

*The analysis of the application of environmental requirements of forest management on the international forest certification scheme Forest Stewardship Council has been done for the state forestry enterprises of Ukraine. The impact at forest management practice of certified forest management units under the implementation of FSC standard was evaluated. With a purpose to ensure key ecological requirements for biodiversity conservation and greening of forestry proposals was developed.*

***Greening forestry, forest certification, forest policy instruments, the principles of sustainable forest management.***

УДК 630\*5:582.632.1

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ГІЛОК КРОНИ ДЕРЕВ ВІЛЬХИ КЛЕЙКОЇ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

***П.І. Лакида, доктор сільськогосподарських наук  
В.І. Блищик, аспірант\****

*Уперше апробовано нову методика оцінки біотичної продукції компонентів крони дерев. Наведено статистичну характеристику модельних дерев і гілок, коефіцієнти кореляції і регресійні моделі. Отримані результати дослідження можуть бути використані для побудови регіональних бюджетів вуглецю.*

***Модельна гілка, компоненти крони, продукція, поточний приріст, коефіцієнт кореляції, модель.***

Первинна продукція – одна з найважливіших характеристик екосистеми з позицій продукційного процесу. Кількісно виражається річними величинами валової, чистої, екосистемної і біомної продукції, а її оцінка має вагоме значення для розв'язання глобальної проблеми – зміни клімату. Найчастіше ці зміни пов'язують з антропогенним збільшенням вмісту парникових газів (особливо двоокису вуглецю) в атмосфері. Тому вивчення біопродукції є необхідною і важливою частиною для побудови глобальних і регіональних бюджетів вуглецю, для моделювання клімату за різними сценаріями розвитку суспільства.

В Україні під керівництвом і за методикою П.І. Лакиди [7] за безпосередньої участі науковців його школи [2, 4–6] створено систему нормативно-інформаційного забезпечення оцінки компонентів фітомаси дерев та деревостанів головних лісотвірних деревних порід, включаючи вільху клейку [8]. Проте у загальному обсязі досліджень біопродуктивності українських лісів обмежена інформація про річну продукцію компонентів дерева (стовбур, гілки, коріння та ін.).

---

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, проф. П.І. Лакида

© П.І. Лакида, В.І. Блищик, 2013

**Мета дослідження** – вивчити продукцію гілок крони дерев вільхи клейкої Полісся України за окремими компонентами і розробити математичні моделі їх оцінки.

**Матеріали та методика дослідження.** Закладання тимчасових пробних площ (ТПП) з рубкою модельних дерев (МД) для оцінки компонентів фітомаси дерев і деревостанів здійснювалося за апробованою раніше методикою [7]. Оцінку продукції гілок крони на модельних деревах виконували з використанням удосконаленої методики [3], сутність якої полягає у виконанні таких робіт:

- крона відбраного модельного дерева ділиться на три рівних зони за довжиною: нижня, середня та верхня;
- з кожної зони відбирається по три модельних гілки (МГ) першого порядку (найбільша за діаметром і довжиною, середня та найменша);
- з МГ відділяються гілки вищих порядків, деревна зелень та зважуються;
- у гілок першого порядку вимірюється їх вік, висота прикріплення до стовбура, довжина ( $l_e$ ) та приріст ( $\Delta l_e$ ) за  $n$  років ( $n=5, 10$  років);
- залежно від довжини гілки, вона розбивається на секції (0,5 м – при  $l_e$  до 6 м; 1,0 м – при  $l_e$  від 6 до 12 м; 2,0 м – при  $l_e$  понад 12 м);
- діаметр у корі ( $d_{ук}$ ), подвійна товщина кори ( $\tau$ ) та приріст за діаметром ( $\Delta d_n$ ) вимірюються на нульовому зрізі (точці прикріплення гілки до стовбура +2–3 см) та серединах секцій;
- зважуванням визначається маса досліджуваної МГ і з її середньої частини вирізається зразок для визначення щільності деревини та кори.

**Результати дослідження.** Всього було закладено 6 ТПП у вільшнях Житомирської та Київської областей. На даних ТПП досліджено 20 МД вільхи клейкої, з яких взято 145 МГ для визначення їх продукції. На основі табличного процесора *MS Excel*, було створено спеціальну програму для обчислення абсолютного і відносного значення приростів за відомими у лісовій таксації формулами [1], оскільки уява про біотичну продукцію має багато спільного з вченням про приріст дерев і деревостанів.

Для виявлення закономірностей розподілу показників, що характеризують модельні дерева і гілки вільхи клейкої, та визначення однорідності дослідних даних було сформовано робочий масив даних і проведено їх статистичний аналіз.

Значення основних статистик (середнє арифметичне значення ( $\bar{X}$ ), середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ), асиметрія ( $A$ ) та ексцес ( $E$ )) у натуральних величинах для модельних дерев і гілок вільхи клейкої наведено в табл. 1.

