

Non-profit organization  
“Regional Eastern Europe Fire  
Monitoring Center”  
(REEFMC)



Громадська організація  
«Регіональний Східноєвропейський  
центр моніторингу пожеж»

---

**Технічний звіт**

**«Найкращі практики створення лісових насаджень на згарищах 2020 р. у Луганській області (терміни створення, види, густина, технологія створення, застосування мікоризи)»  
(результат 2)**

## АНОТАЦІЯ

Катастрофічні лісові пожежі липня та вересня-жовтня 2020 р. у Луганській області призвели до людських жертв, знищення сотень житлових будинків, а також пошкодження 39 570 га земель, в тому числі до 30 тис. га лісів, переважно соснових, з яких 26% всохли протягом декількох місяців, а загибель ще 51% дуже вірогідна протягом найближчих років. Досвід та історія лісорозведення та лісовідновлення у Луганській області у XX столітті свідчать, що відновлення лісів на територіях пройдених пожежами 2020 р. займе від 15 до 20 років та вимагатиме значних зусиль лісових господарств та значних коштів. Зміни клімату, соціально-економічна криза, відсутність бюджетного фінансування лісового господарства та проведення ООС 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 безпекову функції лісів регіону та оновлення відповідного нормативного регулювання. В першу чергу, це стосується необхідності зниження пожежної небезпеки лісів біля населених пунктів за рахунок більшої частки листяних видів під час створення лісових культур та створення і формування насаджень низької густоти, які не підтримують верхову пожежу. Іншим новим підходом є рекомендації з формування мозаїки з ділянок степової (трав'яної) рослинності та куртин лісу або вкритих лісом ділянок на найсухіших частинах вершин (куполів) піщаних бугрів лісових земель, що дозволить зменшити конкуренцію за вологу між деревами та їх відпад. Також такі напів-лісові ландшафти будуть грати роль протипожежних розривів та стримувати швидкість та інтенсивність пожеж.

У звіті проаналізовані історія та 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 у 1998 році. Надані сценарії зміни клімату у регіоні та їх вплив на лісовідновлення згарищ. Надана класифікація згарищ за пірогенною трансформацією лісових екосистем та методами лісовідновлення, наведена черговість і способи лісовідновлення на згарищах та умови їх застосування, рекомендовані заходи по залісненню згарищ, в тому числі, природне лісовідновлення, комбіноване лісовідновлення, штучне лісовідновлення, організаційні та лісовідновні заходи з протипожежного облаштування згарищ при лісовідновленні, забезпечення лісовідновлення згарищ деревним насінням і садивним матеріалом.

Метою даного звіту та рекомендацій є наукове обґрунтування програми лісовідновлення на згарищах 2020 р. у Луганській області в контексті сучасних поглядів на мету та зміст управління лісами у Степовій зоні України, загроз, які несуть зміни клімату та пожежної небезпеки регіону.

Даний звіт виконано за підтримки програми USAID «Економічна підтримка Східної України».

**Технічний звіт «Найкращі практики створення лісових насаджень на згарищах 2020 р. у Луганській області (терміни створення, види, густота, технологія створення, застосування мікоризи)», 2021 р.**

**Автори:**

Зібцев С. В., кафедра лісівництва, Національний університет біоресурсів і природокористування України Регіональний Східноєвропейський центр моніторингу пожеж, [Sergiy.zibtsev@nubip.edu.ua](mailto:Sergiy.zibtsev@nubip.edu.ua);

Савущик М.П., Київська лісова науково-дослідна станція;

Маурер В.М., Пінчук А.П., Іванюк І.В., Лобченко Г.О., кафедра відтворення лісів та лісових меліорацій, Національний університет біоресурсів і природокористування України;

Тарнопільський П.Б., Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького;

Балабух В.О., Український науково-дослідний інститут гідрометеорології.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
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 і їх актуальність для сьогодення.....	8
1.2. Досвід створення лісових насаджень .....	10
1.3. Динаміка і стан сосняків.....	12
1.4. Наукові дослідження відтворення лісів на пісках у степових умовах із середини XX століття.....	16
2. ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ І ЛІСОВИРОЩУВАННЯ В ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	18
3. ДОСВІД ПОСТПРОГЕННОГО ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ НА ПІЩАНИХ АРЕНАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	29
3.1. Досвід відтворення лісів на згарищах 1996 року.....	29
3.2. Передумови відновлення лісів на згарищах 2020 року.....	32
4. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО СТВОРЕННЮ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР .....	36
5. ПРИРОДНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗГАРИЩАХ.....	39
5.1. Потенціал природного поновлення.....	39
5.2. Заходи з сприяння природному поновленню лісу .....	42
5.3. Використання природного поновлення з метою сприяння збільшенню площ мішаних деревостанів замість чистих соснових.....	43
5.4. Стійкість до пожеж листяних насаджень (колків) та їх природне відновлення .	44
5.5. Лісові озера, що розташовані у лісовому фонді та лісовідтворення.....	45
5.6. Позитивний досвід Луганської області у зберіганні та використанні природного поновлення для лісовідтворення на згарищах 2014-2020 рр. ....	47
6. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ГУСТОТИ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА ЗГАРИЩАХ ЛУГАНЩИНИ.....	50
7. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ МІКОРИЗИ ПРИ СТВОРЕННІ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА ЗГАРИЩАХ .....	52
8. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗГАРИЩ ЗА ПРОГЕННОЮ ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ТА МЕТОДАМИ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ .....	54
9. ЧЕРГОВІСТЬ І СПОСОБИ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗГАРИЩАХ ТА УМОВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ.....	56
10. РЕКОМЕНДОВАНІ ЗАХОДИ ПО ЗАЛІСНЕННЮ ЗГАРИЩ.....	58
10.1 Природне лісовідновлення.....	58
10.2 Комбіноване лісовідновлення.....	58
10.3 Штучне лісовідновлення .....	59
11. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЛІСОВІДНОВНІ ЗАХОДИ З ПРОТИПОЖЕЖНОГО ОБЛАШТУВАННЯ ЗГАРИЩ ПРИ ЛІСОВІДНОВЛЕННІ.....	61
12. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ЗГАРИЩ ДЕРЕВНИМ НАСІННЯМ І САДИВНИМ МАТЕРІАЛОМ .....	63
ЗАКЛЮЧЕННЯ .....	67
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	68
ДОДАТКИ .....	71

## ВСТУП

Лісові пожежі масштабу надзвичайних ситуацій у липні та вересні-жовтні 2020 р. у Луганській області стали однією з найбільших екологічних та гуманітарних катастроф у новітній історії України, яка призвела до загибелі 17 осіб, травмування 861, знищення та пошкодження 734 житлових будинків. Із загальної площі соснових лісів у Луганській області, яка становить біля 73 183 тис га, двома пожежами було пошкоджено або знищено 39570 га лісів, в тому числі, 34 553 га лісів (87%) загинули повністю або сильно пошкоджені та загинуть протягом найближчих років.

Повне або часткове відновлення лісів на десятках тисяч гектарах, пошкоджених пожежами лісових земель у Степовій посушливій природній зоні з переважанням бідних піщаних ґрунтів, є безпрецедентною за масштабом та складністю задачею. Досвіду 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 ООС, створюють значні ризики для реалізації масштабної програми лісовідновлення. За одним з 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 достатньо атмосферної вологи для функціонування життєздатних масивних соснових насаджень.

В рамках підготовки даних рекомендацій були проведені дослідження постпірогенного стану лісових екосистем та їх компонентів, що дозволило виділити зони летального впливу пожеж з повною загибеллю деревостану, зони сильного та слабкого пошкодження, де вижили окремі дерева, куртини або частина деревостану. Також проаналізовані історія та дослідження лісорозведення на піщаних аренах р. Сіверський Донець та успішність післявоєнної програми лісорозведення на піщаних аренах, досвід створення лісових культур на згарищах після пожежі у Кременському ЛМГ у 1998 році.

В результаті аналізу досвіду лісорозведення, дослідження поточного стану лісів та впливу всіх чинників, які потенційно визначають успішність лісовідновлення на згарищах 2020 р., встановлено, що будь-які масштабні посадки лісу на піщаних аренах Луганської області сприяє падінню рівню ґрунтових та поверхневих вод, пересиханню малих річок та озер. Частково 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.

Надзвичайна природна пожежна небезпека перегушених соснових лісів штучного походження та надзвичайна пожежна небезпека за умовами погоди у Луганській області загрожують знищенням як новоствореним сосновим лісам, так і лісам, які ще залишились неушкодженими пожежами. Це вимагає впровадження нового та науково-обґрунтованого підходу - створення пожежостійкого лісового ландшафту, де хвойні ліси будуть межувати з полосами або масивами листяного лісу, а також підтримуватись спеціальна інфраструктура (протипожежні розриви, бар'єри, дороги) для швидкого реагування на пожежі та їх оперативного гасіння. Жертви серед цивільного населення під час лісових пожеж та знищені цілі населені пункти вимагають кардинальної зміни породного складу та просторової

структури лісових культур та лісових насаджень у 500-метрових зонах вздовж 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 та міжнародної спільноти та донорів.

Дані рекомендації мають на меті наукове обґрунтування практичних довготривалих лісогосподарських та лісокультурних заходів, що спрямовані на вирішення задач сталого постпірогенного відновлення лісів Луганської області в умовах змін клімату. Головними стратегічними пріоритетами, кроками та принципами, на які націлені дані рекомендації, 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, породна та просторова структура, інші), 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 відрізнитися для різних районів в залежності від типу ландшафту, соціальних умов та умов безпеки, враховуючи фактор військових дій та поточне розташування лінії розмежування та прилягаючої 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 з лісових масивів на заселені території, що межують з лісами. Це можливо при масовому створенні різних видів протипожежних листяних смуг та пожежостійких насаджень, у тому числі 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 у лісових ландшафтах з метою посилення підземного стоку опалів, покращення водозабезпечення корененасиченого шару ґрунтів та зменшення конкуренції за вологу у деревостанах, підвищення рівня ґрунтових вод, підтримки водонаповнення існуючих 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 густиною: шляхом створення густих насаджень, які потім сильно проріджуються або шляхом створення плантацій з низькою густиною.

5) Забезпечення максимально можливого використання економічного потенціалу для вирощування високоповнотних соснових насаджень. Традиційні для регіону високоповнотні соснові насадження з мають залишатися важливою метою лісовирощування. Вони повинні бути зосереджені на ділянках з відповідними для потреб сосни та інших порід типами 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, в тому числі, пожежна небезпека, не дозволяють досягти економічної мети лісовирощування, то захисна функція лісів повинна бути пріоритетною. Це означає вирощування насаджень із зменшеною густиною, напіввідкритих за структурою (типу савана), які складаються з більш стійких до посух та пожеж та стабільних дерев. Відповідно, у таких випадках мають бути застосовані такі способи лісовирощування, які передбачають формування пожежостійких рідких насаджень та використання природного відновлення.

б) Формування степових екосистем типу савани з мінімальною кількістю дерев. Це має бути одним із шляхів лісовідтворення у Луганській області, який буде застосовуватися у відповідних місцях лісового фонду. 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 даного типу будуть виконувати важливу функцію збереження регіонального екосистемного біорізноманіття, а також будуть виконувати функції протипожежних розривів у лісовому фонді для гальмування поширення верхових пожеж. Отже, необхідно включити заходи із формування даного типу екосистем у проекти 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 і 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. Посушливий вплив лісу посилюється в прямому зв'язку з його продуктивністю і густотою. В умовах 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. Пожежа, суцільна рубка деревостану, або його проріджування призводить до накопичення води в ґрунті і підйому рівня ґрунтових вод, аж до заболочування.



Рис. 1. Сучасний приклад лісовідновлення згарища 1998 року у Кременському ЛМГ, який ілюструє положення академіка Висоцького Г.М. щодо досягнення перегущеними сосновими культурами точки максимуму водного стресу, за яким слідує руйнування суцільної структури насадження, яке згодом перетворюється у окремі куртини у пониженнях. Решта території буде вкрита трав'янистою степовою рослинністю, стійкою до нестачі вологи у ґрунті



2) 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). Не скрізь і не всі ліси корисні. Вкрай важливо розуміти їх вплив на накопичення і стік води як найважливішого ресурсу, що визначає добробут територій різноманітного масштабу. При плануванні розміщення лісів доцільно прив'язувати 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 в даний момент покладені в основу ландшафтного підходу до 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 меншому ступені - конденсовані атмосферні пари. В умовах, коли випаровуваність в 2-3 рази перевищує опади, накопичення води відбувається тільки завдяки швидкому її просочуванню крізь пісок до водоупору. Він також 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 з позицій Г.М.Висоцького виглядає приблизно наступним чином. На перших етапах атмосферної води і її запасів, утримуваних 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 неминує загибель ослаблених сосняків. Очевидною її причиною можуть бути різні фактори (пожежі, вітровали, ураження шкідниками), але насправді вони гинуть від нестачі води. Після загибелі сосни, ситуація з водопостачанням поліпшується прямопропорційно площі загиблих насаджень.

В цьому процесі є не тільки соціально-екологічна, а й економічна складова. Нагадував про неї і Г.М.Висоцький, вказуючи, що перш ніж зайнятися масивним лісонасадженням в посушливому регіоні варто подумати, що вигідніше: дороге вирощування швидко вмираючих і високо збиткових 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 вказав на необхідність:

- враховувати водний баланс території при плануванні 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 даного виду дерев та лісових насаджень;

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

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

Спостереження останніх років та пожежі 2020 року свідчать, що підходи до господарського використання піщаних земель, які переважали останні десятиліття повинні бути змінені. Головні пріоритети лісового господарства в даних умовах повинні 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 з 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 і острови піску і супіски по 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. З легкої руки Г.М. Висоцького ці ліси називають «пристеповими борами», об'єднуючи в це поняття весь комплекс соснових насаджень на древньоалювіальних пісках і супісках в степовій і частково лісостеповій зоні, незалежно від походження, продуктивності і складу супутньої рослинності.

Величезний вплив на збереження цих лісів і зміну всього ландшафту місцевості надала діяльність людини. У період з XVII по першу половину 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 і часто були безсистемні. 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 з головних пріоритетів розвитку. Заліснення невикористовуваних земель степової зони вважалося найважливішою частиною цієї роботи. В якості основної породи для заліснення пісків використовувалася сосна (звичайна і кримська).

