



Науковий вісник НЛТУ України  
Scientific Bulletin of UNFU

<http://nv.nltu.edu.ua>

<https://doi.org/10.15421/40280102>

Article received 09.02.2018 р.

Article accepted 28.02.2018 р.

УДК 630\*[644.2+524.4]

ISSN 1994-7836 (print)  
ISSN 2519-2477 (online)

@ ✉ Correspondence author

L. I. Kopyi

kop.l@i.ua

Л. І. Копій<sup>1</sup>, І. В. Фізик<sup>1</sup>, С. Баран<sup>2</sup>, Ю. Й. Каганяк<sup>1</sup>, С. Л. Копій<sup>1</sup>, О. А. Чаплик<sup>1</sup>, В. В. Лентяков<sup>1</sup>, Р. Б. Преснер<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Природничий університет, м. Люблін, Польща

## ДИНАМІКА ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕРЕЗОВО-СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ СВІЖОГО СОСНОВОГО БОРУ ТА ЇХ КОРОТКОТЕРМІНОВИЙ ПРОГНОЗ

Здійснено моделювання основних лісівничо-таксаційних показників для березово-соснових деревостанів в умовах свіжого соснового бору. Використання деревом площі живлення у повному обсязі є верхнім обмеженням росту у фіксований момент часу. Досягнення максимальних біометричних показників дає змогу дереву найкраще використовувати потенційну родючість ґрунту. З погляду теорії систем, деревостан, що досягає стану динамічної рівноваги, називають оптимальним, який характеризується найвищою продуктивністю. Вплив природних чинників на формування деревостанів зумовлює природний, без антропогенного втручання, розвиток лісостанів, за якого ріст і розвиток дерев забезпечується саморегуляцією. Внаслідок цього формуються динамічно зрівноважені, максимально продуктивні біологічні системи. Докладний аналіз процесів росту і розвитку деревостанів у конкретних умовах дає змогу визначати моделі короткотермінового прогнозу окремих показників деревостану для розрахунку інтенсивності та повторюваності доглядових рубань. Встановлено, що збільшення обсягу вирубуваної деревини сосни веде до зменшення запасу та істотного збільшення середнього діаметра кращих дерев. Результати прогнозу отримано для інтенсивності доглядових рубань в межах 16–30 % від запасу деревостану на контрольній пробній площі. Отримані динамічні ряди основних таксаційних показників соснових деревостанів у свіжому сосновому борі запропоновано використати як теоретичну основу для подальшого проектування доглядових рубань та формування березово-соснових насаджень із поліпшеною товарною структурою.

**Ключові слова:** березово-сосновий деревостан; короткотерміновий прогноз; модель; таксаційні показники; рубки догляду.

**Вступ.** Здатність рости є основною властивістю живих організмів. Збільшення розмірів дерева у фіксовані інтервали часу відбувається до певної межі та лімітується ґрунтово-кліматичними умовами та іншими чинниками.

Використання деревом площі живлення у повному обсязі є верхнім обмеженням росту у фіксований момент часу. Досягаючи максимально можливих розмірів, кожне з дерев найкраще використовує потенційну родючість ґрунту. З погляду теорії систем, деревостан, що досягає стану динамічної рівноваги, називають оптимальним, який характеризується найвищою продуктивністю (Antanaitis, 1971).

Отже, перший шлях формування деревостанів є природний або з мінімальним антропогенним втручанням. Ріст деревостану забезпечується саморегуляцією. Внаслідок цього формуються динамічно зрівноважені, мак-

симально продуктивні біологічні системи. Буш К. К. і Диренков С. А. та інші вчені пов'язують інтенсифікацію ведення лісового господарства з невідкладністю необхідністю вивчення зв'язків між елементами біогеоценозу і впливом різних заходів на стабільність та продуктивність деревостанів (Bush & Dyrenkov, 1977; Kahaniak, 2005a, 2005b, 2006; Kopyi, Kahaniak & Mykhailenko, 2009).

Упродовж росту деревостану антропогенний вплив проявляється у різних формах. Найактивніше змінюється структура деревостану та його продуктивність під впливом системи лісогосподарських заходів. Серед них важливу роль відіграють рубки догляду (Svyrydenko, Babich & Kyrychok, 2008; Burschel & Huss, 1997).