Статистичний розподіл показників модельних дерев (вік ( $a$ ), діаметр на висоті 1,3 м ( $d_{1,3}$ ), висота ( $h$ ), довжина крони ( $l_{кр}$ ), відсоток поточного приросту стовбура ( $p_v^{cm}$ ) та гілок вільхи клейкої (вік ( $a^{aін}$ ) і висота прикріплення до стовбура гілок ( $h_{прикр}^{aін}$ )) не задовольняє умови нормального розподілу (значення асиметрії та ексцесу відмінні від нуля). Проте для досліджуваних показників асиметрія та ексцес не перевищують допустимих значень ( $A \leq 1,0$ ;  $E \leq 1,2$ ). Виняток становить лише висота дерева та висо-

та прикріплення до стовбура гілок, де крутість дещо перевищує критичне значення. Для маси МГ ( $m_{MG}^{зіп}$ ), маси їх деревної зелені ( $m_{Дз}^{зіп}$ ) та маси гілок вищих порядків ( $m_{зеп}^{зіп}$ ), довжини МГ ( $l_{MG}^{зіп}$ ), абсолютно сухої маси МГ ( $m_{абс.}^{зіп.}$ ) і відсотку поточного приросту МГ ( $\rho_v^{зіп.}$ ) характерна правостороння асиметрія та висока крутість. Застосувавши логарифмування досліджуваних величин, можна знизити загальну дисперсію і наблизити даний розподіл до нормального.

### 1. Статистична характеристика модельних дерев і гілок

Ознака	Значення		Статистики			
	мінімальне	максимальне	$\bar{X}$	$\sigma$	A	E
a, років	8	67	41,8	19,6	-0,391	-1,147
d, см	4,4	35,8	20,4	8,6	-0,182	-0,813
h, м	8,5	27,5	20,7	6,0	-0,479	-1,280
$l_{кр}$ , м	2,9	10,3	6,8	1,7	0,372	-0,158
$a^{зіп}$ , років	1	20	7,9	4,4	0,491	-0,663
$h_{прикр}^{зіп}$ , м	5,6	26,7	16,9	5,9	-0,285	-1,389
$m_{Дз}^{зіп}$ , кг	0,04	2,60	0,44	0,39	2,594	10,120
$m_{зеп}^{зіп}$ , кг	0,02	2,10	0,38	0,47	2,146	4,486
$m_{MG}^{зіп}$ , кг	0,01	12,30	0,77	1,34	5,894	44,244
$l_{MG}^{зіп}$ , м	0,3	7,0	2,4	1,0	1,224	3,253
$\rho_v^{зіп.}$ , %	6,4	50,0	19,6	8,2	1,535	2,839
$\rho_v^{см}$ , %	2,7	19,8	6,9	5,4	1,096	-0,393
$m_{абс.}^{зіп}$ , кг	0,02	6,68	0,52	0,9	4,955	30,895

При визначенні коефіцієнтів регресійного рівняння необхідно обов'язково враховувати кореляційні зв'язки між незалежними змінними. У табл. 2 наведена кореляційна матриця таксаційних ознак МГ з відсотком поточного приросту гілок та стовбура дерева.

### 2. Коефіцієнти кореляції таксаційних ознак модельних гілок

Ознака	$a^{зіп}$ , років	$h_{прикр}^{зіп}$ , м	$m_{Дз}^{зіп}$ , кг	$m_{зеп}^{зіп}$ , кг	$m_{MG}^{зіп}$ , кг	$l_{MG}^{зіп}$ , м	$\rho_v^{зіп.}$ , %	$\rho_v^{см}$ , %	$m_{абс.}^{зіп}$ , кг
$a^{зіп}$ , років	1	—	—	—	—	—	—	—	—
$h_{прикр}^{зіп}$ , м	0,67	1,00	—	—	—	—	—	—	—
$m_{Дз}^{зіп}$ , кг	0,68	0,38	1	—	—	—	—	—	—
$m_{зеп}^{зіп}$ , кг	0,60	-0,08	0,67	1,00	—	—	—	—	—
$m_{MG}^{зіп}$ , кг	0,59	0,19	0,57	0,76	1	—	—	—	—
$l_{MG}^{зіп}$ , м	0,70	0,29	0,59	0,56	0,78	1,00	—	—	—
$\rho_v^{зіп.}$ , %	-0,80	-0,62	-0,51	-0,59	-0,44	-0,58	1	—	—
$\rho_v^{см}$ , %	-0,73	-0,86	-0,45	0,02	-0,29	-0,47	0,79	1	—
$m_{абс.}^{зіп.}$ , кг	0,64	0,22	0,71	0,87	0,97	0,77	-0,47	-0,31	1

З аналізу цих показників робимо висновок, що для відсотка поточного приросту МГ спостерігається наявність тісного оберненого кореляційного зв'язку майже з усіма таксаційними показниками. Зв'язок найсильніший, обернений з віком гілки (-0,80) і прямий з відсотком поточного приросту стовбура дерева (0,79).

Враховуючи класичні методи лісової таксації щодо визначення поточного приросту окремих елементів лісу, подальше моделювання продукції деревини гілок крони потребує оцінки їх відносних величин – відсотків приросту як деревини гілок крони, так і їх взаємозв'язку з відсотком поточного приросту дерева. Для визначення цих зв'язків застосовується регресійний аналіз, який дозволяє прогнозувати значення однієї (залежної) змінної, відштовхуючись від значення іншої (незалежної) змінної.