Степова зона України протягом 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 і з успіхом випробуваний лісничим Борткевичем, який висаджував в основному білу акацію. Ідея методу в скороченні відстані від коренів до нижчих шарів більш родючого ґрунту і водотривких горизонтів, що затримують вологу. Пізніше модифікації цього методу з успіхом використовувалися 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 він доопрацьований під керівництвом П.С. Погребняка. Спосіб передбачав часткову обробку ґрунту площадками і внесення горизонтального прошарку торфу на глибину 30-40 см. Гнізда розміщувалися через 5 метрів. У кожне гніздо висаджувалось по 5-7 сіянців. З 1951 року почалося його широкомасштабне впровадження на Нижньодніпровських пісках. Даний спосіб забезпечив досить високу приживлюваність (близько 60 %). Він успішно вирішував проблему закріплення пісків, формуючи рідкі насадження.



Рис. 2. П'ятирічні соснові культури, створені торф'яно-гніздовим способом на Нижньодніпровських пісках

На жаль, відбору кращих дерев в гнізді і догляду за ними пізніше не проводилося. 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.

Спосіб глибокого розпушування при створенні соснових культур на пісках впроваджений в 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 і невеликими відстанями в рядах і внесення сильнодіючих хімікатів для боротьби з шкідниками, що гризуть коріння. За допомогою різних модифікацій цього методу створені основні площі сосняків.

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

Роботи останніх десятирічь 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 по створенню лісових насаджень на піщаних аренах впродовж багатьох десятиліть необхідно констатувати, що завдяки наполегливим зусиллям лісових підприємств Луганщини була знайдена 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 нормативними актами. В результаті, кожен ділянку після створення необхідно було багато разів доповнювати або ущільнювати цілими рядами, що протирічило поглядам Висоцького Г.М. щодо обмеженого потенціалу водного забезпечення лісів. Зімкнуті та часто перегушені насадження, в яких не проводились рубки 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. Перегушені чисті малопродуктивні сосняки характеризувались надзвичайною природною пожежною небезпекою і значною мірою були знищені у 2020 році. Створення масивних чистих соснових лісів в ландшафтах без мозаїки з листяними масивами або полосами або кілками і призвело до розвитку великих за масштабами пожеж, наслідком яких стало знищення населених пунктів. Ці уроки пожеж 2020 р. повинні бути враховані при лісовідновленні згарищ та під час планування рубок догляду у чистих соснових лісах.

### **1.3. Динаміка і стан сосняків**

Соснові ліси протягом століть були важливою частиною мозаїки природної рослинності на піщаних аренах Луганської області. Вивчення історичних карт і описів лісів 17-19 століть показує, що масиви соснових лісів були присутні на більшій частині сучасного лісового фонду Луганської області, особливо сучасні Комсомольське, Серебрянське, Верігінське, Житлівське та Ситочне лісництво (Кремінське ЛМГ) та Северодонецьке та Борівське лісництво (Северодонецьке ЛМГ), де у XVIII столітті були визначені границі казенних борів



Рис. 3. Карта лісових дач Слобідсько-Української губернії Старобільського уїзду 1829 р.

Крім того, значні лісові масиви помітні на історичних картах навколо Станиці Луганської. 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 колків. Сюди входять такі сучасні території, як Ново- і Старокраснянське, частина Боровенського та Кудряшівського лісництв (Кремінське ЛМГ), 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 пожежі 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 в степовій зоні зростає більш ніж на 195 тис. га, що становить 34,3% від загального збільшення площі сосняків по Україні. У трійку областей з найбільшим збільшенням площі сосняків входять Херсонська (63,5), Луганська (38,2), Харківська (34,5 тис. га) області. Середня частка сосни в площі лісів степової зони, створених з 1956 по 1996 рік, становить

29,3 %. Максимальна вона в Херсонській (85,7 %), Харківській (42,0 %) і Луганській (35,1 %), мінімальна в Донецькій, Запорізькій та Одеській областях (від 7,2 до 8,5 %).

Варто наголосити, що створення лісів в 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 в степовій зоні досягла максимуму і стала демонструвати явну тенденцію до зменшення. Головною причиною цього стали катастрофічні по площі і збитку пожежі, які зафіксовані у всіх великих соснових масивах степової зони. При цьому збитки від великих пожеж не зводяться до показників пожежної статистики, яка фіксує площу і запас насаджень, які загинули у вогні. За пожежами, зазвичай, слідує масове розмноження шкідників сосни (короїдів, лубоїдів, хвойних гризунів). За кілька років вони призводять до куртинного, а іноді і суцільного, усихання значної частини лісів, ослаблених низовими пожежами, а часто і деревостанів на прилеглих територіях. У зв'язку з цим реальні втрати зазвичай значно більше, ніж ті, що зазначаються відразу після пожежі.

Вирощування лісових насаджень у Степу на протязі багатьох десятиріч було, в більшості, спрямоване на формування високоповнотних і продуктивних 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.3 та рис. 4).



Рис. 4. Поодинокі дерева сосни – невід’ємний компонент сосняків степової зони при їх природному розвитку



Рис. 5. Найбільш довговічні сосняки виростили в дуже рідкому стоянні. Їх відмітні риси – повнота 0,3-0,5, зонтичні густі крони, сильний збіг стовбура і товста кора

Невисока повнота - природний стан деревостанів, що забезпечує їх виживання в умовах дефіциту води (рис. 5).



Рис. 6. Природні соснові насадження ДП «Кремінське лісове господарство»

При плануванні 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 сосни і падіння ґрунтових вод, яке його звичайно супроводжує, буде мати обмежений негативний вплив на сільське господарство у порівнянні з, наприклад, Херсонською областю. З іншого боку, 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 Северодонецьк, Рубіжне та Кременна 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 стиглих насаджень високої повноти та продуктивності, але тільки у відповідних лісорослинних умовах, переважно - А<sub>2</sub>-В<sub>2</sub>. В бідних та сухих умовах на кшталт А- В<sub>0-1</sub> повинні формуватись цільові низькоповнотні насадження і рідколісся, які витрачають мало води; довговічні і стійкі до посух, пожеж і шкідників; є джерелами насіння для природного відновлення, створення насінних плантацій і вирощування садивного матеріалу. Остання когорта буде 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 протягом всього періоду до сьогоднішнього дня проводились прикладні наукові дослідження для пошуку кращих технологій створення та формування лісів. Серед провідних науковців, що працювали над проблемою у 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 у 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 см<sup>3</sup>, у той час, як для суглинистого чорнозему цей показник становить 1,1-1,4 г на см<sup>3</sup>, для сосни звичайної критичним у сухих умовах є значення 1,6 г на см<sup>3</sup>.

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

4. Використання торфу для підкормки культур сосни в сухих умовах має позитивний вплив лише до першої тривалої посухи.

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



6. Догляд необхідно проводити з першого року створення і до змикання, суцільний догляд у міжряддях з дискуванням необхідно розпочинати з 1-3 річного віку. У рядових культурах на площах з типчакково-чебрецевим покривом догляд проводиться у смузі шириною 1,5 м, з пирієм та куничником – 1,75-2,0 м, полинево-різнотравним покривом – 0,5 м із суцільним одно-дворазовим дискуванням міжрядь, а у культурах площадками відповідно 1,5x1,5 м, 1,75x1,75 м або x2 м, 2,5x2,5 м або 1,5x1,5 м із суцільним дискуванням міжрядь.

7. Загущені лісові культури у жердняковій віці мають погіршений ріст як наземної, так і підземної частини й можливі масові відпади, тому збільшення посадкових місць є недоцільним.

8. 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.

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

10. 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 обробітком ґрунту ПКЛ-70 на глибину до 5 см та без обробітку ґрунту – відповідно 10-30 % та 0-20 %.

11. Окрім впливу способів обробітку ґрунту, видів садивного матеріалу та агротехніки створення культур значну роль відіграє мезо- та мікрорельєф.

## 2. ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ЗМІН 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.

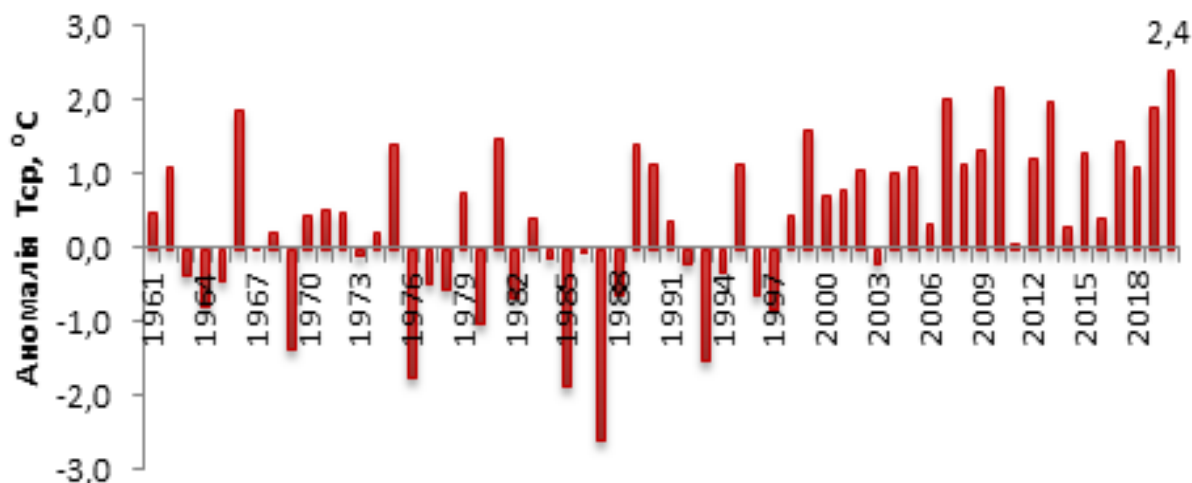
Визначальну роль у рості і розвитку рослин відіграє температура повітря. В період вегетації лісові масиви можуть акумулювати від 20 до 45% сонячної радіації. Із зростанням температури швидкість біохімічних процесів збільшується. Проте, для кожного виду існує своя термічна межа, після якої процеси життєдіяльності рослини сповільнюються. Таке явище спостерігається за температури 30-35°C. Важливу роль при вирощуванні лісу відіграють всі 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 лісо-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. Впродовж останніх десятиріч в Луганській області спостерігаються суттєві зміни термічного режиму та режиму зволоження.

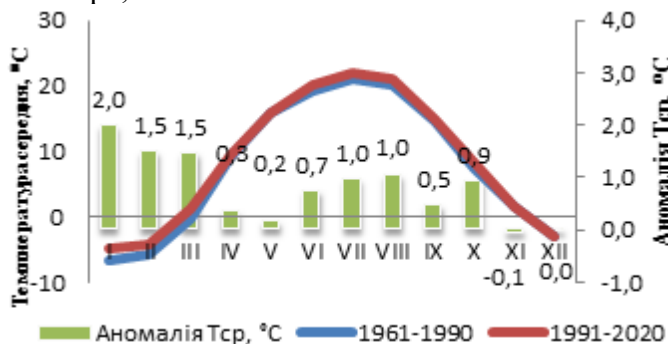
Проведений аналіз величини середньої за рік приземної температури повітря та її аномалії відносно кліматичної норми (1961-1990 рр.) в Луганській області у 1991-2020 рр. показав, що їх значення в регіоні протягом вказаного періоду *дуже ймовірно* збільшуються. Останні тридцять років (1991-2020), десять років та 2020 рік виявилися найтеплішими з 1961 року і, ймовірно, за увесь період інструментальних спостережень. При цьому, не викликає сумнівів, що за останні три десятиріччя середня за рік температура повітря в області підвищилась. Цей ріст становив 0,8°C відносно кліматичної норми (1961-1990) і був меншим, ніж у середньому по Україні за аналогічний період (1,2°C).

Найбільший внесок у зміну річної температури в регіоні мали зимовий та літній сезони. Їхня середня температура зросла, відповідно, на 1,4°C та 1,0°C. При цьому найбільш суттєво підвищилась температура повітря у січні (2,0°C). Весною середня 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.

а) аномалія середньої за рік температури повітря;



б) аномалія та середня за місяць температура повітря;



в) аномалія середньої за сезон та рік температури повітря;



Рис. 7. Зміна середньої за рік, сезон та місяць аномалії температури повітря

Ріст середньої за рік та місяць приземної температури повітря у Луганській області зумовлений збільшенням максимальної та, особливо, мінімальної температури повітря впродовж усього року. За останні тридцять років середня за рік максимальна і мінімальна температура в регіоні виросли на 0,8 та 1,1 °C, відповідно. При цьому найбільший ріст максимальної температури відмічається 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), при цьому ріст мінімальної температури був більш суттєвим, ніж максимальної.

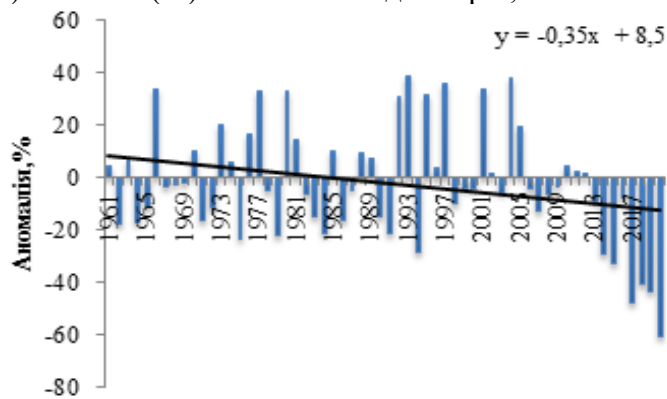
Значне зростання максимальної і, особливо, мінімальної температури повітря у холодний період року протягом останніх тридцяти років зумовило зменшення кількості морозних днів ( $T_{\min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) та дуже ймовірно збільшення максимальної тривалості безморозного періоду майже на тиждень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

Наслідком зростання температури повітря на Луганщині протягом останніх тридцяти років стало збільшення тривалості теплового та вегетаційного періодів (на 9,0 та 6,0 днів за 10 років, відповідно), збільшення кількості літніх днів (2 дні/10 років). Ріст максимальної температури зумовлює збільшення кількості спекотних днів, коли максимальна температура повітря перевищувала 25 та 30 °С. При цьому найбільш інтенсивний ріст, як і в інших регіонах, характерний для температури вище 25 °С. Для цієї градації також характерний найбільш суттєвий ріст середньої максимальної за місяць тривалості періоду з такою температурою та кількості таких періодів .

