

3. ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ, ЛІСОКОРИСТУВАННЯ ТА ЕКОНОМІКА ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

УДК 630*56

*Клаус фон Гадов – Інститут лісовпорядкування
Георг-Август Університет, Геттінген;
М.П. Горошко, канд. с.-г. наук; М.М. Король – УкрДЛТУ*

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КРОНИ ДЕРЕВ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

За формою і величиною крони можна визначити ріст і стабільність дерева. Опрацьована модель крони для ялинового деревостану в Українських Карпатах. Дослідження базуються на матеріалах 107 модельних дерев (40 пробних площ різної інтенсивності вибірки дерев при доглядових рубаннях). Модель крони розрахована за допомогою нелінійних рівнянь, при цьому оцінюється довжина, ширина, а також бічна поверхня та її об'єм.

Ключові слова: ялиновий одновіковий деревостан, модель крони, частка крони, діаметр крони, довжина крони, бічна поверхня крони.

Klaus von Gadow¹; M.P. Horoshko²; M.M. Korol²

Quantitative description of spruce crowns in the Ukrainian Carpathian Mountains

The ability to describe the shape and size of a tree crown is an important pre-requisite for the estimation of the stability of standing forest trees. The paper describes a crown model for spruce forests in the area (field) of the Ukrainian Carpathians. The empirical data base includes altogether 107 spruce sample trees. A stem analysis was carried out for each sample tree. The sample trees were grown in 40 even-aged spruce stands which had been subjected to different thinning regimes. The non-linear model estimates crown length, crown width and crown surface area.

Key words: spruce stand, crown model, crown ratio, crown length, crown surface area.

Дерева крона є носієм асиміляційних органів хвої, листків і квітів. Вона виконує різні функції, процес дихання та фотосинтезу, що забезпечує життєдіяльність рослини, утворення й відкладання пластичних речовин, самовідтворення, газообмін з атмосферою, очищення повітря від пороку та шкідливих газів. Важливим явищем є асиміляція CO₂ і респірація, де через окислення переплетених частин стає доступною енергія, що залежить від деревної породи і величини крони.

Розмір і форми крон деревних порід є різноманітними і визначаються по-різному: за генетичними задатками, віком, просторовим положенням, за місцевими факторами (кліматичні й антропогенні) та іншими впливами. Самойлович [22] дав детальну класифікацію форм поперечних та поздовжніх перетинів крон. Він виділив 8 класів вертикальної та 4 класи форм горизонтальної проєкцій крон для основних лісотвірних порід.

¹ Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Georg-August Universität, Göttingen

² Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology, Lviv

Основними показниками крони, що характеризують її форму та розміри, необхідно вважати:

- довжину або протяжність крони — L_{kr} , м;
- діаметр крони або радіус крони — KD , м або K_r , м;
- площу поперечного перетину крони — S_k , (м);
- довжину освітленої частини крони — L_0 , (м);
- довжину затіненої частини крони — L_3 , (м);
- площу бічної поверхні — K_m , (м²);
- об'єм крони — V_{kpn} , (м³).

Важливий вплив на розвиток крони і встановлення стійкості стовбура проти вітровалу та сніговалу має метод та інтенсивність доглядових рубань [1]. При цьому знання розвитку параметрів доцільної крони є досить актуальним. Важливе значення у вирішенні цієї проблеми надається математичним моделям частки протяжності крони (CR) і діаметру крони (KD) від характеру формування насаджень. Математичні залежності, які дозволяють розраховувати довжину крони дерева, можна поділити на дві групи. До першої групи належать моделі, які оцінюють висоту прикріплення крони (KA , або kra). До цієї групи входять наступні моделі:

1. Monserud (1974) [6]

$$KA = h \cdot \exp(b_1 \cdot h^{b_2} \cdot d) \quad (1)$$

2. Biging (1995) [2]

$$KA = h \cdot \left[1 - \exp \left(- \left(b_1 + b_2 \cdot Ghag + b_3 \cdot \frac{h}{d_{0.9}} \right) \right) \right] \quad (2)$$

3. Nagel (1999) [15]

$$KA = h \cdot \left[1 - \exp \left(- \left(c_1 + c_2 \cdot \frac{h_i}{d_i} \right)^2 \right) \right] \quad (3)$$

4. Dursky (2000) для клена гостролистого [5]

$$KA = h \cdot \left(0.30 + \left[1 - \exp \left(a_1 \cdot \left(\frac{h}{d} - 0.4 \right) \right) \right] \right) \quad (4)$$

5. Pretzsch [16] запропонував наступну модель розрахунку

$$kra = h \cdot \left(1 - \exp \left(- a_0 + a_1 \cdot \frac{h}{bhd} + a_2 \cdot bhd \right) \right) \quad (5)$$

де: KA , kra — висота прикріплення крони (м); $d_{0.9}$ — діаметр стовбура на 0.9 його висоти (см); d , bhd — діаметр стовбура на рівні висоти грудей 1.3 м (см); h — висота дерева (м); G_{had} — сума площі поперечного перетину деревостану (м²); a_1 , b_1 , $c_{1,2,3}$ — коефіцієнти моделі.

