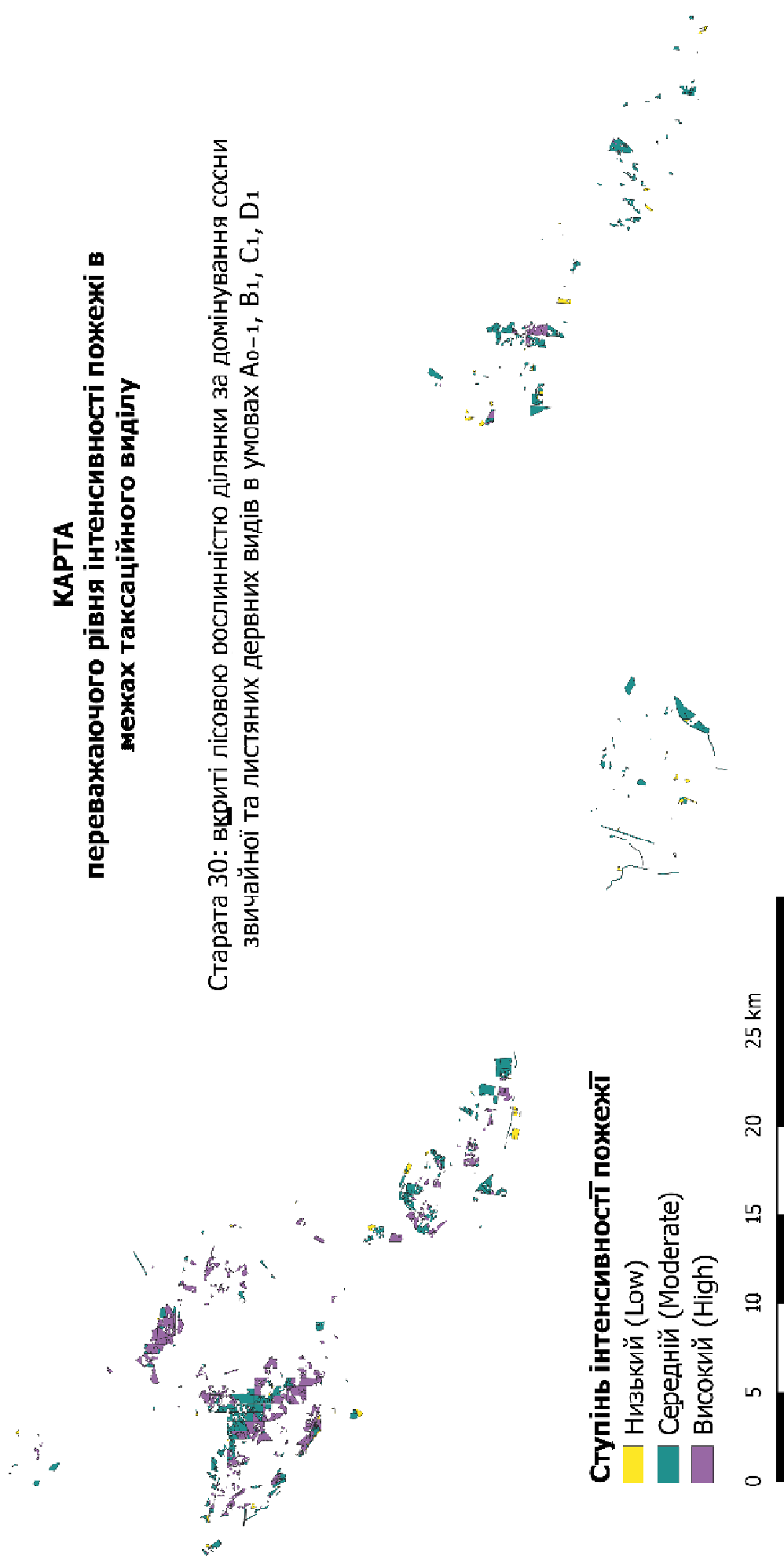
КАРТА
переважаючого рівня інтенсивності пожежі в
межах таксаційного виділу

Старата 20: вкриті лісовою рослинністю ділянки за домінування сосни
звичайної в умовах В2-3



