

11 quantity indicators for 3 criteria for sustainable forest management were assessed for forest stands of the national park. The indicators of Criterion 1 (Maintenance and Appropriate Enhancement of Forest Resources and their Contribution to Global Carbon Cycles) are following: forest area, growing stock, age structure and carbon stock. The indicators of Criterion 2 (Maintenance of Forest Health and Vitality) are trees vitality (except defoliation) and damages. The indicators of Criterion 4 (Conservation and Improvement of the Biological Diversity of the Forest Ecosystem) are forest species composition, regeneration, naturalness, introduced tree species and deadwood.

Also the indicators of Criterion 3 (Maintenance and Encouragement of Productive Functions of Forests (Wood and Non-Wood)) as increment and fellings can be estimated by means of statistical inventory.

Statistical forest inventory, criteria and indicators for sustainable forest management, national park «Gomolshanskie lesa».

УДК 630*5/6:582.632.1

УДОСКОНАЛЕНІ ТАБЛИЦІ СУМ ПЛОЩ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ ТА ЗАПАСІВ НОРМАЛЬНИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ВІЛЬХИ ЧОРНОЇ

І.П. Лакида, кандидат сільськогосподарських наук

Наведено удосконалені таблиці сум площ поперечних перерізів та запасів нормальних насаджень вільхи чорної. Аналітично обґрунтовано доцільність їх використання у практиці лісовпорядних та лісогосподарських підприємств.

Нормальні насадження, стандартні таблиці, вільха чорна, моделювання.

Ведення лісового господарства у сучасних умовах характеризується низкою особливостей: з одного боку, планування, облік і контроль використання лісових ресурсів здійснюється на основі традиційних нормативно-довідкових матеріалів, які є продуктом наукового узагальнення емпіричних даних, отриманих дослідниками при безпосередньому вивченні різноманітних характеристик та властивостей лісових насаджень. З іншого, все ширшого впровадження у повсякденні заходи в лісовій галузі отримують сучасні інформаційні технології. Це, в свою чергу, спонукає до підвищення точності та всілякого удосконалення нормативної бази лісового господарства. Потреба оновлення, як правило, визначається доступністю нових, досконаліших методів формалізації встановлених раніше залежностей, а також наявністю даних, які недостатньо коректно описуються існуючими моделями.

Одними з найширше використовуваних лісотаксаційних нормативів є таблиці сум площ поперечних перерізів та запасів деревостанів при

повноті 1,0, також знані як стандартні таблиці. Від їхньої якості залежить точність визначення таких важливих показників насаджень, як відносна повнота та запас, а відтак – обґрунтованість значного числа інтегральних характеристик лісового фонду та оптимальність розміру використання лісових ресурсів [4]. Наведені вище аргументи свідчать про актуальність розглянутого питання.

Мета досліджень – удосконалення стандартних таблиць для деревостанів вільхи чорної.

Задля досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- здійснити зіставлення чинних нормативів та фактичних даних із тимчасових пробних площ;
- зробити висновок про точність опису нормативами емпіричних даних;
- на основі даних ТПП розробити математичні моделі сум площ поперечних перерізів та запасів нормальних вільхових деревостанів;
- виконати графоаналітичне порівняння чинних нормативів та отриманих моделей.

Об'єктом дослідження є динаміка сум площ поперечних перерізів та нагромадження деревного запасу у деревостанах вільхи клейкої. *Предметом дослідження* є процеси росту і розвитку вільхових насаджень.

Матеріали та методика досліджень. Методика досліджень полягає у використанні методів нелінійного математичного моделювання задля мінімізації функції втрат модельованих параметрів порівняно із їх емпіричними значеннями. Джерелом вихідної інформації слугував масив основних таксаційних показників, отриманий шляхом агрегації даних 118 пробних площ (ПП), закладених дослідниками та співробітниками кафедр лісової таксації та лісовпорядкування (КЛТ) і лісового менеджменту (КЛМ) НУБіП України. Попередню обробку набору дослідних даних виконували за допомогою табличного процесора Microsoft Excel. Кореляційний аналіз та розроблення математичних моделей здійснювали за допомогою статистичного пакета StatSoft STATISTICA 8.