Другу групу становлять моделі, які оцінюють частку крони дерева (CR). До цієї групи належать математичні рівняння Газенауера і Монзенруда [8], Штерба [19, 20]. При цьому використовувалась логістична функція розрахунку частки крони (CR) для ялини європейської, що має наступний вигляд: [19].

$$CR = \frac{1}{1 + \exp(a_0 + \sum_i a_i \cdot STO_i + \sum_j b_j \cdot Gr_j + \sum_k c_k \cdot KONK_k)} \quad (6)$$

При цьому **STO** – це ознака типу лісу, **Gr** – це величина, що охоплює ознаки дерева (діаметр $D_{1.3}$, висота дерева H та співвідношення висоти дерева і діаметра дерева h/d -значення), **KONK_k** описує конкурентний вплив дерев на основі фактора, що запропонував Краєчек [10], і суми площ поперечних перетинів грубіших дерев [21]. Модель SILVA1 розраховує параметри крони (частка крони CR і діаметр крони KD) залежно від параметрів конкуренції [17]. Розрахунок діаметра (KD) чи площі (S_k) поперечного перетину крони для солітерних дерев оцінив Лессіг [13] і Газенауер [7], Преч [16] рекомендує наступну функцію:

$$kd = \exp\left(\left(b_0 + b_1 \cdot \ln(bhd) + b_2 h + b_3 \cdot \ln\left(\frac{h}{bhd}\right)\right)\right), \quad (7)$$

де: kd – діаметр крони (м); bhd – діаметр стовбура рівні на висоті грудей 1,3 м (см); h – висота дерева (м); $b_0 \dots b_3$ – коефіцієнти функції.

Метою дослідження є розвиток моделі крони для ялинових деревостанів в умовах Українських Карпат. Модель буде описувати параметри крони (частка крони CR і діаметр крони KD), залежно від атрибутів самого дерева і деревостану, які можна практично заміряти в лісі: густота деревостану чи кількість дерев на 1 га, середній вік деревостану, діаметр і висота дерева.

Для дослідження параметра крони дерева, залежно від таксаційних ознак самого дерева та деревостану, використовувались модельні дерева ялини звичайної із 40 пробних площ, які були закладені в одновікових, чистих ялинових деревостанах Українських Карпат. Вік деревостану коливається від 14 до 70 років. На кожній пробній площі проведено суцільний перелік дерев із замірами висоти дерева для кожного ступеня товщини. Величина пробних площ залежить від віку та густоти деревостану і має площу в межах від 0.09 до 0.5 га. З кожної пробної площі було взято у середньому по 7 модельних дерев із замірами діаметра на висоті 1.3 м, загальної висоти дерева, довжини і діаметра крони, довжини світлової і затіненої частин крони, а також проведено повний аналіз ходу росту стовбура. Дані оброблялись за допомогою пакетних програм "STATISTIKA" та "EXEL".

Для аналізу моделей частки (CR) і діаметра крони (KD) між заміряними і модельними значеннями, визначались ще додаткові статистичні критерії:

- сума відхилень між фактичними і модельними значеннями прямує до 0;
- коефіцієнт детермінації (R^2) лінійного зв'язку між фактичними і модельними значеннями, де вільний коефіцієнт набуває значення $\alpha = 0$ і коефіцієнта нахилу із значенням $\beta = 1$; [9]
- адекватність моделі (θ), що описує наскільки модель несе кращу інформацію за середнє значення і розраховується за наступною формулою: [14]

$$\theta = 1 - \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}, \quad (8)$$

де: θ – адекватність моделі; y – фактичні значення величини; $\hat{y}$ – модельні значення величини; $\bar{y}$ – середні значення величини.

Адекватність моделі може набувати значення від $-\infty$ до 1. При значенні 1 означає, що модель точно описує задану закономірність між фактичними і модальними значеннями, якщо 0, то модель є не краща, за середнє значення величини, і при негативному значенні означає, що модель набагато гірша, ніж середнє значення і несе систематичну помилку.

Частка крони (CR) залежить від віку і густоти деревостану, просторового розміщення дерева в насадженні [18]. Стовбур дерева тільки в молодому віці може бути повністю окронений. Із віком відносна довжина крони (CR) зменшується. На це вказують дослідження Badoux [1], Kramer [11]. У загальному за два десятиріччя, у віці від 20-40 років, для ялини частка крони зменшується від 89 % до 39 % [4]. Тіснота зв'язку між досліджуваними ознаками наведена в табл. 1.

