



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412305>

Article received 2023.11.17
Article accepted 2023.11.23

ISSN 1991-606X print

ISSN 2616-5015 online

@ ✉ Correspondence author

Anatoliy Zhezhkun

desna-90@ukr.net

90 Ivana Bohuna st., Novgorod-Siverskyi, 16000, Ukraine

УДК 630*221.23

Групо-поступові рубки у сосняках Східного Полісся як важлива складова організації наближеного до природи лісівництва

А. М. Жежкун¹

Наведено результати проведення групо-поступових рубок у стиглих соснових деревостанах Східного Полісся України. У перший прийом групо-поступових рубок формували «вікна» діаметром 0,5; 0,7; 1,0 і 1,5 середньої висоти соснових деревостанів. Лісовідновна смуга деревостану, що прилягала до «вікон», становила 0,5 від їхнього діаметра. У «вікнах» вирубали всі дерева, а у лісовідновній смузі – розріджували деревостан до повноти 0,4-0,5. Після проведення рубки восени або навесні проводили сприяння природному поновленню способом розпушування ґрунту дисковими культиваторами або прокладанням борозен плугами. За умови задовільного насіннєношення сосняків у перший рік у «вікнах» відновлювалося від 20 до 190 тис. шт. $\cdot \text{га}^{-1}$ самосіву *Pinus sylvestris* L. Впродовж наступних 3-5 років залишалося від 13 до 65 тис. шт. $\cdot \text{га}^{-1}$ підросту і 2-7 тис. шт. $\cdot \text{га}^{-1}$ – самосіву сосни звичайної та інших деревних видів, що надавало підставу для проведення наступного прийому групо-поступової рубки.

У другий прийом групо-поступової рубки «вікна» розширювали на величину 0,5 від їхнього попереднього розміру та розріджували деревостан у лісовідновній смузі. Зберігали наявний підріст сосни та проводили сприяння природному поновленню. Впродовж першого року після другого прийому рубки відновлювалося від 12 до 72 тис. шт. $\cdot \text{га}^{-1}$ самосіву сосни. Найкращу освітленість зафіксовано у північній та східній частинах «вікон», де і зберіглася найбільша кількість самосіву деревного виду. Кількість підросту сосни після проведення другого прийому рубки становила від 8 до 13 тис. шт. $\cdot \text{га}^{-1}$, що було достатньо для призначення кінцевого прийому групо-поступової рубки.

У процесі проведення групо-поступової рубки формуються природні різновікові соснові деревостани мішаного складу зі східчастою зімкненістю лісового намету. Групо-поступові рубки є дієвим лісівничим заходом наближеного до природи лісівництва, що потребує їх поширення у соснових деревостанах Східного Полісся України.

Ключові слова: сосна звичайна; прийом рубки; технологія лісосічних робіт; «вікна» відновлення; лісовідновна смуга; підріст; самосів; успішність лісовідновлення.

Вступ (Introduction). Наближене до природи лісівництво – це комплекс лісогосподарських заходів, скерованих на забезпечення постійного існування лісу на лісових землях, збереження біорізноманіття, формування стійких цінних природних різновікових деревостанів, покращення корисних функцій лісів за економічно ефективного ведення лісового

господарства (Криницький та ін., 2014; Mason et al., 2022; Xianfeng et al., 2021; Zhezhkun et al., 2023).

Одним із важливих заходів наближеного до природи лісівництва є групо-поступові рубки (ГПР) (Лавний, Шпатгельф, 2017). Під час їх запровадження деревостани розріджують та зрубують у декілька прийомів окремими групами (Алексеев, 1927;

¹ Жежкун Анатолій Миколайович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, директор ДП «Новгород-Сіверська лісова науково-дослідна станція» Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, вул. Богуна, 90, м. Новгород-Сіверський Чернігівської обл., 16000, Україна. Тел.: 04658-3-16-23. E-mail: desna-90@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1431-8944>

Правила рубок ..., 2009; Жежкун, 2013). Групово-поступові рубки належать до рубок головного користування (РГК) та проводяться у стиглих лісових насадженнях експлуатаційної категорії лісів.

Під час проведення першого прийому групово-поступових рубок збільшується приріст за діаметром у дерев, залишених до наступних прийомів рубки, посилюється насінноношення (в 1,2-1,8 рази) порівняно з незрідженим лісовостаном (контроль) (Ромашов, 1971), поліпшується вологозабезпеченість соснових лісовостанів (витрати вологи на 18-31% менші, порівняно з контролем) (Михович та ін., 1971). За таких сприятливих умов активізується проростання насіння, збільшується збережаність та покращується ріст самосіву і підросту деревних видів. Так, у стиглому сосняку свіжого дубово-соснового субору впродовж двох років після першого прийому ГПР густота дворічного самосіву *Pinus sylvestris* L. у «вікнах» становила 25-50 тис. шт. · га⁻¹ (Ромашов, 1971).

До недоліків ГПР належить пошкодження дерев, залишених до наступних прийомів рубки (до 7% під час тракторного трелювання). Збільшення трудових і грошових витрат на проведення ГПР, порівняно з суцільнолісовою рубкою, зумовлено вищими розцінками на лісосічні роботи (на 15-20%), меншим виходом ділової деревини, більшими витратами на відведення лісосік (Ромашов, 1971; Жежкун, 2013).

Під час проведення групово-поступових рубок формується горизонтальна структура лісів з контактно-розміщенням дерев, що сприяє відновленню та росту різновікового підросту сосни звичайної (Тарнопільська, Манойло, Пономарев, 2010). Відтворення різновікових лісів природного походження мішаного складу відповідає вимогам наближеного до природи лісівництва (Лавний, Шпатгельф, 2017; Mason et al., 2021). Застосування групово-поступових рубок та інших способів поступової системи рубок, порівняно з суцільною, дає змогу краще адаптувати лісові екосистеми до кліматичних змін (Straupe, Sadauskis, 2022; Brichta et al., 2023).

Групово-поступові рубки, що розпочаті у лісах України в минулі роки, залишилися не завершеними, що пояснюється довготривалим терміном їх проведення (Жежкун, 2021). Літературних даних щодо проведення групово-поступових рубок у лісовостанях Східного Полісся нами не виявлено. Тому, вивчення особливостей групово-поступових рубок у соснових лісовостанях та успішності лісовідновлення визначає актуальність здійснених досліджень.

Мета досліджень – вивчити особливості та оцінити успішність проходження процесу природного лісовідновлення упродовж циклу проведення групово-поступових рубок у соснових лісовостанях.

Об'єкти та методика досліджень (Objects and methods). Об'єкт дослідження – соснові лісовостани, що призначені у групово-поступову рубку в умовах Східного Полісся України. Предмет дослідження – процеси лісовідновлення, збереженість

та ріст підросту сосни звичайної після проведення групово-поступової рубки.

Дослідження проводили у стиглих соснових лісовостанях експлуатаційної категорії лісів Поліської зони Лівобережної України (Східне Полісся) у межах Чернігівської області. Дослідні ділянки для проведення групово-поступових рубок були закладені у 2014-2019 роках. Виконання ГПР запроектовано у три прийоми. Для вивчення успішності лісовідновлення закладали «вікна», завширшки 0,5, 0,7, 1,0, 1,5 від середньої висоти лісовостанів, у місцях скупчення підросту, а також і в інших місцях, рівномірно розташованих на ділянці. Вдовж периферії кожного «вікна» закладали лісовідновну смугу, завширшки у половину його діаметра. У перший прийом ГПР у рубку призначали всі дерева, що ростуть у межах майбутнього «вікна». У лісовідновній смузі вилучали сухостійні, фаутні, ослаблені дерева всіх порід, а також дерева осики, берези повислої, дуба звичайного та сосни звичайної з розлогими кронами до встановлення повноти 0,4-0,5 (за принципами рівномірно-поступової рубки). У наступний прийом ГПР «вікна» розширювали на 0,5 від їхньої ширини за принципами суцільної рубки, а у відновлювальній смузі – рівномірно-поступової рубки. У кінцевий третій прийом вилучали всі або залишали окремі (насінні) дерева сосни звичайної материнського лісовостану.