Потреба в удосконаленні моделей динаміки суми площ поперечних перерізів (G) та запасів (M) повних чорновільхових деревостанів назріла давно, оскільки актуальні нормативи недостатньо коректно описують верхню межу для аналізованого показника. Чинні нормативи базуються на дослідженнях М.В. Давидова, в основі яких лежить масив з 111 пробних площ [6]. Вони були опубліковані у 1991 році [7] і мали в основі поєднання двох математичних моделей для опису динаміки G , для висоти до 5 м і більше 5 м. Незначні зміни були внесені у 2013 році [4], очевидно, шляхом використання більш придатних математичних виразів для опису залежності зміни G від H . Однак, застосовані авторами удосконалення лише незначно вплинули на адекватність моделі. Співвідношення емпіричних даних та діючої моделі суми площ перерізів для чорновільхових деревостанів показано на рис. 1.

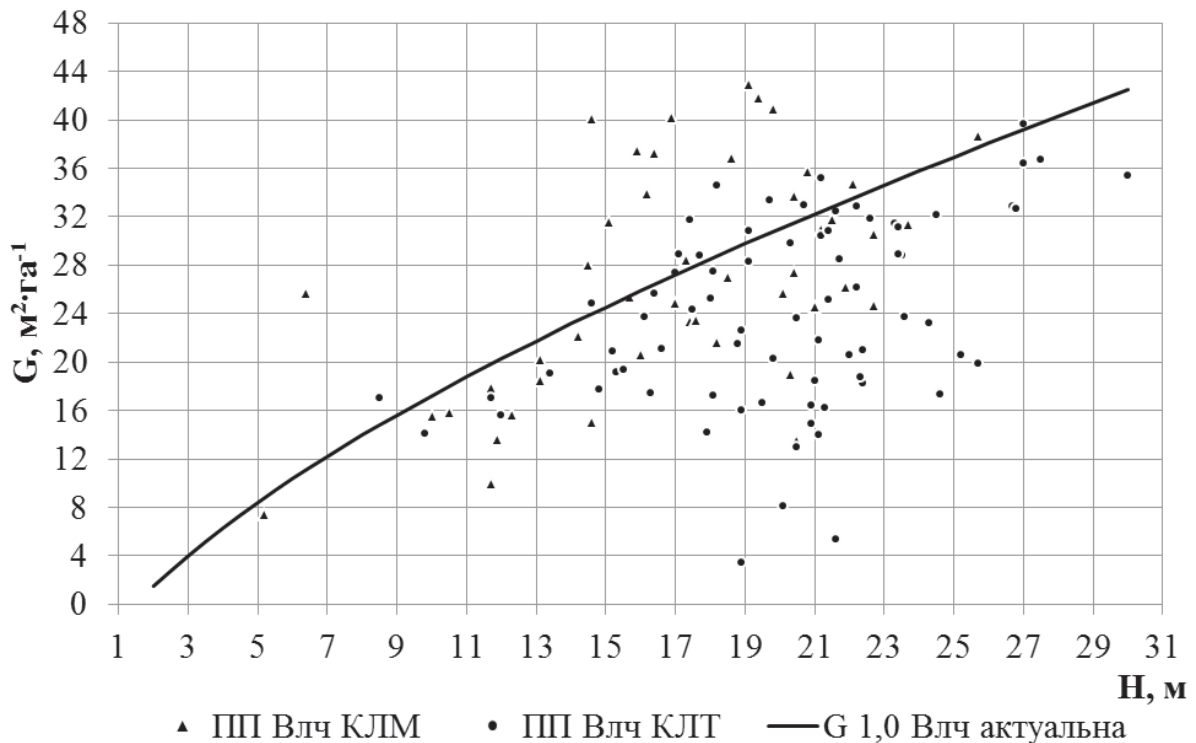


Рис. 1. Порівняння емпіричних даних пробних площ та актуальної моделі суми площ поперечних перерізів чорновільхових деревостанів