Табл. 1. Коефіцієнти кореляції між основними показниками насадження і стовбура ялини європейської

	Вік	К-сть стовбурів на 1 га N	Площа поперечного перетину на 1 га G (m^2)	Діаметр стовбура D (см)	Висота дерева H (м)	Співвідношення висоти і діаметра H/D (м/см)	Середній приріст за діаметром D/A (см/рік)	Середній приріст за висотою H/A (м/рік)	Параметр конкуренції BAL ($m^2/га$)	Діаметр крони дерева KD (м)	Частка крони CR
A	1,000	-0,663	0,887	0,884	0,975	0,338	0,378	0,738	0,349	0,517	-0,934
N	-0,663	1,000	-0,437	-0,691	-0,698	-0,084	-0,467	-0,656	-0,188	-0,369	0,566
G	0,887	-0,437	1,000	0,770	0,870	0,357	0,355	0,718	0,315	-0,369	-0,896
D	0,884	-0,691	0,770	1,000	0,945	-0,054	0,726	0,858	0,114	0,857	-0,754
H	0,975	-0,698	0,870	0,945	1,000	0,235	0,521	0,849	0,267	0,777	-0,889
H/D	0,338	-0,084	0,357	-0,054	0,235	1,000	-0,585	0,032	0,460	-0,565	-0,451
D/A	0,378	-0,467	0,355	0,726	0,521	-0,585	1,000	0,764	-0,185	0,446	-0,234
H/A	0,738	-0,656	0,718	0,858	0,849	0,032	0,764	1,000	0,114	0,207	-0,642
BAL	0,349	-0,188	0,315	0,114	0,267	0,460	-0,185	0,114	1,000	-0,502	-0,410
KD	0,517	0,517	-0,369	0,857	0,777	-0,502	0,446	-0,565	0,849	1,000	0,343
CR	-0,934	0,566	-0,896	-0,754	-0,889	-0,451	-0,234	-0,642	-0,410	0,343	1,000

Тісний зв'язок між собою має частка крони (CR) і висота та діаметр дерева, вік насадження, площа поперечного перетину деревостану. Крім цього, Бюргер [4], стверджує, що форма і довжина крони в насадженні варіює залежно від діаметра дерева на рівні висоти грудей, тобто із збільшенням діаметра на висоті грудей збільшується і довжина крони. Ця закономірність справджується і в наших дослідженнях, на це вказують рис. 1 і 2.

У насадженнях віком до 20 років спостерігається зворотній зв'язок, тобто із збільшенням діаметра на рівні висоти грудей частка крони зменшується і має величину, яка коливається від 0.60 до 0.95 (рис. 3). Густота деревостану у цей проміжок часу мало реагує на розвиток крони дерев. Із віком деревостан розвивається і змінюється, кількість дерев на гектарі зменшується, що спричиняється їхньою внутрішньою конкуренцією.

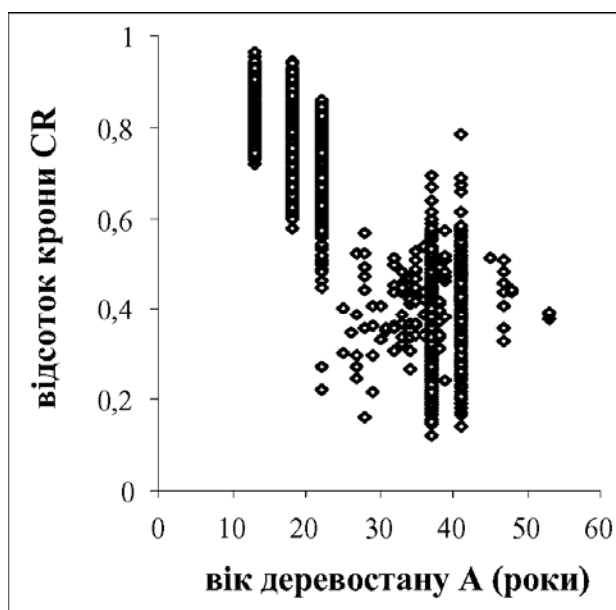


Рис. 1. Динаміка частки крони (CR) ялини європейської

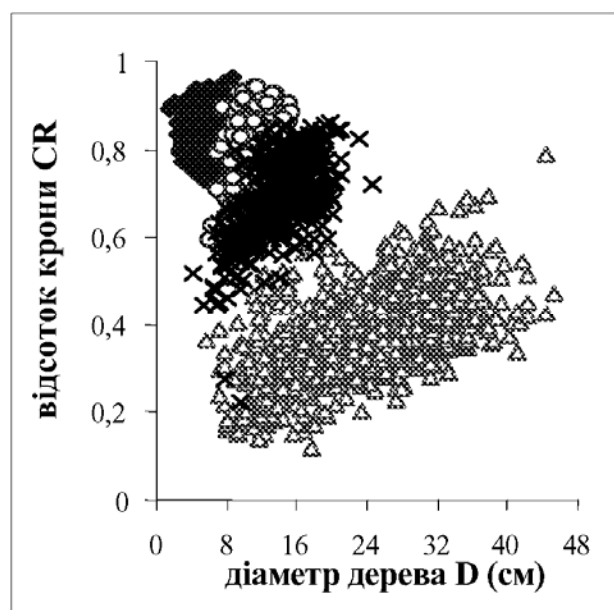


Рис. 2. Зміна частки крони (CR) залежно від діаметра дерев та віку деревостану

Починаючи приблизно із 25-річного віку, у деревостані спостерігається активний розвиток крони. Особливо необхідно звернути увагу, що довжина і форма крони істотно залежать від густоти насадження. За матеріалами досліджень, у дерев, що зростають у насадженнях низької густоти, спостерігається менший конкурентний вплив крон сусідніх дерев, частка крони (CR) є більшою (у віці 41 року коливається в межах від 0.45 до 0.70), а у густоростучих ялиниках цей показник набагато менший і набуває значення від 0.20 до 0.40 (рис. 4).

