

УДК 630*53.114 (477)

В.М. Гриб, В.Ю. Юхновський

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**ПРОСТОРОВА ГЕОМЕТРІЯ ШТУЧНИХ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ
ОПТИМАЛЬНОЇ ГУСТОТИ**

Проаналізовано продуктивність штучних насаджень різної густоти створення. Змодельовані параметри оптимальної густоти насаджень з віком. Для вирощування деревини з високими технічними властивостями обґрунтовано спосіб створення культур, який враховує оптимальну густоту деревостану і просторове рівномірне розміщення деревних порід, не тільки на початку садіння, а й під час проведення рубок догляду.

***Ключові слова:** лісові культури, оптимальна густина, площа живлення, схеми змішування, продуктивність, рубки догляду, соснові насадження, рівномірне розміщення сіянців.*

Одним з головних завдань лісівництва є вирощування високопродуктивних штучних насаджень високої якості в максимально короткі терміни. Реалізація цього завдання потребує знання закономірностей росту і розвитку лісових насаджень у різних лісорослинних умовах [11]. На продуктивність лісів впливає ціла низка факторів, але найбільш значущими серед них є густина та їх вертикальна і горизонтальна структура.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Питання густоти лісових культур є одним з давніх і, водночас, нагальних питань лісівничої науки і практики, яке має понад вікову історію і в цей великий проміжок часу дискутується на шпальтах лісової літератури.

У журналі «Лесное хозяйство» за 1957 р. відбулася широка дискусія, присвячена питанням оптимальної густоти лісових культур. Більшість лісівників при обґрунтуванні густоти лісових культур віддають перевагу продуктивності насаджень. При цьому біологічна сторона питання відходить на другий план, хоча біологічній стійкості насаджень приділяється належна увага [2, 3].

При створенні штучних насаджень слід вирішувати цілу низку питань. На думку Н.П. Георгієвського, одні з них – актуальні з самого початку створення насаджень (підготовка лісокультурної площі, обробіток ґрунту, агротехніка створення лісових культур), інші – лишаються нагальними упродовж всього періоду вирощування деревостанів [2]. До останніх належить густина культур, що суттєво впливає на ріст і розвиток лісостанів. Автор вказує на поняття оптимальної густоти культур, яким слід оперувати під час вибору цільової функції при оптимізації продуктивності деревостанів. Тобто, вживаючи поняття оптимальної густоти, слід мати на увазі мету, яку передбачається досягти тією чи іншою густотою, що забезпечувала б максимальну приживлювальність, максимальні середній діаметр, висоту, загальну продуктивність, товарну структуру, очищення дерев від гілок тощо. Мерзленко М.Д. і Н.А. Бабич відзначають, що не існує густоти, яка б одночасно забезпечувала в різному віці найвищу продуктивність і високу якість деревини. Дослідники вказують на динамічний характер оптимальної густоти, тобто її перехід з віком від густіших культур до рідкіших посадок. З економічної і лісівничої точок зору найсприятливіші умови для розвитку деревостанів створюються за такої густоти лісових ценозів, яка забезпечує найбільшу приживлювальність деревних рослин, максимальну продуктивність деревостанів і їх високу товарність [6].

Параметри оптимальної густоти культур А.П. Рябоконт визначає не лише метою

створюваних насаджень і біологічними властивостями культивованих порід, а й технологією лісовирощування, рівнем технічного забезпечення галузі, екологічно орієнтованими підходами у лісівництві тощо [10].

Метою досліджень стало встановлення параметрів оптимальної густоти насаджень з віком та розроблення такого способу створення культур, який враховував би оптимальну густоту деревостану і просторове рівномірне розміщення деревних порід упродовж життєвого циклу вирощування деревостанів з високими технічними властивостями деревини і максимальною продуктивністю.

Матеріали і методика досліджень. Для реалізації програмних завдань проведено дослідження лісових культур різної густоти у ВП НУБіП України «Боярська ЛДС», ДП «Житомирське ЛГ», ДП «Чернігівське ЛГ», ДП «Шосткінське ЛГ». Обстеження насаджень проводили на постійних пробних площах у віці 35 і 50 років [4].

Для визначення оптимальної густоти насаджень також використані матеріали 14 пробних площ А.К. Полякова, які закладено у свіжій суборі у високоповнотних і високопродуктивних насадженнях, не задіяних рубками догляду за останні 5-10 років [9].