Аналізуючи рис. 1, констатуємо, що чинна модель описує залежність сум площ поперечних перерізів повних чорновільхових деревостанів від висоти некоректно, про що свідчить значна кількість точок, які знаходяться над кривою. Це спостереження та його аналіз обґрунтовують актуальність удосконалення нормативно-інформаційного забезпечення оцінювання сум площ поперечних перерізів повних чорновільхових деревостанів.

Статистичний аналіз та оцінку дослідних даних здійснено за допомогою проведення кореляційного аналізу. Розглянуто взаємозв'язок між висотою, сумою площ перерізів та класом бонітету. Кореляційну матрицю наведено у табл. 1.

1. Кореляційна матриця

Показник	Висота (H)	Сума площ перерізів (G)	Клас бонітету (B)
Висота (H)	1,00	0,33	-0,14
Сума площ перерізів (G)	0,33	1,00	-0,20
Клас бонітету (B)	-0,14	-0,20	1,00

Кореляційний аналіз свідчить про наявність прямого помірною зв'язку між ознаками G та H , а також оберненого слабкого зв'язку між ознаками G та B [3]. Таким чином, статистично є підстава для включення класу бонітету до моделі [5]. Проте, з точки зору наявних дослідних даних, зважаючи на невелику кількість (15) пробних площ, закладених у низькобонітетних насадженнях вільхи клейкої (III і нижчих класів бонітету),

встановлення залежності суми площ поперечних перерізів від двох параметрів є утрудненим.

Базуючись на результатах аналізу масиву дослідних даних, а також кореляційного аналізу, вирішено здійснювати розробку моделі залежності G від H і не включати до неї показник класу бонітету. За основу для розробки моделі суми площ поперечних перерізів повних деревостанів вільхи клейкої взято ростову функцію Берталанфі [2], яка має такий загальний вигляд:

$$y = a_0(1 - \exp(-a_1 \cdot x))^{a_2}, \quad (1)$$

де y – залежна змінна;

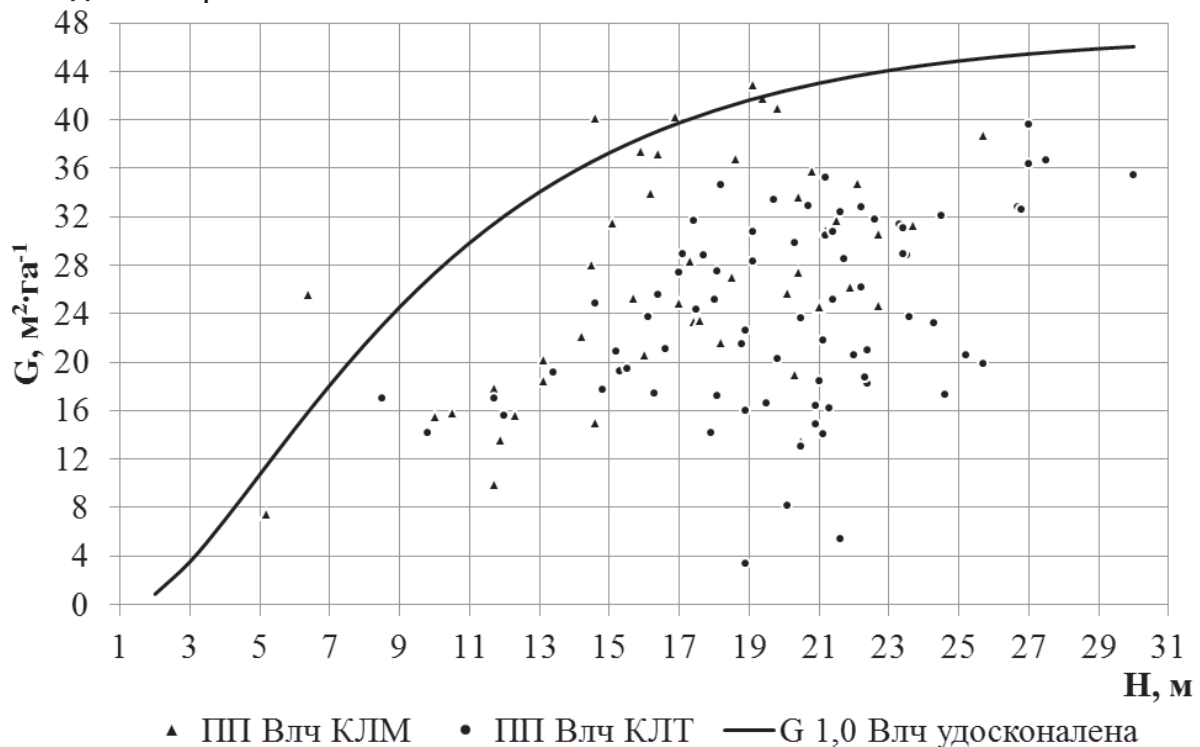
x – незалежна змінна;