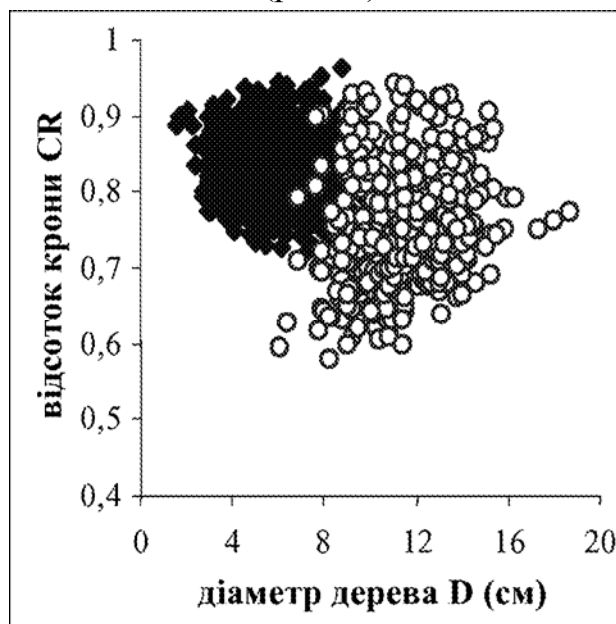


Рис. 3. Зміна частки крони (CR) ялини звичайної залежно від діаметра дерева для насадження віком до 20 років

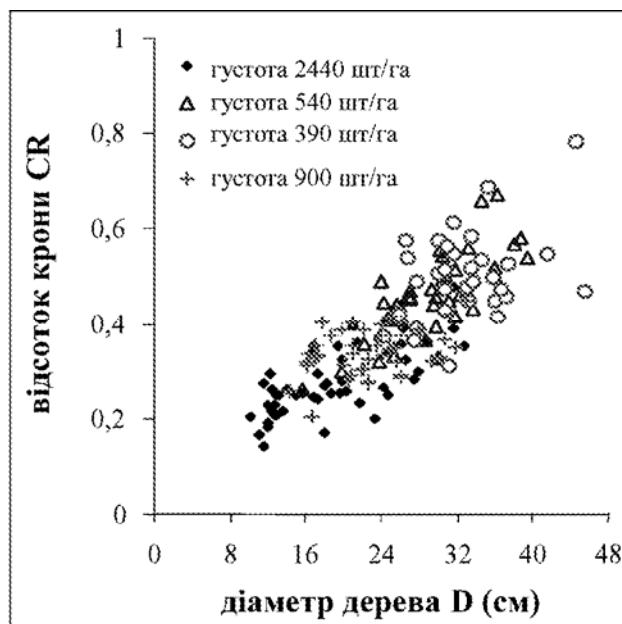


Рис. 4. Залежність частки крони (CR) ялини звичайної від густоти насадження у віці 41 року

Крім довжини крони (L_{kr}), суттєвим її показником є ширина крони (KD), яка також залежить від тих самих факторів (табл. 1). Досить тісний

зв'язок спостерігається між такими показниками як густота деревостану, конкурентний вплив (*BAL*), діаметр і висота дерева.

Залежність діаметра крони (*KD*) від основних параметрів дерева і деревостану наведено на наступних рисунках (рис. 5-10).

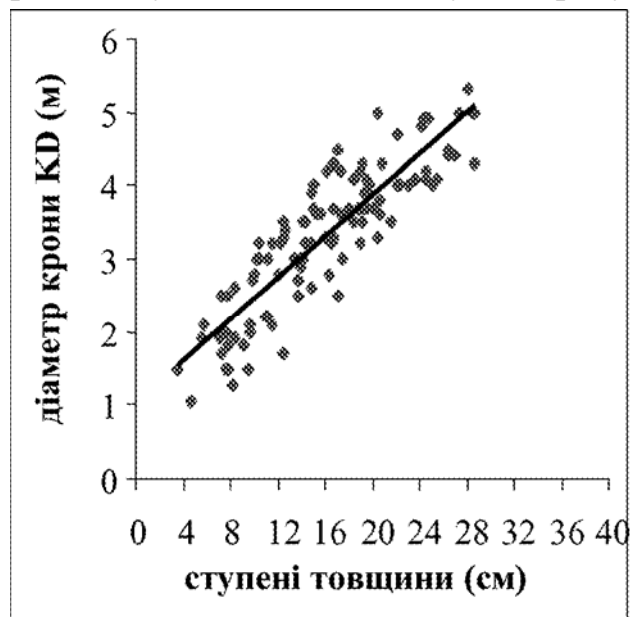


Рис. 5. Залежність діаметра крони (*KD*) ялини європейської від діаметра дерева на рівні висоти грудей