Технологія лісосічних робіт передбачала попереднє зрубання підліску, вилучення небезпечних дерев. Звалювання дерев, обрізання гілок та сучків проводили бензопилами, трелювання хлестів, напівхлестів або лісоматеріалів по технологічних коридорах завширшки 5 м до верхнього складу – колісними тракторами з трелювальним пристроєм ПТБ-4,5. Порубкові залишки складали у купи (3 × 3 м і заввишки до 1,5 м) не ближче 5 м від дерев, що ростуть, чи груп підросту, залишали на перегнивання або спалювали у пожежобезпечний період. У наступні прийоми ГПР під час розширення «вікон» дерева звалювали і трелювали по периферії розширених «вікон» для максимального збереження підросту сосни звичайної та інших цінних видів. «Вікна» з'єднували технологічними коридорами 5 м завширшки.

Детальні дослідження здійснювали на постійних пробних площах (ППП), закладених за методичними вимогами (СОУ 02.02.-37-476, 2006) з урахуванням розміру «вікна», утвореного за весь цикл рубки. Для визначення лісовничо-таксаційних показників соснових лісовостанів на ППП використовували довідкові матеріали (Білоус та ін., 2021). Рясність видів живого надґрунтового вкриття визначали за Г.М. Висоцьким (Жежкун, 2021).

Категорію санітарного стану дерев визначали згідно з чинними вимогами (Санітарні правила..., 1995). За результатами обліків розраховували середню категорію (індекс) санітарного стану лісовостану загалом. Облік насіння сосни звичайної, що потрапило на поверхню ґрунту, здійснювали методом насіннемірів (Лось та ін., 2017).

Під час обліку виділяли одно- та дворічний самосів деревних видів. Підріст за віком поділяли на три групи: трирічний; 4-8 років; 9-15 років. Облік підросту і самосіву деревних видів проводили на облікових площадках (1 × 1 м) та смугах завширшки 2 м і завдовжки – відповідно до розміру «вікна» у поперечнику, закладених у «вікнах» за сторонами горизонту (північ, схід, південь, захід) та поміж «вікнами». У кожній з цих частин вимірювали освітленість люксметром ТКА-Люкс у липні опівдні у малоохмарні дні. Оцінку успішності відновлення лісу здійснювали за розробленими нормативами (Інструкція з проектування..., 2010; Жежжун, 2021).

Результати (Results). У стиглому сосняку свіжого соснового бору (кв. 7, вид. 6, площа 4,4 га Бондарівського л-ва ДП «Остерський військовий лісгосп», (тепер – Косачівське л-во філії «Чернігівський лісгосп» ДП «Ліси України») інтенсивність першого прийому ГПР становила 55 м³·га⁻¹ (14% запасу). Рубку проведено у грудні 2019 р. з утворенням «вікон» завширшки у поперечнику 19,5; 26,0 та 39 м або 0,7, 1,0 і 1,5 середньої висоти деревостану. Площа «вікон» становить, відповідно, 300, 530 та 1194 м². Частка ділової деревини становила 83,1%. У березні 2020 р. у «вікнах» проведено сприяння природному поновленню шляхом розпушування ґрунту культиватором КЛБ-1,7 з трактором МТЗ-82 в 1-2 сліди (частка мінералізації ґрунту – 100%).

У стиглому сосняку вологого сугрудуватого дубово-соснового субору (кв. 43, вид. 3, пл. 2,4 га Тупичівського л-ва філії «Городнянський лісгосп» ДП «Ліси України») закладено по два «вікна» діаметром 19,5, 25 та 38 м. Інтенсивність рубки (липень-серпень 2014 р.) становила 107 м³·га⁻¹ (24% запасу). Обсяг вилученої деревини у «вікнах» завширшки 38 м був у 2,3 рази більшим, ніж у «вікнах» завширшки 1,0 висоти деревостану та у 3,4 рази – порівняно з цим показником у «вікнах», завширшки 0,7 висоти деревостану. Разом з лісовідновними смугами обсяг вилученої деревини у «вікнах» завширшки 1,5 висоти деревостану був більшим за вище згадану послідовністю у 2,0 та 3,4 рази. Восени 2014 р. проведено сприяння природному поновленню шляхом прокладання борозен плугом ПКЛ-70 з трактором МТЗ-82. Борозни прокладали на відстані 2,5 – 4 м одна від одної завглибшки 10-12 см. Частка мінералізації ґрунту – 50-60%.

У сосняку свіжого дубово-соснового субору (кв. 20, вид. 7.3, пл. 6, 7 га Батуринського л-ва ДП «Борзнянський лісгосп», тепер – філія «Ніжинський лісгосп» ДП «Ліси України») перший прийом ГПР здійснили у листопаді – грудні 2015 року. На ділянці було сформовано 22 «вікна», що мали розмір у поперечнику 13,0 м (ППП 16-Бат), 19,5 м (ППП 15-Бат), 26,0 м (ППП 14-Бат) та 39,0 м (ППП 13-Бат) або відповідно: 0,5; 0,7; 1,0 та 1,5 висоти деревостану (табл. 1).

Таблиця 1. Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на постійних пробних площах у кв. 20, вид. 7.3 Батуринського лісництва

Table 1. Forest-mensurational indicators of stands in permanent sample plots in compartment 20, subcompartment 7.3 of the Baturyn forest district

№ ППП	Площа	Склад, од.	Середні			Повнота		Густота, шт.·га ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹
			Вік, років	Висота, м	Діаметр, см	Абсолютна, м ² ·га ⁻¹	Відносна		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
до рубки, 08.08.2014 р.									
13-Бт	0,74	10Сз	87	25,0	27,4	28,94	0,65	484	327
після I прийому ГПР, інтенсивністю 14,8% запасу, 28.06.2016 р.									
13-Бт	0,74	10Сз	88	25,2	28,0	24,93	0,56	402	278
станом на 12.10.2019 р.									
13-Бт	0,74	10Сз	92	26,1	30,6	28,38	0,65	386	335
після II прийому ГПР, інтенсивністю 63% запасу, 08.05.2021 р.									
13-Бт	0,74	10Сз	93	26,0	29,9	10,75	0,24	153	124
до рубки, 08.08.2014 р.									
14-Бт	0,336	10Сз	87	24,4	25,8	29,19	0,67	556	323
після I прийому ГПР, інтенсивністю 21,1% запасу, 28.06.2016 р.									
14-Бт	0,336	10Сз	88	24,5	26,7	22,80	0,52	414	254
станом на 12.10.2019 р.									
14-Бт	0,336	10Сз	92	25,4	28,7	26,26	0,59	405	309

Продовж. табл. 1
Continuation of Table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
після II прийому ГПР, інтенсивністю 37,6% запасу, 08.05.2021 р.									
14-Бт	0,336	10Сз	93	25,5	28,8	17,02	0,38	262	193
до рубки, 08.08.2014 р.									
15-Бт	0,19	10Сз	87	25,9	29,8	33,31	0,74	511	384
після I прийому ГПР, інтенсивністю 15,9% запасу, 28.06.2016 р.									
15-Бт	0,19	10Сз	88	26,1	30,2	27,84	0,62	387	323
станом на 12.10.2019 р.									
15-Бт	0,19	10Сз	92	26,4	31,1	27,96	0,62	368	387
після II прийому ГПР, інтенсивністю 44,3% запасу, 08.05.2021 р.									
15-Бт	0,19	10Сз	93	26,4	31,6	18,38	0,41	232	216
до рубки, 08.08.2014 р.									
16-Бт	0,09	10Сз	87	27,1	33,7	36,68	0,81	411	437
після I прийому ГПР, інтенсивністю 11,1% запасу, 28.06.2016 р.									
16-Бт	0,09	10Сз	88	27,1	33,7	31,76	0,70	356	389
станом на 12.10.2019 р.									
16-Бт	0,09	10Сз	92	27,3	34,7	33,67	0,74	356	416
після II прийому ГПР, інтенсивністю 43,7% запасу, 08.05.2021 р.									
16-Бт	0,09	10Сз	93	27,0	33,6	19,70	0,44	222	234

Загалом у перший прийом ГПР з ділянки вилучено 42 м³·га⁻¹ або 10% запасу деревостану. У результаті вилучення відмерлих та ослаблених дерев у лісовідновній смузі санітарний стан деревостанів поліпшився. Середня категорія санітарного стану дерев сосни на ППП змінилася з 1,3 до 1,1. У процесі проведення рубки було збережено наявні групи

підросту. У «вікнах» проведено сприяння природному поновленню шляхом розпушування ґрунту культиватором КЛБ-1,7 або прокладання плужних борозен плугом ПКЛ-70 на початку квітня 2016 року.