a_0, a_1, a_2 – параметри регресії.

Результати досліджень. Після здійснення зміни виразу (1) шляхом внесення доданка “-1,3” до аргументу та апроксимації параметрів отриманої залежності за допомогою методу деформованого багатогранника, отримано математичну модель суми площ поперечних перерізів повних деревостанів вільхи клейкої:

$$G = 47,1054(1 - \exp(-0,1518(H - 1,3)))^{1,7504}. \quad (2)$$

Розроблена на основі набору дослідних даних модель (2) описує максимально можливі значення суми площ поперечних перерізів для 95 % деревостанів досліджуваного деревного виду. Графічну інтерпретацію співвідношення емпіричних даних пробних площ та удосконаленої моделі суми площ поперечних перерізів повних чорновільхових деревостанів наведено на рис. 2.



▲ ПШ Влч КЛМ ● ПШ Влч КЛТ — G 1,0 Влч удосконалена
Рис. 2. Порівняння емпіричних даних пробних площ та удосконаленої моделі суми площ поперечних перерізів чорновільхових деревостанів

Наведений вище рисунок свідчить про те, що удосконалена модель суми площ поперечних перерізів нормальних чорновільхових деревостанів більш коректно описує можливий максимум цієї лісотаксаційної ознаки.

Так звані “стандартні таблиці”, крім інформації про суми площ поперечних перерізів нормальних деревостанів, також містять відомості про їх запаси. При розробці нормативів запаси можуть моделюватися безпосередньо за даними пробних площ. Недоліком такого підходу є істотна мінливість запасу деревостану, який зазнає впливу значної кількості слабоформалізованих факторів. Альтернативним шляхом є моделювання залежності менш мінливого показника видового числа від висоти з подальшим обчисленням запасів нормальних чорновільхових деревостанів за класичною формулою лісової таксації.

У результаті здійснення багатоваріантного пошуку, на основі результатів досліджень М.В. Давидова [1], було розроблено математичну модель залежності видового числа (F) від середньої висоти чорновільхових деревостанів:

$$F = -0,70528 + \frac{0,92613}{H} + \frac{0,61441}{H^2} + \frac{1,13972}{H^{0,00066}} \quad (3)$$

Після обчислення запасів за класичною формулою лісової таксації та табулювання математичної моделі суми площ поперечних перерізів повних деревостанів вільхи клейкої отримано удосконалену стандартну таблицю (табл. 2).