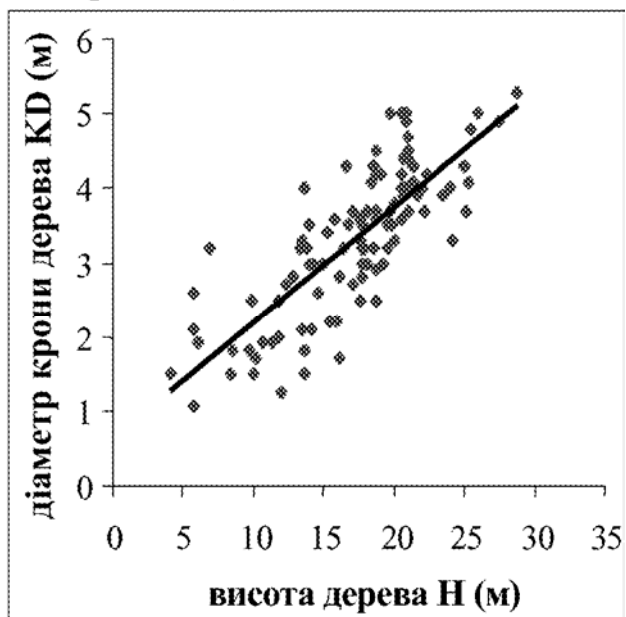


Рис. 6. Залежність діаметра крони (*KD*) ялини європейської від висоти дерева

Виходячи із даних, які надаються лісовпорядкуванням і кореляційних зв'язків між параметрами крони, параметрами деревостану і самого дерева, розрахована модель, яка дає змогу оцінити основні розміри крони.

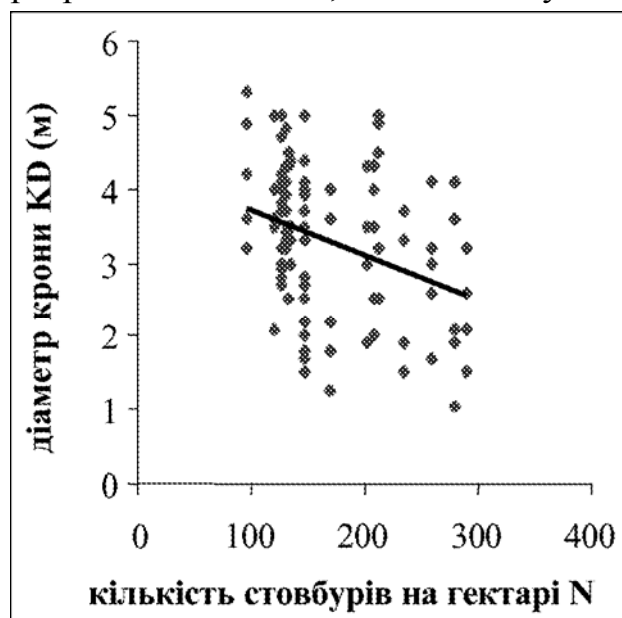


Рис. 7. Залежність діаметра крони (*KD*) ялини європейської від густоти деревостану

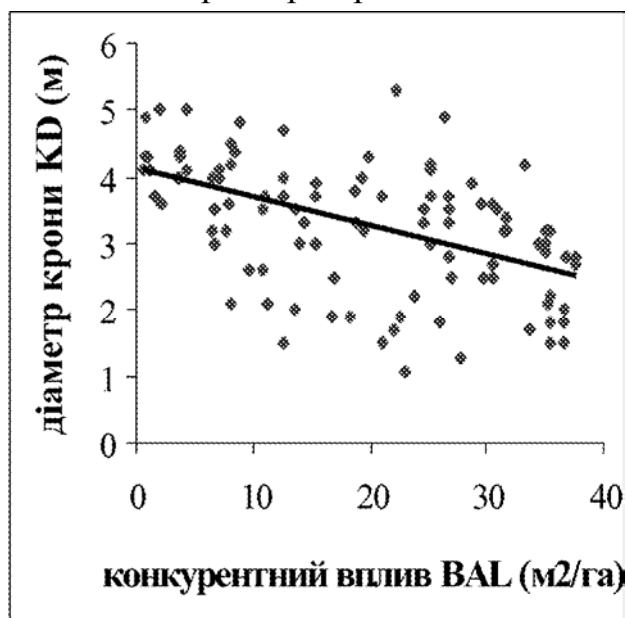


Рис. 8. Залежність діаметра крони (*KD*) ялини європейської від конкурентного впливу *BAL* ($\text{м}^2/\text{га}$)

На основі коефіцієнтів кореляції між діаметром і часткою крони з іншими параметрами (табл. 1) розраховані моделі, які дають змогу розрахувати

параметри крони. Для розрахунку долі протяжності крони використовувалась експоненціальна та логістична функції.