Площі живлення дерев визначали через площу кола з радіусом, який дорівнює середній відстані між сусідніми деревами, поділеному пропорційно розвитку їх крон.

Методика визначення оптимальних площ живлення сосни полягала головним чином у порівнянні поточного приросту стовбурної деревини і площ живлення, які зайняті деревами. На основі масового обміру стовбурів, визначення їх площ живлення, приросту на одиницю площі та їх зпівставлення відбирали такі величини площ живлення і густоти насаджень різного віку, які відповідали найбільшому поточному приросту деревостанів.

Результати досліджень. Як згадувалося раніше, для визначення оптимальної густоти насаджень використані пробні площі А.К. Полякова. Їх характеристику наведено у табл. 1.

Динаміка площ живлення соснових насаджень описана рівнянням 1, а графічна інтерпретація одержаної залежності ілюстрована рис. 1.

$$S = 11,54 \cdot e^{0,0152 A}, \quad (1)$$

де S – площа живлення дерева, м²; A – вік деревостану, років.

1. Площі живлення, які забезпечують найбільший приріст дерев у різному віці

Вік, років	Площа живлення, м ²	Фактична густота, шт.·га ⁻¹	Вирівняна площа живлення, м ²	Оптимальна густота, яка відповідає вирівняній площі живлення, шт.·га ⁻¹
19	16	7879	13,4	3922
19	15	6201	15,6	3922
39	21	2449	18,2	2679
41	24	2827	21,2	2562
43	21	2231	24,6	2446
44	26	1367	28,7	2389
55	26	1980	33,4	1796
58	26	1152	38,8	1648
59	21	1504	45,2	1600
60	31	891	52,6	1552
75	37	858	13,4	931
75	37	878	15,6	931
93	51	402	18,2	423
93	48	498	21,2	423

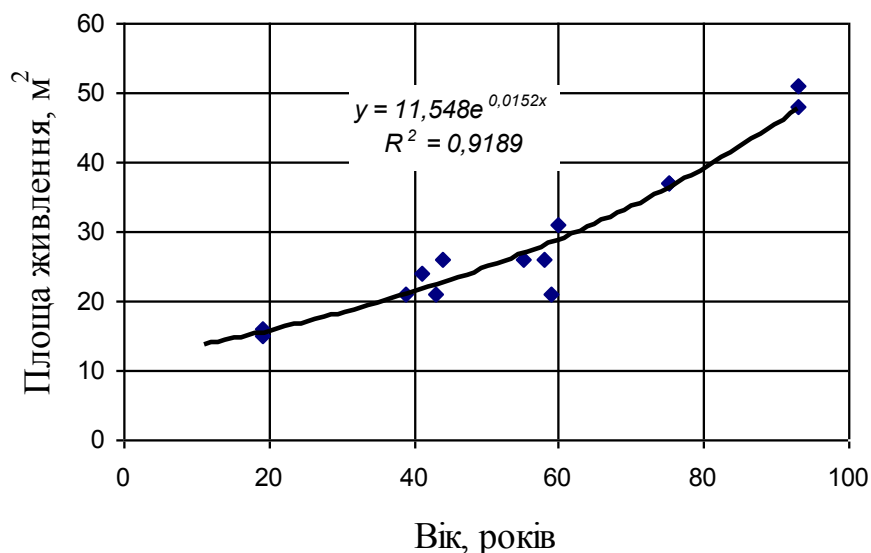


Рис. 1. Динаміка площ живлення соснових насаджень за даними пробних площ

Подальшим етапом дослідження стало моделювання густоти насаджень від оптимальної площі живлення. Ця залежність описується експоненціальним рівнянням 2 і зображено на рис. 2.

$$N = 11507 \cdot e^{-0,0701 S} \quad (2)$$

де N – оптимальна густина деревостану, шт./га⁻¹; S – площа живлення дерева, м².