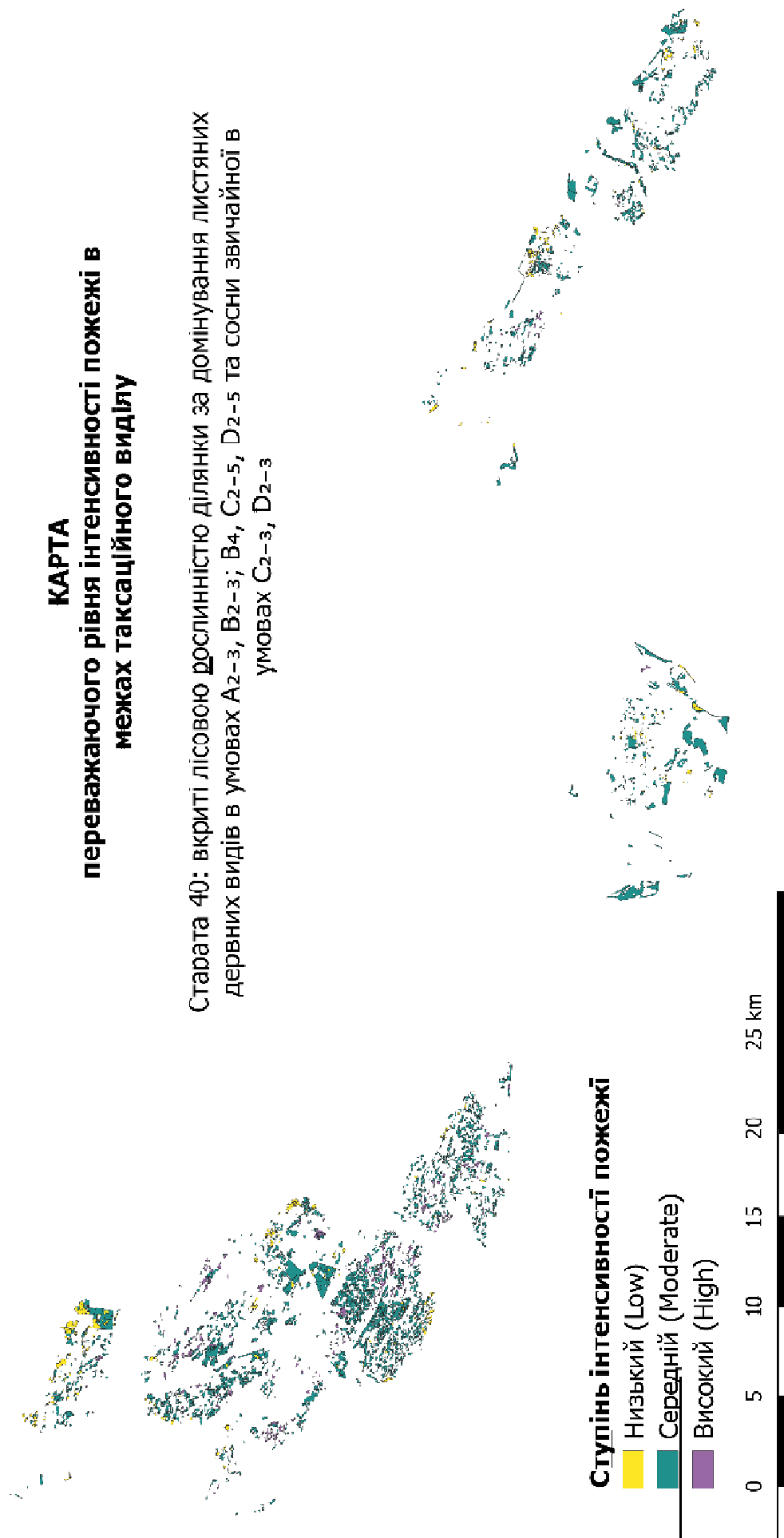
КАРТА
переважаючого рівня інтенсивності пожежі в
межах таксаційного виділу

Старата 30: вкриті лісовою рослинністю ділянки за домінування сосни
звичайної та листяних деревних видів в умовах А₀₋₁, В₁, С₁, D₁