Упродовж п'яти років відбувся інтенсивний процес природного лісовідновлення у «вікнах» групово-поступових рубок (табл. 2, рис. 1).

Таблиця 2. Вікова структура та кількість підросту і самосіву деревних видів упродовж п'яти років після першого прийому групово-поступової рубки

Table 2. Age structure and the number of advance growth and self-sowing of tree species during the 5-year period after the first cut of group-shelter wood felling

№ «вікна»	Діаметр «вікна», м	Спосіб сприяння	Кількість підросту (тис. шт.·га ⁻¹) за деревними видами та віком									
			Сз						Дз 5 р.	Бп 5 р.	Ос 5 р.	Врк 5 р.
			1 р.	2 р.	3 р.	4-8 рр.	9-15 рр.	переведено до 4-8 рр.				
1	39,0	Смуги	1,3	0,2	0,4	49,8	2,5	50,3	0,2	0,1	5,9	0,1
2	26,0	Смуги	2,2	0,5	0,5	26,3	–	27,2	0,1	0,1	4,7	–
3	19,5	Смуги	2,4	2,1	1,3	14,6	–	17,0	0,1	–	–	–
4	13,0	Смуги	5,6	1,5	1,0	17,7	–	20,0	0,2	–	1,9	–
5	13,0	Борозни	11,8	1,7	1,2	35,2	–	38,7	0,2	–	0,4	–
19	39,0	Борозни	2,1	2,2	0,7	56,2	–	58,1	0,2	0,7	0,9	0,1

У січні-лютому 2021 р. проведено другий прийом групово-поступової рубки. Діаметр кожного «вікна», що були утворені після першого прийому рубки, збільшили у 1,5 рази: з 13,0 до 19,5 м; з 19,5 до 29,3 м; з 26,0 до 39,0 м; з 39,0 до 58,5 м. Залишену частину деревостану розрідили до повноти 0,4.

На ділянці площею 6,7 га заготовлено: ділової деревини – 581 м³, дров'яної – 106 м³, разом ліквіду – 687 м³ (в середньому – 102,3 м³·га⁻¹ або 23,2% від початкового запасу). Найбільша інтенсивність другого прийому ГПР запроваджена на ППП 13-Бт (63,1% запасу) з найбільшим розміром «вікон» (див. табл. 1). У результаті проведення другого прийому ГПР санітарний стан деревостанів на ППП поліпшився (середня категорія санітарного стану сосни змінилася з 1,6-1,9 до 1,3-1,5).



Рис. 1. Різновіковий підріст *Pinus sylvestris* у «вікні» групово-поступової рубки у кв. 20, вид. 7.3 Батуринського лісництва

Fig. 1. Uneven-aged natural regeneration of pine trees in the gap of group-shelterwood felling in compartment 20, subcompartment 7.3 of the Baturyn forest district

Підріст сосни був частково пошкоджений по периферії «вікон» та у лісовідновних смугах (до 7% від кількості). Домінуючими пошкодженнями були обламання бокових гілок та поодинокі – обламання верхівки.

За схемою дослідів, на більшій частині ділянки 07.05.2021 р. проведено розпушування ґрунту агрегатом МТЗ-82+КЛБ-1,7 на глибину 3-5 см.

Кут нахилу дисків – до 10°. Мінералізацію ґрунту здійснювали на місцях розширення «вікон» та поміж «вікнами» (частка – 70%). Варто зазначити, що основна маса насіння випадає з шишок сосни до середини квітня.

Прокладання борозен («вікна» №5, 19 та ін.) було проведено ще пізніше (11 травня) агрегатом МТЗ-82+КЛБ-1,7 на глибину 12-15 см. Зроблено припущення, що холодний та вологий період у квітні-травні сприяв продовженню випадання насіння з шишок і затримував пересихання ґрунту. Так, за даними метеостанції ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС», вночі 1.06.2021 р. температура повітря становила +5°C, а о 8 год вранці – +8°C.

Натомість у другій половині червня температура повітря стрімко підвищилась. Для прикладу, опівдні 25.06.2021 р. температура повітря становила +34°C, а в другій половині дня та вночі падав дощ. Поєднання тепла і вологи сприяли появі сходів сосни звичайної. У «вікнах» різного діаметра кількість самосіву була помітно різною (табл. 3).

Таблиця 3. Кількість 1-річного самосіву сосни звичайної у «вікнах» після другого прийому групово-поступової рубки на облікових площадках (1×1 м), штук
Table 3. The number of 1-year-old self-sowing of Scots pine in the gaps after the 2-nd cut of group-shelterwood felling in the inventory plots (1×1 m), pcs

Дата обліку	Кількість самосіву сосни звичайної у «вікнах» діаметром, м					
	№1 (58,5)	№2 (39,0)	№3 (29,3)	№4 (19,5)	№5 (19,5)	№19 (58,5)
25.06.2021	31	15	16	11	11	7
13.08.2021	28	12	11	11	11	5
09.10.2021	20	5	7	9	4	5

Вимірювання освітленості 09.07.2021 року виявило найвищі показники також у «вікні» №1 з найбільшим поперечником (табл. 4).

Таблиця 4. Освітленість самосіву сосни у «вікнах» станом на 09.07.2021 р.
Table 4. Illumination of self-sowing pine in the gaps as of 07 July 2021

Вимірювання у частинах «вікон»	Освітленість (Лк·10 ³) самосіву сосни у «вікнах»				
	№1	№2	№3	№4	поміж «вікнами»
Північна	115	94	108	103	59
Центральна	108	98	107	108	80
Південна	100	92	40	28	74
Середнє	107,7±4,33	94,7±1,76	85,0±2,25	79,7±2,59	71,0±6,25

Найменша освітленість у «вікнах» діаметром менше 29 м виявлена в їх південній частині, що пояснюється затіненням стіною лісу. Різниця середньої освітленості у «вікнах» №1 і №2 є істотною на

95%-му рівні значущості ($t_{op} = 2,78 > t_{kp} = 2,73$), а порівняно з вікнами №3 і №4 вона не істотна. У «вікнах» діаметром 58,5 м і 39,0 м та поміж «вікнами» (під наметом, повнотою 0,4) різниця в освітленні є

істотною на 95%-му рівні значущості, а для «вікон» №3 і №4 (діаметром відповідно 29,2 і 19,5 м) – не істотною. Тобто у «вікнах» менших розмірів освітленість подібна до умов під наметом розрідженого деревостану.

Упродовж вегетаційного періоду кількість одnorічного самосіву сосни зменшилась у 1,4-3 рази (див. табл. 4). Потрібно зазначити, що всі площадки обліку у «вікнах» з розріджуванням (№1-№4) були закладені у південно-східних частинах, а у «вікнах» з прокладанням борозен (№5 і №19) – у центральних і крайніх до стін лісу борознах. Восени 2021 р. проведено облік самосіву та підросту деревних порід (табл. 5).

Після проведення другого прийому ГПР повнота соснових деревостанів на постійних пробних площах становила 0,24-0,40 (див. табл. 1). За таких умов стійкість деревостанів до дії сильних вітрів знижується. Зокрема після буревію, що відбувся у травні 2022 р., виявлено пошкодження частини залишених дерев (табл. 6).

Наприкінці вегетаційного періоду 2023 р. проведено повторні обліки підросту та самосіву сос-

ни звичайної на ділянці групово-поступової рубки (табл. 7).