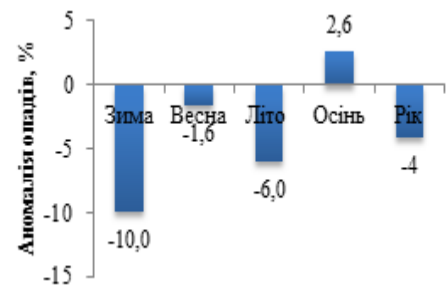
Значну роль у формуванні погоди і клімату відіграє атмосферна волога та її вологообіг. Вона впливає на всі складові кліматичної системи, формуючи їхні головні риси та особливості. Важливою характеристикою зволоження є опади, які являються головним джерелом поновлення водних запасів і вологи в ґрунті. Загальні уявлення про зміну кількості опадів в 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 відносно базового кліматичного періоду, представлені у відсотках.

На відміну від температури повітря річна кількість опадів у Луганській області з середини ХХ століття змінювалась не суттєво. При цьому у сучасний кліматичний період (1991-2020) їх стало на 4% менше, ніж у базовий (1961-1990). Для опадів такі зміни є несуттєвими і знаходяться в межах їхньої природної мінливості. У сучасний кліматичний період, порівняно з базовим, відбувся перерозподіл опадів між сезонами та місяцями. Відмічається 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, квітні. Проте останнє десятиріччя в області виявилось не лише найтеплішим, а й найпосушливішим з 1961 року, а можливо і за увесь період інструментальних спостережень за погодою. Найбільший дефіцит річної кількості опадів (-60%) спостерігався у 2020 році.

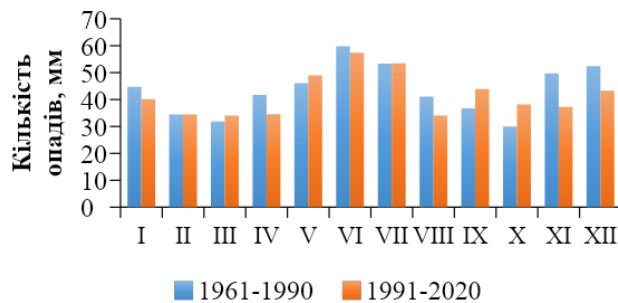
а) аномалія (%) кількості опадів за рік;



б) аномалія (%) кількості опадів за сезон;



в) кількість опадів за місяць, мм;



г) аномалія (%) кількості опадів за місяць

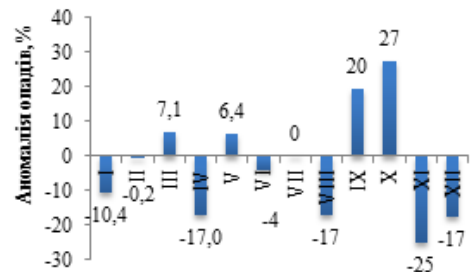
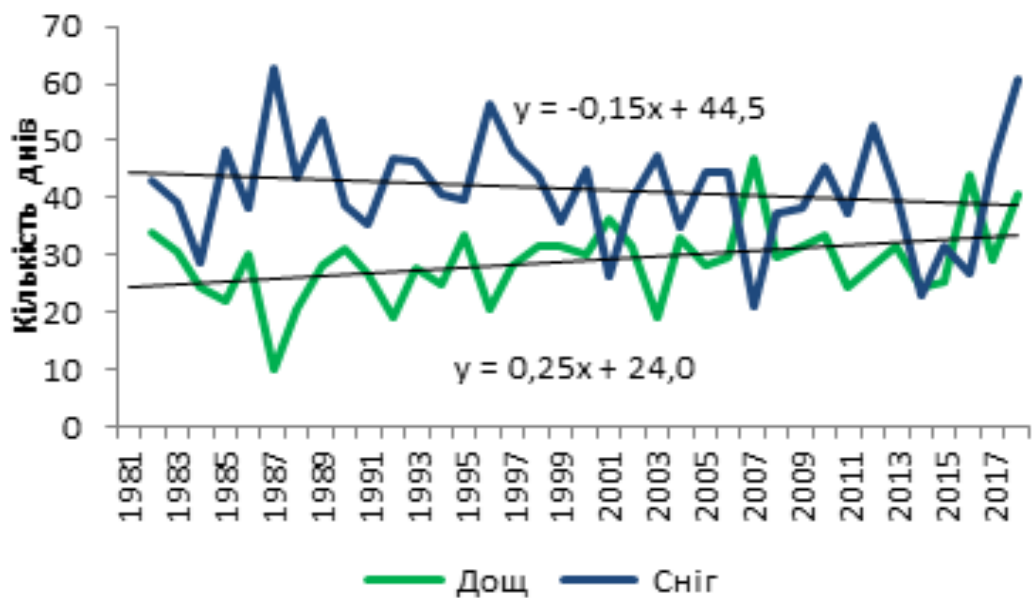


Рис. 8. Зміна режиму зволоження в Луганській області

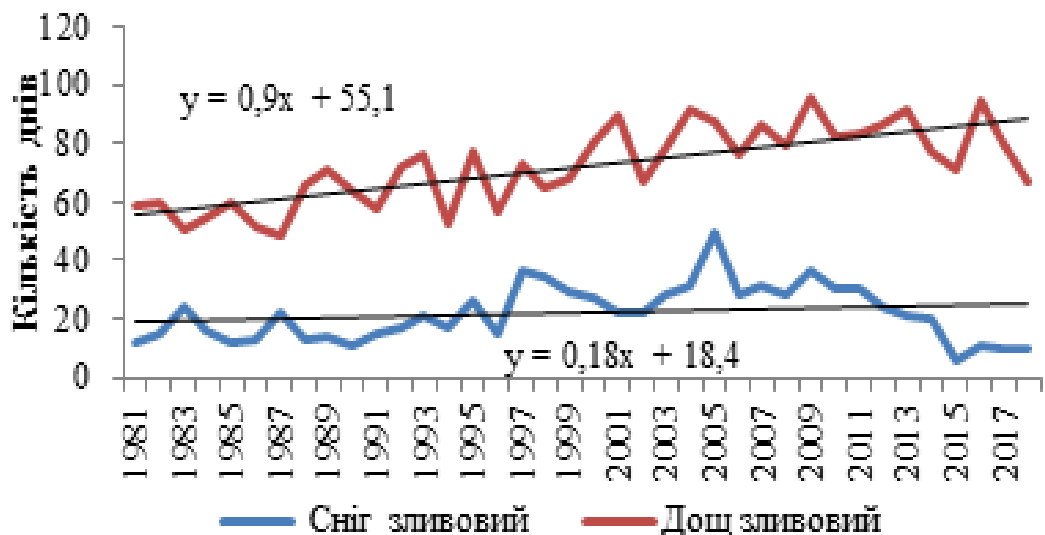
Підвищення температури повітря, що супроводжується дефіцитом вологи протягом останніх десятиріччя призводять до зростання посушливості в регіоні: зростає випаровуваність, збільшується кількість днів без опадів, максимальна тривалість бездощового періоду та кількість днів з атмосферною посухою (5 днів/10 років). Зростає і пожежна небезпека за умов погоди, про що свідчить збільшення максимальної за добу величини КПН 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 привели до зменшення висоти снігового покриву та тривалості його залягання. Збільшується і інтенсивність опадів, про що свідчить зростання повторюваності кількості днів із зливовим дощем та снігом (9 та 2 дні за 10 років, відповідно). При цьому 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 в теплий період і не забезпечують ефективне накопичення вологи в ґрунті зумовило, разом з іншими чинниками, збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ.



а)

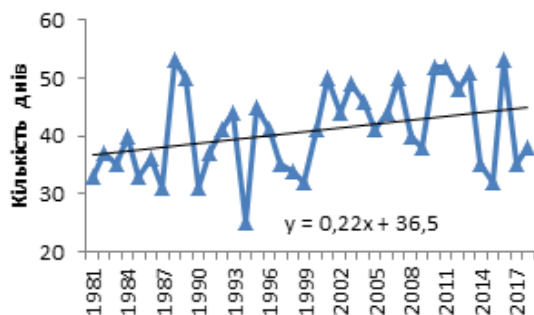


б)

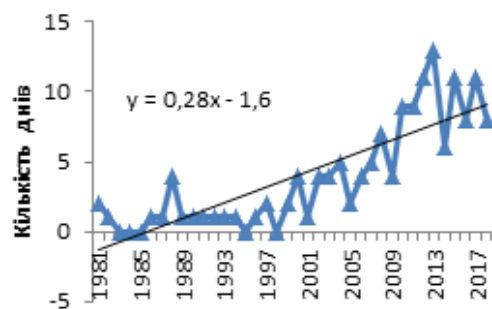
Рис. 9. Зміна структури та інтенсивності опадів у Луганській області: а) кількість днів з дощем та снігом у холодний період б) кількість днів із зливовим дощем та зливовим снігом за рік

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 привели до збільшення нестійкості атмосфери та інтенсивності конвекції. Внаслідок таких змін у Луганській області зростає повторюваність та інтенсивність конвективних явищ погоди, зливова складова опадів. *Практично не викликає сумнівів* збільшення числа днів з грозою, зливою, градом, шквалом протягом останніх трьох десятиріч.

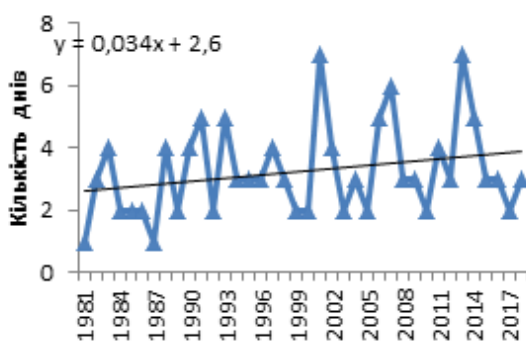
а) кількість днів з грозою;



б) кількість днів зі шквалом



в) кількість днів з градом;



г) кількість днів зі зливою;

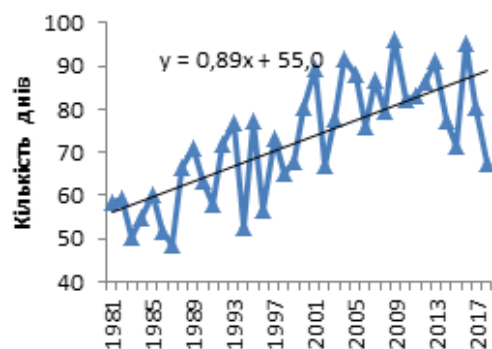
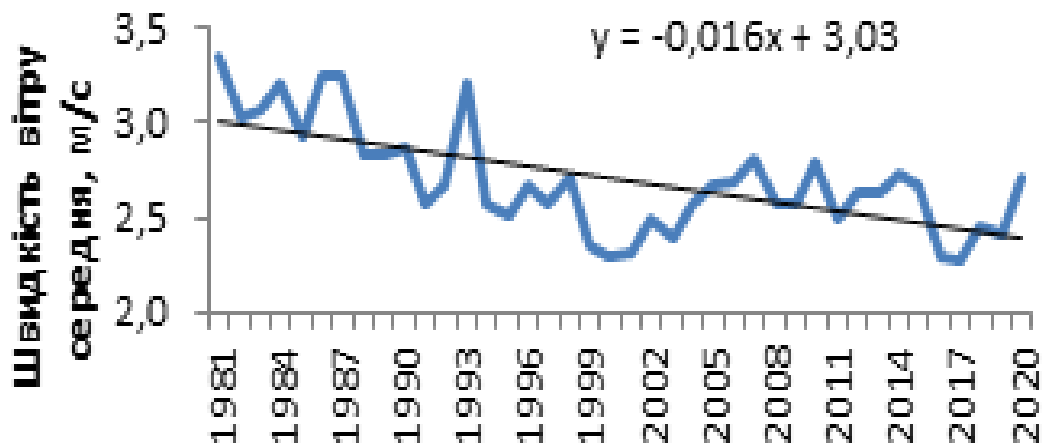


Рис. 10. Зміна повторюваності та інтенсивності конвективних явищ погоди

Але не для усіх явищ погоди відмічається тенденція до зростання їх повторюваності та інтенсивності. Так, *практично не викликає сумнівів* зменшення як середньої, так і максимальної швидкості вітру протягом усього року, що привело до зменшення кількості явищ погоди пов'язаних з вітром, зокрема пилових бур, хуртовин. Зменшується також число днів з туманом.

Оскільки причиною швидкої зміни клімату є антропогенна діяльність людини та викиди парникових газів, що вже не викликає сумнівів, оцінку можливої зміни кліматичної системи здійснювали з урахуванням сценаріїв розвитку людства. Для оцінки 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 даній 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.: CO<sub>2</sub> у 2,03, CH<sub>4</sub> у 1,16 і N<sub>2</sub>O у 1,21 рази. Концентрація основних парникових газів в атмосфері у 1990р. становила: CO<sub>2</sub> –353 млн<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub> –1700 млрд<sup>-1</sup> і N<sub>2</sub>O–308 млрд<sup>-1</sup>.



а)



б)

Рис. 11. Міжрічна мінливість середньої за добу швидкості вітру та кількості днів з пиловою бурєю і туманом: а) швидкість вітру середня; б) кількість днів з пиловою бурєю та туманом

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 оцінки можливої зміни клімату в її регіонах. Розрахункові дані отримані в рамках Європейського проекту FP-6 ENSEMBLES з роздільною здатністю 25 км.



Аналіз отриманих результатів показав, що до середини XXI ст. у Луганській області за реалізації сценарію викидів А1В можна очікувати подальше підвищення температури повітря. *Практично не викликає сумнівів*, що 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 °С, 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°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 °С (2,2°C), максимальна збільшиться на 1,8°C. Як наслідок, середні багаторічні значення максимальної температури взимку у Луганській області до середини століття можуть стати додатними і сягати 0,7°C.

Весна на Луганщині може стати на 0,9°C теплішою. Очікується що середня максимальна температура весною може зрости на 0,7°C, а середня мінімальна на 0,9°C і досягти 14,6° С та 4,2°C, відповідно. Такі температури характерні весною у 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 °С відносно 1981-2010 рр., а середня за осінь – на 1,7°C.

Таблиця 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		1981- 2010	відхилення		1981- 2010	відхилення		2021- 2050		
		°C	p*		°C	p*		°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	1,0

Суттєве підвищення максимальної та, особливо, мінімальної температури повітря у Луганській області може призвести до значного (майже на три тижні -23 дні), зменшення числа днів з морозом у холодний період і до середини століття їхня кількість може досягти 104 дні. *Практично не викликає сумнівів* той факт, що днів з температурою повітря нижче -10°C у середині XXI ст. буде майже на тиждень менше (-6,2 дні). Зменшиться і число днів з морозом -20°C та нижче. Отже, періоди з екстремально-холодною температурою

відмічатимуться і в середині ХХІ ст., але їхні негативні наслідки можуть бути більш значними, оскільки хвилі холоду спостерігатимуться на фоні більш високої температури.