Множинні регресійні рівняння відсотка поточного приросту модельних гілок дерев вільхи клейкої в насадженнях регіону дослідження та їхні коефіцієнти детермінації наведено в табл. 3.

### 3. Характеристика рівнянь відсотка поточного приросту модельних гілок дерев вільхи клейкої

Номер рівняння	Вид рівняння	Q <sup>2</sup>
1	$\rho_v^{зип} = 59,2 \cdot a^{зип -0,727} \cdot h_{прикр}^{зип 0,092}$	0,91
2	$\rho_v^{зип} = 71,1 \cdot a^{зип -0,653} \cdot I_{МГ}^{зип -0,086}$	0,91
3	$\rho_v^{зип} = 61,2 \cdot a^{зип -0,627} \cdot m_{МГ}^{зип -0,034}$	0,91
4	$\rho_v^{зип} = 8,9 \cdot \rho_v^{cm 0,479}$	0,62

Усі коефіцієнти у рівняннях 1–4 є значущими. Аналіз розподілу залишків цих рівнянь свідчить про адекватність розроблених моделей реальному процесу. Отриманні моделі придатні для розробки нормативної бази оцінки біометричних параметрів компонентів крони дерев вільхи клейкої.

### Висновки

1. Зібрані дослідні дані, репрезентативно представляють досліджувані деревостани вільхи клейкої та придатні для оцінки продукції компонентів крони даної деревної породи в Українському Поліссі.

2. Результати дослідження біопродукції вільхових деревостанів даного регіону значно поповняють наявну інформаційну базу біотичного потенціалу лісових екосистем України та сприятимуть глобальному розв'язанню проблем змін клімату.

### Список літератури

1. Анучин Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – [5-е изд., доп.]. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 550 с.
2. Лакида П. І. Біологічна продуктивність дубових деревостанів Поділля : моногр. / П.І. Лакида, А.Г. Лащенко, М.М. Лащенко. – К. : ННЦ ІАЕ, 2006. – 196 с.
3. Лакида П. І. Методологічні особливості оцінки біотичної продукції компонентів крони дерев / П. І. Лакида, Л. М. Матушевич, В. І. Блищик // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К. : ВЦ НУБіП України, 2012. – Вип. 171, ч. 2. – С. 54–60.
4. Лакида П. І. Осичники Східного Полісся України – надземна фітомаса та депонований вуглець : моногр. / П. І. Лакида, А. М. Білоус, Р. Д. Васишин. – Корсунь-Шевченківський : Майдаченко І. С., 2010. – 255 с.

5. Лакида П. І. Фітомаса березових лісостанів Українського Полісся : моногр. / П. І. Лакида, Л. М. Матушевич – К. : ННЦ ІАЕ, 2006. – 228 с.
6. Лакида П. І. Фітомаса вільшняків Західного Полісся України : моногр. / П. І. Лакида, І. В. Блищик – Корсунь-Шевченківський : Майдаченко І.С., 2010. – 237 с.
7. Лакида П. І. Фітомаса лісів України : моногр. / П. І. Лакида. – Тернопіль : Збруч, 2002. – 256 с.
8. Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси дерев головних лісотвірних порід України / Лакида П. І. та ін. – К. : ЕКО-інформ, 2011. – 192 с.

*For the first time a new method for estimation of biotic production of trees crown components are approbated. The statistical characteristics of model trees and branches, the coefficients of correlation and regression models are presented. The results of the study can be used to construct a regional carbon budgets.*

***Model branch, crown components, production, current annual increment, coefficients of correlation, model.***

*Впервые апробирована новая методика оценки биотической продукции компонентов кроны деревьев. Приведена статистическая характеристика модельных деревьев и ветвей, коэффициенты корреляции и регрессионные модели. Представлены результаты исследования могут быть использованы для оценки региональных бюджетов углерода.*

***Модельная ветвь, компоненты кроны, продукция, текущий прирост, коэффициент корреляции, модель.***

УДК 630\*56.003.12:630\*17:582.475.2 (477.75)

## **МОДЕЛЮВАННЯ НОРМАТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ КОМПОНЕНТІВ НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ ДЕРЕВОСТАНІВ СОСНИ КРИМСЬКОЇ ТА ДЕПОНОВАНОГО В НИХ ВУГЛЕЦЮ**

***П.І Лакида, доктор сільськогосподарських наук  
Г.С. Домашовець, кандидат сільськогосподарських наук  
Ю.П. Швець, здобувач\****

*Наведено результати моделювання обсягів надземної фітомаси деревостанів сосни кримської в АР Крим. Розроблено математичні залежності оцінки надземної фітомаси окремих фракцій досліджуваних деревостанів в абсолютно сухому стані та депонованого в них вуглецю.*

***Надземна фітомаса, сосна кримська, модель, тимчасові проби площі, модельні дерева, нормативи, вуглець.***

---

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

© П.І Лакида, Г.С. Домашовець, Ю.П. Швець, 2013