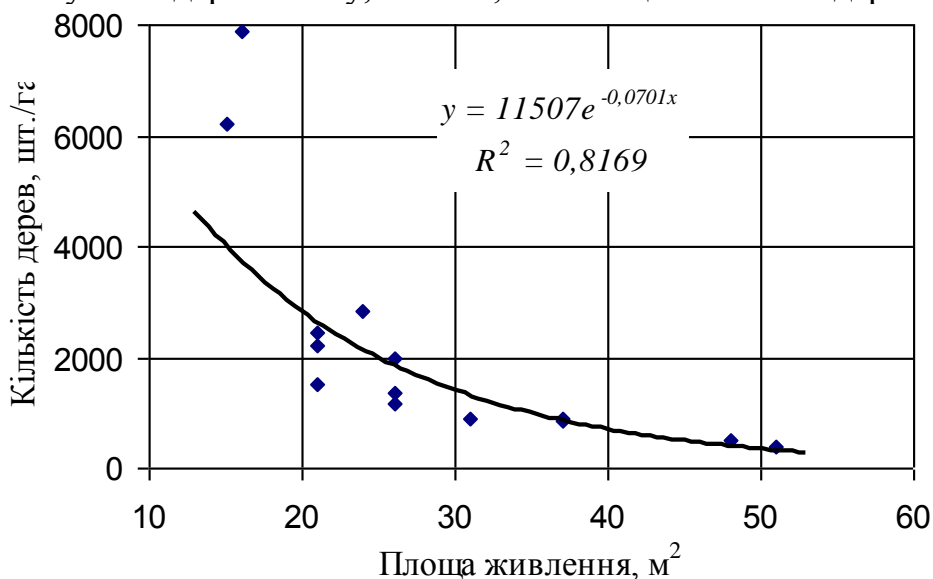


Рис. 2. Оптимальна площа живлення сосни залежно від густоти

За моделями 1 і 2 визначили оптимальну площу живлення дерев сосни, а потім і густоту насаджень для любого віку в межах від 10 до 100 років (табл. 2).

Порівняння оптимальної густоти з фактичною, взятою за таблицями ходу росту [7] (табл. 1, 2), свідчить про незначну їх відмінність у період інтенсивного росту деревостанів. Так, у фазі жердняку (II клас віку) змодельована оптимальна густина майже збігається з аналогічним показником природних деревостанів високої продуктивності (I бонітет).

Для середньовікових насаджень III і IV класів віку зростає різниця між оптимальною густиною і кількістю стовбурів повних соснових насаджень. Оптимальна густина насаджень у цих класах віку перевищує густоту природних

деревостанів II класу бонітету на відповідно 13,2 і 26,0 %.

2. Динаміка оптимальної площі живлення дерев і густоти насаджень з віком

Вік, років	Оптимальна площа живлення, м ²	Оптимальна густина, шт.·га ⁻¹	Кількість стовбурів за таблицями ходу росту, шт.·га ⁻¹	
			I бонітет	II бонітет
10	13,4	4499		
20	15,6	3858	3970	4800
30	18,2	3227	2500	2800
40	21,2	2620	2630	1940
50	24,6	2057	1200	1340
60	28,7	1552	935	1070
70	33,4	1118	760	840
80	38,8	764	625	705
90	45,2	490	536	625
100	52,6	292	470	550

У віці стиглості значення оптимальної густоти наближаються до кількості дерев на одиницю площі в природних деревостанах. Різниця між ними складає 8 %, а в IX класі віку густина природних насаджень уже переважає змодельовану величину на 27,6 %, що свідчить про доцільність проведення лісовідновлювальної рубки у 80-річному віці стиглості.

Беручи до уваги достовірність нормативів оптимальної густоти, одержаної через оптимальну площу живлення, постає питання опрацювання способу рівномірного розміщення дерев, як під час створення лісових культур, так і після проведення зріджень деревостанів.

Характер розміщення дерев на площі А.А. Гаас [1] вважає за доцільне віднести до факторів, що впливають на продуктивність, захисні функції деревостанів, а також відображають відповідність будови насаджень лісорослинним умовам. Для чисельної характеристики горизонтальної структури деревостанів автором пропонується використовувати кількість дерев на одиниці площі залежно від таксаційних показників деревостану, індекс густоти, а також середню відстань між деревами. При цьому доцільно виділяти три типи розміщення дерев на площі: хаотичне, упорядковане, рівномірне. Слід відмітити, що “рівномірність” характеризується розміщенням дерев у вершинах рівносторонніх трикутників. За показник, що характеризує характер розміщення дерев, А.А. Гаас запропонував коефіцієнт нерівномірності, який визначається як відношення середньої відстані між деревами в біогрупах до середньої відстані на всій площі насадження. Середня відстань між деревами в насадженні визначається за формулою 1:

$$L = \sqrt{\frac{10000}{0,866N}}, \quad (1)$$

де L – середня віддаль між деревами в деревостані, м; N – густина деревостану, шт.·га⁻¹.