Метою доглядових рубань є формування бажаного складу та просторової структури деревостанів, збільшення приросту і товарності лісових насаджень та під-

### Інформація про авторів:

**Копій Леонід Іванович**, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології. Email: kop.l@i.ua

**Фізик Ігор Васильович**, канд. с.-г. наук, докторант кафедри екології. Email: dolj.ogo@gmail.com

**Баран Станіслав**, д-р с.-г. наук, професор. Email: iwona.baciurn@up.lublin.pl

**Каганяк Юліан Йосипович**, д-р с.-г. наук, професор кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Email: julij\_k@yahoo.ca

**Копій Сергій Леонідович**, канд. с.-г. наук, доцент кафедри лісівництва. Email: s.kopyi@email.ua

**Чаплик Ольга Андріївна**, ст. викладач кафедри лісівництва. Email: chaplyk@nltu.edu.ua

**Лентяков Володимир Валентинович**, асистент кафедри іноземних мов. Email: vlentiaikov@gmail.com

**Преснер Руслана Борисівна**, канд. пед. наук, асистент кафедри іноземних мов. Email: mandarinrusia@gmail.com

**Цитування за ДСТУ:** Копій Л. І., Фізик І. В., Баран С., Каганяк Ю. Й., Копій С. Л., Чаплик О. А., Лентяков В. В., Преснер Р. Б.

Динаміка таксаційних показників березово-соснових деревостанів в умовах свіжого соснового бору та їх короткотерміновий прогноз. Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 1. С. 14–19.

**Citation APA:** Kopyi, L. I., Fyzik, I. V., Baran, S., Kaganiak, Yu. J., Kopyi, S. L., Chaplyk, O. A., Lentiakov, V. V., & Presner, R. B. (2018). The Dynamics of Mensurational Indices and Their Short-Term Prediction in Birch-Pine Stands Under A<sub>2</sub> Type Conditions (Fresh Infertile Pine Site Type). *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1), 14–19. <https://doi.org/10.15421/40280102>

вищення біологічної стійкості лісів проти шкідників і хвороб. Свідоме видалення значної частини гірших дерев під час доглядових рубань формує раціональну просторово-параметричну структуру деревостанів та зменшує природний відпад у насадженнях, що дає змогу лісгосподарським підприємствам реалізувати додаткову деревину (Lapuy, 2014).

Основним засобом досягнення цієї мети є своєчасне і правильне зрідження деревостанів. Це приводить до штучного розширення площі живлення кращих дерев. Досвід лісовирощування свідчить, що регулярно зріджувані деревостани мають високу товарність та вітальність.

Отже, для прогнозування середніх таксаційних показників деревостанів у певному віці необхідно врахувати такий фактор впливу, як інтенсивність доглядових рубань, який залежить від багатьох чинників. Завищена інтенсивність рубки призводить до втрати майбутнього приросту деревостану і, як свідчать дослідження, не компенсується додатковим приростом частини деревостану, що залишається рости (Sennov, 1999; Sennov, 1983; Strochinskii, 1992).

Провели дослідження лісівничо-таксаційних показників березово-соснових деревостанів різних класів бонітету в умовах ДП "Дубенське лісове господарство". Нульовою гіпотезою передбачено встановити відмінності в таксаційних параметрах дерев сосни за різної інтенсивності доглядових рубань (Liera, 1980; Strochynskyi & Kashpor, 2010).

Загалом наші дослідження спрямовані на отримання короткотермінового прогнозу таксаційних показників молодих березово-соснових деревостанів Західного Полісся.

**Методика замірів та камерального опрацювання матеріалів дослідження.** Для кожного ступеня товщини заміряно 3–10 висот дерев для побудови теоретичної моделі залежності висоти від діаметра. З цієї метою використано лазерний висотомір Vertex IV. Зокрема, аналітичну залежність між висотами та діаметрами дерев елементу лісу описано експонентою (1).

$$H = \beta_0 \cdot \text{EXP}\left(-\frac{\beta_1}{D^{\beta_2}}\right), \quad (1)$$

де:  $H$  – середня висота, м;  $D$  – середній діаметр, см;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  – параметри рівняння залежності висоти дерев від діаметрів за ступенями товщини.

**Загальні положення прогнозу запасу.** Зокрема, методика повинна враховувати: 1) точність результату  $\pm 10$ –15%; 2) швидкість і об'єктивність вимірювання вхідних величин; 3) біологічні властивості деревної породи та умови росту; 4) адекватність і єдину методичну основу моделей прогнозу запасу; 5) визначення довірчих інтервалів прогнозу запасу та тривалості періоду ретроспекції; 6) забезпечення прогнозу на 10–20 років та тривалості періоду ретроспекції не більше 10 років; 7) однократність збирання інформації перед прогнозом.

**Перший блок** надає інформацію про величину таксаційних показників березово-соснового деревостану в оптимальному стані у динаміці та в конкретних лісорослинних умовах (потенційна продуктивність).

