

УДК 630*[231+56+17 : 582.475.4](477.4/.8)

ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**П. І. Лакида***доктор сільськогосподарських наук, професор
директор ННІ лісового та садово-паркового господарства***А. Ю. Терентьєв***кандидат сільськогосподарських наук
доцент кафедри лісового менеджменту***І. Л. Алексіук****аспірант кафедри лісового менеджменту***Національний університет біоресурсів і природокористування України**

Наведено результати моделювання основних таксаційних показників модальних соснових деревостанів природного походження Полісся України. На основі динамічних класів бонітету розроблено таблиці ходу росту природних сосняків Полісся і наведено порівняльний аналіз отриманих результатів з існуючими аналогами.

Ключові слова: *сосна звичайна, хід росту, природні модальні деревостани, висота, запас, Полісся України.*

.....

Ведення лісового господарства на засадах сталого і невиснажливого ліскокористування потребує якісних планувальних робіт з використанням актуальних нормативно-довідкових матеріалів. Лісові екосистеми постійно зазнають впливу внутрішніх і зовнішніх чинників, що спричиняють їх зміни. Тому нормативно-довідкові матеріали потребують своєчасних оновлень та вдосконалень. Існуючі таблиці ходу росту нормальних деревостанів сосняків Полісся не задовольняють сучасні потреби виробництва, а зважаючи на значне поширення таких деревостанів (21,8 % лісового фонду регіону досліджень [1]), їх системне вивчення має важливе практичне значення, що обґрунтовує актуальність розробки нормативів росту модальних деревостанів.

Мета дослідження — вивчити та змодельовати хід росту модальних деревостанів сосни звичайної природного походження Полісся України.

Використання математичного моделювання для опису стану та динаміки лісових екосистем потребує значного обсягу експериментального матеріалу. Актуальним серед дослідників є використання повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» та інформації тимчасових пробних площ [3; 5; 6; 10–13]. Таке поєднання експериментальних даних дає змогу повноцінно охарактеризувати вибірку, що за обсягами подібна до генеральної

сукупності, а також отримати закономірності, властиві цій категорії деревостанів. Значний обсяг експериментальних матеріалів зменшує ймовірність виникнення випадкових похибок, що забезпечує високу точність отриманих моделей. Використання такого підходу надає можливість отримати достовірні моделі ходу росту деревостану, що можуть бути використані для прогнозування їх стану як у статистиці, так й у динаміці.

Моделювання ростових процесів, що відбуваються в природних соснових деревостанах Полісся України, здійснено на основі повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» (актуальної станом на 01.01.2011) і матеріалах тимчасових пробних площ, закладених співробітниками кафедр лісової таксації та лісовпорядкування, лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України. Для отримання математичних моделей використано методи та досвід низки дослідників, які займались моделюванням ростових процесів деревостанів [4; 5; 7; 8].

В основу групування експериментальних даних покладений динамічний показник продуктивності деревостанів, що ґрунтується на їх висоті і віку. Для відображення динаміки росту соснових деревостанів природного походження за висотою здійснено моделювання середньої висоти на основі верхніх висот із переходом до середніх, завдяки чому отримано модель ходу росту за середньою висотою:

* Науковий керівник — доктор сільськогосподарських наук, професор П.І. Лакида.

$$H = (1,1930 \cdot (1 - \exp(-0,0283 \cdot A \times (1 - \exp(-0,00078 \cdot A))))^{0,5973})^{0,9874} \times \exp(-3,0183/A) \cdot H_0, \quad (1)$$

де H — середня висота, м; A — вік, років; H_0 — середня висота деревостану в базовому віці, м.

За базову висоту деревостану прийнято величину висоти шкали М.М. Орлова у віці 100 років. Експериментальні дані перед моделюванням були згруповані за класами бонітету динамічної шкали.

Перед моделюванням середнього діаметра деревостану здійснено перевірку його зв'язку із іншими таксаційними показниками, за допомогою кореляційного аналізу. Обчислені величини дали змогу встановити тісний кореляційний зв'язок середнього діаметра із середньою висотою (0,87) і віком (0,69), а також незначний зв'язок середнього діаметра з відносною повнотою (-0,16), що характеризується зворотною залежністю між ними. За відсутності тісного кореляційного зв'язку відносно повноти і середнього діаметра деревостану враховувати її як незалежну змінну немає потреби.