*Практично не викликає сумнівів, 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 днів). Також практично не викликає сумнівів збільшення кількості літніх днів (+15,7 днів), тривалості періоду вегетації холоднолюбивих(+15,0 днів) та теплолюбивих рослин (+11,7 днів). Майже на два тижні в області може вирости і число днів з максимальною температурою вище 25°C. Найбільші зміни очікуються у серпні та червні.*

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

*Очікується що до середини століття, у Луганській області збільшиться інтенсивність опадів. Ймовірно максимальна кількість опадів за добу зросте майже на 10%, Збільшиться також кількість днів з опадами, що мають велику інтенсивність, особливо більше 30мм за добу (ймовірно).*

Таблиця 2. Проекції зміни середніх багаторічних значень кількості опадів за рік та сезон у 2021-2050рр. відносно 1981-2010 рр. у Луганській області

Сезон, рік	Кількість опадів			
	1981-2010	відхилення		2021-2050
		%	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

Практично не викликає сумнівів збільшення майже на третину (33,5%) кількості посушливих днів. Проте, швидкість вітру, як середня, так і максимальна за добу, дуже ймовірно продовжуватиме зменшуватись і до середини століття. Такі зміни приведуть до подальшого 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 ХХІ ст. при збалансованому розвитку суспільства (сценарій А1В) в області можна очікувати подальше підвищення як середньої, так і максимальної та мінімальної температури протягом усього року, при цьому 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 холоднолюбивих, так і теплолюбивих 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 з температурою більше 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 з 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 їх 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 у Луганській області збільшилася середньорічна температура на 0,8<sup>0</sup>C, при цьому суттєве потепління відбулося у березні (1,5<sup>0</sup>C), що свідчить про більш ранній початок пожежонебезпечного періоду (на 9 днів) та лісокультурної кампанії. Максимальна температура збільшилася на 1,4<sup>0</sup>C в липні, що призвело до зростання кількості спекотних днів вище 25-30<sup>0</sup>C у тіні. Відбулося скорочення річної кількості опадів на 4%, при чому опади зменшуються найбільше на весні та влітку – критичні періоди для розвитку лісових культур. У 2020 році дефіцит річних опадів склав безпрецедентні 60%, що визначило високі ризики пожеж. На цьому фоні зросла посушливість клімату, випаровуваність та кількість днів з атмосферною вологою на 5 днів. Зросла кількість днів з надзвичайною пожежною небезпекою. В подальшому - до середини XXI століття не викликає сумніву підвищення посушливості (на 35 днів), в першу чергу, 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 фактор, що визначатиме або обмежуватиме створення, розвиток, стійкість та загибель лісів. Сучасна кліматична наука здатна тільки визначити тенденції змін клімату які викладені у даному 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 однієї з порід з складу, то інші структурні елементи або види залишаться і, таким чином, збережеться лісове середовище. Ці види повинні гармонійно співіснувати тобто не конфліктувати за воду та елементи живлення в кореневій сфері та за простір та світло в кронах. Штучно створити сконструювати такі оптимальні за структурою та складом практично неможливо. Єдиним загальноприйнятним шляхом створення та формування стійких до змін клімату насаджень є використання та сприяння утворенню природного поновлення лісу. В більшості розвинутих країн природне поновлення складає 60-90% фонду лісовідновлення.

В контексті загрози пожеж, на даному етапі всім зрозуміло, що мега пожежі які формуються 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, в тому числі пожежної авіації. Єдиним визнаним в світі рішенням для захисту населених пунктів від лісових пожеж та зменшення наслідків пожеж для лісів є формування пожежостійкого ландшафту та пожежостійких громад. Перше означає створення мозаїки соснових та листяних лісів в ландшафті, які не створюють умов для розвитку інтенсивних пожеж та полегшують їх гасіння. Біля населених пунктів насадження повинні мати відкриту структуру яка не підтримує розвиток верхової пожежі.

### 3. ДОСВІД ПОСТПРОГЕННОГО ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ НА ПІЩАНИХ АРЕНАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

#### 3.1. Досвід відтворення лісів на згарищах 1996 року

Вивчення досвіду заліснення згарищ та природного поновлення проводилося 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, були застосовані масивні насадження. Недоліком їх є те, що масивні високозімкнуті соснові насадження, у порівнянні 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. 12 . 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 товщиною 0,5-1 см, слабо розкладена, пухка. Досвід використання сосни кримської не дав позитивних результатів і в підсумку сосну кримську замінили сосною звичайною.



Рис. 13. Культури сосни створені на згарищі 1996 р.

У пониження (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. 14 . 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. 15. 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 41 кварталу 2 виділу Боровенського лісництва ДП «Кремінське ЛГ»). Характерною особливістю є поява природного поновлення у найбільш сприятливих умовах 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.



Рис. 16. Поширення природного поновлення сосни звичайної від стіни лісу. Обмежуючим фактором поширення поновлення є випас худоби і ущільнення ґрунту

Таким чином, на постпірогенних ділянках при 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. При цьому утворюється мозаїка лісових та трав'яних ділянок. 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 у відповідності до режиму зволоження, що є природним для регіону. На транзитних схилах піщаних бугрів з достатньою водозабезпеченістю доцільно створювати соснові або мішані насадження, які будуть стримувати вітрову та водну ерозію ґрунту. Листяні насадження («колки») добре поновлюються вегетативно і заходів з 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 відмічено, 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) (додаток). Дослідження ґрунту за прикопками підтверджує пошарове чергування органічної та мінеральної складових. Максимальний шар гумусованого горизонту у 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 вологи шар на поверхні ґрунту, у подальшому 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 й на інших мікропониженнях, де відбувається накопичення вологи.



Рис. 17 . Формування природного поновлення у мікропониженнях



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 підґрунття на певний час затримується (не може бути поглинута) та призводить до вимокання рослин, за винятком куничника. Водопроникність у межах локацій: мінімальна 3-7,8 мм/хв (на горбистих ділянках локацій), а максимальна – 18,6-46,9 мм/хв.

Значну роль у постпірогенному відновленні територій, пошкоджених пожежами, відіграє надґрунтовий трав'яний покрив. Кореневі системи трав мають заглиблення від 7-8 до 22 см (пірій). 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. 3.9) показало, що вона має основну масу коріння на глибини до 10 см., а надземна частина має значну густоту (в одному кущі до 90 стовбурів висотою від 1 до 1,5 м). За умов виникнення вогнищ дефляції шелюга є дієвим біологічним методом закріплення пісків і добре поновлюється вегетативним шляхом після пожеж.



Рис. 18. 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 кореневими системами, які частково травмовані під час посадки й не здатні досягнути водоносного шару через ущільнений горизонт. У порівнянні із лісовими культурами природне поновлення сосни має успішний (не травмований) розвиток кореневої системи, яка здатна подолати ущільнені горизонти і як наслідок у 7-річного 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 корневих 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. 19 . 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 бугорів та не проводити доповнення лісових культур у разі відпаду.



Рис. 20 .Особливість розподілу рослинного покриву 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 в 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. 21. 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, на даний час 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 проводилося. 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 протирічити 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 повинні 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 ПО СТВОРЕННЮ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР

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

Була здійснена оцінка використання стимуляторів росту та укорінення при підготовці сіянців перед садінням на постійне місце. До розчину бовтушки додавали різні препарати: діоксид наноцерію ( $\text{NaCeO}_2$ ) концентрацією 1,0 мл/л, «Radifarm» – 25 г/10 л, бурштинова кислота 2 г/2 л, «Екостим» 2 мл/10 л, «Гілея» – 5 мл/л. Після додавання препаратів до розчину бовтушки і ретельного перемішування кореневу систему сіянців занурювали у розчин. Потім здійснювали садіння сіянців на лісокультурну площу.

Дослідні культури були створені у ДП «Севєродонецьке ЛМГ» та ДП «Новоайдарське ЛМГ», схеми створених дослідних культур наведено в додатку А.

Створення дослідних культур у ДП «Севєродонецьке ЛМГ», Борівське лісництво, кв. 62, вид. 7 – 0,5 га. Садіння сіянців 06.04.2021 р.

Таблиця 3. Приживлюваність сіянців на лісокультурній площі за різної обробки кореневих систем та підготовки ґрунту, % (09.06.2021 р.)

№ п/п	Назва препарату	Обробіток ґрунту борознами з ґрунтопоглибленням РН-60	Обробіток ґрунту борознами
1.	Діоксид наноцерію ( $\text{NaCeO}_2$ )	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. 22. Сіянци сосни звичайної створені висівом насіння на лісокультурну площу

Також був закладений дослід створення лісових культур висівом насіння безпосередньо на лісокультурну площу. Про його ефективність в даних лісорослинних умовах можна буде стверджувати за результатами інвентаризації в кінці вегетаційного сезону.

Створення дослідних культур у ДП «Севродонецьке ЛМГ», Бобрівське лісництво, кв 8, вид. 15 - 0,5 га. Садіння сіяncів 07.04.2021 р.

Створення дослідних культур у ДП «Новоайдарське ЛМГ», Піщане лісництво, кв. 32, вид. 9 - 0,8 га. Садіння сіяncів 08.04.2021 р.

Таблиця 4. Приживлюваність сіяncів 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 «Севродонецьке ЛМГ»			
1.	Діоксид нано церію (NaCeO <sub>2</sub> )	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 нано церію (NaCeO <sub>2</sub> )	91	37
8.	Бурштинова кислота	89	37
9.	Екостим 1	86	35
10.	Гілея	85	33
11.	Контроль	81	30

Як видно із даних таблиць, при створенні експериментальних культур встановлено позитивний вплив обробітку корневих систем сіянців перед садінням нано- та біопрепаратами, які мають антистресові, росто- і імуностимулюючі властивості. Також слід зауважити, що при 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. 23. Сіянці сосни звичайної оброблені стимуляторами росту (7.06.2021р.)

Наведені фото 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 використовувались.

Фото праворуч, дослід лісного Трьохізбінського лісництва, кореневі системи сіянців перед садінням замочувались у легкому розчині корневіну на 12 годин, потім розчин додавали до болтанки. Стан сіянців на даній ділянці візуально кращий, ніж на сусідніх, що вказує на необхідність використання стимуляторів росту під час садіння.

Зважаючи на вище наведені результати, можемо рекомендувати:

- підготовку ґрунту проводити з ґрунтопоглибленням;
- при підготовці 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 з лісовідтворення починаючи від збору районаного насіння першого класу до вирощування посадкового матеріалу та висадки його на лісокультурну площу. Відносно низька приживлюваність лісових культур протягом останніх десятиліть є наочною ілюстрацією цього. В подальшому синергетичний вплив вищезазначених факторів буде ще більше зменшувати приживлюваність культур і вимагатиме додаткових витрат. В цих умовах особлива увага повинна бути приділена заходам із збереження природного поновлення головних порід та перехід на його масове використання для цілей лісовідтворення у області.

### 5.1. Потенціал природного поновлення

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

Проблема недостатньої уваги до природних можливостей лісових екосистем полягає у вимогах нормативів та практиці, що склалася - швидко (протягом року) відновити ділянки, що 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 даної лісової ділянки. Звичайно 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. у лісах з 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 при лісовідтворенні. 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 відносно багатих та вологих ґрунтах (північна частина Піщаного лісництва та Шамраєва дача) багатьох дубових колків відмічено 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. 24. Рясне поновлення сосни в деревостані, що постраждав від пожежі малої інтенсивності у 2020 році, Станично-Луганське лісництво (ліворуч). Природне поновлення сосни, у насадженні, що постраждало від сильної низової пожежі у Боровеньському лісництві у 2020 р. (праворуч)

За даними польових обстежень два чинника у 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. 25. 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 трактору, трелювання та валки дерев. Зокрема, ці випадки були встановлені у Піщаному та Боровеньському лісництвах, де відтворення було відмінним у сусідніх незрубаних лісах, що пройдені пожежами проте не залишилось на ділянках з проведеною рубкою. Грунт 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 вибіркової санітарної рубки (ВСР) збереженість дещо вища ніж під час ССР, проте в цілому картина негативна. У Боровеньському лісництві спостерігалися невеликі ділянки вибіркової санітарної 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. 26. Успішне збереження природного відновлення сосни у деревостані, де проводилася ВСР з врахуванням еколого-зберігаючих лісозаготівельних технологій (праворуч). Відсутність природного поновлення сосни у деревостані, де проводилася ВСР з високим рівнем пошкодження поновлення – близько 90%. Обидва зображення з Боровеньського лісництва

На ділянках, де з'явилося масове природне поновлення проведення санітарних рубок повинно, поряд із традиційною метою заготівлі товарної деревини та розчистки території від згорілої деревини, ще досягати додаткової мети – збереження цього природного відновлення під час рубки та залишення частини всохлих дерев з 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 у період з 11-12 до 15-16 годин.

Перед рубкою майстер або інший представник лісового господарства повинен зробити розбивку ділянки, що йде у рубку, на технологічні елементи вузької пасічної технології: магістральний волок, пасіки (ширина до 20 м), навантажувальна площадка. Древа, що вибираються відмічаються зеленою краскою з боку волока. Розробку лісосіки починають з дальньої від погрузочної площадки кінця пасіки. Валка здійснюється окоренками на волок. Здійснюється розкрязування бензопилами, крони та обрізані гілки залишаються 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 і у випадку пошкодження природного поновлення або зрізання дерев, які повинні були залишитись, бригада повинна бути оштрафована за порушення технологічних вимог рубок. При правильному застосуванні вузько пасічної технології повинно залишитись непорушеним від 70 до 85% території ділянки. В подальшому ці технології будуть використовуватись 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 вузько- пасічної 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 з інших регіонів України з досвідом збереження природного поновлення під час рубок у зонах слабкого та середнього пірогенного пошкодження та за наявності достатнього природного поновлення;
- 4) Відтермінування рубки лісу на ділянках з 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 з сприяння природному поновленню лісу**

Обстеження проведені у 2021 році у соснових лісах, що пройдені пожежами, свідчать про середній або низький врожай соснових шишок, які можуть служити джерелом насіння для природного відновлення в 2021-2023 роках. Доцільно під час призначення ділянок у рубку восени 2021 р., в першу чергу, обирати ділянки ССР 2020-2021 рр., що розташовані неподалік від вцілілих сосон із шишками. У 2022 р. можна буде провести заходи сприяння природному поновленню сосни, осики та берези. На ділянках з наявністю дуба встановлено середній та вище врожай жолудя. Отже, якщо у материнському деревостані присутні дрова 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 у ландшафті, але у вигляді окремих насаджень. Поширеним є випадок, коли сухі, ксерофітні соснові насадження межують з чистим листяним насадженням (колком), 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 порід (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 порід.