Під час проведення другого прийому ГПР поміж утворених «вікон» проводили розріджування залишеної частини деревостану до повноти 0,4-0,5. Сприяння природному поновленню сосни звичайної на цій частині ділянки проводили культиватором КЛБ-1,7, агрегованого трактором МТЗ-82. Однак, за наявності ростучих дерев та інших перешкод для руху агрегату, мінералізація ґрунту становила лише 20-30% від площі ділянки. Тому, облік підросту сосни, порівняно з відновленням у «вікнах», показав інший результат (табл. 8). Зокрема, кількість 1-річного самосіву сосни поміж «вікнами» є дещо більшою, ніж у межах «вікон» після другого прийому ГПР. Зі збільшенням віку кількість самосіву та підросту сосни поміж «вікнами» зменшується. Чисельність 3-річного підросту сосни у «вікнах» є на 6,5-9,7 тис. шт.·га⁻¹ більшою, ніж поміж суміжними «вікнами». Підріст сосни вікової групи 4-8 років поміж «вікнами» або взагалі відсутній, або його чисельність у 2-4 рази менша, ніж у «вікнах».

Таблиця 5. Кількість самосіву та підросту деревних порід, що відновилися після другого прийому групово-поступової рубки (станом на 05.10.2021)

Table 5. The number of self-sowing and advance growth of tree species that have regenerated after the 2-nd cut of group-shelterwood felling (as of 05 October 2021)

№ «вікна»	Діаметр «вікна», м	Спосіб сприяння	Кількість самосіву та підросту за деревними видами та віком, тис. шт.·га ⁻¹ (чисельник – життєздатного, знаменник – відмерлого)							
			Сз, років					Дз, 1 рік	Бп, 1 рік	Ос, 1 рік
			1	2	3	4	5			
1	58,5	Смуги	$\frac{72,39}{0,21}$	$\frac{0,42}{0}$	$\frac{0,21}{0}$	–	–	–	–	$\frac{0,42}{0}$
2	39,0	Смуги	$\frac{33,89}{0}$	$\frac{0,33}{0}$	–	–	–	–	–	$\frac{0,28}{0}$
3	29,2	Смуги	$\frac{15,83}{0,42}$	$\frac{0,42}{0}$	$\frac{1,67}{0}$	$\frac{0,42}{0}$	–	–	–	–
4	19,5	Смуги	$\frac{24,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{0}$	$\frac{2,00}{0}$	–	–	–	–	–
5	19,5	Борозни	$\frac{11,90}{0}$	–	–	–	–	$\frac{0,60}{0}$	–	–
19	58,5	Борозни	$\frac{52,46}{0,01}$	$\frac{0,79}{0}$	$\frac{0,61}{0}$	–	$\frac{1,49}{0}$	$\frac{1,67}{0}$	$\frac{0,17}{0}$	$\frac{0,01}{0}$

Таблиця 6. Кількість пошкоджених дерев сосни звичайної внаслідок буревію (станом на 28.07.2022)

Table 6. Damage to Scots pine trees due to a hurricane (as of 28 July 2022)

Види пошкоджень дерев	ППП 13-Бат		ППП 14-Бат		ППП 15-Бат		ППП 16-Бат	
	N, шт.·га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹	N, шт.·га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹	N, шт.·га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹	N, шт.·га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹
Вітровал	4	5,7	–	–	5	4,9	–	–
Нахил стовбура	8	5,1	3	0,7	–	–	–	–
Вітролом	4	5,5	–	–	–	–	–	–
Злом гілок у кроні	3	4,2	6	4,4	10	8,5	11	10,4

Таблиця 7. Чисельність підросту та самосіву деревних видів, що відновилися після другого прийому групово-поступової рубки (станом на 25.09.2023)

Table 7. The number of advance growth and self-sowing of tree species that have regenerated after the 2-nd cut of group-shelterwood felling (as of 25 September 2023)

№ «вікна»	Розмір «вікна», м	Спосіб сприяння	Кількість підросту і самосіву за деревними видами та віком, тис. шт.·га ⁻¹ (чисельник – життєздатного, знаменник – відмерлого)						
			Сз, років				Дз	Бп	Ос
			4-8	3	2	1	3 роки	3 роки	3 роки
1	58,5	Смуги	$\frac{2,29}{-}$	$\frac{7,19}{0,73}$	$\frac{4,06}{0,21}$	$\frac{0,94}{0,21}$	$\frac{0,10}{-}$	$\frac{0,21}{-}$	$\frac{1,88}{-}$
2	39,0	Смуги	$\frac{0,79}{-}$	$\frac{12,50}{-}$	$\frac{1,97}{-}$	$\frac{1,05}{-}$	$\frac{0,26}{-}$	-	$\frac{0,66}{-}$
3	29,2	Смуги	$\frac{2,40}{-}$	$\frac{13,80}{-}$	$\frac{2,60}{-}$	$\frac{1,80}{-}$	$\frac{0,20}{-}$	-	$\frac{0,20}{-}$
4	19,5	Смуги	$\frac{1,00}{-}$	$\frac{12,75}{-}$	$\frac{0,75}{-}$	-	$\frac{0,25}{-}$	-	$\frac{0,25}{-}$
5	19,5	Борозни	$\frac{1,70}{-}$	$\frac{8,00}{-}$	$\frac{2,40}{-}$	$\frac{0,70}{-}$	$\frac{0,40}{-}$	-	$\frac{0,50}{-}$
19	58,5	Борозни	$\frac{0,51}{-}$	$\frac{7,06}{-}$	$\frac{1,58}{-}$	$\frac{0,60}{-}$	$\frac{0,51}{-}$	$\frac{0,50}{-}$	$\frac{0,30}{-}$

Таблиця 8. Чисельність підросту та самосіву деревних видів, що відновилися поміж «вікнами» після другого прийому групово-поступової рубки (станом на 25.09.2023)

Table 8. The number of advance growth and self-sowing of tree species that have regenerated between the gaps after the 2-nd cut of group-shelterwood felling (as of 25 September 2023)

Частина деревостану по периферії «вікна», №	Розмір «вікна», м	Кількість підросту і самосіву (тис. шт.·га ⁻¹) деревних видів за віком (років)						
		Сосна звичайна				Дуб звичайний		
		4-8	3	2	1	3	2	1
1	58,5	-	0,75	2,25	3,00	-	-	-
2	39,0	0,25	3,75	2,50	5,00	-	-	-
3	29,2	0,25	6,00	2,25	2,00	0,25	0,50	0,50
4	19,5	-	2,25	2,25	-	1,00	-	-
5	19,5	-	0,40	0,30	0,10	-	0,10	0,10
19	58,5	0,60	0,60	-	-	0,20	-	-

Дискусія (Discussion). Процес лісовідновлення після проведення групово-поступових рубок у сосняках різних типів лісу відбувався з певними особливостями.

У сосняку свіжого соснового бору за доброї врожайності насіння сосни (520 тис. шт.·га⁻¹) станом на 15.10.2020 р. густина 1-річного самосіву становила: у «вікні» діаметром 19,5 м – 124, 26 м – 194,9 і 39 м – 76,5 тис. шт.·га⁻¹. У живому надгрунтовому вкритті домінував паслін солодко-гіркий (*Solanum dulcamara* L.). Станом на 20.10. 2021 р. кількість 2-річного самосіву помітно зменшилася: у вікні діаметром 19,5 м – до 13,6 тис. шт.·га⁻¹ (11%), 26 м – до 54,8 тис. шт.·га⁻¹ (28%), 39 м – до 52 тис. шт.·га⁻¹ (68%). У надгрунтовому вкритті переважали

пасльоново-дрібнопелюсникові парцели з домішкою куничника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.). Кількість 1-річного самосіву сосни становила 0,3-6,5 тис. шт.·га⁻¹, берези повислої – 0,1-1,0 тис. шт.·га⁻¹, осики – 0-6,4 тис. шт.·га⁻¹, верби козячої – 0-1,3 тис. шт.·га⁻¹. Отже, упродовж двох років успішність відновлення сосни звичайної у «вікнах» розміром 1,0-1,5 висоти деревостанів була доброю, а у «вікні» розміром 0,7 висоти деревостанів – незадовільною.