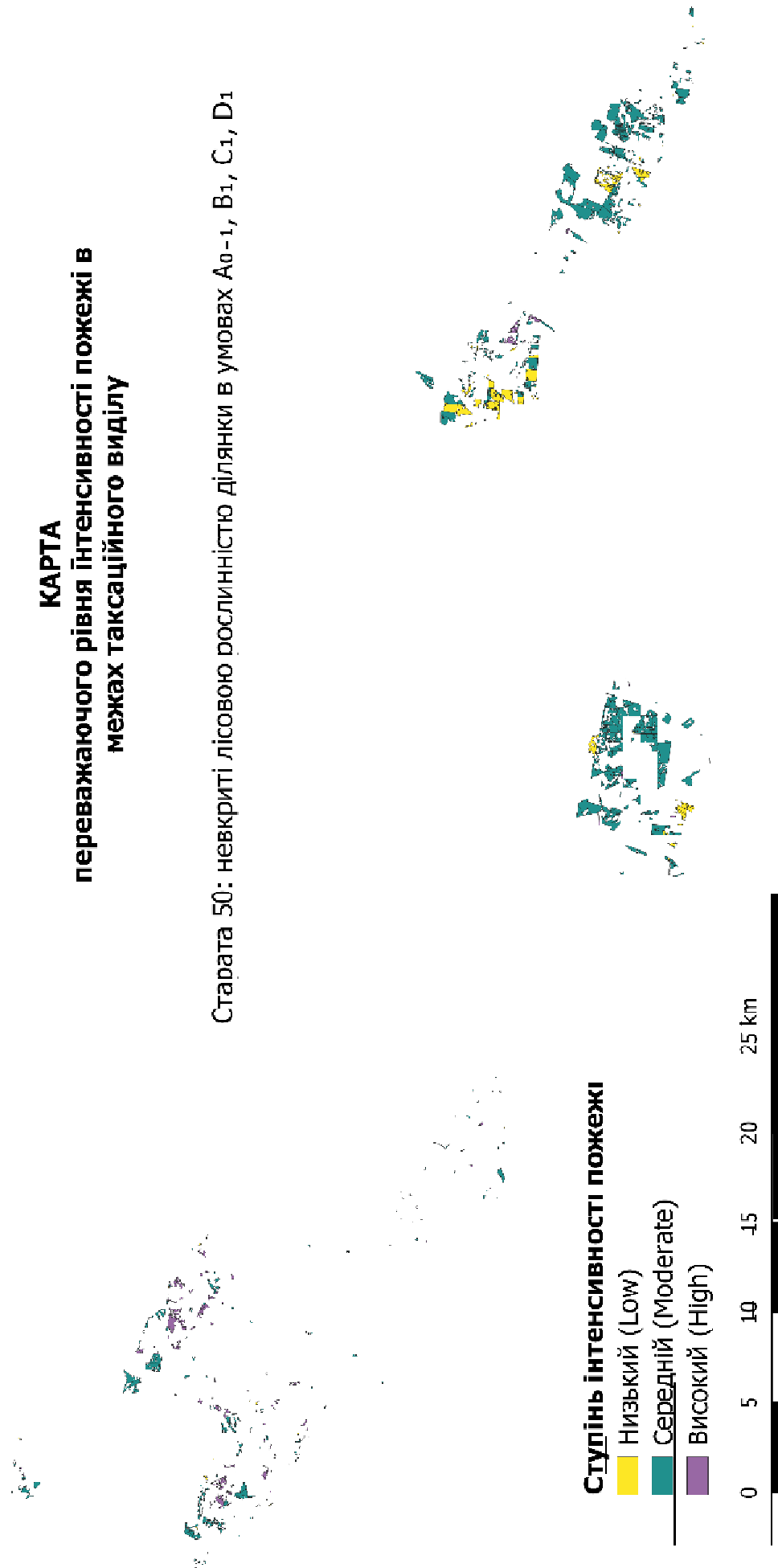
КАРТА
переважаючого рівня інтенсивності пожежі в
межах таксаційного виділу

Старата 40: вкриті лісовою рослинністю ділянки за домінування листяних
дервних видів в умовах А2-3, В2-3; В4, С2-5, D2-5 та сосни звичайної в
умовах С2-3, D2-3