Рис. 27. 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 порід.

Збільшення участі листяних порід у соснових деревостанах, пройдених пожежами, можливо досягти шляхом збереження природного поновлення дуба, берези та осики насінневого походження, шпигування жолудів або посадкою протипожежних полос листяних порід вздовж доріг та вздовж кварталних просік.

#### 5.4. Стійкість до пожеж листяних насаджень (колків) та їх природне відновлення

Важливим уроком пожеж 2020 року, який необхідно врахувати при плануванні та впровадженні заходів з лісовідтворення у Луганській області, є стійкість місцевих листяних насаджень природного походження (колків) та масивних листяних деревостанів на піщаних терасах Сіверського Донця. Аналіз впливу пожеж на листяні ліси дозволяє стверджувати, що у випадку майбутніх великих пожеж жодне листяне насадження або насадження з перевагою листяних видів не буде пошкоджене повністю, тобто і в подальшому не буде повної загибелі деревостану, що відповідно не вимагатиме суцільного штучного лісовідновлення цих ділянок.



Рис. 28. Успішне природне поновлення листяних головних видів у куртині листяного лісу, що постраждав внаслідок пожежі 2020 р. (Фото: Б. Мілаковський)

Більшість листяних насаджень характеризувалось середньою або високою виживаємістю дорослих дерев після пожеж за рахунок меншої інтенсивності горіння листяного деревостану. Більшість дерев з вогневими пошкодженнями характеризувались 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 порід утворилось під пологом чистих соснових насаджень пройдених пожежею (Шамраєва дача). Самосів берези, який з'явився у сухих ТЛУ у соснових насадженнях від межуючих листяних насаджень 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 (колки) 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 озера у чотирьох лісгоспах, які постраждали від пожеж у 2020 році. Багато з них були розташовані в межах понижень, на яких сформувалися листяні кілки. 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 відмічалося академіком Висоцьким Г.М., активно споживають та перехоплюють атмосферні опади і в процесі свого розвитку знижують рівень підземних вод, в тому числі і сприяючи висиханню озерця. Підтвердженням цього може слугувати той факт, що багато невеликих озерця 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 озера з'являться знову після пожеж 2020 року.

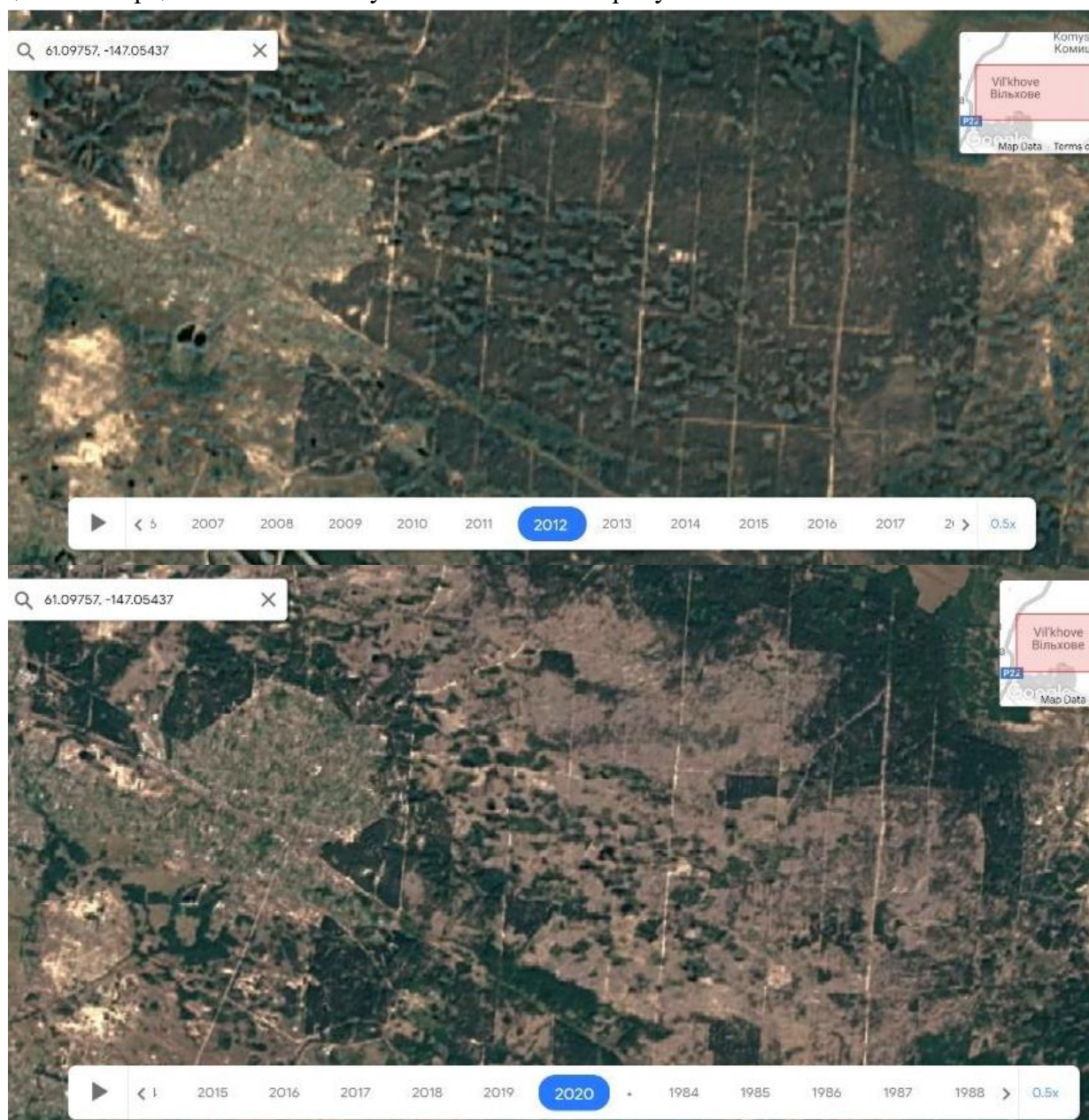




Рис. 29. Відновлення малих лісових озер серед листяних колків після пожеж у Станично-Луганському лісництві у 2014-2015 роках. На зображенні 2012 року колки видно у вигляді щільно згрупованих світло-зелених багатокутників, але відкритої води не видно. На зображенні 2020 року видно відкриту воду після 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 середовища існування, які значно перевищують сухі соснові ліси за біологічною продуктивністю та різноманітністю, а також можуть служити показником загального рівня ґрунтового покриву води. Останнє є критично важливим для населених пунктів, які використовують воду для побутових потреб з 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. 30. Ліворуч: невелике лісове озеро посеред листяного кілку 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 повинен бути постійний обмін найкращим та успішним практичним досвідом між чотирма підприємствами, що постраждали від пожеж. З цієї точки зору 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 повноцінне вести лісове господарство. В результаті пожеж, пов'язаних з бойовими діями 10 240 га лісів були пройдені пожежами. Санітарні рубки на цих згарищах почали проводити тільки після виходу військ з території лісового фонду (2016 г.) 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 порід, переважно сосни, на більшій частині постраждалої території на всіх найбільш розповсюджених типах лісорослинних умов (А<sub>0</sub>-В<sub>3</sub>). Після цього санітарні рубки були проведені під керівництвом співробітників ДЛМГ та лісорубних бригад на значних площах. Аналіз результатів лісгосподарської діяльності підприємства свідчить, що задача поєднання санітарних рубок та успішного збереження та використання масового природного поновлення на згарищах може бути реалізована при достатній увазі лісгосподарського персоналу до цієї проблеми.

Успішний досвід Станично-Луганського ДЛМГ полягає у акценті на збереженні будь-якого зеленого дерева при санітарних рубках та конкретних рекомендаціях з приводу технології рубки. Під час прибирання гілля після рубки також особлива увага приділяється самосіву. Є численні приклади комбінованого лісовідтворення у випадках коли природне поновлення недостатнє або ненадійне.



Рис. 31. Природне поновлення на ділянці пройденій пожежею після обстрілів 2014 р. у Станично-Луганському ДЛМГ. У 2016 р. проведена ССР та здійснена очистка площі від порубкових залишків зі збереженням поновлення сосни. Ділянка не потребує доповнення лісовими культурами. Густота поновлення відрегульована природним шляхом



Рис. 32. Збережене після ВСП та ССР надійне природне поновлення сосни (2014) у Станично-Луганському ДЛМГ



Рис. 33. Приклад вдалого комбінованого лісовідновлення у Станично-Луганському ДЛМГ після еколого-ощадливої санітарної рубки. Підготовка ґрунту та лісові культури створені по розчищеній площі у вікнах без наявного надійного природного поновлення

Головною проблемою лісового господарства на Луганщині є неможливість проведення з безпекових міркувань розчищення згаріщ, санітарних та інших рубок та лісовідтворення на територіях, що знаходилися у зоні активних бойових дій та у зоні біля лінії розмежування. Обстеження у 2021 році таких ділянок у Станично-Луганському 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 порід на згарищах.



Рис. 34. Приклади появи надійного та масового природного поновлення сосни у ТЛУ сухий бір на ділянках, де проведення лісгосподарських заходів заборонено з безпекових вимог через відсутність розмінування території

Протягом 2014-2021 рр. на значних територіях згарищ відбулося успішне природне відновлення головних порід 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 Станиці Луганському ДЛМГ для інших трьох ЛМГ, 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 у відповідності до економічних критеріїв - в першу чергу, проводити роботи у насадженнях з високою товарною вартістю деревини, залишаючи безперспективні з точки зору 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 послідуєчого штучного відновлення. Доцільніше залишити ділянку на 3-4 роки на природне поновлення і у випадку відсутності його 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 при переведенні їх у вкриті лісовою рослинністю ділянки є наказ Державного комітету лісового господарства України № 260 від 19.08.2010 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів № 323 від 01.12.2020.

Клас якості лісових культур за участю головних порід при переведенні у вкриті лісовою рослинністю ділянки визначається відповідно до ТЛУ, категорії лісокультурної площі, віку, густоти головної породи 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 проводиться аналогічно відповідно до вказаних лісівничих і таксаційних характеристик у додатку 38.

Залежно від класу якості густина лісових культур сосни звичайної на згарищах має бути від 3300 шт./га (за I класом якості) до 2700 шт./га (за I класом якості) у 7-річному і 8-річному віці. Аналогічні нормативи наведено і для інших головних порід.

Такої густоти лісових культур на час переведення їх у вкриті лісовою рослинністю ділянки можна досягти при садінні за схемою розміщення садивних місць у чистих лісових культурах  $3,0 \times 1,0$  м і початковій мінімальній густоті їхнього створення 3333 шт./га. Така схема розміщення садивних місць та густина створення лісових культур рекомендована у 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 умовах Степу при дефіциті вологи на бідних ґрунтах рідкі лісові культури стійкіші у порівнянні із культурами традиційної (базової) початкової густоти у 5 – 8 тис. шт./га завдяки більшій площі живлення кожного окремого дерева.

Лісові культури сосни звичайної створювалися із шириною міжрядь 1,5 м, 2,0 м, 2,5 м та 3 м та кроком садіння в ряду 0,5 м, 0,7 м та 1,0 м.

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

- посередині міжрядь з повторенням попередньої схеми розміщення садивних місць;
- при попередній ширині міжрядь 1,5 м посередині рядів через ряд із кроком садіння 0,7-1,0 м – розрахункова густина садіння 4762-3333 шт./га;
- при попередній ширині міжрядь 2,0 м спареними рядами (дворядна куліса) через ряд із кроком садіння 0,7-1,0 м – розрахункова густина садіння 4762-3333 шт./га-1 головної породи – ширина коридору 4 м;
- при попередній ширині міжрядь 2,5 м трирядна куліса через ряд із кроком садіння 0,7-1,0 м – розрахункова густина садіння 4286-3000 шт./га-1 головної породи – ширина коридору 5 м;
- при попередній ширині міжрядь 2,5 м чотирирядна куліса через ряд із кроком садіння 0,7-1,0 м – розрахункова густина садіння 4571-3200 шт./га-1 головної породи – ширина коридору 5 м.

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

Схеми змішування деревних та чагарникових порід проєктуються на стадії опрацювання проєкту лісових культур із врахуванням лісівничо-екологічних чинників та цільового призначення насадження.

## 7. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ МІКОРИЗИ ПРИ СТВОРЕННІ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР НА ЗГАРИЩАХ

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

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 порід найбільше значення має ектотрофна мікориза, яка обволікає коротке коріння грибним чохлаком, від якого відходять гіфи, що проникають у ґрунт. Ектотрофну мікоризу утворюють гриби, що відносяться до гіменоміцетів, насамперед до родів *Lactarius*, *Amanita*, *Russula*, *Tricholoma*, *Boletus*, *Rhizoglyphus* та ін.

Мікоризні гриби як у вільному стані, так і в симбіозі з корінням сприяють кращій забезпеченості рослин азотом, оскільки для їхнього живлення переважною 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 порід. Ефект симбіотрофії за участю мікоризних грибів у лісокультурному виробництві найчастіше використовують при вирощуванні 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 «MYKOFLOOR» (Польща) з метою підвищення ефективності створення лісових культур на згаріщі 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 ТЛЮ А<sub>2</sub>. Перевищення приросту за висотою у варіанті із замочуванням коріння сіянців сосни перед садінням з 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 готується відповідно до інструкції виробника: концентрат мікоризи об'ємом 20 мл розчиняли у попередньо приготованому розчині гелю, що постачався разом з мікоризою (20 г на 2 л води). Коріння викопаних сіянців у водному розчині замочується протягом 2 годин. Бовтанка із водним розчином мікоризи готується із використанням темно-сірого добре гумусованого важкосуглинкового ґрунту, який може бути заготовлено в насадженні дуба звичайного у ТЛЮ D<sub>2</sub>. Ґрунт може бути іншим, але має бути добре гумусованим важкосуглинковим. Сіянці замочуються в бовтанці безпосередньо перед садінням.

Аналогічним чином можна використовувати й інші мікоризні препарати для передсадивної обробки сіянців.