2. Удосконалена стандартна таблиця для повних чорновільхових деревостанів

H, м	G, м ² ·га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹	H, м	G, м ² ·га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹	H, м	G, м ² ·га ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹
2	0,8	2	12	32,1	198	22	43,6	456
3	3,5	9	13	34,0	225	23	44,1	480
4	7,0	20	14	35,8	251	24	44,5	504
5	10,7	35	15	37,3	278	25	44,9	527
6	14,5	53	16	38,6	304	26	45,2	550
7	18,1	73	17	39,8	331	27	45,5	573
8	21,5	96	18	40,8	356	28	45,7	596
9	24,6	120	19	41,6	382	29	45,9	618
10	27,4	145	20	42,4	407	30	46,1	640
11	29,9	171	21	43,0	432			

Порівнюючи розроблені у ході дослідження нормативно-довідкові матеріали з актуальними за прогнозованим запасом деревостану (рис. 3), можемо стверджувати про різний характер залежності оцінюваної таксаційної ознаки від висоти деревостану. Зі зростанням висоти актуальні нормативи прогнозують зростання темпів приросту запасу, у той час, як видно із удосконаленої стандартної таблиці, після досягнення висоти 10 м, та з її збільшенням зростання запасу деревостану дещо уповільнюється. Варто зазначити, що удосконалені нормативи

прогнозують істотно вищі значення запасів нормальних деревостанів, починаючи з висоти 4 м. Таке явище пояснюється відмінним характером динаміки суми площ поперечних перерізів, яка є складовою у визначенні запасу.