Середню висоту отримуємо за формулою

$$H = \left( \frac{A_1^{2,63641-0,24637 \cdot \ln(A_1)}}{A_2^{2,63641-0,24637 \cdot \ln(A_2)}} \right)^{1,00158} \cdot B. \quad (2)$$

Середній діаметр сосни описано такою моделлю

$$D = (0,7428 + 0,0069 \cdot B) \cdot 0,5^x \cdot H^{1,1751-0,0037 \cdot B}, \quad (3)$$

де  $x$  – параметр, який змінюється від -0,4500 до -0,5101, залежно від режиму зрідження. Враховуючи відомі теоретичні узагальнення, апроксимацію середнього видового числа деревостанів сосни здійснено на основі такої моделі

$$F = (5,0313 - 0,5274 \cdot H) \cdot H^{-1,5679} + 0,7427 \cdot D^{-0,1091} - x, \quad (4)$$

де  $x$  – параметр, який змінюється від 0,1860 до 0,1233.

Запас насаджень сосни описується такою моделлю

$$M = (1,8195 + 0,012B) \cdot H^{x-0,9225 \cdot \ln(H)+0,2536 \cdot \ln(H)^2-0,0277 \cdot \ln(H)^3}, \quad (5)$$

де  $x$  – параметр, який змінюється від 3,110 до 3,079.

Моделювання абсолютної повноти регулярно зріджуваних березово-соснових деревостанів до рубки здійснюємо підстановкою у формулу  $G=M \cdot (H \cdot F)^{-1}$  необхідних показників. Кількість дерев насадження розраховуємо за допомогою рекурентної формули  $N=G \cdot g^{-1}$ . Для деревостанів сосни початкова густина змінюється в межах 10 тис. шт./га.

**Другий блок** відповідно до відомого стану на момент часу ( $A$ ) реалізує вплив програми зрідження на величину таксаційних показників деревостану сосни. Очікуваним результатом є трансформація таксаційних показників деревостану з оптимальної в субоптимальну величину.

**Прогнозування середньої висоти соснових деревостанів** розпочинаємо оцінюванням зміни середньої висоти деревостану. Його основою є інформація про величину цього показника після рубки. Величина середньої висоти залежить від методу рубки. Прогноз середньої висоти здійснюють за формулою (6). Відсоток поточного приросту розраховуємо за формулою (7). Коефіцієнт корекції відсотка поточного приросту ( $\partial P_H$ ) розраховуємо за формулою (8), а параметри  $\mu, \eta, \varepsilon$  – за такими формулами:

$$H_{A+1} = \frac{H_A}{1 - 0,01 \cdot (P_H + \partial P_H)}, \quad (6)$$

$$P_H = \left( 1 - \left( \frac{A_1^{2,63641-0,24637 \cdot \ln(A_1)} \cdot 1,00158}{A_{t+1}^{2,63641-0,24637 \cdot \ln(A_{t+1})}} \right) \right) \cdot 100, \quad (7)$$

$$\partial P_H = \mu \cdot \Delta^{\eta + \varepsilon \cdot \Delta}, \quad (8)$$

$$\mu = (4,65 + 47,761 \cdot A^{-0,0177 \cdot A}) \cdot (1 - MP), \quad (9)$$

$$\eta = 0,237 \text{Exp}\left(\frac{3,157}{A}\right) + \left(31,74 - 32,049 \text{Exp}\left(\frac{0,141}{A}\right)\right) \cdot MP, \quad (10)$$

$$\varepsilon = (-2,49 - 1,922\eta) \cdot \text{Exp}\left(\frac{-2,84}{A} - 0,117A\right) - 0,407\eta - 0,07, \quad (11)$$

де:  $\Delta$  – період прогнозу (1, 2, ... років);  $MP = H_{00} \cdot H_n^{-1}$  – коригувальний коефіцієнт, який описує метод рубки.

**Алгоритм прогнозу запасу частини березово-соснового деревостану, що залишена, об'єднує чотири ітерації:**

1. У віці  $A$  задаємо запас деревостану  $M_A$  перед прогнозом, відносну повноту  $P_A$  та програму зрідження. Бонітет ( $B$ ) знаходимо із формули (2).
2. Вираховуємо відсоток поточного приросту  $P_M$  через середню висоту і бонітет за такою формулою:

$$P_M = \left( 1 - \frac{M_A}{M_{A+1}} \right) \cdot 100. \quad (12)$$

3. Зміна бонітету після зрідження одним із методів рубки спричиняє різну початкову відносну повноту  $P_A$ . На її

основі вираховано відсоток додаткового приросту для віку А за відкоректованою для сосни формулою А. А. Строчинського (Ліера, 1980). Внаслідок цього отримано такі формули:

$$\partial P_M = (1 - P) \cdot \left( -0,7087 + \frac{94,31}{A} - \frac{1548,62}{A^2} + \frac{7079,82}{A^3} \right) \cdot (9,806 - 8,55P^{4,07}), \quad (13')$$

$$\partial P_M = (1 - P) \cdot (0,361 - 0,324P + 0,7513P^2 - 0,746P^3) \cdot A. \quad (13'')$$