З метою широкого використання мікоризних препаратів необхідне заключення угод 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 дане питання мало вивчене та не опрацьована детальна технологія застосування препаратів (час, дози, лісорослинні умови, тощо) і не до кінця визначено їхню ефективність за кількісними та якісними характеристиками.

Мікоризні препарати, які можуть бути використані на даний час:

- 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 при пересаджуванні, а також збільшується врожайність сільськогосподарських культур. <https://zemledelets.com.ua/ua/p1222528611-stimulyator-rosta-mikolife.html> ;
- Ектомікориза ЕСТОВІТ®, яка підходить для хвойних рослин, в тому числі сосни звичайної;
- Ендомікориза SYMBIVIT®, яка застосовується для хвойних рослин;

Останні вищезазначені препарати з мікоризою застосовуються дещо по-іншому. SYMBIVIT® має форму порошку і ним можна посипати, змішуючи його з садовою землею, в яку висажуються 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.

ЕСТОВІТ 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. При використанні 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 з лісовідновлення, поряд зі ступенем пошкодження насадження важливе значення мають наступні основні прояви пірогенної трансформації лісових екосистем:

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

Кожен з вказаних проявів впливає на процеси лісовідновлення на згарищах, які слід враховувати при плануванні і проведенні лісокультурних заходів.

Інтенсивна лісова пожежа призводить до зміни гранулометричного складу ґрунтів, яка відбувається через вимивання дрібних глинистих і мулистих частинок з 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 в подальшому.

Насінноношення 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.

Вкрай несприятливими для відновлення сосни є зміни в складі надґрунтового покриву соснових насаджень, які загинули внаслідок пожежі. На таких ділянках відбувається швидке відновлення і розростання куничника наземного. На відкритих згарищах вже через 2-3 роки після пожежі він за проективним покриттям домінує, а його розвинена густа коренева система висушує бідний піщаний ґрунт на коренедоступну глибину, особливо інтенсивно під час літніх посух. Тому навіть при достатньому природному поновленні сходи сосни виживають на згарищах, особливо в сухих і дуже сухих місцезростаннях на протязі перших 3 - 4 років.

Виходячи зі ступеню пошкодження насаджень пожежею і 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 санітарних рубок;

В - насадження сильного ступеню пошкодження, в яких зберіглося через 2-3 роки після пожежі більше 20% дерев, з 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.

При виборі методу лісовідновлення на згарищах в залежності від типу пошкодження насаджень пожежею рекомендується використовувати наступні притримки:

Таблиця 5 . Методи лісовідновлення на згарищах в залежності 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 порід, умовами їх місцезростання, післяпожежним станом родючості ґрунту.

При виборі методу лісовідновлення згарищ перевагу не слід віддавати якомусь одному способу поновлення лісу, а, за можливістю, використовувати їх у комплексі, поєднуючи різні підходи. Всі лісівничі заходи на ділянках згарищ повинні плануватись і проводитись, виходячи з необхідності збереження наявного життєздатного підросту і сприяння появи самосіву. Якщо кількість поновлення є недостатньою і воно не забезпечить формування насаджень, необхідно створювати часткові лісові культури, максимально зберігаючи при цьому як куртини так і поодинокий самосів і підріст господарсько цінних порід у відповідних лісорослинних умовах.

При виборі методу лісовідновлення на згарищах в залежності від лісорослинних умов рекомендується використовувати наступні рекомендації:

Таблиця 6 . Методи лісовідновлення на згарищах в залежності від типу умов місцезростання

Тип лісорослинних умов	Рекомендований метод лісовідновлення			
	створення лісових культур		природне поновлення	сприяння природному поновленню, створення часткових культур
	посадкою	посівом		
A <sub>0</sub> , A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub>	+	-	+	+
A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub>	+	+	+	+
C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	+	+	+	+

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 з суцільного лісовідновлення може спричинити загибель створюваних культур через дефіцит вологи, рекомендується залишати незалісненими. На таких ділянках, для зменшення гострого дефіциту вологи молодим посадкам, доцільно також застосовувати створення



насаджень за кулісним принципом, тобто чередуючи куліси лісових культур з незакультивованими. Останні в перші роки будуть виконувати роль накопичувачів вологи.

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

## 10. РЕКОМЕНДОВАНІ ЗАХОДИ ПО ЗАЛІСНЕННЮ 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 відводяться ділянки, на яких є достатня кількість життєздатного самосіву і підросту головних порід.

Сприяння природному поновленню лісу на згарищах включає наступні заходи:

- механічна обробка ґрунту;
- посів насіння в оброблений ґрунт.

На ділянках, пройдених пожежею, може бути застосоване як попереднє, так і послідує природне лісовідновлення.

Попереднє лісовідновлення (поновлення під наметом деревостану) рекомендується використовувати в першу чергу у середньовікових і старших лісових насадженнях, пройдених низовою пожежею, на яких планується проведення вибіркового санітарного рубки. По завершенню вегетаційного періоду, після рубки, на ділянках в якості заходу сприяння природному поновленню слід проводити механічну обробку ґрунту та підсів насіння. При цьому частка площі ділянки з мінералізацією має складати не менше третини загальної площі ділянки.

На ділянках згарищ в типах умов місцезростання А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, на яких проведені суцільні санітарні рубки загиблих насаджень з шириною лісосіки до 50м, при наявності прилеглих до них лісових насаджень, що плодоносять, залишаються під майбутнє природне поновлення лісу. На таких лісосіках рекомендується 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, рекомендується 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 рекомендується залишати під природне поновлення, на яких слід проводити заходи сприяння, а на віддалених частинах ділянок створювати лісові культури.

Куртини природного поновлення сосни і листяних порід, які збереглися після проведення санітарних рубок, рекомендується 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 з ліквідації захаращеності. Виходячи з безпекової ситуації для працюючих, на таких ділянках можливий частковий підсів насіння без обробки ґрунту.

### 10.3 Штучне лісовідновлення

При підготовці лісокультурної площі проведення заходів проводиться в обсягах, достатніх для забезпечення виконання робіт по створенню лісових культур. Їх планують лісогосподарські підприємства, враховуючи наявні технічні можливості, лісорослинні умови і технології лісовідновлення.

На ділянках загиблих молодняків штучного походження рекомендується посадка лісових культур в міжряддях без прибирання залишків попередніх культур.

Обробіток ґрунту під лісові культури проводиться з урахуванням лісорослинних умов і стану забур'яненості лісокультурної площі. Головною технологічною вимогою до проведення даного агротехнічного заходу є максимально можливе збереження післяпожежної родючості ґрунту і його лісорослинної придатності.

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

Ефективним способом підготовки бідних піщаних ґрунтів в 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 рекомендується проводити на глибину, яка не перевищує потужності верхнього гумусового горизонту. При цьому необхідно проводити рихлення нижніх горизонтів ґрунту.

На згарищах у сухих і свіжих борових умовах, на ділянках, запроєктованих під часткові лісові культури, при незначному проєктивному покритті і слабкому розвитку надґрунтового покриву можливе створення лісових культур без попереднього обробітку ґрунту.

Лісові культури необхідно створювати змішаними, які біологічно більш стійкі і безпечніші в пожежному відношенні. В культури рекомендується вводити чагарникові породи.

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. При цьому до уваги слід 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. В подальшому рішення про застосування посіву слід приймати на основі забур'яненості ділянки.

Підсів жолудів дуба необхідно практикувати в більш багатих місцезростаннях (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 рекомендується використовувати жолуді, які були заготовлені у дібровних місцезростаннях.

Для проведення лісовідновлення необхідно використовувати районоване насіння і садивний матеріал. Завезення матеріалу з невідповідних районів заборонено.

При створенні лісових культур для кращої приживлюваності, збережуваності і росту рекомендується використовувати вологонакопичувачі, застосовувати стимулятори росту і вносити мікоризу. В першу чергу, це стосується ділянок, пройдених дуже інтенсивними пожежами, на яких пройшло вигорання гумусу верхнього горизонту.

## 11. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЛІСОВІДНОВНІ ЗАХОДИ З ПРОТИПОЖЕЖНОГО ОБЛАШТУВАННЯ ЗГАРИЩ ПРИ ЛІСОВІДНОВЛЕННІ

Заходи з протипожежного облаштування території повинні стати частиною всього комплексу робіт з 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 форма змішування сосни і листяних порід, і забезпечення доступу пожежних машин в лісові насадження. Для цього до складу культур сосни, які створюються у місцях потенційного займання, відповідно до лісорослинних умов, рекомендується вводити домішку дерев господарсько цінних листяних порід: дуба, липи, берези, тополь, ясена, клена та ін., яка має становити 30% - 40% садивних місць. Змішування порід в культурах має бути багаторядним. Ряди листяних порід, 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 рекомендується створення змішаних культур сосни з чагарниками шляхом чергування двох рядів головної породи і одного ряду чагарнику.

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

При створенні лісових культур в безпосередній близькості до постійних місць займання ряди слід прокладати в паралельному напрямку до таких ділянок. Мета такої дії - обмежити газообмін при пожежі і, таким чином, уповільнити її поширення. Ширина смуги повинна бути не менше 50 м. Такі протипожежні смуги у великих лісових масивах також грають роль психологічного фактора, знижуючи побоювання рятувальників перед загрозою пожежі.

При лісовідновленні в соснових масивах потрібно планувати розміщення майбутніх трелювальних волоків шириною 3-5 м. В насадженнях I і II класів віку вони виконують роль протипожежних бар'єрів, а в старших - полегшують доставку засобів пожежогасіння. Найпростіший метод їх створення - посадка трьох рядів листяних порід на етапі створення культур, які потім вирубують при рубках догляду.

При проведенні лісовідновлення на згаріщах необхідно планувати загальні елементи протипожежної організації території, до яких відноситься:

- Розміщення квартальної сітки і доріг. При плануванні їх розміщення та ширини необхідно передбачити можливість прокладання мінералізованих смуг.
- Створення вздовж квартальних просік і доріг пожежостійких смуг з листяних порід і чагарників шириною 10-15м.
- Розбивка ділянок площею більше 10 га на блоки 20-30-рядними кулісами з листяних порід (за виключенням ділянок, на яких проєктується кулісне змішування деревних порід).

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

При лісовідновленні необхідно особливу увагу приділяти плануванню пожежостійких узлісь, в першу чергу, навколо населених пунктів і полів. Пожежостійкі узлісь влаштовуються шляхом посадки з переважанням у складі більше 7 одиниць листяних і чагарникових порід. Ширина пожежостійких узлісь з листяних порід повинна бути не менше 150 м. За узлісьям, на примикаючій частині заліснюваної ділянки, лісові культури сосни доцільно створювати за кулісним способом змішування з листяними породами : 15-20 рядів сосни через 15-20 рядів листяних.

На ділянках лісових насаджень, які не були пройдені пожежою, пожежостійкі узлісь влаштовуються шляхом проведення систематичних рубок догляду, очищених смуг хвойного лісу від вітролому, підросту хвойних порід, пожежонебезпечного підліску, видалення у хвойних дерев нижніх гілок на висоту до 2 м. Ширина смуг хвойного лісу, очищених від захаращеності, підросту хвойних порід 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 з участю сосни в складі 7-8 одиниць при проведенні рубок догляду необхідно видаляти дерева, що створюють небезпеку переходу низової пожежі у верхову (сухі і пригноблені екземпляри, дерева, які мають низькоопущені крони), зберігаючи листяні породи, нижньої частини намету.

Важливим лісгосподарським заходом для зниження ризику переходу верхових лісових пожеж на населені пункти, який повинен застосовуватись 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). Вони можуть проводитись в усіх категоріях лісів та вікових групах деревостанів і поєднують одночасне вирубування окремих соснових дерев або їх груп і сприяння природному відновленню листяних порід за умови безперервного існування лісу.

У Луганській області рубки переформування можуть проектуватись та проводитись у відповідних типах лісорослинних умов (А<sub>3</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, С<sub>2-3</sub>, Д<sub>1-2</sub>) шляхом здійснення комплексу лісгосподарських заходів у насадженнях 1-2 класу природної пожежної безпеки для формування цільового мішаного деревостану, оскільки склад і структура чистих соснових насаджень біля населених пунктів не відповідають цілям протипожежної безпеки населених пунктів. Отже, рубки проводяться з метою врахування соціальних та безпекових вимог.

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

Вирубування біогруп соснових дерев здійснюється у межах річного приросту, кратного тривалості етапу переформування, переважно у місцях наявного підросту і у можливих групах поновлення головних і супутніх листяних порід, шляхом формування прогалини з поперечником у межах однієї-півтори висоти деревостану. На проведення рубки переформування складається спеціальна облікова картка та технологічна схема переформування, метою якої є максимальне збереження ґрунту та наявного природного поновлення листяних порід.

## 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. гектар соснових та листяних лісів пошкоджених пожежами, які відігравали важливу рекреаційну, кліматорегулюючу роль 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 районизованого 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. При умові заліснення 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 при максимально можливому використанні природного поновлення та комбінованого лісовідновлення, що повинно стати важливим пріоритетом у цій роботі. Особливо це важливо через складні кліматичні та економічні умови: короткий термін весняної лісокультурної кампанії, відсутність фінансування лісового господарства та брак кваліфікованих кадрів та робочої сили.

Під час проектних досліджень було здійснений аналіз лісокультурної діяльності Луганського обласного управління лісового і мисливського господарства упродовж 2016-2020 р.р.(рис. 10.1).