У сосняку вологого сугрудкуватого субору за доброї врожайності насіння сосни (540 тис. шт.·га⁻¹) станом на 22.10.2015 р. густина 1-2-річного самосіву сосни становила 44-60 тис. шт.·га⁻¹, що узгоджується з даними М.В. Ромашова (1971). Кіль-

кість 1-річного самосіву сосни, що відновлюється переважно у борознах «вікон» розміром 1,0-1,5 середньої висоти деревостанів, є в 1,4 рази більшою порівняно з діаметром «вікна» 19,5 м (0,7 висоти деревостану), передбаченому Правилами рубок головного користування (2009). Густота 2-річного самосіву сосни поміж борознами становила 0,2-4,3 тис. шт.·га⁻¹. Станом на 29.10. 2017 р. у «вікнах» виявлено 6,9-10,1 тис. шт.·га⁻¹ відмерлих особин самосіву сосни.

Упродовж трьох років після першого прийому ГПР у сосняку вологого сугрудуватого дубово-соснового субору збереженість самосіву сосни становила: у «вікнах» діаметром 19,5 м – 4,6 тис. шт.·га⁻¹ (10,5%), у «вікнах» діаметром 25 м – 7,0 тис. шт.·га⁻¹ (12,1%), у «вікнах» діаметром 38 м – 15,0 тис. шт.·га⁻¹ (43,3%). Окрім того, появився 1-2-річний самосів сосни, відповідно, 8,5; 8,7 та 9,0 тис. шт.·га⁻¹. У «вікнах» менших розмірів (діаметром 19,5 м та 25 м) найбільше підросту і самосіву сосни виявлено у центральній частині, а у «вікнах» діаметром 38 м – у центральній та південній частинах. У «вікнах» також відновилися береза повисла (0,2-1,0 тис. шт.·га⁻¹), дуб звичайний (0,2-0,4 тис. шт.·га⁻¹) та осика (0,1-0,4 тис. шт.·га⁻¹). Отже, впродовж трьох років після першого прийому ГПР успішність природного поновлення сосни у сосняку вологого сугрудуватого дубово-соснового субору з діаметром «вікон» 19,5 м була незадовільною, 25 м – задовільною, 38 м – доброю. Для природного поновлення сосни під час першого прийому ГПР найефективнішими виявилися «вікна» з розміром у поперечнику 1,0 та 1,5 середньої висоти деревостану (25 та 38 м).

У стиглому сосняку свіжого дубово-соснового субору за середньої врожайності насіння сосни звичайної наприкінці першого вегетаційного періоду (2016 р.) у «вікнах» відновилося від 17 до 101 тис. шт.·га⁻¹ самосіву цього деревного виду. Найбільша кількість самосіву сосни виявлена у «вікнах» діаметром 39 м (1,5 середньої висоти деревостану) з прокладанням плужних борозен.

Станом на 10.08.2018 р. найбільша густота підросту сосни виявлена у «вікні» діаметром 39,0 м з прокладеними борознами (понад 60,0 тис. шт.·га⁻¹) та розпушуванням ґрунту культиваторами (понад 50,0 тис. шт.·га⁻¹). Застосування культиватора забезпечує збереження підросту сосни з попереднього поновлення. Дещо меншу кількість підросту обліковано у «вікнах» діаметром 26,0 м (одна висота деревостану) – близько 30 тис. шт.·га⁻¹. У «вікнах», що мають розмір 0,7 та 0,5 висоти деревостану, густота підросту становила 12-28 тис. шт.·га⁻¹.

Кількість 2-річного самосіву у «вікнах» становила 1,8-7,5 тис. шт.·га⁻¹, тобто набагато менше, ніж природного поновлення, що з'явилося у перший після рубки вегетаційний період. Густота листяних порід у «вікнах» є також значно меншою, ніж сосни. Після приведення підросту всіх вікових груп до групи 4-8-річок, успішність природного поновлення віднесено до I категорії (добре).

Упродовж п'яти років після першого прийому ГПР відбувся перехід самосіву та підросту сосни звичайної у старші вікові групи (див. табл. 2). У віковій структурі переважає підріст віком п'ять років, що появився у перший рік після першого прийому групово-поступової рубки. Кількість підросту сосни молодшого віку є значно меншою. Поновлення поповнюється 1-2-річним самосівом сосни, тобто формується різновікова структура молодняка.

Різновіковість молодняка збільшується завдяки старшому поколінню (9-15 років) сосни, що залишилося з попереднього поновлення (див. рис. 1). У процесі поновлення до сосни домішуються дерева дуба звичайного насінного та паросткового походження, берези повислої, осики, верби козячої. Зі збільшенням діаметра «вікна» зростає кількість дерев листяних порід та посилюється пригнічення ними підросту і самосіву сосни. У «вікнах» завширшки 1,5 середньої висоти деревостану у найближчі роки потрібно провести догляд за деревами сосни та дуба.

Впродовж першого року після другого прийому ГПР найбільша кількість самосіву сосни виявлена у «вікні» №1 з найбільшим діаметром та розпушуванням ґрунту культиватором. Найменшу кількість самосіву сосни виявлено у «вікнах» №5 і №9, незалежно від їхніх розмірів та напрямку прокладання борозен. Вірогідно, ця обставина пояснюється дещо запізненим терміном обробітку ґрунту, що зменшило ймовірність потрапляння насіння у борозни та скиби.

Упродовж першого вегетаційного періоду після другого прийому ГПР у розширеній частині «вікна» №1 густота 1-річного самосіву сосни становила понад 72 тис. шт.·га⁻¹. Поодинокі трапляється 2-річний самосів та 3-річний підріст сосни і паростки осики. Оцінка успішності лісовідновлення – добра. Густота 1-річного самосіву за сторонами горизонту становила: північ – 10,7%, південь – 40,3%, захід – 23,5%, схід – 20,5%. У живому надґрунтовому вкритті переважали мінералізовано-зеленомохові парцели. Зростає рясність пасльону солодко-гіркого (*Solanum dulcamara* L.), шавлія горобиною (*Rumex acetosella* L.), дрібнопелюсника однорічного (*Erigeron annuus* (L.) Pers.), шоломиці звичайної (*Scutellaria galericulata* L.), звіробою шорсткого (*Hypericum hirsutum* L.) (проективне вкриття 70%).

У «вікні» №2 після другого прийому ГПР густота 1-річного самосіву сосни становила близько 34 тис. шт.·га⁻¹. Оцінка успішності поновлення – задовільна. У північній частині розширеного «вікна» зосереджено лише 4,9% від загальної кількості самосіву сосни, у південній – 32,0, у західній – 18,0, у східній – 45,1%. Осики поновилося майже у два рази менше, ніж у попередньому «вікні». Домінували мінералізовано-зеленомохові парцели, рясність пасльону солодко-гіркого і шавлію горобиною становила 3 бали, проективне вкриття – 25%.

У «вікні» №3 після другого прийому ГПР густота 1-річного самосіву сосни становить близько

16 тис. шт.·га⁻¹. Навіть зі збереженням 2-річним самосівом та 3-4-річним підростом успішність природного поновлення сосни є недостатньою. Тобто закладання «вікон» діаметром 19,5 м (300 м²) для відновлення сосни, що рекомендовано «Правилами рубок головного користування» (2009), виявилось не ефективним ні після першого, ні після другого прийомів ГПР. Найбільше 1-річного самосіву зосереджено у східній (50,0%) та західній (26,3%) частинах, найменше – у північній (10,5%) та південній (13,1%). Переважали мінералізовані кунічиново-зеленомохові парцели (проективне вкриття – 10%).

У «вікні» №4 (діаметр 19,5 м) густина 1-річного самосіву сосни (24 тис. шт.·га⁻¹) виявилася навіть дещо більшою, ніж у вікні №3, але також є недостатньою. Для покращення успішності процесу природного поновлення сосни діаметр «вікна» варто збільшити. За сторонами горизонту найбільше самосіву виявилось у східній частині (50,0%), середня кількість – у північній (22,9%) та південній (20,8%), а найменше – у західній частині (6,8%). Переважали мінералізовані зеленомохові парцели з проективним вкриттям 10%.