Динаміку середнього діаметра (D) на основі середньої висоти та віку деревостану можна відобразити за допомогою такого математичного виразу:

$$D = 0,6225 \cdot A^{0,3443} \cdot H^{0,7616}, \quad (2)$$

Отримана модель характеризується високою точністю, адже показник детермінації рівняння становить 0,84, а результат біометричного оцінювання отриманих коефіцієнтів підтверджує їх статистичну значущість.

На відміну від динаміки середніх висот та діаметрів, запас деревостану (M) залежить від частки участі головної породи (сосни звичайної) у складі деревостану. Тому до моделі запасу деревостану слід ввести величину коефіцієнта участі сосни звичайної у складі деревостану (K) як незалежної змінної, про що свідчить коефіцієнт кореляції (0,66) між цими показниками. Моделювання запасу деревостану здійснено на основі алометричної функції, а отриману модель наведено нижче:

$$M = 1,9944 \cdot A^{-0,3294} \cdot H^{1,4540} \cdot K^{0,8185}, \quad (3)$$

Проведений кореляційний аналіз для перевірки тісноти зв'язку коефіцієнта участі сосни звичайної у складі ярусу деревостану з іншими таксаційними показниками, засвідчив про слабкий зв'язок із віком (0,26) деревостану. Виявлено також слабкий кореляційний зв'язок середньої висоти деревостану з аналізованим показником (0,20). Проведений графічний аналіз динаміки участі сосни звичайної в межах класів віку з поділом за класами бонітету, засвідчив про недоцільність використання серед-

ньої висоти деревостану в моделі. Здійснене моделювання динаміки участі головної породи (сосни звичайної) у складі ярусу від віку деревостану дало змогу отримати адекватну модель (4) з невисоким, однак значущим коефіцієнтом детермінації ($Q^2 = 0,11$):

$$K = 4,1530 \cdot K^{0,1655}, \quad (4)$$

Наступним показником, від якого істотно залежить запас деревостану, є видове число. Особливості моделювання цього показника висвітлено у попередніх дослідженнях [2], на основі яких отримано модель видової висоти деревостану (HF):

$$HF = 1,8190 + (0,3850 \cdot H), \quad (5)$$

Змодельовані таксаційні показники надають можливість шляхом нескладних математичних розрахунків отримати результати щодо: запасу деревостану, абсолютної повноти, середньої та поточної зміни запасу, кількості дерев на 1 га тощо.

Моделювання таксаційних показників частини деревостану, що вирубується під час проведення рубок формування та оздоровлення лісів, здійснено за результатами матеріалів тимчасових пробних площ. На основі сформованого масиву даних проведено розрахунки середніх величин висоти і діаметра цієї категорії деревостану. Для встановлення відношень середніх величин вирубуваної частини до відповідних ознак деревостану загалом, здійснено розрахунки редуційних чисел на основі формули (6):

$$R_X = \frac{X^{виб}}{X^{заг}}, \quad (6)$$

де R_X — редуційне число таксаційного показника; $X^{заг}$ — величина таксаційного показника деревостану в цілому; $X^{виб}$ — величина таксаційного показника вирубуваної частини деревостану.

Здійснено пошук адекватних моделей зміни редуційних чисел середньої висоти (7) та середнього діаметра (8) вирубуваної частини деревостану з віком:

$$R_H = 0,680 + 0,039 \cdot A^{0,404}, \quad (7)$$

$$R_D = 0,370 + 0,068 \cdot A^{0,437}, \quad (8)$$

де R_H — редуційне число висоти; R_D — редуційне число діаметра.

Кількість дерев вирубуваної частини визначається як різниця між кількістю стовбурів деревостану загалом за попередніх 5 років і їх кількістю на період обчислення. За допомогою цього показника і середнього діаметра цієї частини деревостану можна обчислити абсолютну повноту за відомою в математиці формулою.