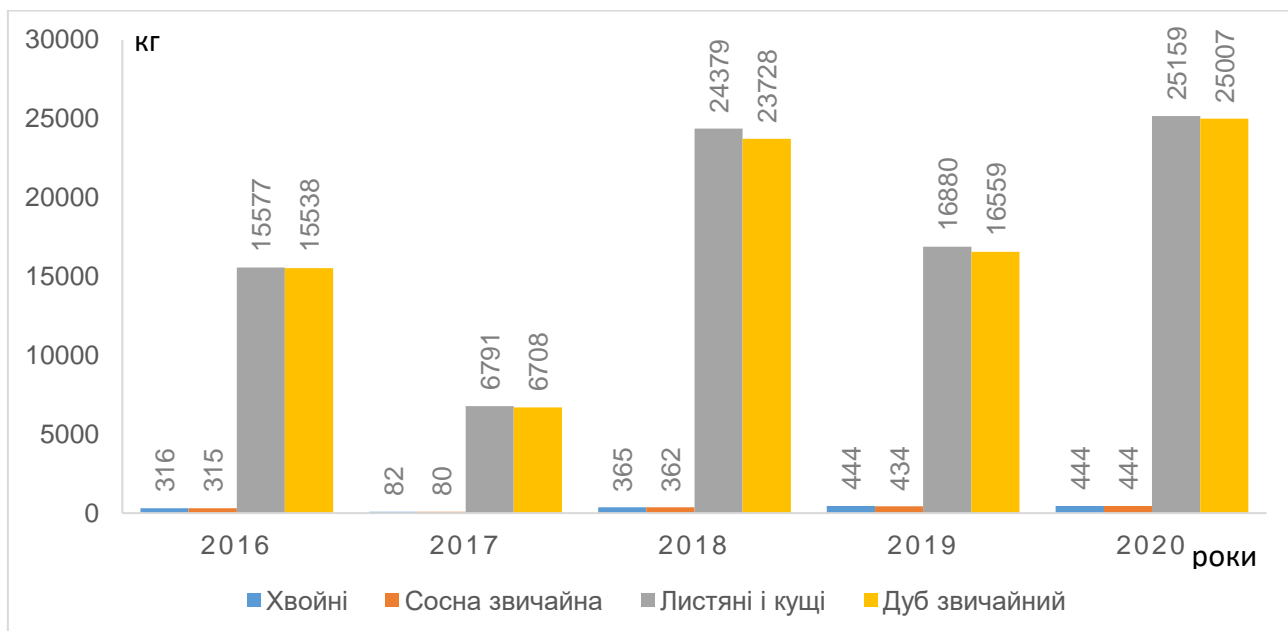


Рис. 35. Кількість заготовленого деревного насіння за період 2016-2020 рр.

На підприємствах управління, в основному, заготовлюється насіння сосни звичайної, дуба звичайного та листяних порід, що становить близько 99 % від загальної кількості

заготовленого насіння (рис. 10.1). В середньому, здійснюється заготівля 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 упродовж 2016-2020 р.р., за прогнозними оцінками, максимальний обсяг заготівлі насіння у даному лісонасінневому районі може становити близько 20-27 тон за сприятливих кліматичних умов та розширення асортименту насіння, що буде заготовлятися.

Щорічний об'єм штучного лісовідновлення на підприємствах управління, в середньому, становить близько 711 га (рис. 10.2).

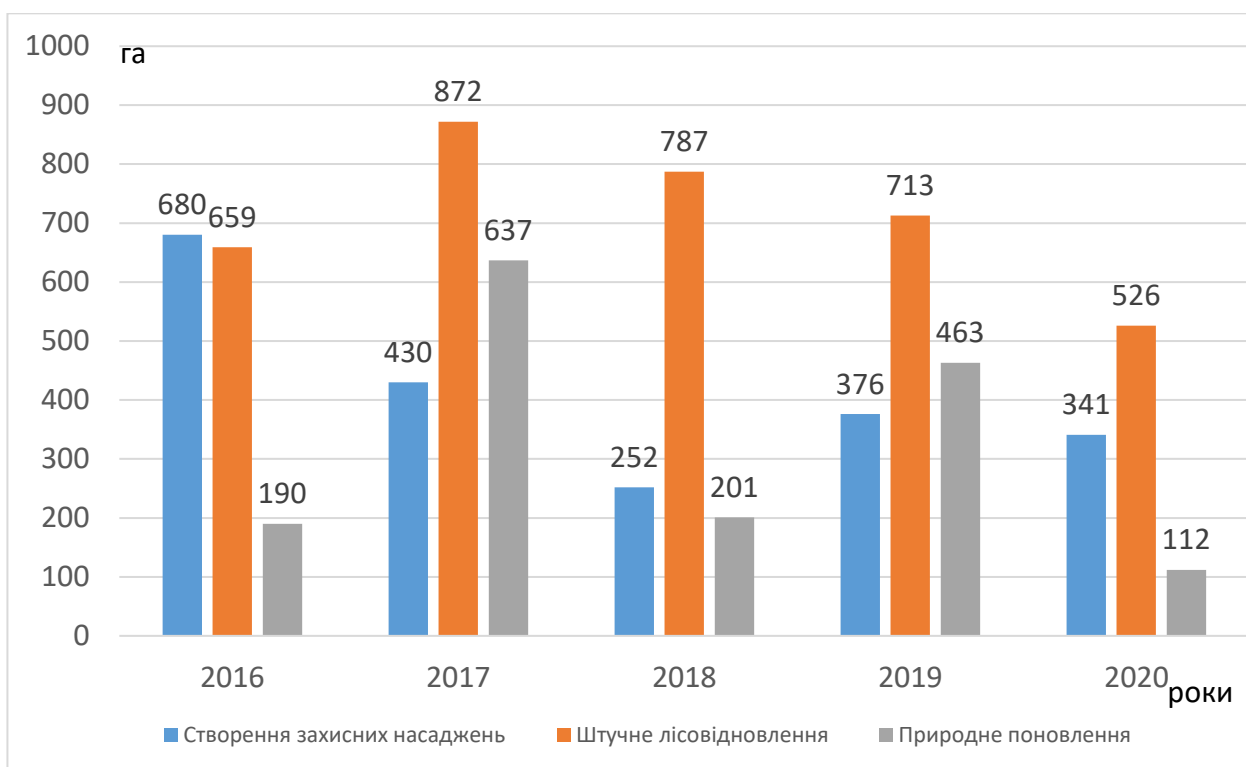


Рис.36. Обсяги відтворення лісів на підприємствах Луганського ОУЛМГ

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

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



Таблиця 7. Оцінка забезпеченості робіт з відтворення лісів садивним матеріалом

Роки	Вирощено стандартних сіянців, тис. шт.	Обсяги відтворення, га	Забезпеченість садивним матеріалом, тис. шт./га
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, для забезпечення проведення лісокультурних робіт необхідно ще додатково 2-3 млн сіянців. Тому для виробництва цих сіянців необхідне заготовлене насіння із сусідніх лісонасінневих районів, бажано 1 класу якості (ще додатково 50 кг насіння 1 класу).

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 СМ із ЗКС). Але на кількість вирощуваних сіянців суттєво впливає якість заготовленого насіння. Клас якості насіння коливається від 1 до 3. При чому 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 даній 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, тому що 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 з 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 ОУЛІМГ та заліснення площ згарищ після пожеж, які пройшли у 2020 році, на базі управління для покращення робіт з відтворення лісів необхідно створити клоново-насінневі плантації та

сучасний насіннево-розсадницький комплекс. Клоново-насінневі плантації слід створювати у відповідності до діючих «Настанов з лісового насінництва» (2018).

На початковому етапі для покращення забезпеченості робіт з відтворення лісів садивним матеріалом підприємства Луганського ОУЛіМГ можуть здійснити за рахунок збільшення вирощування садивного матеріалу в коробах з використанням добрив та притінення, застосування вищезазначених препаратів для підвищення стійкості до несприятливих факторів. 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 розміщений на території ДП «Лиманське лісове господарство» або у Львівській області за умови використання місцевого районованого насіння та спеціалізованого для умов Степу субстрата. Загальна характеристика компонентів насіннево-розсадницького комплексу представлена у додатку.

## ЗАКЛЮЧЕННЯ

Представлені рекомендації є початковим етапом роботи, враховуючи значні площі згарищ та невизначеності, які несуть зміни клімату. Протягом найближчих років необхідна закладка додаткових експериментів за рекомендаціями, що наведені вище, з метою їх практичної апробації. Експерименти та спостереження за лісовими культурами, що були створені на згарищах, необхідні для переходу на нові підходи при лісовідновленні в нових кліматичних умовах та відмови від застарілих догм у лісовідтворенні, зокрема вимоги суцільного та масивного створення сосни, які частково відповідальні за пожежну катастрофу 2020 року.

Дані рекомендації є рамковими і передбачають певну свободу вибору та гнучкість лісівникам практикам при прийнятті рішень щодо технологічних особливостей відтворення лісу на тій чи іншій ділянці, в тому числі, асортименту порід, виду посадкового матеріалу та догляду за культурами. Проте необхідно підкреслити, що враховуючи низьку вірогідність покращення існуючого стану справ з фінансуванням лісового господарства та високу вірогідність негативних для лісовідтворення змін клімату, ключовими елементами успіху повинні бути: 1) відповідність густоти та породного складу культур типу лісорослинних умов, цілям сприяння оптимальному гідрологічному режиму піщаних арен та пожежній безпеці в інтересах місцевого населення, протипожежної стійкості та біорізноманіття лісового ландшафту в цілому; 2) глибоке рихлення ґрунту під культури під час його підготовки з метою накопичення вологи; 3) використання насіння першого класу для вирощування сіяців; 4) максимальне збереження та використання природного поновлення для лісорозведення, в першу чергу, шляхом впровадження еколого-зберігаючих технологій проведення суцільних санітарних рубок; 5) Збільшення площ лісів з листяних видів або з їх участі у існуючих масивах соснових лісів.

При прийнятті рішень по лісовідновленню 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. (УкрНДДЛГА, 2021. – 17 с.), які дозволяють вибрати, зокрема, схеми змішування порід. Для більш детального обґрунтування технологічних рішень з лісовідновлення доцільно також використовувати ті положення загальноприйнятих настанов і рекомендацій, які відповідають регіону.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ 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 «Северодонецьке 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 здобуття наук. ступеня канд. Харків, 1970. 23 с.
9. Дрюченко М. М. Новая агротехника облесения 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 пристепных 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 пристепових 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 доступу до ресурсу: <https://www.ruspitomniki.ru/newss/zelenye-novosti.html/id/25>
19. Морковина СС., 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. Свистула, 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. Прокопенко, 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 борových 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 арена Нижнеднепровья: история, проблемы, перспективы, Ирпень, 1997. Интернет- ресурс
26. Попков М., Степное лесовыращивание в Украине: история, проблемы, перспективы, Ирпень, 1995. Интернет- ресурс
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](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 доступу до ресурсу: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/329611468014421316/text/E46840RUSSIAN000Box385383B00PUBLIC0.txt>
30. Проказин Н. Е. Особенности разработки и лесовосстановления горельников в леостепной 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. 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.-г. 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. Фурьев В.В. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. - Новосибирск: Наука. 1979. 160 с.
38. 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.

## ДОДАТКИ

**Схеми закладених дослідних лісових культур з використанням різних стимуляторів росту**

Створення дослідних культур у ДП Северодонецьке ЛМГ, Борівське лісництво л-во, кв 62, вид. 7, 0,5га.

Схема експерименту

Садіння сіянців 6.04.2021р.

Висів насіння 7.04.2021р.

	Грунтопоглиблення 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				

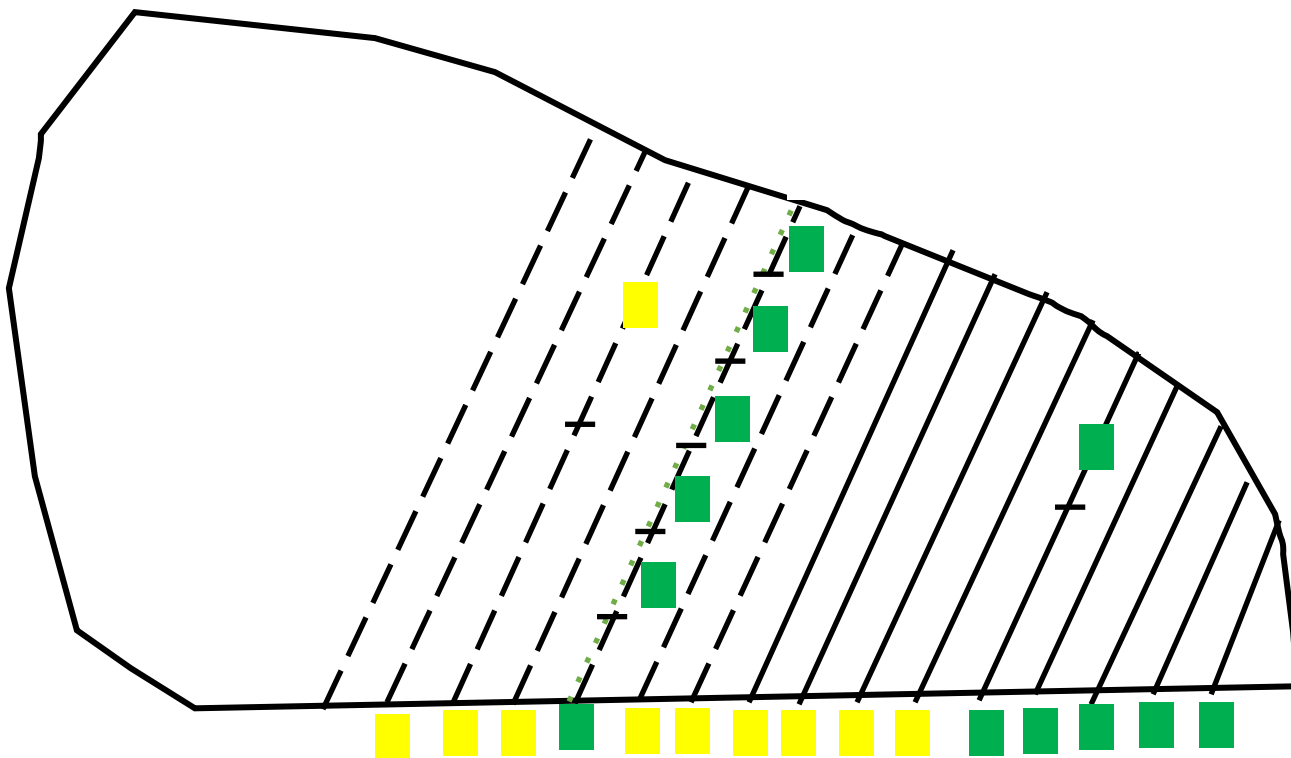
Варіанти стимуляторів росту

1. Діоксид нано церію (NaCeO<sub>2</sub>)
2. Radifarm
3. Бурштинова кислота
4. Екостим
5. Гілея
6. Контроль