4. Прогнозуємо запас  $M_{A+n}$  на  $A+n$  років з урахуванням пунктів 1–3 за формулою

$$M_{A+n} = \frac{M_A}{1 - 0,01 \cdot (P_M + \partial P_M)}. \quad (14)$$

Прогнозуємо середній діаметр частини соснових деревостанів, що залишена, за формулою

$$D^{A+n} = \frac{D^A}{1 - 0,01 \cdot P_D}. \quad (15)$$

Відсоток поточного приросту середнього діаметра, з урахуванням зміни середньої висоти, відносної повноти та бонітету деревостану після зрідження, знаходимо за формулою

$$P_D = \frac{100}{n} \left( 1 - \frac{(0,6728 + 0,0069B_A) \cdot P_A^{1,4951} \cdot H_A^{x+0,0037B_A}}{(0,6728 + 0,0069B_{A+n}) \cdot P_{A+n}^{1,4951} \cdot H_{A+n}^{x+0,0037B_{A+n}}} \right), \quad (16)$$

де  $x$  – параметр, який змінюється від 0,8901 до 1,1901.

Прогноз середнього видового числа для сосни аналізованого деревостану свіжого бору проводимо за формулою

$$F = (3,436 - 1,3771 \cdot H + 0,3667H^2) \cdot H^{-1,9747} - 0,1427. \quad (17)$$

**Результати дослідження та їх обговорення.** Березово-соснові деревостани у свіжому сосновому борі характеризуються II-III класами бонітету. У межах стаціонару змінювання показника бонітету незначне та не перевищує один клас. Причиною змінювання бонітету потрібно вважати неоднорідність лісорослинних умов на окремих ділянках. Стаціонари закладено в березово-соснових деревостанах, які належать до першого класу молодняків. Середній вік деревостанів, під час здійснення початкового заміру, становив 16 років. Заміри здійснено на початку вегетаційного періоду. Повторні заміри отримано через два роки.

**Табл. 1. Таксаційна характеристика березово-соснових деревостанів на стаціонарі (перелік 2011 р.)**

Код	Порода	A	N	D	H	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	G	M	C
K <sub>1</sub> -2011	сосна	16	5908	5,5	3,9	15,3	3,3	0,5	14,0	43	10
	береза		56	7,7	4,9	8,2	5,8	1,2	0,3	1	0
	разом		5964						14,3	44	
C <sub>2</sub> -2011	сосна	16	4028	5,8	4,1	7,7	6,5	1,3	10,7	33	10
	береза		20	5,4	3,9	6,6	9,1	1,7	0,0	0	0
	разом		4048						10,7	33	
C <sub>3</sub> -2011	сосна	16	3112	6,6	4,5	7,7	6,5	1,3	10,6	34	10
	береза		80	6,0	4,2	8,2	5,8	1,2	0,2	0	0
	разом		3192						10,8	34	
C <sub>4</sub> -2011	сосна	16	2512	6,9	4,6	8,0	6,1	1,2	9,4	30	10
	береза		88	7,4	4,8	7,7	6,5	1,3	0,4	1	0
	разом		2600						9,8	31	

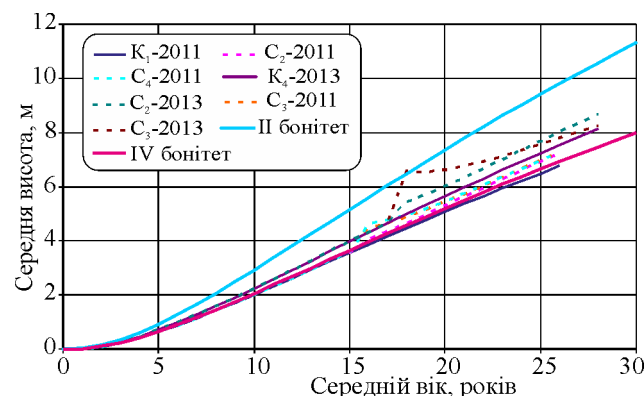
Примітки: K<sub>1</sub> – символічне позначення контрольної ділянки стаціонару; C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> – символічне позначення інших трьох частин стаціонару, на території котрих реалізовано рубки; N – кількість дерев, шт./га; C – частка деревної породи в складі деревостану, одиниць; A – середній вік деревостану, років; D – середній діаметр, см; H – середня висота елемента лісу, м;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  – параметри моделі залежності висоти від діаметра; G – абсолютна повнота елемента лісу, м<sup>2</sup>/га; M – запас елемента лісу, м<sup>3</sup>/га.

Стаціонари відрізняються як за кількістю дерев на гектарі, так і за відносною повнотою. Ці показники характеризуються різною величиною і в середині стаціонару. Докладніший підсумок таксаційної оцінки березово-соснових деревостанів на стаціонарах у ДП "Дубенське лісове господарство" у свіжому сосновому борі подано у табл. 1, 2. Особливості динаміки основних лісівничо-таксаційних показників на стаціонарах із різним режимом зрідження зображено на рис. 1–4. На рисунках позначено також граничні лінії тих бонітетів, у межах котрих змінюється величина таксаційного показника на стаціонарних пробних площах. Такі граничні лінії на рис. 1–4 є товстими, а в легенді відображається їх клас бонітету.