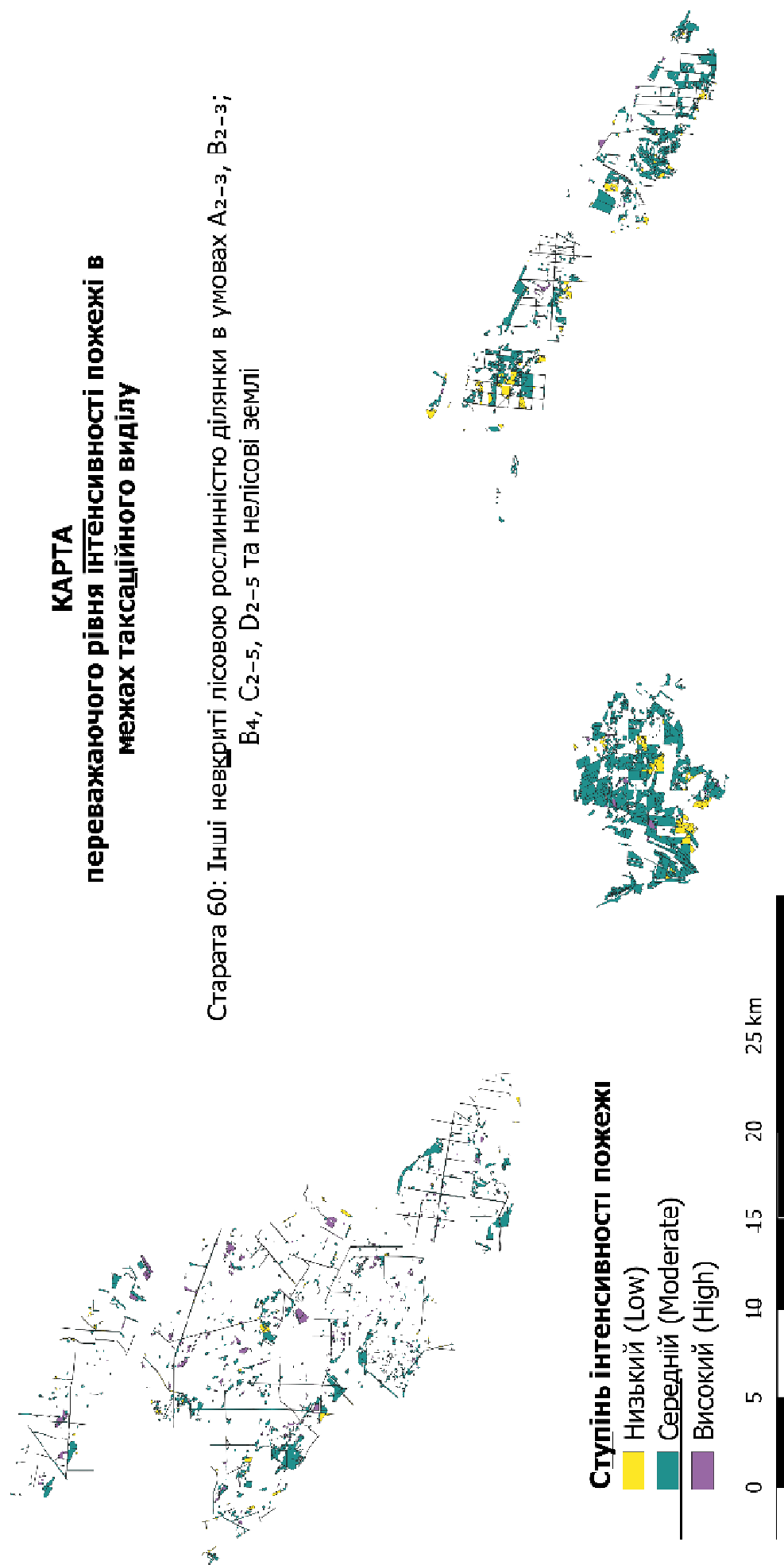
КАРТА
переважаючого рівня інтенсивності пожежі в
межах таксаційного виділу

Старата 50: непокриті лісовою рослинністю ділянки в умовах А₀₋₁, В₁, С₁, D₁



КАРТА
переважаючого рівня інтенсивності пожежі в
межах таксаційного виділу

Старата 60: Інші невкриті лісовою рослинністю ділянки в умовах А₂₋₃, В₂₋₃;
В₄, С₂₋₅, D₂₋₅ та нелісові землі



ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. СОСНЯКИ СТЕПУ УКРАЇНИ: ДОСВІД СТВОРЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ, ПРОБЛЕМИ МАСИВНОГО ЗАЛІСНЕННЯ. 8	
1.1. Погляди академіка Г.М. Висоцького на проблему заліснення пісків у Степу та їх актуальність для сьогодення ...	8
1.2. Досвід створення лісових насаджень	11
1.3. Динаміка і стан сосняків.....	15
1.4. Наукові дослідження відтворення лісів на пісках у степових умовах із середини ХХ століття	20
2. ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ І ЛІСОВИРОЩУВАННЯ В ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	23
3. ДОСВІД ПОСТПРОГЕННОГО ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ НА ПІЩАНИХ АРЕНАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	37
3.1. Досвід відтворення лісів на згарищах 1996 року	37
3.2. Передумови відновлення лісів на згарищах 2020 року	41
4. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗІ СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР	47
5. ПРИРОДНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗГАРИЩАХ.....	51
5.1 Потенціал природного поновлення	51
5.2 Заходи з сприяння природному поновленню лісу	56
5.3 Використання природного поновлення з метою сприяння збільшенню площ мішаних деревостанів замість чистих соснових	56
5.4 Стійкість до пожеж листяних насаджень та їх природне відновлення.....	58
5.5 Лісові озера, що розташовані у лісовому фонді та лісовідтворення	59

5.6 Позитивний досвід Луганської області у зберіганні та використанні природного поновлення для лісовідтворення на згарищах 2014-2020 рр.	62
6. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ГУСТОТИ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА ЗГАРИЩАХ ЛУГАНЩИНИ	66
7. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ МІКОРИЗИ ПРИ СТВОРЕННІ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА ЗГАРИЩАХ	68
8. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗГАРИЩ ЗА ПРОГЕННОЮ ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ТА МЕТОДАМИ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ	71
9. ЧЕРГОВІСТЬ І СПОСОБИ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗГАРИЩАХ ТА УМОВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ	73
10. РЕКОМЕНДОВАНІ ЗАХОДИ ІЗ ЗАЛІСНЕННЯ ЗГАРИЩ.....	75
10.1 Природне лісовідновлення	75
10.2 Комбіноване лісовідновлення	76
10.3 Штучне лісовідновлення	76
11. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЛІСОВІДНОВНІ ЗАХОДИ З ПРОТИПОЖЕЖНОГО ОБЛАШТУВАННЯ ЗГАРИЩ ПРИ ЛІСОВІДНОВЛЕННІ	79
12. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ЗГАРИЩ ДЕРЕВНИМ НАСІННЯМ І САДИВНИМ МАТЕРІАЛОМ	83
13. ОЦІНКА СТУПЕНЯ ПРОГЕННОГО ПОШКОДЖЕННЯ ЛІСІВ ТА ЛАНДШАФТІВ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖ 2020 р.....	88
13.1. Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)	88
13.1.1. Дані про термальні аномалії	88
13.1.2. Супутникові знімки PlanetScope	88

13.1.3. Супутникові знімки Sentinel 2	92
13.2. Стратифікація території згарищ та дані натурних досліджень	94
13.3. Класифікація згарищ за інтенсивністю пожеж і ступенем пошкодження ґрунту.....	95
13.4. Векторні карти інтенсивності пожеж (ступеня пошкодження рослинності) та ступеня пошкодження ґрунту	102
ВИСНОВКИ	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	111
ДОДАТКИ.....	117

Наукове видання

Зібцев Сергій Вікторович
Савущик Микола Петрович
Маурер Віктор Мельхіорович
Балабух Віра Олексіївна
Миронюк Віктор Валентинович
Пінчук Андрій Петрович
Іванюк Ігор Вікторович
Лобченко Ганна Олександрівна
Сошенський Олександр Михайлович
Гуменюк Василь Володимирович
Тарнопільський Петро Богданович

ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСІВ ЛУГАНЩИНИ НА ЗГАРИЩАХ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Монографія

Редактор *Крамаренко Л.Д.*
Комп'ютерна верстка *Іванюк І.В.*

Підписано до друку 08.11.22 Формат 60х84\16
Ум. друк. арк. 9 Наклад 100 прим. Зам. № 220370

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06.2011