Таблиця 1

Хід росту природних модальних соснових деревостанів Полісся України I класу бонітету

Вік, років	Частка породи у запасі, %	Деревостан										Частина, що вибирається						Загальна продуктивність, м ³		Загальний приріст, м ³	
		Середня висота, м	Середній діаметр, см	Кількість стовбурів, шт.	Сума площ поперечних перерізів, м ²	Видове число	Запас, м ³	Зміна запасу, м ³		Середня висота, м	Середній діаметр, см	Кількість стовбурів, шт.	Сума площ поперечних перерізів, м ²	Запас, м ³	Загальна продуктивність, м ³	Середній	Поточний				
							Середня	Поточна													
10	100	2,6	2,8	13745	8,7		25	2,5	3,7	2,0	1,6	25635	5,0	10	35	3,5	-				
	61			9146	5,8	1,085	16	1,6	2,5			14709	2,9	6	22	2,2	-				
15	100	4,5	5,0	6910	13,6		49	3,3	4,8	3,6	3,0	6835	4,7	13	62	4,1	5,3				
	65			4858	9,6	0,785	34	2,3	3,6			4288	3,0	8	42	2,8	4,0				
20	100	6,6	7,3	4126	17,4		76	3,8	5,4	5,3	4,6	2785	4,5	16	94	4,6	5,9				
	68			3015	12,7	0,662	55	2,8	4,2			1842	3,0	10	65	3,3	4,7				
25	100	8,6	9,7	2734	20,3		104	4,2	5,7	7,1	6,3	1391	4,3	18	122	4,9	6,2				
	71			2060	15,3	0,596	78	3,1	4,6			956	3,0	12	90	3,6	5,0				
30	100	10,6	12,1	1946	22,5		133	4,4	5,8	8,8	8,1	788	4,1	20	153	5,1	6,2				
	73			1503	17,4	0,556	103	3,4	4,8			557	2,9	14	117	3,9	5,2				
40	100	14,4	16,9	1139	25,6		189	4,7	5,5	12,3	12,0	321	3,6	23	212	5,3	5,8				
	76			914	20,6	0,511	151	3,8	4,9			236	2,7	17	168	4,2	5,1				
50	100	17,9	21,5	758	27,5		239	4,8	4,9	15,5	16,0	159	3,2	25	264	5,3	5,0				
	79			627	22,8	0,487	198	4,0	4,6			121	2,4	19	217	4,3	4,7				
60	100	20,9	25,8	549	28,7		283	4,7	4,2	18,4	20,0	90	2,8	26	309	5,2	4,2				
	82			466	24,3	0,472	240	4,0	4,0			70	2,2	20	260	4,3	4,0				
70	100	23,5	29,7	423	29,3		318	4,5	3,4	21,0	23,9	56	2,5	25	343	4,9	3,3				
	84			366	25,4	0,463	276	3,9	3,4			44	2,0	20	296	4,2	3,4				
80	100	25,6	33,3	341	29,6		346	4,3	2,6	23,3	27,7	37	2,2	25	371	4,6	2,5				
	86			301	26,1	0,456	305	3,8	2,8			30	1,8	20	325	4,1	2,8				

За експериментальними даними тимчасових пробних площ, здійснено моделювання видових чисел вирубуваної частини деревостану. Отримано регресійну модель виду:

$$F_B = 0,435 + \frac{0,397}{H_B} + \frac{0,607}{D_B}, \quad (9)$$

де F_B — видове число; H_B — середня висота вирубуваної частини, м; D_B — середній діаметр вирубуваної частини, см.

На основі проведених досліджень отримано таблиці ходу росту модальних природних соснових деревостанів природного походження Полісся України в діапазоні віку від 5 до 80 років, для I^c-V^b класів бонітету. Фрагмент таких таблиць для деревостанів I класу бонітету наведено в табл. 1.

Порівняння розроблених таблиць ходу росту модальних природних деревостанів Полісся України із модальними штучними дере-

востанами сосни звичайної [5] та природними деревостанами цієї породи європейської частини Євразії [9] наведено на рис. 1.