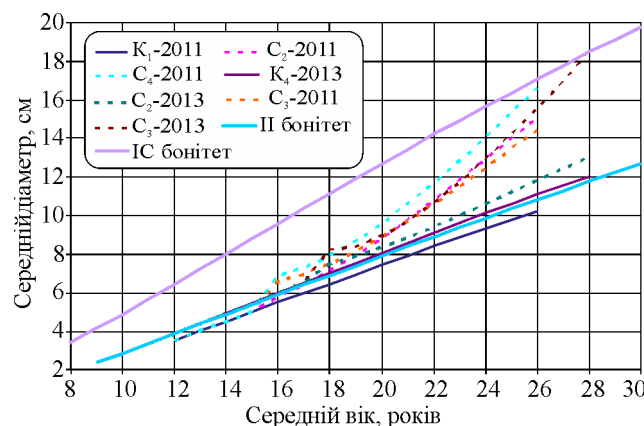
У табл. 3 наведено короткотерміновий прогноз основних лісівничо-таксаційних показників досліджених деревостанів сосни.

**Табл. 2. Таксаційна характеристика березово-соснових деревостанів на стаціонарі (перелік 2013 р.)**

Код	Порода	A	N	D	H	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	G	M	C
K <sub>4</sub> -2013	сосна	18	4872	7,1	5,0	8,6	2,8	0,8	19,0	64	10
	береза		56	7,0	4,7	25,7	3,3	0,3	0,2	1	0
	разом		4928						19,2	64	
C <sub>2</sub> -2013	сосна	18	3567	7,5	5,5	13,1	2,6	0,6	15,8	53	10
	береза		68	6,2	5,0	42,4	4,3	0,4	0,2	1	0
	разом		3635						16,0	54	
C <sub>3</sub> -2013	сосна	18	2312	8,2	6,6	12,7	2,0	0,5	12,4	45	10
	береза		136	7,7	6,4	31,0	2,7	0,3	0,6	2	0
	разом		2448						13,0	47	



**Рис. 1.** Динаміка середньої висоти соснових деревостанів у свіжих соснових борах за різної інтенсивності доглядових рубань



**Рис. 2.** Динаміка середнього діаметра соснових деревостанів у свіжих соснових борах за різної інтенсивності доглядових рубань

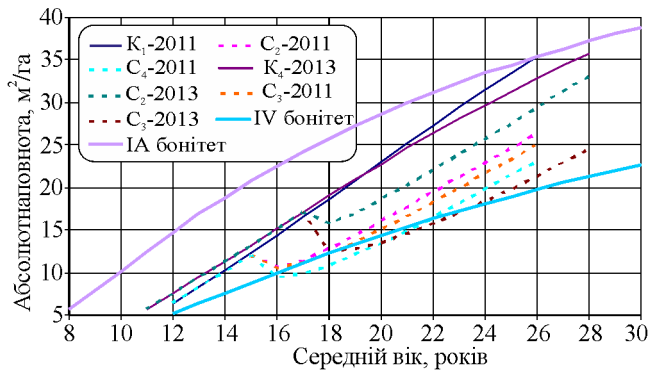


Рис. 3. Динаміка абсолютної повноти соснових деревостанів у свіжих соснових борах за різної інтенсивності доглядових рубань

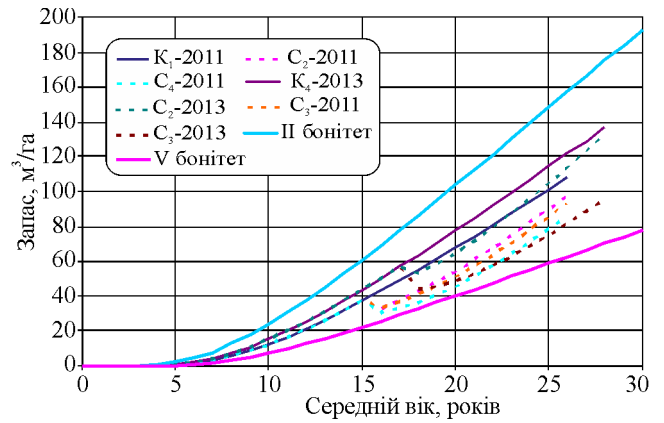


Рис. 4. Динаміка запасу соснових деревостанів у свіжих соснових борах за різної інтенсивності доглядових рубань

Табл. 3. Короткотерміновий прогноз основних лісівничо-таксаційних показників досліджених деревостанів сосни