У «вікні» №5 після другого прийому ГПР з прокладанням борозен у напрямку північ → південь поновлення сосни є незадовільним, що пов'язано із недостатнім діаметром вікна (19,5 м). Частка 1-річного самосіву сосни у борознах становить 57,1%. Кількість самосіву у борознах західної частини «вікна» удвічі більша, ніж у борознах його східної частини.

У «вікні» №19 діаметром 58,5 м після другого прийому ГПР та прокладання борозен у напрямку захід → схід густина 1-річного самосіву сосни становила понад 58,5 тис. шт.·га⁻¹, успішність лісовідновлення – добра. У борознах відновилося 47,7% самосіву, найбільше – у південній частині «вікна». На розширеній частині «вікна» зберігся 2-річний самосів, 3-5-річний підріст сосни, появився самосів і підріст дуба звичайного, берези повислої, осики, що є основою формування деревостану мішаного складу та різновікової структури.

Після буревію 2022 р. найбільше пошкоджено дерев сосни (19 шт.·га⁻¹, або 12,4%) у деревостані з найменшою повнотою (0,24) на ППП 13-Бат та найбільшим діаметром утвореного «вікна». Кількість пошкоджених дерев до ступеня припинення росту становить на ППП 13-Бат 16 шт.·га⁻¹ (10,4%), їхній запас – 16,3 м³·га⁻¹ (13,1%); на ППП 14-Бат – відповідно, 3 шт.·га⁻¹ (1,1%) та 0,7 м³·га⁻¹ (0,4%); на ППП 15-Бат – відповідно, 5 шт.·га⁻¹ (2,1%) та 4,9 м³·га⁻¹ (2,3%).

Таким чином, у соснових деревостанах зі збільшенням діаметра «вікна» під час проведення групово-поступових рубок поліпшуються умови для поновлення сосни звичайної, але збільшується обсяг відпаду у залишеній частині деревостану, особливо після буревіїв.

Після першого прийому групово-поступової рубки на час обстежень у «вікнах» сформувалися

соснові молодняки з домішкою дуба звичайного, берези повислої, осики та верби козячої. Залежно від розміру «вікон» та вікової структури підросту, сформовані молодняки мали такі середні лісівничо-таксаційні показники: вік – 8 років, висота – 1,2-2,2 м, діаметр – 0,1-0,8 см, зімкнутість – 0,8-1,0.

Після другого прийому групово-поступової рубки з розширенням існуючих «вікон» упродовж трьох років збереглася різна кількість підросту та самосіву деревних видів (див. табл. 7).

У розширеній частині «вікна» №1 густина підросту сосни звичайної становить 9,5 тис. шт.·га⁻¹, самосіву – 5,0 тис. шт.·га⁻¹. Внаслідок поширення у надґрунтовому вкритті *Rubus idaeus* L., упродовж трьох років збереглося лише 9,9% 1-річного самосіву сосни. Найбільше сосни збереглося у краще освітлених східній і північній частинах «вікна». Поширення *Calamagrostis epigejos* є незначним (проективне вкриття – 3%). Домінуючі у перший рік після другого прийому ГПР трав'яні види – *Solanum dulcamara*, *Rumex acetosella*, *Erigeron annuus*, *Scutellaria galericulata* трапляються лише поодинокі. Успішність природного поновлення сосни впродовж трьох років після другого прийому рубки є задовільною, а кількість підросту – достатньою для проведення кінцевого прийому групово-поступової рубки.

У «вікні» №2 на смузі, що зрубана у другий прийом ГПР, збереженість 1-річного самосіву сосни упродовж трьох років виявилася дещо більшою (36,9%), порівняно з «вікном» №1. Найбільша кількість підросту сосни також зосереджена у північній і східній частинах «вікна» (найкраще освітлених). У живому надґрунтовому вкритті збереглися зелені мохи (рясність – 4 бали) та дещо поширився булавоносець сіруватий (*Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv.) (рясність – 2 бали). *Rubus idaeus* та *Calamagrostis epigejos* трапляються поодинокі. Успішність природного поновлення сосни впродовж трьох років після другого прийому ГПР є задовільною, а кількість підросту – достатньою для проведення кінцевого прийому рубки.

У «вікні» №3, діаметр якого було розширено під час другого прийому ГПР з 19,5 до 29,2 м, переважають зеленомохові парцели з кунічином наземним (проективне вкриття *Calamagrostis epigejos* до 5%). Найбільше підросту та самосіву сосни трапляється у північній та південній частинах, а найменше – у західній частині «вікна». Успішність природного поновлення сосни оцінено як задовільну, а кількість підросту достатня для проведення кінцевого прийому ГПР.

У «вікні» №4, що було розширено за другий прийом ГПР до діаметра 19,5 м, також переважають зеленомохові парцели зі слабким поширенням біловуса стиснутого (*Nardus stricta* L.). *Calamagrostis epigejos* трапляється лише у східній частині «вікна» (проективне вкриття – 10%). На відміну від попереднього «вікна», найбільша кількість підросту сосни зосереджена у західній та східній частинах «вікна», які виявилися найкраще освітленими

упродовж дня. Успішність природного поновлення сосни є задовільною, кількість – достатньою для призначення кінцевого прийому групово-поступової рубки.

Отже, у «вікнах» різної ширини після їхнього розширення у другий прийом ГПР та сприяння природному поновленню шляхом розпушування ґрунту дисковим культиватором успішність поновлення є задовільною, кількість підросту – достатньою для призначення наступного прийому групово-поступової рубки.

У вікні №5, що також було розширене під час другого прийому ГПР до діаметра 19,5 м, упродовж трьох років успішність природного поновлення сосни звичайної також виявилася задовільною. Кількість 3-річного підросту сосни у борознах дуже подібна до такої між борознами. Однак, поміж борозен збереглися особини старшого віку (4-8 років) сосни звичайної. Кількість підросту сосни у «вікні» перевищує нормативи, передбачених «Правилами рубок головного користування» (2009) для проведення кінцевого прийому ГПР (8 тис. шт.·га⁻¹).

У вікні №19 після його розширення за другий прийом ГПР до діаметра 58,5 м, упродовж трьох років відбулося значне розповсюдження *Calamagrostis epigejos*, особливо у південній частині (проективне вкриття – 70%). Подібно до напрямку лісовідновного процесу, що спостерігався після I прийому ГПР, відбулося поширення ожини несійської (*Rubus nessensis* Hall.). Без проведення доглядів упродовж трьох років збереглося лише 13,4% від початкової кількості 1-річного самосіву сосни звичайної. Успішність природного поновлення сосни звичайної є задовільною, а кількість підросту (7,6 тис. шт.·га⁻¹) – майже достатньою для проведення кінцевого прийому ГПР. Вважаємо, що кількість підросту ще може поповнитися із самосіву сосни (2,2 тис. шт.·га⁻¹) упродовж наступних двох років перед проведенням кінцевого прийому рубки.

Таким чином, після проведення другого прийому ГПР та заходів сприяння природному лісовідновленню, у «вікнах» упродовж трьох років відновлюється від 8 до 16 тис. шт.·га⁻¹ підросту та 0,8-5,0 тис. шт.·га⁻¹ самосіву сосни звичайної. Після другого прийому ГПР на місцях розширення «вікон» відновилися дуб звичайний (0,1-0,5 тис. шт.·га⁻¹), береза повисла (0,2-0,5 тис. шт.·га⁻¹), осика (0,2-1,9 тис. шт.·га⁻¹). Тут склалися умови для формування деревостанів природного походження і мішаного складу, що відповідає вимогам наближеного до природи лісівництва. Утворений молодняк має східчасту зімкнутість намету: у центральній частині «вікна» ростуть найвищі дерева сосни, що відновилися після першого прийому ГПР, далі по периферії – дерева дещо меншої висоти (відновилися після другого прийому ГПР).

У залишеній частині деревостану на мінералізованих зеленомохових парцелях густота підросту сосни становить від 7 до 17 тис. шт.·га⁻¹. На осередках ділянки без розпушування чисельність підросту та самосіву сосни є низькою. Тому, загальна

кількість підросту і самосіву сосни у залишеній до кінцевого прийому ГПР є недостатньою або незадовільною. З метою поліпшення успішності природного поновлення та збільшення частки мінералізації ґрунту у залишеній частині деревостану доцільно було би застосувати малогабаритний трактор з високою прохідністю та маневреністю поміж деревами.