На основі проведеного порівняльного аналізу (рис. 1) можна констатувати, що природні модальні соснові деревостани Полісся мають характерні відмінності за всіма аналізованими показниками порівняно зі штучними деревостанами та природними сосняками європейської частини Євразії. Значно менше виражені відмінності між природними та штучними деревостанами Полісся України. На таку закономірність значною мірою вплинули системи рубок формування та оздоровлення лісів, а також однорідність ґрунтово-кліматичних умов регіону дослідження. Змодельовані таблиці ходу росту модальних деревостанів природного походження Полісся України мають цілком адекватні величини таксаційних показників, що дає змогу стверджувати про правдивість отриманих результатів.

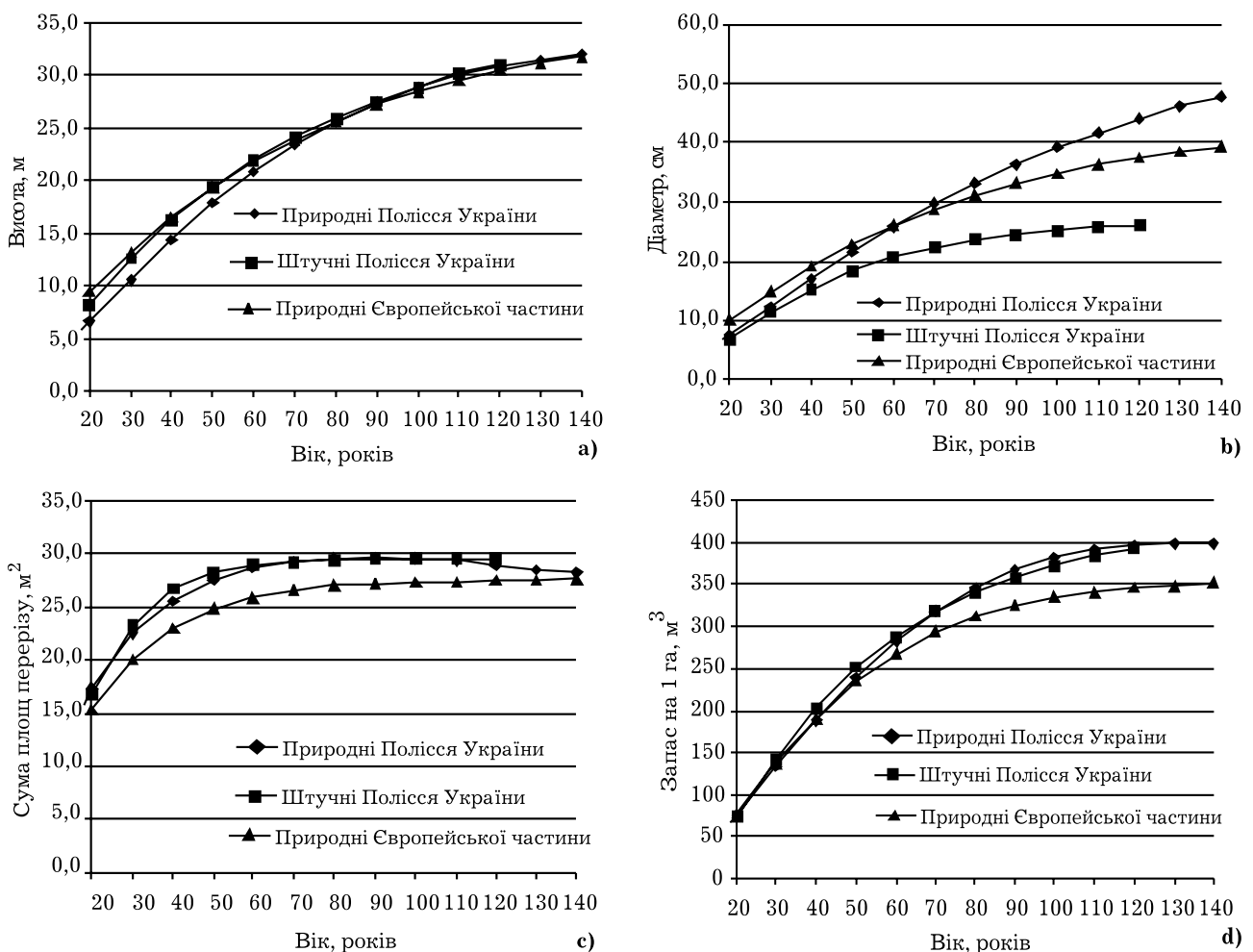


Рис. 1. Порівняння природних модальних соснових деревостанів Полісся із штучними деревостанами Полісся та природними європейської частини за середньою висотою (а), діаметром (б), абсолютною повнотою (с), запасом (д)