A	H	M	D	G	N	A	H	M	D	G	N
<b>K1-2011</b>						<b>K4-2013</b>					
2	0,1	0			9665	2	0,1	0			9630
4	0,4	0			8995	4	0,5	0			8891
6	0,9	1			8325	6	1,0	2			8152
8	1,4	5			7655	8	1,6	7			7413
10	2,0	12			6985	10	2,2	15			6674
12	2,6	21	3,6	6,5	6385	12	2,9	26	3,9	7,5	6214
14	3,2	32	4,5	10,2	6280	14	3,6	37	4,9	11,2	5834
16	3,9	43	5,5	14,3	5993	16	4,3	50	6,0	15,1	5353
18	4,5	55	6,5	18,6	5638	18	5,0	64	7,1	19,0	4870
20	5,1	68	7,5	23,0	5271	20	5,7	78	8,1	22,8	4424
22	5,6	81	8,4	27,3	4918	22	6,3	92	9,1	26,3	4028
24	6,2	94	9,3	31,5	4592	24	6,9	107	10,1	29,7	3682
26	6,8	108	10,3	35,5	4296	26	7,5	122	11,1	32,9	3381
						28	8,1	137	12,1	35,8	3120
<b>C4-2011 29 %</b>						<b>C3-2013 30 %</b>					
2	0,1	0			9665	2	0,1	0			9630
4	0,4	0			8995	4	0,5	0			8891
6	0,9	1			8325	6	1,0	2			8152
8	1,4	5			7655	8	1,6	7			7413
10	2,0	12			6985	10	2,2	15			6674
12	2,6	21	3,6	6,4	6315	12	2,9	26	3,9	7,5	6214
14	3,2	32	4,5	10,0	6190	14	3,6	37	4,9	11,2	5834
16	4,6	30	6,9	9,4	2512	16	4,3	50	6,0	15,1	5353
18	5,0	36	7,9	10,8	2187	18	6,6	45	8,2	12,4	2312
20	5,5	46	9,6	13,4	1845	20	6,6	49	9,0	13,6	2148
22	6,0	57	11,7	16,4	1532	22	6,9	57	10,7	15,7	1763
24	6,6	71	14,0	19,8	1277	24	7,3	68	12,9	18,4	1409
26	7,3	86	16,6	23,2	1079	26	7,8	81	15,5	21,4	1127
						28	8,3	96	18,5	24,5	912
<b>C2-2011 24 %</b>						<b>C2-2013 16 %</b>					
2	0,1	0			9665	2	0,1	0			9630
4	0,4	0			8995	4	0,5	0			8891
6	0,9	1			8325	6	1,0	2			8152
8	1,4	5			7655	8	1,6	7			7413
10	2,0	12			6985						
12	2,6	21	3,6	6,4	6315						
14	3,2	32	4,5	10,0	6190						
16	4,1	33	5,8	10,7	4028						
18	4,7	42	7,2	12,8	3176						
20	5,3	54	8,8	16,0	2600						
22	5,9	67	10,8	19,4	2126						
24	6,6	82	12,9	22,9	1756						
26	7,2	98	15,1	26,4	1473						
2	0,1	0			9665	2	0,1	0			9630
4	0,4	0			8995	4	0,5	0			8891
6	0,9	1			8325	6	1,0	2			8152
8	1,4	5			7655	8	1,6	7			7413



A	H	M	D	G	N	A	H	M	D	G	N
10	2,0	12			6985	10	2,2	15			6674
12	2,6	21	3,6	6,4	6315	12	2,9	26	3,9	7,5	6214
14	3,2	32	4,5	10,0	6190	14	3,6	37	4,9	11,2	5834
16	4,5	34	6,6	10,6	3112	16	4,3	50	6,0	15,1	5353
18	4,9	41	7,5	12,3	2759	18	5,5	53	7,5	15,8	3567
20	5,4	51	8,9	15,0	2402	20	6,0	65	8,4	18,6	3369
22	6,0	64	10,6	18,2	2060	22	6,7	79	9,4	22,0	3145
24	6,7	78	12,5	21,6	1770	24	7,3	96	10,6	25,7	2907
26	7,3	93	14,4	25,1	1537	26	8,0	114	11,8	29,5	2679
						28	8,7	132	13,1	33,1	2469

**Висновки.** Здійснений короткотерміновий прогноз росту сосни звичайної в умовах свіжого соснового бору підтвердив істотність впливу інтенсивності та повторності рубки догляду на величину основних лісівничо-таксаційних показників деревостану.

Втрата запасу деревини сосни звичайної після рубки догляду компенсується кращим поточним приростом за середнім діаметром стовбурів, за умови збільшення інтенсивності рубки догляду до визначених меж.

За інтенсивності рубки догляду 29–30 % середній діаметр соснового деревостану тотожний за величиною середньому діаметра нормального деревостану ІС бонітету. Запас сосни при цьому зменшується до величини нормального деревостану ІV–V класів бонітету.

