

составлять 4–10 т·га<sup>-1</sup> абсолютно сухого вещества. В структуре мортмасы лесной подстилки более 80 % абсолютно сухого вещества приходится на опад листьев. Установлены особенности динамики мортмасы подстилки березовых насаждений с изменением основных таксационных показателей. Разработаны математические модели конверсионных коэффициентов для оценки мортмасы подстилки березовых лесов.

**Ключевые слова:** мортмасса, береза, средний диаметр, средняя высота, лесная подстилка, мелкие ветки, опад листьев, деструкция.

*There is pursued the analysis of forest litter research. Processed methodical approaches to the assessment of quantitative indicators of litter in birch forests. Carried out an experimental evaluation of litter in birch forests of Chernihivschyna. The birch forest litter mortmass may be 4–10 t·ha<sup>-1</sup> of absolutely dry matter. There is in the structure of mortmass forest litter more than 80% of absolutely dry matter accounts for defoliation. The features of the dynamics of mortmass birch litter with change of basic taxation indices are elucidated. Mathematical models of conversion factors for the assessment of birch forests litter mortmass in Chernihivschyna.*

**Key words:** mortmass, birch, average diameter, average height, litter, twigs, leaf litter, destruction.

УДК 630\*51:582.475.4

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТАБЛИЦІ СУМ ПЛОЩ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ ТА ЗАПАСІВ ПОВНИХ ДЕРЕВОСТАНІВ СОСНИ КРИМСЬКОЇ**

***І. П. Лакида, кандидат сільськогосподарських наук***

*Наведено пропозиції щодо вдосконалення таблиці сум площ поперечних перерізів та запасів нормальних насаджень сосни кримської, розроблені на основі даних 67 пробних площ, закладених у південних регіонах України. Аналітично обґрунтовано доцільність їх використання у практиці лісовпорядних та лісогосподарських підприємств.*

***Ключові слова:*** повні деревостани, стандартні таблиці, сосна кримська, моделювання.

Важливі виклики та невизначеності, що постають перед лісовою галуззю України у світлі антропогенно спричинених змін умов навколишнього середовища, потребують наявності сучасного, детального й досконалого нормативно-інформаційного супроводу задля гарантування адекватної та своєчасної реакції на них. Зокрема це стосується

різноманітних лісотаксаційних нормативів, які повинні базуватися на надійних даних, використанні сучасних методів їх опрацювання та застосуванні новітніх інформаційних технологій. Потреба в їх оновленні, як правило, визначається змінами умов довкілля, наявністю розширених даних, а також доступністю нових, досконаліших методів формалізації встановлених раніше залежностей.

У повсякденній практиці лісогосподарських підприємств одними з базових і найчастіше використовуваних лісотаксаційних нормативів є таблиці сум площ поперечних перерізів та запасів деревостанів при повноті 1,0, також відомі як стандартні таблиці. Якість цього нормативно-інформаційного забезпечення безпосередньо впливає на точність визначення таких важливих показників насаджень, як відносна повнота та запас, від яких залежить обґрунтованість значного числа комплексних характеристик лісового фонду та оптимальність розміру використання лісових ресурсів [3]. Наведені аргументи розкривають актуальність даного питання.

**Мета досліджень** – розроблення пропозицій щодо вдосконалення стандартних таблиць для деревостанів сосни кримської.

Задля досягнення означеної мети було сформульовано такі **завдання**:

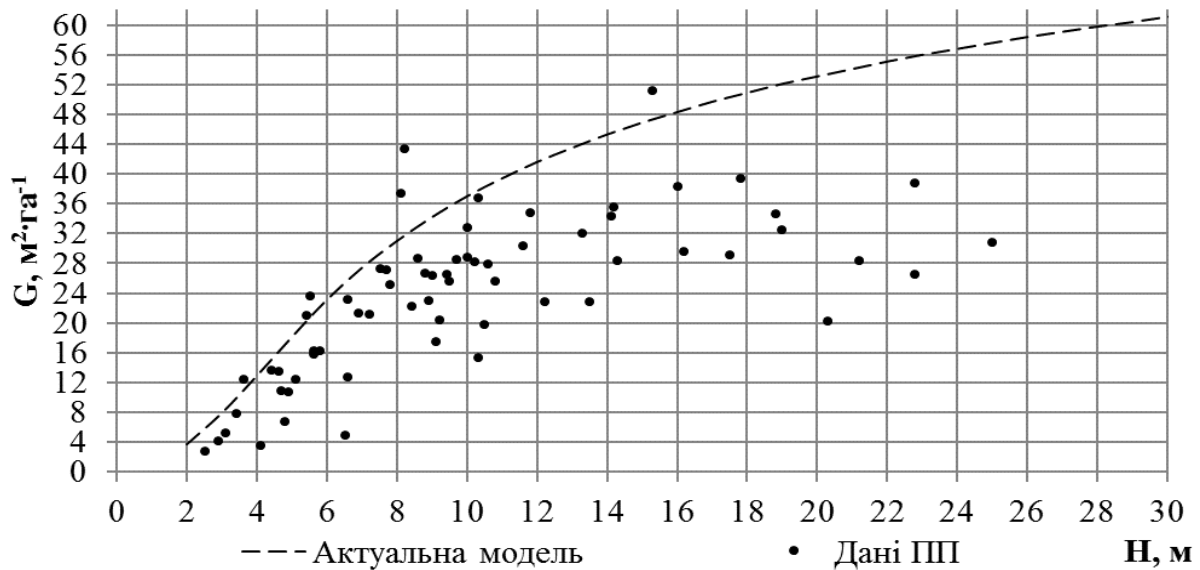
- здійснити зіставлення чинних нормативів та фактичних даних із тимчасових пробних площ;
- зробити висновок про точність опису актуальними нормативами емпіричних даних;
- на основі даних ТПП розробити математичні моделі сум площ поперечних перерізів та запасів нормальних деревостанів сосни кримської;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

Об'єктом дослідження є динаміка сум площ поперечних перерізів та нагромадження деревного запасу у деревостанах сосни кримської. Предметом дослідження є процеси росту й розвитку насаджень досліджуваного деревного виду.

**Матеріали та методика досліджень.** Методика досліджень полягає у використанні методів нелінійного математичного моделювання задля мінімізації функції втрат модельованих параметрів, порівняно з їх емпіричними значеннями. База вихідної інформації для проведення дослідження сформована за даними 67 пробних площ (ПП), закладених науковцями Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького В. І. Фоміним на Олешківських пісках [5] (51 ПП) та Ю. П. Швецем у Криму [6] (16 ПП). Попереднє опрацювання набору дослідних даних виконували за допомогою табличного процесора Microsoft Excel. Кореляційний та дисперсійний аналіз, а також розроблення математичних моделей здійснювали за допомогою статистичного пакета StatSoft STATISTICA 10.

Чинні нормативи суми площ поперечних перерізів та запасів повних

деревостанів сосни кримської було вперше опубліковано у 2013 році [3]. Співвідношення емпіричних даних ПП та діючої моделі суми площ перерізів для нормальних деревостанів сосни кримської показано на рис. 1.



**Рис. 1. Порівняння емпіричних даних пробних площ та актуальної моделі суми площ поперечних перерізів повних деревостанів сосни кримської**

Аналізуючи рис. 1 констатуємо, що чинна модель описує верхню межу сум площ поперечних перерізів повних деревостанів сосни кримської, проте, в умовах південних регіонів України така межа виглядає дещо завищеною, про що свідчить взаємне розміщення кривої, яка символізує актуальну модель та точок – даних ПП. Це спостереження свідчить на користь актуальності вдосконалення нормативно-інформаційного забезпечення визначення сум площ поперечних перерізів нормальних деревостанів сосни кримської.

Статистичний аналіз та оцінку дослідних даних здійснено за допомогою проведення кореляційного аналізу. Розглянуто взаємозв'язок між висотою, сумою площ перерізів та класом бонітету. Встановлено статистичну підставу для включення класу бонітету до моделі при її вдосконаленні, утім, за браком достатньої кількості дослідних даних, встановлення залежності суми площ поперечних перерізів від двох параметрів виглядає недоцільним [4].