Досвід створення штучних насаджень засвідчив, що оптимальна відстань між борознами коливається в межах 1,5÷2,5 м. Тобто початкова густина культур становитиме 3,0-3,2 тис.шт.·га⁻¹ (10000 : 25 = 9000 – 800 = 3200) замість 4,0 тис. шт. га⁻¹.

Ураховуючи негативні тенденції з розширення ширини міжрядь і відстані між сіянцями в рядах, що зумовлюється труднощами при нарізанні борозен на не розкорчованих зрубках А.Н. Писаренко і М.Д. Мерзленко [8] ввели поняття індексу рівномірності (I_p), який визначається, як частка від ділення ширини міжряддя на

крок посадки. Цей показник дає уяву про характер розміщення рослин на лісокультурній площі. При цьому найбільш оптимальні умови для росту і розвитку рослин складаються при індексі рівномірності рівному 1,0. У цьому випадку забезпечуються умови як для рівномірного розвитку кореневої системи, так і для формування правильної крони. Як відмічають автори, це характерно для штучних насаджень з квадратним і прямокутним розміщенням рослин. Збільшення коефіцієнта рівномірності супроводжується однобічним розвитком кореневої системи.

Кайрюкштіс П.А. [5] вважає, що максимальна продуктивність насаджень певного виду на відповідних ґрунтах досягається завдяки максимальному поглинанні і ефективному використанні сонячної енергії. Намет дерев повинен формуватися із рівномірно розміщених по площі і максимально продукуючих дерев. Зімкнутість намету повинна бути максимальною, віддаль між деревами – оптимальною. Керуючись положенням з визначення оптимальної густоти насаджень, розроблено моделі максимально продуктивних деревостанів. Оскільки моделі відображають оптимальну густоту насаджень у тому чи іншому віці, її необхідно підтримувати штучним шляхом, як правило, рубками догляду. Для цього необхідно розробити програму (алгоритм) формування насаджень. При цьому ставилося завдання забезпечити повноцінне живлення сіянців за рахунок використання лісокультурної площі. Поставлене завдання вирішується шляхом певного раціонального розміщення посадкових місць (рис. 1) і системою рубок догляду.

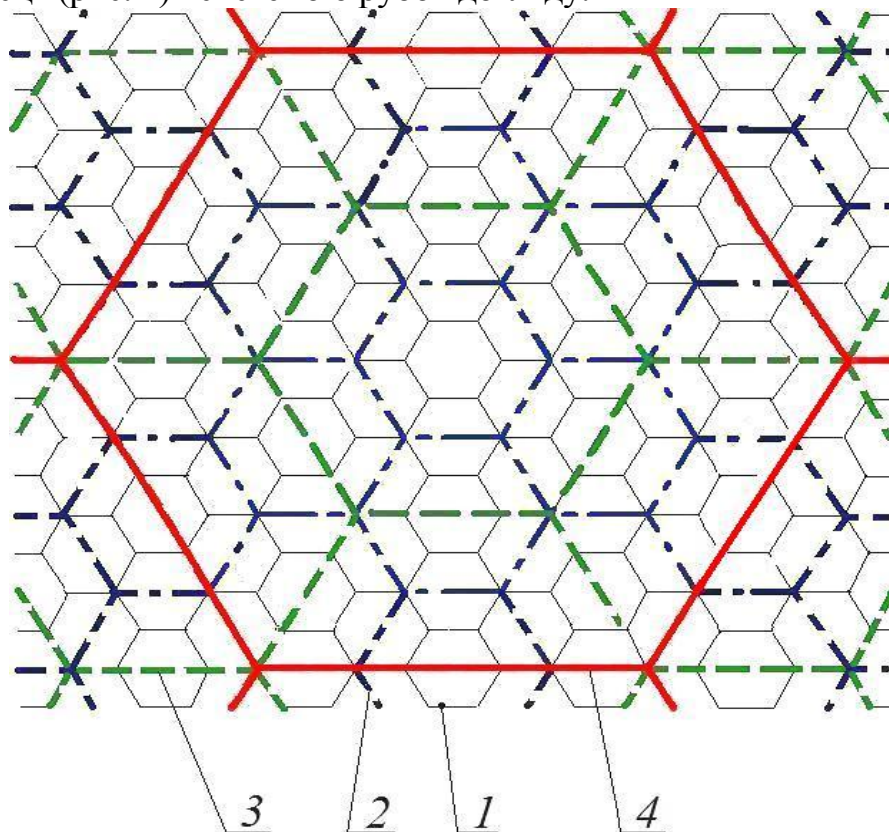


Рис. 1. Схема розміщення посадкового матеріалу на лісокультурній площі

Якщо сіянці висаджують з шириною міжрядь C , то відстань у ряду має складати $1,15 C$. При цьому сіянці кожного наступного ряду будуть зміщені відносно попередніх рівно на половину кроку посадки. У цьому випадку висаджені сіянці будуть знаходитися у вершинах кутів трикутника і посередині його, що забезпечить раціональне використання лісокультурної площі на етапі створення насаджень. Надалі, враховуючи рекомендації та нормативи кількості дерев у насадженнях