Загалом підвищення інтенсивності доглядових рубань на стаціонарних пробних площах показало поліпшення товарності дерев сосни у березово-соснових деревостанах свіжого соснового бору.

#### Перелік використаних джерел

- Antanaitis, V. V. (1971). Matematicheskie modeli tekushhego prirosta nekotorykh drevesnykh porod. *Lesnoe khoziaistvo*, 2, 49–51. [In Russian].
- Burschel, P., & Huss, J. (1997). *Grundriss des Waldbaus*. Berlin: Parey. 488 p.
- Bush, K. K., & Dyrenkov, S. A. (1977). Biogeotcenoticheskie osnovy ispolzovaniia lesnykh resursov. *V kn.: Optimizatsiia ispolzovaniia i vosproizvodstva lesov SSSR*, (pp. 18–32). Moscow: Nauka. [In Russian].
- Kahaniak, Yu. Yo. (2005a). Korotkotermynove prohnouzuvannia taktsatsiinykh pokaznykiv sosnovoho derevostanu. *Scientific Bulletin of UNFU*, 15(2), 29–35. [In Ukrainian].

Kahaniak, Yu. Yo. (2005b). Modyfikatsiia modelei normalnykh zapasiv ta absoliutnykh povnot dlia derevostaniv sosny zvychnoi. *Scientific Bulletin of UNFU*, 15(4), 49–54. [In Ukrainian].

Kahaniak, Yu. Yo. (2006). Prohnouz potentsiinoi produktyvnosti sosnovykh ta bukovykh derevostaniv. *Scientific Bulletin of UNFU*, 16(6), 39–45. [In Ukrainian].

Kopii, L. I., Kahaniak, Yu. Yo., & Mykhailenko, M. M. (2009). Struktura derevostaniv svizhoho sosnovoho boru Zakhidnoho Polissia. *Scientific Bulletin of UNFU*, 19(7), 7–14. [In Ukrainian].

Lavnyi, V. V. (2014). Dosvid provedennia dohliadovykh ruban v Nimechchyni. *Tezy 64-i naukovykh konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu, naukovykh pratsivnykiv, doktorantiv ta aspirantiv za pidsumkamy naukovoi diialnosti u 2013 rotsi*, (pp. 71–74). Lviv: RVV NLTU Ukrainy. [In Ukrainian].

Liepa, I. Ia. (1980). *Dinamika drevestnykh zasovov: prognozirovanie i ekologiia*. Riga: Zinatne. 172 p. [In Russian].

Senov, S. N. (1983). O metodike modelirovaniia proizvoditelnosti. *V kn.: Modelirovanie i kontrol proizvoditelnosti drevostoev*, (pp. 44–46). Kaunas. [In Russian].

Senov, S. N. (1999). *Itogi 60-letnikh nabludeniia za estestvennoi dinamikoii lesa*. Sankt-Peterburh: SPb NIILKh. 12 p. [In Russian].

Strochinskii, A. A. (1992). Metodicheskoe i normativno-informatsionnoe obespechenie sistemy regulirovaniia produktivnosti lesnykh nashchdenii na Ukraine. *Doctoral Dissertation for Agricultural Sciences* (06.03.02 – Forest management and forest taxation). Kyiv. 70 p. [In Russian].

Strochynskiy, A. A., & Kashpor, S. M. (2010). *Normativno-informatsiinyi dovidnyk z lisovoi taksatsii. Dovidnykove vydannia*. Kyiv: Derzhavnyi komitet lisovoho hospodarstva Ukrainy. 283 p. [In Ukrainian].

Svyrydenko, V. Ye. (Ed.), Babich, O. H., & Kyrychok, L. S. (2008). *Lisivnytstvo*. Kyiv: Aristei. 544 p. [In Ukrainian].

**Л. И. Копий<sup>1</sup>, И. В. Физик<sup>1</sup>, С. Баран<sup>2</sup>, Ю. Й. Каганяк<sup>1</sup>, С. Л. Копий<sup>1</sup>, О. Л. Чаплык<sup>1</sup>, В. В. Лентяков<sup>1</sup>, Р. Б. Преснер<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Національний лесотехнічний університет України, г. Львів, Україна

<sup>2</sup> Естественный университет, г. Люблин, Польша

### ДИНАМИКА ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕРЕЗОВО-СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В УСЛОВИЯХ СВЕЖЕГО СОСНОВОГО БОРА И ИХ КРАТКОВРЕМЕННЫЙ ПРОГНОЗ