Ґрунтуючись на результатах аналізу масиву дослідних даних, а також кореляційного аналізу, як базового для моделювання залежності суми площ поперечних перерізів від висоти використано наступне рівняння, основою якого є ростова функція Берталанфі [1]:

$$G = a_0(1 - \exp(a_1 \cdot (H - 1,3)))^{a_2}, \quad (1)$$

де  $G$  – сума площ поперечних перерізів деревостану (залежна змінна);

$H$  – середня висота деревостану (незалежна змінна);

$a_0, a_1, a_2$  – параметри регресії.

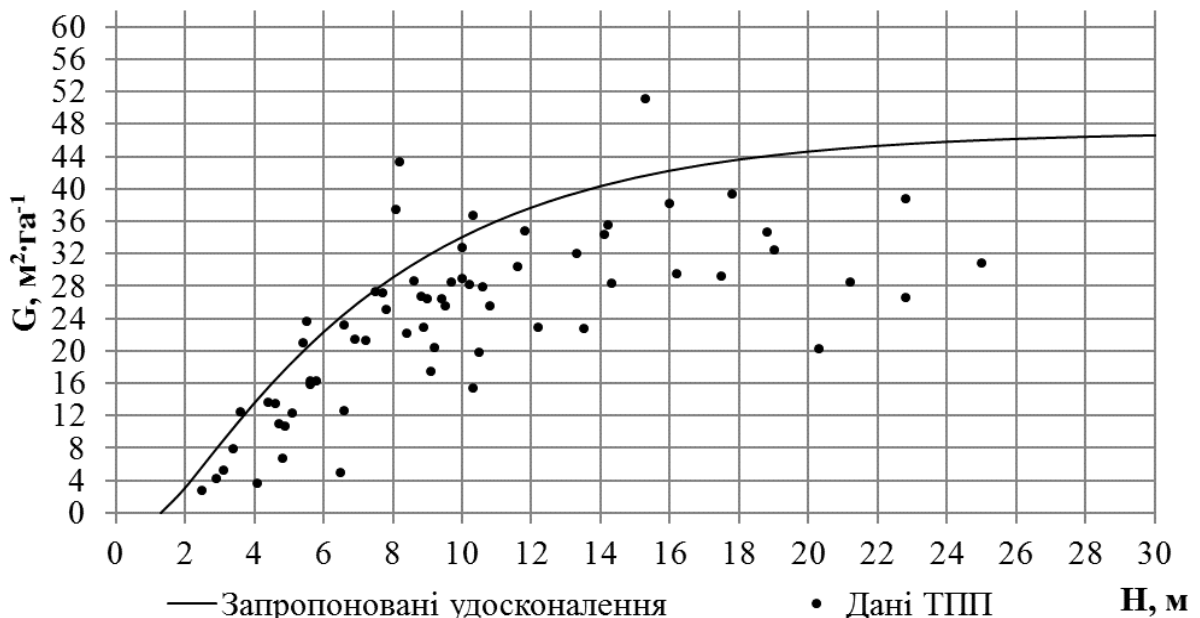
**Результати досліджень.** У результаті багатоваріантного пошуку

шляхом апроксимації емпіричних значень досліджуваного таксаційного показника встановлено числові значення коефіцієнтів регресії вищенаведеного виразу (табл. 1).

**1. Значення коефіцієнтів регресії моделі суми площ поперечних перерізів нормальних деревостанів сосни кримської**

Коефіцієнт	$a_0$	$a_1$	$a_2$
Числове значення	47,034	-0,169	1,238

Апроксимацію було виконано з використанням симплекс-методу [2]. Розроблена на основі набору дослідних даних модель описує максимально можливі значення суми площ поперечних перерізів для 95 % деревостанів досліджуваного деревного виду в умовах півдня України. Графічну інтерпретацію співвідношення емпіричних даних пробних площ та вдосконаленої моделі суми площ поперечних перерізів повних деревостанів сосни кримської наведено на рис. 2.



**Рис. 2. Порівняння емпіричних даних пробних площ та вдосконаленої моделі суми площ поперечних перерізів нормальних деревостанів сосни кримської**

Наведений вище рисунок свідчить про те, що розроблена під час дослідження модель суми площ поперечних перерізів нормальних деревостанів сосни кримської більш коректно описує можливий максимум цієї лісотаксаційної ознаки.