Густота підросту та самосіву сосни упродовж наступних двох років у залишеній частині деревостану ще буде недостатньою для проведення кінцевого прийому ГПР. Ділянка групово-поступової рубки межує з сосновими молодняками, які не є джерелом обнасення. Тому, з експериментальною метою пропонується на частині ділянки залишити у кінцевий прийом рубки насінні дерева сосни звичайної (20-25 шт.·га⁻¹). На іншій частині потрібно провести кінцевий прийом ГПР зі збереженням підросту та підсіванням насіння або підсаджуванням сіянців. За таких умов відтворений сосновий деревостан збереже особливості природного та комбінованого лісовідновлення і буде об'єктом для демонстрації у регіоні з проведення заходів наближеного до природи лісівництва.

Отже, підсумовуючи процес обговорення результатів досліджень зазначимо, що під час призначення групово-поступових рубок у соснових деревостанах (ТЛУ А₂, В₂ та В₃) найефективнішими для природного поновлення сосни звичайної є «вікна» розміром у поперечнику 1,0 та 1,5 середньої висоти деревостану, які закладають у перший прийом рубки. Під час другого прийому ГПР обов'язково потрібно інтенсивно розріджувати частину деревостану, що залишається поміж «вікнами» та проводити сприяння природному поновленню з мінералізацією понад 50% поверхні ґрунту для забезпечення успішного відновлення сосни звичайної та інших цінних деревних видів.

Висновки (Conclusions). Групово-поступові рубки у стиглих соснових деревостанах Східного Полісся є важливою складовою ведення лісового господарства на принципах наближеного до природи лісівництва.

У сосняку свіжого соснового бору після першого прийому ГПР кількість 2-річного самосіву сосни звичайної у «вікні» діаметром 19,5 м становить 13,6 тис. шт.·га⁻¹, 26 м – 54,8 тис. шт.·га⁻¹, 39 м – 52 тис. шт.·га⁻¹, успішність поновлення – добра та задовільна.

У сосняку вологого сугрудуватого дубово-соснового субору упродовж трьох років після I прийому ГПР кількість підросту сосни становила: у «вікнах» діаметром 19,5 м – 4,6, 25 м – 7,0, 38 м – 15,0 тис. шт.·га⁻¹. У «вікнах» менших розмірів (завширшки 19,5 м та 25 м) найбільше підросту і самосіву сосни виявлено у центральній частині, а завширшки 38 м – у центральній та південній частинах. У «вікнах» також наявний підріст берези повислої, дуба звичайного та осики. Успішність природного поновлення сосни у типі лісу В₃-дС з діаметром «вікон» 19,5 м була незадовільною, 25 м –

задовільною, 38 м – доброю. Для природного поновлення сосни під час першого прийому ГПР найефективнішими виявилися «вікна» з розміром у поперечнику 1,0 та 1,5 середньої висоти деревостану (25 та 38 м).

У сосняку свіжого дубово-соснового субору впродовж 5-річного періоду після першого прийому ГПР інтенсивністю 10% від запасу та заходів сприяння природному поновленню густота підросту сосни у «вікнах» становила 16,0-56,9, самосіву – 1,5-13,3 тис. шт.·га⁻¹. Найкращими для появи природного поновлення сосни виявилися «вікна» завширшки 1,0 та 1,5 середньої висоти деревостану. Зі збільшенням розміру «вікон» підвищується освітленість та збільшується кількість природного поновлення дуба звичайного (0,1-0,2 тис. шт.·га⁻¹) і м'яколистяних порід (0,4-6,1 тис. шт.·га⁻¹) за деякого пригнічення ними підросту і самосіву сосни, що потребує догляду.

Після проведення другого прийому ГПР інтенсивністю 38-63% від запасу збереженість підросту у «вікнах» становила 93%. Зі збільшенням розміру «вікон» (на 0,5 від їхнього діаметра) поліпшуються умови для відновлення сосни, але збільшується обсяг відпаду (до 13% за запасом) у залишеній частині материнського деревостану, особливо після буревіїв.

Упродовж трьох років після проведення другого прийому ГПР та заходів сприяння природному поновленню відновлюється від 8 до 16 тис. шт.·га⁻¹ підросту та 0,8-5,0 тис. шт.·га⁻¹ самосіву сосни звичайної (успішність поновлення – задовільна та добра). На місцях розширення «вікон» також відновлюються береза повисла, дуб звичайний та осика і складаються добрі умови для формування деревостанів мішаного складу природного походження.

У залишеній частині соснового деревостану за недостатньої мінералізації ґрунту успішність природного поновлення сосни звичайної є недостатньою або незадовільною. У кінцевий прийом ГПР з експериментальною метою доцільно на частині ділянки залишити насінні дерева сосни (20-25 шт.·га⁻¹), а на іншій частині – запровадити заходи зі збереження підросту, підсівання насіння або висаджування сіянців сосни звичайної. Відтворення групово-поступовою рубкою та формування соснового деревостану мішаного складу природного і комбінованого походження є важливою складовою для впровадження у регіоні наближеного до природи лісівництва.

Список літератури (References)

- Алексеев, Е.В. (1927). *Семенно-лесосечные рубки*. Киев [Aleksyev, E. V. (1927). *Shelterwood cutting*. Kiev] (in Russian)
- Білоус, А.М., Кашпор, С.М., Миронюк, В.В., Свинчук, В.А., Лесник, О.М. (2021). *Лісотаксаційний довідник*. Київ: Видавничий дім «Вінченко»
- [Bilous, A. M., Kashpor, S. M., Myroniuk, V. V., Svinchuk, V. A., & Lesnik, O. M. (2020). *Forest inventory handbook*. Kyiv: "Vinichenko" Publishing House] (in Ukrainian)
- Жежжун, А.М. (2021). *Ліси Східного Полісся України: структура, продуктивність, формування та відтворення*. Мена: Домінант [Zhezhkun, A. M. (2021). *Forests of Eastern Polissya of Ukraine: structure, production, formation and regeneration*. Mena: Dominant] (in Ukrainian)
- Жежжун, А.М. (2013). Поступові рубки та лісовідновлення в соснових деревостанах Східного Полісся. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 123, 55-67 [Zhezhkun, A. M. (2013). Shelterwood felling and reforestation in the pine stands of the Eastern Polissya. *Forestry and Forest Melioration*, 123, 55-67. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2013_123_10] (in Ukrainian)
- Криницький, Г.Т., Чернявський, М.В., Дербаль, Ю.Ю., Делеган, І.В., Миклуш, С.І., Парпан, В.І., ... Яловіар, П. (2014). *Наближене до природи та багатофункціональне ведення лісового господарства в Карпатському регіоні України та Словаччини*. Ужгород: ПП «Коло» [Krynitskyi, H. T., Cherniavskiy, M. V., Derbal, Y. Y., Delehan, I. V., Myklush, S. I., Parpan, V. I., ..., Jaloviar, P. (2014). *Close-to-nature and multifunctional forest management in the Carpathian region of Ukraine and Slovakia*. Uzhgorod: PE "Kolo". Retrieved from <http://www.forza.org.ua/uk/nablizhene-do-prirodi-ta-bagatofunkcionalne-vedennya-lisovogo-gospodarstva-v-karpatському-regioni>] (in Ukrainian)
- Лавний, В.В., Шпатгелф, П. (2016). Практика наближеного до природи лісівництва у соснових лісах північно-східної Німеччини. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 14, 52-57 [Lavnyy, V. V., & Spathelf P. (2016). The practice of close to nature forestry in the pine forests of Northeast Germany. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 14, 52-57. <https://doi.org/10.15421/411606>] (in Ukrainian)
- Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Гайда, Ю.І., Шлончак, Г.А., Митроченко, В.В., Шлончак, Г.В., ... Данчук, О.Т. (2017). *Настанови з лісового насінництва*. Харків: УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького [Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Hayda, Yu. I., Shlonchak, G. A., Mitrochenko, V. V., Shlonchak, G. V., ... Danchuk, O. T. (2017). *Guidelines for forest seed production*. Kharkiv: the G. M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration. Retrieved from http://ucfb.info/fileadmin/user_upload/pdf]
- Михович, А.И., Литвак, А.В., Юрковский, А.А., Романеев, Н.С. (1971). Гидрологические условия на лесосеках главных рубок дубовых и сосновых лесов. *Лесоводство и агролесомелиорация*, 24, 91-98 [Mykhovich, A. I., Litvak, A. V., Yurkovsky, A. A., & Romaneev, N. S. (1971). Hydrological conditions at the felling areas of the principal fellings of oak and pine forests. *Forestry and Forest Melioration*, 24, 91-98] (in Russian)