ВИСНОВКИ

1. Розроблено адекватну систему моделей динаміки основних таксаційних показників ходу росту модальних деревостанів природного походження Полісся України, що підтверджується статистичними критеріями оцінювання точності проведення експерименту.

2. Проведені порівняння отриманих величин таксаційних показників природних модальних соснових деревостанів з модальними деревостанами сосни штучного походження цієї природної зони свідчить про певні відмінності у динаміці росту цих деревостанів.

3. Отримані таблиці повноцінно відображають особливості росту модальних соснових деревостанів природного походження Полісся України, що надає можливість використовувати їх як нормативи.

4. Проаналізована система нормативів цієї категорії деревостанів може бути використана для опрацювання алгоритму та моделей актуалізації таксаційних показників росту природних соснових деревостанів Полісся України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Алексіюк І.Л.* Особливості зміни таксаційних показників соснових деревостанів природного походження Полісся України залежно від їхнього складу / І.Л. Алексіюк, П.І. Лакида, А.Ю. Терент'єв // Науковий вісник НУБіП України. — 2013. — Вип. 187, ч. 2. — С. 9–14.
2. *Алексіюк І.Л.* Передумови моделювання абсолютної повноти природних соснових деревостанів Українського Полісся / І.Л. Алексіюк, П.І. Лакида // Тези доповідей II Міжнародної наук.-практ. конф. молодих вчених «Актуальні проблеми науки про життя та природокористування» (16–18 жовтн. 2013). — К., 2013. — С. 39–40.
3. *Бала О.П.* Моделювання динаміки середньої висоти в модальних штучних дубових деревостанах України / О.П. Бала // Наук. вісн. УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. — Львів: УкрДЛТУ, 2002. — Вип. 12.4. — С. 136–139.
4. *Красиков И.И.* Динамика таксационных показателей модальных лиственничников в Республике Тыва [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://forest-culture.narod.ru>
5. *Лакида П.І.* Штучні соснові деревостани Полісся України — прогноз росту та продуктивності: Монографія / П.І. Лакида, А.Ю. Терент'єв, Р.Д. Васишин — К.: ФОП Майдаченко І.С., 2012. — 171 с.
6. *Миклуш С.І.* Модель росту рівнинних букових деревостанів / С.І. Миклуш // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. — Львів: УкрДЛТУ, 2008. — Вип. 18.11. — С. 122–133.
7. *Миклуш С.І.* Хід росту модальних букових культур рівнинної частини України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://archive.nbuv.gov.ua>
8. *Пастернак В.П.* Моделирование продуктивности древостоев Словацких и Украинских Карпат [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua>
9. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй. — М., 2008. — 886 с.
10. *Ткач В.П.* Моделювання ходу росту букових деревостанів Криму / В.П. Ткач, В.І. Роговий, В.П. Пастернак // Науковий вісник. — Х.: УкрНДІЛГА, 2009. — Вип. 115. — С. 80–89.
11. *Лакида П.І.* Хід росту модальних соснових деревостанів, створених на землях, що вийшли із сільськогосподарського використання [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://archive.nbuv.gov.ua>
12. Хід росту чистих модальних деревостанів м'яколистяних порід Полісся України. Наукові доповіді НУБіП. — 2011. — № 7. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://archive.nbuv.gov.ua>
13. *Васишин Р.Д.* Хід росту штучних модальних букових деревостанів в умовах Українських Карпат / Р.Д. Васишин, А.Ю. Терент'єв, О.П. Бала, О.М. Васишин // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. — Львів: УкрДЛТУ, 2013. — Вип. 23.10. — С. 14–20.