Стандартні таблиці містять інформацію не лише про суми площ поперечних перерізів нормальних деревостанів, а й про їх запаси. Прийнятним, з точки зору точності та надійності отриманого результату є підхід, який передбачає розроблення моделі, що описує залежність видового числа від висоти і подальше обчислення запасу деревостану за класичною формулою лісової таксації. Перевагою такого способу є

мінімізація впливу на кінцевий результат слабоформалізованих факторів антропогенного походження [4].

Задля реалізації названого алгоритму дій, на основі масиву дослідних даних було здійснено багатоваріантний пошук, результатом якого стала розроблена математична модель залежності видового числа ( $F$ ) від середньої висоти деревостанів сосни кримської:

$$F = -0,489 + \frac{2,963}{H^{1,557}} \cdot (2)$$

Після обчислення запасів за класичною формулою лісової таксації та табулювання математичної моделі суми площ поперечних перерізів повних деревостанів сосни кримської отримано вдосконалену стандартну таблицю (табл. 2), згідно з якою, показники  $G$  та  $M$  є істотно нижчими за рівних значень середньої висоти, ніж за чинними нормативами.

## 2. Удосконалена стандартна таблиця для повних деревостанів сосни кримської

H, м	G, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	M, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	H, м	G, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	M, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	H, м	G, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	M, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>
2	3,1	9	14	40,3	303	26	46,1	609
3	8,4	26	15	41,3	330	27	46,3	633
4	13,6	45	16	42,2	357	28	46,4	656
5	18,2	66	17	43,0	383	29	46,5	680
6	22,3	90	18	43,6	409	30	46,6	704
7	25,9	115	19	44,1	435	31	46,6	727
8	29,0	141	20	44,6	461	32	46,7	751
9	31,7	167	21	45,0	486	33	46,8	774
10	34,0	194	22	45,3	511	34	46,8	797
11	36,0	222	23	45,5	536	35	46,8	820
12	37,7	249	24	45,8	560			
13	39,1	276	25	46,0	584			

### Висновки

Уточнення та перегляд нормативно-інформаційного забезпечення лісової галузі є запорукою її переходу на засади сталого розвитку в умовах світу, що змінюється. Розроблені моделі й таблиці суми площ поперечних перерізів та запасів повних деревостанів сосни кримської більш точно описують залежність максимальних значень даних таксаційних ознак від середньої висоти насадження в умовах південних регіонів України. Наведені у статті пропозиції щодо вдосконалення чинних нормативів пропонуються до подальшої емпіричної валідації в лісорослинних зонах степу та гірського Криму, а також до використання в освітній, науковій та виробничій сферах галузі лісового господарства України.

### Список літератури

1. Кивисте А. К. Функции роста леса : учеб.-справ. пособие / А. К. Кивисте. – Тарту : ЭСХА, 1988. – 108 с.
2. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика / А. И. Кобзарь. – М. : Физматлит, 2012. – 816 с.
3. Лісотаксаційний довідник / відп. за випуск С. М. Кашпор, А. А. Строчинський. – К. : Вініченко, 2013. – 496 с.
4. Никитин К. Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К. Е. Никитин, А. З. Швиденко. – М. : Лесная промышленность, 1978. – 272 с.
5. Фомін В. І. Лісотаксаційні таблиці для сосни кримської в зоні Нижньодніпровських пісків / В. І. Фомін // Таврійський науковий вісник. – 1996. – № 1, ч. 3. – С. 524–525.
6. Швець Ю. П. Біопродуктивність та надземна фітомаса штучних деревостанів сосни кримської у Криму : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.03.02 / Швець Ю. П. ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К., 2014. – 220 с.

*Приведены предложения по усовершенствованию таблицы сумм площадей поперечных сечений и запасов нормальных насаждений сосны крымской, разработанные на основании данных 67 пробных площадей, заложенных в южных регионах Украины. Аналитически обоснована целесообразность их использования в практике лесоустроительных и лесохозяйственных предприятий.*

**Ключевые слова:** *полные древостои, стандартные таблицы, сосна крымская, моделирование.*

*The paper presents improved tables of basal area sums and growing stocks of fully stocked stands formed by Crimean pine in Ukraine. The improvements are based on the dataset from 67 sample plots. Analytical justification for their use in practice of forest inventory and state forest enterprises is provided.*

**Key words:** *fully stocked stands, “standard” tables, Crimean pine, modeling.*