- Інструкція з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів (2010). Затверджено наказом Держкомлісгоспу України від 19.08.2010 р., № 260. Київ: Державний комітет лісового господарства України [Instruction on design, technical acceptance, accounting and quality assessment of forestry objects (2010). Approved. By order of the State Forestry Committee of Ukraine dated August 19, 2010, No. 260. Kyiv: State Forestry Committee of Ukraine. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10#Text>]
- Правила рубок головного користування (2009). Затверджено наказом Держкомлісгоспу України від 23.12.2009 р., № 364. Київ: Державний комітет лісового господарства України [Main felling rules (2009). Approved. By order of the State Forestry Committee of Ukraine dated December 23, 2009, No. 364. Kyiv: State Forestry Committee of Ukraine. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0085-10#Text>] (in Ukrainian)
- Ромашов, Н.В. (1971). Опыт постепенных рубок в сосняках Лесостепи и Полесья УССР. *Лесоводство и агролесомелиорация*, 24, 68-77 [Romashov, N.V. (1971). Experience of shelterwood fellings in pine forests of the Forest-steppe and Polesie of the USSR. *Forestry and Forest Melioration*, 24, 68-77] (in Russian)
- Санітарні правила в лісах України (1995). Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 27.07.1995 р., № 555 Київ: Кабінет Міністрів України [Sanitary regulations in the forests of Ukraine (1995). Approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 27 July 1995, No. 555 Kyiv: Cabinet of Ministers of Ukraine. Retrieved from <http://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2018/10/14175-22.10.18.pdf>] (in Ukrainian)
- СОУ 02.02-37-476 (2006). Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. Чинний від 01.05.2007. Київ: Мінагрополітики України [SOU 02.02-37-476 (2006). Forest-managed trial plots. Laying out method. Effective from 01 May 2007. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine] (in Ukrainian)
- Тарнопільська, О.М., Манойло, В.О., Пономарьов, О.А. (2010). Формування горизонтальної структури природних сосняків (*Pinus sylvestris* L.) Ізюмського пристепоного бору під впливом групово-поступових рубок. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 117, 174-182 [Tarnopilska, O.M., Manoylo, V.O., & Ponomaryov, O.A. (2010). Formation of the horizontal structure of natural pine forests (*Pinus sylvestris* L.) in the Izium steppe forest under the influence of group-shelterwood felling. *Forestry and Forest Melioration*, 117, 174-182] (in Ukrainian)
- Brichta, J., Vacek S., Vacek, Z., Cukor, J., Mikeska, M., Bilek, L., ... Brabec, P. (2023). Importance and potential of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in 21st century. *Central European Forestry Journal*, 69(1), 3-20. <https://doi.org/10.2478/forj-2022-0020>
- Mason, W.L., Diaci, J., Carvalho, J., & Valkonen, S. (2022). Continuous cover forestry in Europe: usage and the knowledge gaps and challenges to wider adoption. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 95(1), 1-12. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab038>
- Straupe, I., & Sadauskis, E. (2022). The regeneration of Scots pine *Pinus sylvestris* L. after selective felling in hylocomiosa forest site type. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 22(3.2), 439-446. <https://doi.org/10.5593/sgem2022v/3.2/s14.51>
- Xianfeng, F., Wei T., Xiaoye, G., & Zongzheng, C. (2021). Close-to-nature management positively improves the spatial structure of Masson pine forest stands. *Web Ecology*, 21(1), 45-54. <https://doi.org/10.5194/we-21-45-2021>
- Zhezhkun, A.M., Kubrakov, S., Porokhniach, I., Kovalenko, I., & Melnyk, T. (2023). Close-to-Nature Forestry Measures in East Polissia Region of Ukraine. *South-east European Forestry*, 14(1), 15-26. <https://doi.org/10.15177/seefor.23-04>

Group-shelterwood felling in the pine forest of the Eastern Polissia of Ukraine as an important component of the organization of Close-to-Nature Forestry

A. Zhezhkun¹

The article presents the results of group-shelterwood felling in mature pine stands of the Eastern Polissia of Ukraine. The sample plots for group-shelterwood felling were established in 2014-2019. In the first cut of group-shelterwood felling, gaps with a diameter of 0.5, 0.7, 1.0, and 1.5 of the average height of pine stands were formed. The reforestation strip of the stand adjacent to the gaps was 0.5 of their diameter. In the gaps all the trees were removed, and in the reforestation strip – the stand was thinned out to the density of 0.4-0.5. The intensity of the first cut of felling in the permanent sample plots was 11-21% of the stock of the pine stands. After felling in the autumn or spring, measures were taken to stimulate natural regeneration by loosening the soil with disk cultivators or laying furrows with plows (mineralization of the soil was 90-100 and 50-60%, respectively). During the inventory, individuals of natural regeneration of tree species were divided into self-sown ones of 1 and 2 years of age, advance growth at the age of 3, 4-8 and 9-15 years.

¹ Anatoliy Zhezhkun – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the State Enterprise “Novgorod-Siverska Forest Research Station” the G. M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, 90 Ivan Bohun st., Novgorod-Siverskyi, Chernihiv region, 16000, Ukraine. Tel.: +38-04658-316-19; E-mail: desna-90@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1431-8944>

Under condition of satisfactory seeding of the pine trees, in the first year in the gaps regenerated were 20 to 190 thousand pcs·ha⁻¹ of self-sowing Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). As the size of the gaps increased, so did the illumination. The largest number of the 1-year-old self-seeding of Scots pine was recorded in the southern and central parts of the gaps. During the first 3-5 years, 13 to 65 thousand pcs·ha⁻¹ of advance growth survived, also survived 2-7 thousand pcs·ha⁻¹ of self-sowing Scots pine and other species, which provided grounds for carrying out the next cut of the group-shelterwood felling. The most effective were gaps with a diameter of 1.0 and 1.5 of the average height of the stands.

During the second cut of group-shelterwood felling, the gaps were expanded by 0.5 of their diameter (19.5-58.5 m) and the stand was thinned in the reforestation strip. The intensity of the second cut of felling was 38-63% of the stock of stands. The existing pine advance growth was preserved and activities were carried out to promote natural regeneration. In the remaining part of the stand with a density of 0.2-0.4 after the hurricane of 2022, the share of windthrown Scots pine trees amounted to 13% of the stock.

In the first year after the second cut of the felling, 12 to 72 thousand pcs·ha⁻¹ of self-sowing pine were

regenerated. After the expansion of the gaps during the second cut of group-shelterwood felling, the illumination in them increased. The highest illumination was observed in the northern and eastern parts of the gaps, where the largest amount of self-sowing pine has been preserved. The amount of pine advance growth after the second cut of felling ranged from 8 to 13 thousand pcs·ha⁻¹, which was enough to prescribe the final cut of group-shelterwood felling. In the places of expansion of the gaps the common pedunculate oak (0.1-0.5 thousand pcs·ha⁻¹), silver birch (0.2-0.5 thousand pcs·ha⁻¹) and aspen (0.2-1.9 thousand pcs·ha⁻¹) were also regenerated, and the conditions for the formation of stands of mixed composition of natural origin were created.

In the process of conducting group-shelterwood felling, natural uneven-aged pine stands of mixed composition with a stepped closure of the forest canopy are formed. Group-shelterwood felling is an effective silvicultural close-to-nature measure, which requires expanding their use in the pine forests of the Eastern Polissia of Ukraine.

Key words: Scots pine; cut of felling; harvesting technique; regeneration gaps; reforestation strip; advance growth; self-sowing; regeneration effectiveness.