Оскільки частка протяжності крони (CR) набуває значення від 0 до 1, при $X \geq 0$, функція таких типів задовольняє цю умову. Для оцінки частки крони (CR) ялинового деревостану – за віком насадження – рекомендовано наступні моделі:

Вік до 20 років:

$$CR = \exp\left(-\left(b_0 \frac{N}{1000} + b_1 \frac{4G}{\pi D^2}\right)\right) \cdot \exp\left(-\left(b_2 BAL + b_3 \ln(A) + b_4 H + b_5 D + b_6 e^{\left(\frac{H}{D}\right)}\right)\right), \quad (9)$$

Вік від 21 до 70 років:

$$CR = \frac{1}{1 + \exp\left(b_0 \frac{N}{1000} + b_1 \frac{G}{A}\right) \cdot \exp\left(-\left(b_2 BAL + b_3 \ln(A) + \frac{b_4}{H} + b_5 D + \frac{b_6}{e^{\frac{H}{D}}}\right)\right)}, \quad (10)$$

де: CR – частка крони дерева; A – вік насадження, роки; G – сума площ поперечного перетину на 1 га, $\text{м}^2/\text{га}$; N – кількість стовбурів в насадженні на 1 га, шт.; H – висота дерева у насадженні, м; D – діаметр стовбура на висоті 1.3 м у насадженні, см; BAL – сума площ поперечних перетинів грубших дерев на 1 га, $\text{м}^2/\text{га}$; $b_0 \dots b_6$ – відповідні коефіцієнти моделі.

Для оцінки діаметра крони ялини європейської (KD) використовувалась експоненціальна залежність багатofакторного зв'язку між параметрами дерева і насадження, яка має наступний вигляд:

$$KD = \exp\left(b_1 + b_2 \cdot \ln(D) + b_3 \cdot \ln\left(\frac{D}{A}\right) - \left(b_4 \cdot \frac{N}{1000} \cdot \left(b_5 \cdot e^{\left(\frac{H}{D}\right)} + b_6 \cdot \ln(H) + b_7 \cdot \frac{BAL}{D}\right)\right)\right), \quad (11)$$

де: KD – діаметр крони дерева, м; G – сума площ поперечного перетину на 1 га, $\text{м}^2/\text{га}$; N – кількість стовбурів у насадженні на 1 га, шт.; H – висота дерева у насадженні, м; D – діаметр стовбура на висоті 1.3 м, см; BAL – сума площ поперечних перетинів грубших дерев на 1 га, $\text{м}^2/\text{га}$; $b_1 \dots b_7$ – відповідні коефіцієнти моделі.

Розраховані коефіцієнти моделі наведені в табл. 2.

Те, наскільки точно описує модель фактичні дані частки (CR) і діаметра крони (KD), наведено на рисунках 9-10. Проведений аналіз вказує, що запропоновані моделі достовірно описують об'єкт (ознаки крони).

На основі встановлених моделей можна визначити й інші параметри крони дерева, наприклад, площу бічної поверхні та її об'єм. Площа бічної поверхні (K_m) визначається із довжини крони ($L_{kr} = CR \cdot H$) і радіуса крони ($K_r = D_{kr}/2$) за допомогою формули, яку запропонував для ялини європейської Крамер і Акча [14].

Табл. 2. Коефіцієнти частки (CR) і діаметра (KD) крони ялинового насадження

Коефіцієнти моделей	Частка крони (CR)		Діаметр крони (KD)
	Насадження до 20 років	Насадження від 21 до 70 років	
b_0	-0,011757	0,0332	
b_1	-0,004047	0,3975	-0,082600
b_2	0,049131	-0,0016	0,564760
b_3	0,037741	-0,5542	0,138760
b_4	-0,007680	7,4225	0,228612
b_5	0,014484	-0,0452	-0,437927
b_6	0,015831	7,1099	0,613563
b_7			0,410607

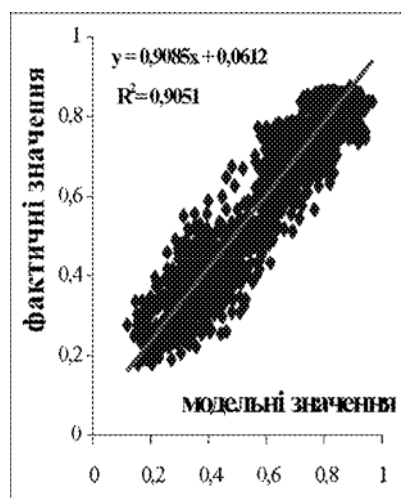


Рис. 9. Співвідношення між модельними і замірними значеннями частки крони (CR) ялинового насадження