Проведено моделювання основних лесоводственно-таксаційних показателів для березово-соснових деревостоев в умовах свіжого соснового бору. Використання деревом площі живлення в повному об'ємі є верхнім обмеженням росту в фіксований момент часу. Достиження максимальних біометричних показателів дає можливість дереву краще використовувати потенціальну продуктивність ґрунту. С точки зору теорії систем, деревостой, який досягає стану динамічного рівноваги, називається оптимальним і характеризується найвищою продуктивністю. Вплив природних факторів на формування деревостоев визначає природне, без антропогенного впливу, розвиток насаджень, при якому ріст і розвиток дерев відбувається саморегуляцією. В результаті цього формуються динамічно збалансовані, максимально продуктивні біологічні системи. Детальний аналіз процесів росту і розвитку деревостоев в конкретних умовах дає можливість створити моделі кратковременного прогнозу окремих показателів деревостоев, для розрахунку інтенсивності і повторності рубок догляду. Встановлено, що збільшення об'єму рубки деревини сосни веде до зменшення запасу і суттєвого збільшення середнього діаметра лучних дерев. Результати прогнозу отримані для інтенсивності рубок догляду в межах 16–30 % від запасу деревостану на контрольній пробній площі. Отримані динамічні ряди основних таксаційних показателів соснових деревостоев в свіжому сосновому бору пропонується використовувати як теоретичну основу для подальшого проектування рубок догляду і формування березово-соснових насаджень з покращеною товарною структурою.

**Ключевые слова:** березово-сосновый деревостой; краткосрочный прогноз; модели; таксаційні показателі; рубки догляду.

## THE DYNAMICS OF MENSURATIONAL INDICES AND THEIR SHORT-TERM PREDICTION IN BIRCH-PINE STANDS UNDER A<sub>2</sub> TYPE CONDITIONS (FRESH INFERTILE PINE SITE TYPE)

The ability to grow is the main feature of living organisms. An increase in the size of a tree at specific time intervals occurs to a certain point and is limited by soil and climatic conditions. When the tree uses its own growing space (feeding area) to the full extent, it is the upper limit of growth at a specific point in time. While reaching its maximum possible size, each tree makes the best use of the potential soil fertility. In terms of the systems theory, the stand which has reached a state of dynamic equilibrium is called optimal and is characterized by the highest productivity. Therefore, the first way of stand formation is a natural pathway, or with minimal human intervention. Stand growth is provided by self-regulation resulting in the formation of dynamically balanced biological systems of the maximum possible productivity. Human impacts on a stand during its growth are manifested in various ways. Stand structure and its productivity are the most rapid to change in response to silvicultural treatments among which improvement felling is significant. The essence of improvement felling is to obtain an additional merchantable timber volume with simultaneous approximation of the stand parameters to the forest management goals. A program of thinning is the main means of achieving these objectives. Further increase in tree size is obtained by stand thinning because this leads to artificial increase in growing space. The experience in forest growing shows that regularly thinned stands are composed of individuals of improved merchantability. But such stands are characterized by reduced density and smaller volumes of harvest cut. The purpose of this method of forest growing is to reduce rotation period as well as to ensure compensation for the cost of lost volume by additional increment in merchantable timber as well as timber obtained from cutting. That is why, to estimate the average indices of a stand and its wood removal volume, it is necessary to take into account influential factors such as the method of cutting, the volume of cut in relation to age. An excessive cut leads to a loss in future growth, which, as the studies have shown, is not compensated by the survivor growth. Even with the restoration of optimal stock within  $\pm 10\%$  accuracy, there is a loss in productivity due to exceeding the limit of the volume of cut. Thus, the created models, which take into consideration the above factors, make it possible to determine more accurately the annual cut. In general, the measures taken to improve the commercial-assortment structure of a stand lead to a loss in productivity and reduction in harvest cut. In course of research we have conducted observations of birch-pine stands under fresh infertile pine site type conditions (A<sub>2</sub>). The zero hypothesis implies establishing differences in mensuration parameters for pine trees in stands of varying thinning intensity. The birch-pine stands are characterized by site classes I-III in fresh infertile pine site type. Within the permanent study area, site index value fluctuations are insignificant and do not exceed one class. The cause of fluctuations in site class index values should be attributed to cutting of various intensity. The permanent study areas were established in birch-pine stands that belong to the first class of young growth. The average age of the stands was 16–17 years at the initial measurements. The measurements were made in the early growing season. Repeated measurements were made either at the end of the growing season of the same year, or two years later. The permanent study areas differ both in the number of trees per hectare and in the relative density. These parameters are characterized by different values also in the middle part of the permanent study areas. It is found that increased pine wood removal leads to a decrease in the growing stock and results in a substantial increase in the mean diameter. The prediction results were obtained for wood removal whose share ranges within 16–30 % of the growing stock on the control (reference) plot. The obtained dynamic series of main mensurational indices for pine in fresh infertile pine site type are proposed to be used as theoretical basis for further planning of thinning treatments and forming birch-pine stands of improved merchantability structure.

**Keywords:** birch-pine stand; short-term prediction; model; mensurational indices; growing stock; average height; mean diameter; site class; fresh infertile pine site type.