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

Висів насіння та садіння сіянців



Без підновлення ґрунту - - - -

Схема експерименту **посів**

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

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

З підновленням ґрунту —————

Схема експерименту **садіння**

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



Фотопанорама виділу до створення дослідних культур



Дослідна ділянка із підновленими борознами і без підготовки ґрунту

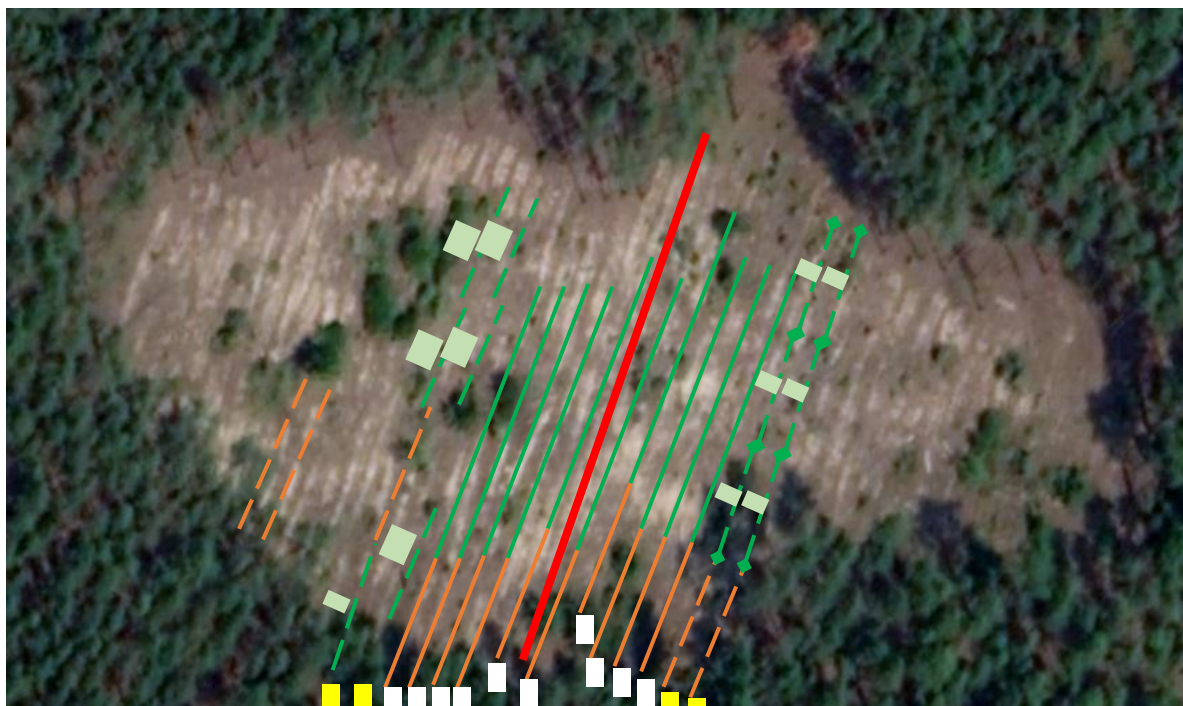


Рис. 3. Схема експерименту на ділянці (08.04.2021р.)

### Перелік стимуляторів росту при садінні сіянців

1. Діоксид нано церію
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 нано церія.

У кожен ряд висаджувалось 30 сіянців Дз і 50 сіянців Сз

### Варіанти стимуляторів росту по посівам сосни звичайної

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

## Аналітичний огляд результатів наукових досліджень лісорозведення на піщаних аренах Луганщини

Перші теоретико-методологічні основи заліснення бугристих пісків висвітлені у наукових працях О. Гаеля, зокрема у 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 висновку, 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 для умов 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 бугорів піднімаються високо.

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

Значна густина посадок, у т.ч. з домішкою листяних порід, добре проявляє себе у перші роки, однак очевидною 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 покращенню 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 шириною 30-50 м з суцільною підготовкою ґрунту (восени) та подальшими доглядами, оскільки під час піщаних бурь сосна гинула від видування, засипання та засікання піском. Частковий обробіток ґрунту площадками, борознами та смугами шириною 80-90 см практикували із 1952 року, використовуючи задернілі частини з протиерозійною метою, відповідно догляди проводили у смузї шириною 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, вивчалися оптимальні розміри площі для догляду. Як результат, для площадок розміром 2x2 м збереженість саджанців сосни кримської до кінця вегетаційного періоду становила 88 %, 1x1

м – 66 %, 0,5x0,5 м – 31 %. Аналогічні дослідження у Харківській області при створенні 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 типчачово-чебрецевим покривом догляд проводиться у смузі шириною 1,5 м, з пирієм та куничником – 1,75-2,0 м, полинево-різнотравним покривом – 0,5 м із суцільним одно-дворазовим дискуванням міжрядь, а у культурах площадками відповідно 1,5x1,5 м, 1,75x1,75 м або x2 м, 2,5x2,5 м або 1,5x1,5 м із суцільним дискуванням міжрядь. Для проходу трактора у міжряддях ширина їх повинна бути 2,5-3,0 м, а при не суцільному догляді залишається в середині міжряддя смуга протиерозійної дернини. На третій рік після створення культур проводиться суцільне кількаразове дискування міжрядь для покращення водного і трофного режиму ґрунту й попередження пригнічення трав'яною рослинністю. Неглибокий обробіток ґрунту не сприяє інтенсивному росту корневих 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 у культурах з глибиною обробітку 150 см, достатнім для вирощування сосни є обробіток на глибину 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 меженним рівнем 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 борові, суборові і судібровні умови.

Досвід вирощування соснових насаджень із домішкою чагарника (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 чагарника, у віці 5 років чагарник випав і утворилися 3-метрові міжряддя, де надалі проводився 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 см<sup>3</sup>, у той час, як для суглинистого чорнозему цей показник становить 1,1-1,4 г на см<sup>3</sup>. 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 і устілкові захисти із гілок та хмизу шелюги в посушливий рік допомогло отримати приживлюваність сосни 88 % без догляду в перший рік після створення.

Стосовно 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 доповнюючими 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 проводилися 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 проводився з прив'язкою до його елементів.

За умов глибокого обробітку ґрунту коренева система рослин розміщується нормально по всьому профілю порихленого ґрунту, а при мілкому обробітку (27-30 см) з оборотом пласту розміщуються горизонтально на глибині 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

грунт від вітрової ерозії за допомогою дернини у міжряддях. Догляди на смугах завширшки 150 см, порівняно із частковим доглядом, у віці насадження 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 кореневих систем відбувається найліпше за умов суцільного обробітку ґрунту і суцільного догляду. Найглибшу, але не найрозвиненішу кореневу систему мають дерева культур з глибоким частковим обробітком ґрунту, слабку кореневу систему мають рослини в культурах по борознах з частковим доглядом в межах рядів ( у смугі 50 см), що спричинено висушуванням трав'яною рослинністю.

В дослідях з вивчення густоти посадки сосни в умовах пристепових борів виявлено деякі переваги більш зріджених культур у порівнянні з густими.

Результати науково-дослідної роботи на згарищах в умовах Південного Степу (2014) науковцями УкрНДІЛГА узагальнені 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 на глибині 120 см, оскільки капілярне підняття в бідних на глину пісках 40–60 см над ґрунтовими водами, в пісках з більш високим вмістом глини та супісках до 120 см, в супісках та глинах до 2–5 і більше метрів. При високих температурах 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 унеможливується є 50–60 кг/см<sup>2</sup>.

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 насажденні) до слабко кислої ближчої до нейтральної (на згарищі), а з глибиною різниця менш помітна. Також через процеси обвуглення органіки забезпеченість ґрунту гумусом на згарищі значно вище, ніж у насажденні, однак з глибиною по профілю ґрунту різниця суттєво зменшується. Спостерігається незначне перевищенням вмісту, за виключенням 0-2 см шару ґрунту, рухомих форм азоту, фосфору, калію, однак в 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 у 2014 році на згарищі склала 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 досліді з обробітком ґрунту ПКЛ-70 на глибину 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.

### **Підбір деревних листяних видів для влаштування листяних смуг та протипожежних заслонів**

Метою створення листяних смуг в межах протипожежних заслонів або окремих листяних смуг в 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 при підході 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 незалисненими з травостоем 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 (канадський, бальзамічний, пірамідальний), гіркокаштан звичайний, горобину, яблуня, груша;
- 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, з світлолюбних і тіньовитривалих видів. Змішування проводиться рядами: наприклад в дворядних смугах найближчий до деревостану ряд засаджується тіньовитривалими видами, а другий - світлолюбними; в трирядній смугах тіньовитривалі види розміщуються в середньому ряду. Між деревами можна розташувати тіньовитривалі кущі, а по узліссю 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 знаходяться 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 по 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.

### **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):



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

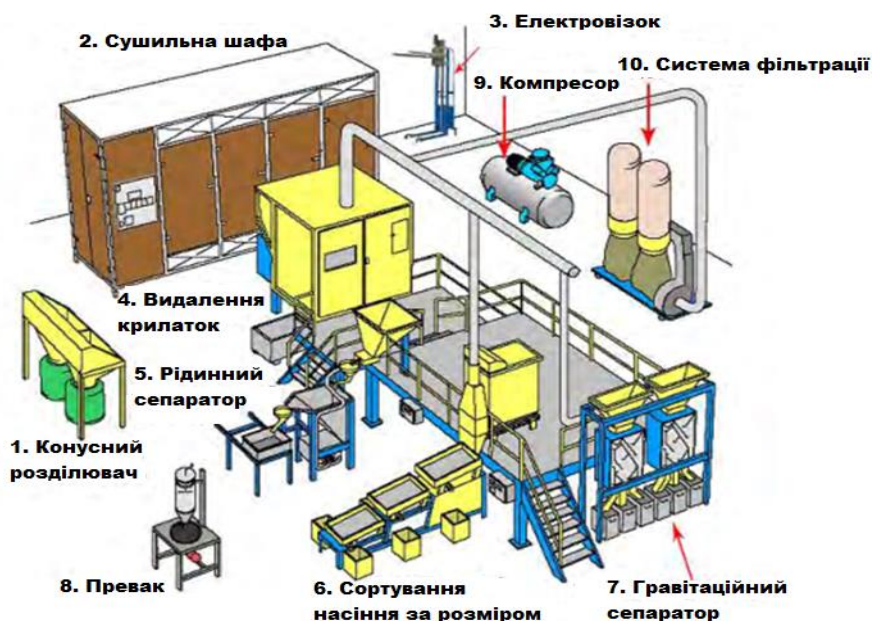


Обладнання для обробки і зберігання насіння:

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 бутілі, 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 з шишками** - з допомогою візка переміщуються ящики, бункери з шишками, інші вантажі вагою до 150 кг. Перевагою даної 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. Установа для видалення крилатки і для вилучення насіння з шишок.** Універсальна установка, яка може використовуватися 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, так як 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 поміщаються 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 регулюючий клапан, що гарантує подачу очищеного повітряного потоку з заданим тиском.

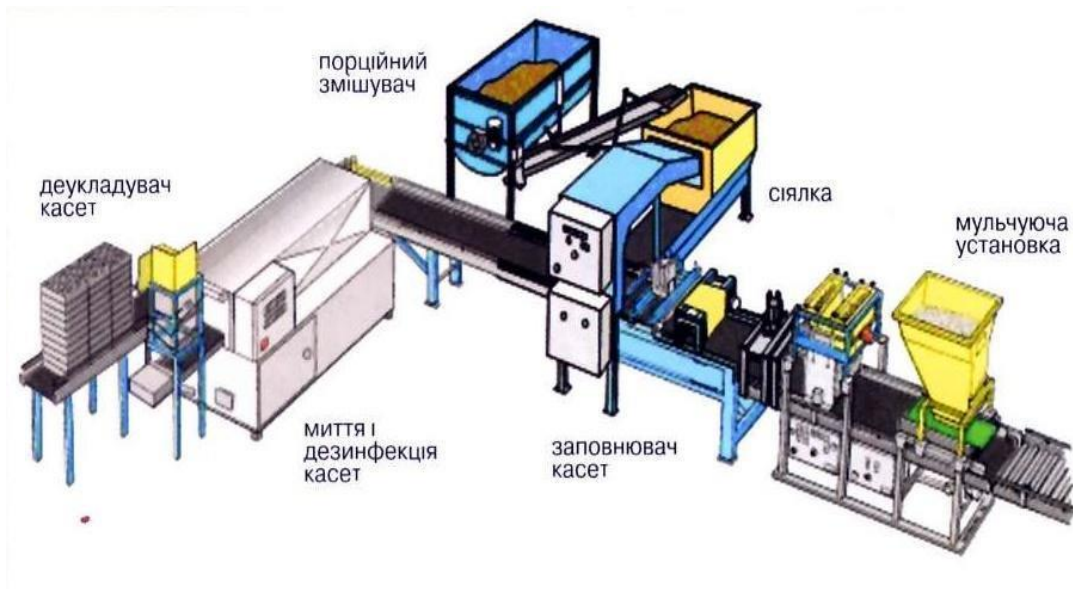
**10. Система фільтрації** - складається з центральної фільтруючої станції і каналів, підведених до місць найбільшої запиленості. Пил переміщається через систему каналів

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. Двох крокова 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 фактор є найважливішим з точки зору приживлюваності саджанця після його висадки в ліс. Для забезпечення здійснення цього фактора 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. При використанні різних касет, досить вказати маркування касети.

**7. Мульчуюча 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 використовується кварцовий пісок або вермикуліт. Покривний матеріал також захищає насіння в період проростання. Іноді покривний матеріал використовується для утримання насіння на місці, а також для запобігання зайвого зростання водоростей і моху. Мульчуюча установка ВСС використовується 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 здійснюється в теплиці, але може також здійснюватися на виробничій лінії відразу після засіву. Найчастіше, одночасно субстрат обробляється спеціальним розчином для зниження ризику появи грибкових захворювань в період проростання. Засіяні і захищені касети укладаються на спеціальні підставки і штабелюються для транспортування в теплицю.

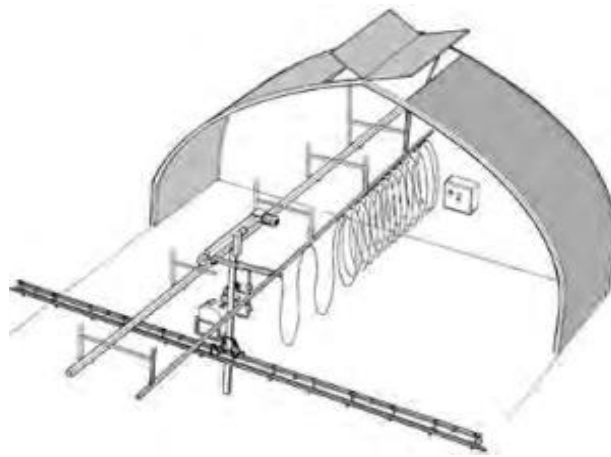
Лінія вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою.

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.



Рампа для поливу площадки дорощування (закалювання).



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