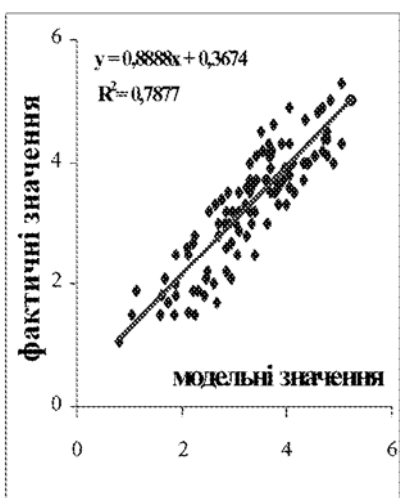


Рис. 10. Співвідношення між модельними і замірними значеннями діаметра крони (KD) ялинового насадження

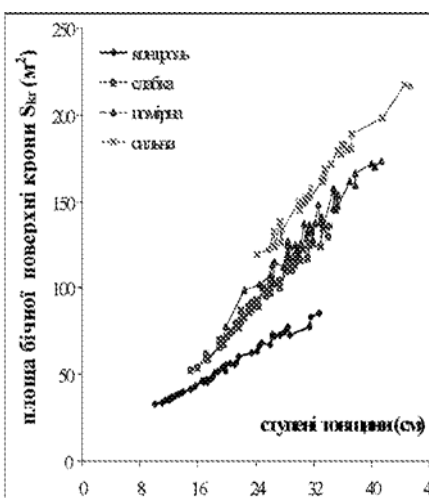


Рис. 11. Площа бічної поверхні крони S_{kr} ялинового деревостану у віці 41 рік при різній густоті формування деревостану

$$K_m = \frac{\pi K_r}{6 L_{kr}} \cdot \left[\left(4 \cdot L_{kr}^2 + K_r^2 \right)^{\frac{3}{2}} - K_r^2 \right], \quad (12)$$

де: K_m – площа бічної поверхні крони, м; K_r – радіус крони, м; L_{kr} – довжина крони, м.

Площу бічної поверхні крони, розраховану за рівнянням 12, залежно від інтенсивності формування ялинового насадження, наведено на рис. 11. Як бачимо, при проведенні сильної інтенсивності у смерековому деревостані параметри крони є більшими і ця різниця у деяких випадках становить 50 %. Виходячи із кореляційного зв'язку між об'ємом крони дерева та діаметром і довжиною крони, виведена наступна залежність:

$$V_{krn} = b_1 \cdot \left[1 - \exp \left(- \left(b_2^{\ln(L_{kr})} + b_3^{\ln(KD)} \right) \right) \right] b_4, \quad (13)$$

де: V_{krn} – об'єм крони дерева, м³; L_{krn} – довжина крони, м; KD – діаметр крони, м; $b_1 \dots b_5$ – коефіцієнти рівняння. Значення коефіцієнтів наведені в табл. 3.

Табл. 3. Значення коефіцієнтів рівняння стану об'єкта

b_1	b_2	b_3	b_4
0,12899	0,24128	0,62776	-7,22968

За допомогою рівняння (13) розраховано об'єм крони (V_{kpn}). Довжина крони (L_{kpn}) розраховується перемноженням частки крони (CR) на висоту дерева (H).

Для багаторічного планування доглядових рубань і отримання лісової продукції є вирішальним стабільність як дерева, так і деревостану в цілому. Продуктивною метою при цьому є те, щоб всі життєздатні дерева досягли свого віку стиглості і не могли випасти із деревостану через вітровал чи сніголом, тому, що це призвело б до нестабільності екосистеми. За дослідженнями Крамера встановлено, що стабільність ялинового деревостану прямо залежить від величини крони. [11]. Момент згину, що впливає на дерево через силу вітру, теж залежить від параметрів крони. [3]. Запропоновані моделі дають змогу оцінити параметри крони ялинового деревостану при проведенні доглядових рубань і формуванні деревостану залежно від інтенсивності вибірки дерев.