певного віку, проводять рубки догляду. За аналогією з існуючими способами, зрідження проводяться шляхом вилучення другого ряду, що забезпечить максимально можливу інтенсивність росту з раціональними використанням сонячної енергії і площі живлення. Вилучення другого ряду може відбуватися в довільному напрямі, паралельно сторонам трикутника. Під час вибірки другого ряду формується біогрупа у вигляді шестикутника (тетраedr) з деревом у центрі біогрупи. З кожною ітерацією вибірки біогрупа міняє свій розмір. При цьому дерева у тетраедрі залишаються на рівних відстанях один від одного, забезпечуючи максимальне використання площі живлення кореневої системи та рівномірне розміщення крон дерев.

Бібліографічний список: 1. Гаас А.А. Влияние характера размещения деревьев на производительность сосновых древостоев / А.А. Гаас // Лесное хозяйство. – 1981. – № 3. – С. 13-15. 2. Георгиевский Н.П. Некоторые соображения о выращивании лесных культур / Н.П. Георгиевский // Лесное хозяйство. – 1957. – № 6. – С. 40-43. 3. Годнев Е.Д. Густота культур сосны как фактор их устойчивости / Е.Д. Годнев // Лесное хозяйство. – 1957. – № 4. – С. 30-35. 4. Гордієнко М.І. Культури сосни звичайної в Україні / М.І. Гордієнко, В.П. Шлапак, А.Ф. Гойчук та ін. – К.: Вид-во ІАЕ, 2002. – 872 с. 5. Кайрюкштіс П.А. Оптимизация выращивания лесов в Литовской ССР / П.А. Кайрюкштіс // Научные исследования для лесов будущего. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – С. 54-70. 6. Мерзленко М.Д. Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах / М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. – 202 с. 7. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. – К.: Урожай, 1987. – 560 с. 8. Писаренко А.Н. Основные подходы к решению вопросов густоты посадки лесных культур / А.Н. Писаренко, М.Д. Мерзленко // Лесоведение. – 1979. – № 2. – С. 49-55. 9. Поляков А.К. Определение оптимальной густоты сосны в свежей субори / А.К. Поляков // Лесное хозяйство. – 1973. – № 12. – С. 14-18. 10. Рябокoнь А.П. Определение биологического оптимума густоты сосновых древостоев в условиях свежей субори / А.П. Рябокoнь // Лесоведение. – 1979. – № 3. – С. 16-23. 11. Тимофеев В.П. Влияние густоты древостоев и классов роста деревьев на формирование продуктивных насаждений / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство. – 1961. – № 10 – С. 16-21.

В.М. Гриб, В.Ю. Юхновский

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГЕОМЕТРИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОПТИМАЛЬНОЙ ГУСТОТЫ

Проанализирована продуктивность искусственных насаждений различной густоты создания. Смоделированы параметры оптимальной густоты насаждений в динамике. Для выращивания древесины с высокими техническими свойствами обосновано способ создания культур, который учитывает оптимальную густоту древостоя и пространственное равномерное размещение древесных пород не только в начале их посадки, но и во время проведения рубок ухода.

Ключевые слова: *лесные культуры, оптимальная густота, площадь питания, схемы смешения, продуктивность, рубки ухода, сосновые насаждения, равномерное размещение сеянцев.*

V.M. Gryb, V.Y. Yukhnovskyy

SPACE GEOMETRY OF ARTIFICIAL PINE STANDS OF OPTIMAL DENSITY

The productivity of artificial stands of different density has been analyzed. The parameters of optimal density of stands in dynamics have been modeled. The method of planting of artificial stands taking into account the optimal density of stand and space regular allocation of wood species not only beginning of planting but during thinning has been approved.

Keywords: *forest plantations, optimal density, nutrition area, schemes of mixture, productivity, thinning, pine stands, space allocation of seedlings.*