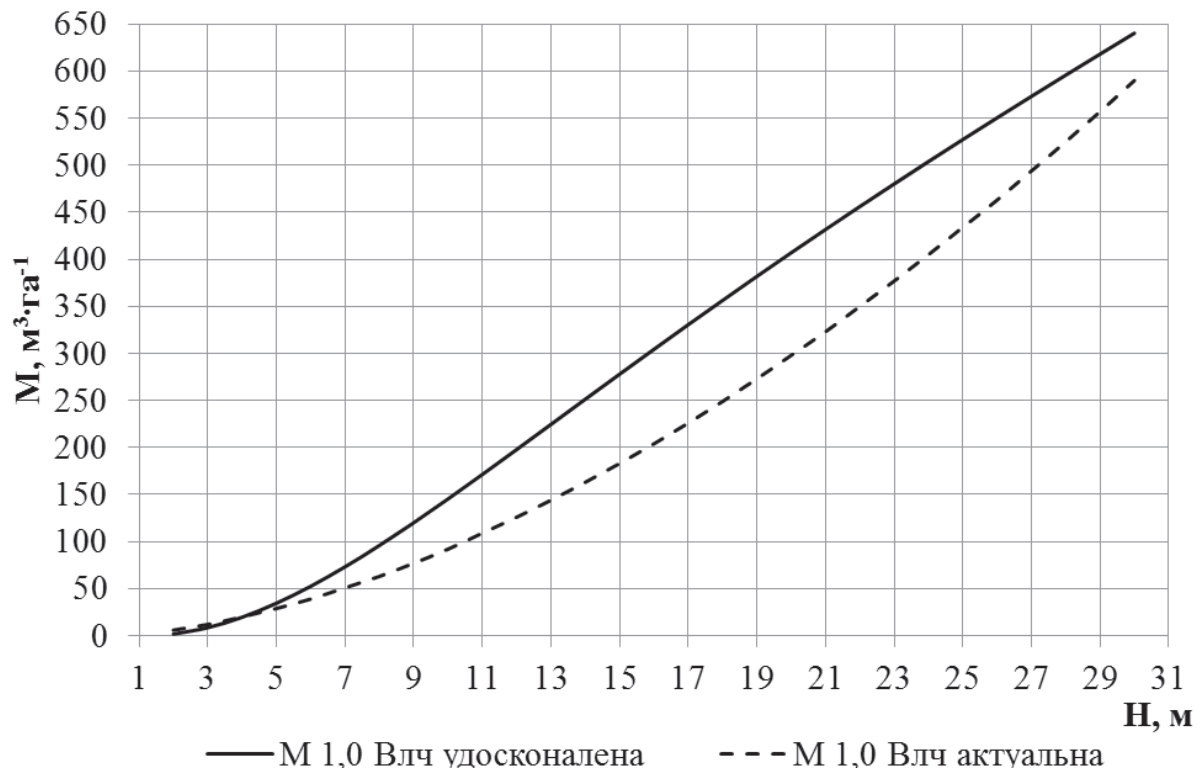


Рис. 3. Порівняння залежності запасу повних чорновільхових деревостанів від висоти згідно з актуальними та удосконаленими нормативами

Висновки

Удосконалення нормативно-інформаційного забезпечення лісової галузі є умовою, необхідною для забезпечення раціонального і невиснажливого ведення господарства. Розроблені нормативи суми площ поперечних перерізів та запасів повних чорновільхових деревостанів більш точно описують залежність максимальних значень даних таксаційних ознак від середньої висоти насадження і пропонуються до застосування в освітній, науковій та виробничій сферах галузі лісового господарства України.

Список літератури

1. Давидов М. В. Чорна вільха Європейської частини СРСР / М. В. Давидов. – К. : Вид-во УАСГН, 1960. – 116 с.
2. Кивисте А.К. Функции роста леса. Учебно-справочное пособие / А.К. Кивисте. – Тарту : Изд-во ЭСХА, 1988. – 108 с.
3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика / А.И. Кобзарь. – М. : Физматлит, 2012. – 816 с.

4. Лісотаксаційний довідник / [відп. за випуск С.М. Кашпор, А.А. Строчинський]. – К. : Видавничий дім «Вініченко», 2013. – 496 с.
5. Никитин К.Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К.Е. Никитин, А.З. Швиденко. – М. : Лесн. пром-сть, 1978. – 272 с.
6. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / [научн. ред. А.З. Швиденко, А.А. Строчинский, Ю.Н. Савич, С.Н. Кашпор]. – К. : Урожай, 1987. – 560 с.
7. Сума площ перерізів та запас деревостанів при повноті 1,0 / [відп. за випуск А.А. Строчинський]. – К. : Вид-во УСГА, 1991. – 18 с.

Приведены усовершенствованные таблицы сумм площадей поперечных сечений и запасов нормальных насаждений ольхи черной. Аналитически обоснована целесообразность их использования в практике лесоустроительных и лесохозяйственных предприятий.

Нормальные насаждения, стандартные таблицы, ольха черная, моделирование.

The paper presents improved tables of basal area sums and growing stocks of fully stocked black alder stands in Ukraine. Analytical justification for their use in practice of forest inventory and state forest enterprises is provided.

Fully stocked stands, “standard” tables, black alder, modeling.

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

НАДЗЕМНА ФІТОМАСА ТА ДЕПОНОВАНИЙ ВУГЛЕЦЬ ДЕРЕВ СОСНИ КРИМСЬКОЇ У КРИМУ

***П.І. Лакида, доктор сільськогосподарських наук
Р.Д. Васишин, Г.С. Домашовець, кандидати
сільськогосподарських наук
Ю.П. Швець, здобувач****

Наведено результати розробки нормативно-інформаційного забезпечення для оцінки кількісних параметрів надземної фітомаси дерев сосни кримської в Криму. Запропоновано алгоритм створення нормативно-довідкових таблиць, що відображають фітомасу таких компонентів як стовбур у корі, деревина стовбура, кора стовбура, хвоя, деревина та кора гілок корони, який базується на результатах математичного моделювання їх кількісних об'ємних і вагових параметрів та оцінки їх якісних показників. Розроблені в процесі роботи нормативи дозволяють здійснювати оцінку обсягів фітомаси та депонованого в ній вуглецю для

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

© П.І. Лакида, Р.Д. Васишин,
Г.С. Домашовець, Ю.П. Швець, 2014