Література

1. **Badoux, E.** 1939: de l'influence de divers modes et degres d'eclaircie dans les hetraies pinnes. MittSchweizAFV 21,59-146.
2. **Biging, G.S., Dobbartin, M.** 1995: Evaluation of competition indices in individual tree growth models. Forest Science, 41 (2): 360-377.
3. **Brüchert, F., Becker, G.** 2000: Biegemechanische Eigenschaften von Fichten (*Picea abies* (L.) Karst.) bei unterschiedlichen Wuchsbedingungen- Grundlage zur Abschätzung der Stabilität von Bäumen gegenüber mechanischen Belastungen durch Sturm und Schnee. Forstarchiv 71, 102-111.
4. **Burger, H.** 1939: Der Kronenaufbau gleichalteriger Nadelholzbestände. Mitt SAFV 21:5-57.
5. **Ďurský, J.** 2000: Einsatz von Waldwachstumssimulatoren für Bestand, Betrieb und Großregion. Dissertation, Technische Universität München. 223 S.
6. **Ek, a. R., Monserud, R. A.** 1974: Trials with Program Forest: Growth and reproduction simulation for mixed species even-or uneven-aged forest stands. In: Fries, J. (Hrsg.): Growth Models for Tree and Stand Simulation. Royal College of Forestry, Research Notes 30: 56-73.
7. **Hasenauer, H.** 1994: Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten-Kiefern- und Buchen- Fichtenbestände. Dissertation., Universität für Bodenkultur, Wien, 150 S.
8. **Hasenauer, H., Monserud, R. A.** 1996: A crown ratio model for Austrian forests. Forest Ecology and Management 84: 49-60.
9. **Hui, G.Y.u.Gadow K.v.** 1993: Zur Entwicklung von Einheitshöhenkurven am Beispiel der Bauart Cunninghamia lanceolata. Allg.Forst-u. J. – Ztg., 164 (12): 218-220.
10. **Krajicek, J.E., Brinkman, K.A., Gingrich S.F.** 1961: Crown Competition – a measure of Density. Forest Science 7:35-42.
11. **Kramer, H.** 1962: Kronenaufbau und Kronenentwicklung gleichalter Fichtepflanzbestände. AFJZ 133, 249-256.
12. **Kramer, H., Akça, A.** 1982: Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M.
13. **Lässig, R.** 1991: Zum Wachstum von Fichtensolitären (*Picea abies* (L.) Karst.) in Südwestdeutschland. Dissertation, Freiburg, 136 S.
14. **Loague, K., Green, R. E.,** 1991: statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and Application. J. Contam. Hydrol. 7: 51-73.
15. **Nagel, J.** 1999: Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. Band 128, I.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 122 S.
16. **Pretzsch, H.** 1992: Konzeption und Konstruktion von Wachstumsmodellen für Rein- und Mischbestände. FFM 115: 332 S.
17. **Pretzsch, H.** 2001: Modellierung des Waldwachstums. Parey Buchverlag Berlin: 341 S.

18. Sterba, H. 1991: Forstliche Ertragslehre: nach Vorlesungen. Universität für Bodenkultur, Wien, 162 S.

19. Sterba, H. 1995: Prognaus – ein abstandsunabhängiger Wachstumssimulator für gleichaltrige Mischbestände. Deutscher Verband forstlicher Forschungsanstalten- Sektion Ertragskunde, 29. – 31. mai 1995 Joachimsthal, 173-183.

20. Sterba, H., Monserud, R.A. 1997: Applicability of the forest stand growth simulator PrognAus for the Austrian part of the Bohemian Massif. Ecological Modelling. 98: 23-34.

21. Wykoff, W. R. 1990: A Basal Area Increment Model for Individual Conifers in the Northern Rocky Mountains. Forest Science 36(4):1077 – 1104.

22. Самойлович Г.Г. Таксація полога насаджень// Лесная таксация. – Л.: ЛТА, 1986. – С. 47-100.

УДК 630*31:658.011.51

Проф. В.І. Парпан, д-р біол. наук;

ст. наук. співроб. В.Л. Коржов, канд. техн. наук – УкрНДІгірліс

ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЛІСОКОРИСТУВАННЯ У КАРПАТАХ

Представлено аналіз стану лісокористування в гірських лісах. Подані пропозиції щодо реальних шляхів покращення ефективності роботи лісогосподарських і лісопромислових підприємств Карпатського регіону.

Prof. V. Parpan, V. Korzhov – UMFRU

Problems of Forest Use Improvement in The Carpathians

The analysis of forest use condition in mountainous forests is given. The suggestions as for real ways of effectiveness improvement in forestry and timber enterprises of the Carpathian region are made.

Українські Карпати є унікальним природним і соціально-економічним регіоном нашої держави. Ліси Карпатського регіону – одна із найбільших лісосировинних баз України, де зосереджено понад 20 % лісового фонду нашої держави і 53 % запасів стиглих і перестиглих насаджень [1]. Карпатський регіон розташований у географічному центрі Європи і межує з п'ятьма країнами, які інтенсивно розвивають багаточисельні міждержавні взаємозв'язки у сфері економіки, політики, охорони довкілля з метою інтеграції в Європейську спільноту. У країнах ЄС вирішення проблеми ведення лісового господарства розглядається через призму багатofункціонального значення лісів із забезпеченням стабільності, якості, різноманітності деревостанів у поєднанні із щорічними доходами і можливостями зайнятості населення [2, 3]. Теперішній стан лісокористування характеризується тим, що країни європейського континенту ідуть шляхом вдосконалення способів рубань та запровадження машинізації лісозаготівельних робіт на базі створеної інфраструктури в лісах (лісові дороги, інженерні споруди, висококваліфіковані кадри, досконале лісове законодавство). Застосування лісових комбайнів та оснащених гідроманіпуляторами транспортних машин, які виконують весь комплекс лісозаготівельних робіт, повністю усуває тяжку і небезпечну працю робітників. Для гірських лісів сконструйована спеціалізована техніка, що придатна для роботи у складних рельєфних умовах. Яскравим прикладом того є створені на базі