



**ЗАГАЛЬНА ПРОДУКЦІЯ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ
ПІВНІЧНОГО ПРИДНІПРОВСЬКОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

¹Національний університет біоресурсів та природокористування України,

Інститут лісового та садово-паркового господарства

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Опрацьовано інформаційну базу та розроблено алгоритм для моделювання загальної продукції компонентів фітомаси надземної частини деревостанів сосни звичайної лісів Північного Придніпровського Степу України. Наведено результати статистичного та кореляційного аналізу щодо визначення тісноти зв'язку між поточним приростом за запасом соснових насаджень та їхніми основними таксаційними показниками. Встановлено, що ряди розподілу натуральних величин поточного приросту, запасу деревостану та фітомаси деревини деревостану відповідають умовам нормального розподілу. Визначено, що тісніший кореляційний зв'язок значення поточного приросту має із запасом деревостану, середній – із середньою висотою та повнотою деревостану, слабкий – із середнім діаметром деревостану. Наведено результати моделювання та статистичну оцінку компонентів фітомаси деревини та кори стовбурів, деревини та кори гілок, модель розрахунку відсотка поточного приросту, а також загальної річної продукції надземної частини соснових деревостанів. Виявлено, що найбільш придатними для розрахунків загальної продукції надземної частини деревостанів є рівняння, де для розрахунку відсотка поточного приросту за запасом та фітомаси окремих компонентів вхідними аргументами слугують такі таксаційні ознаки: вік, середній діаметр та відносна повнота деревостану. Охарактеризовано закономірності розподілу загальної річної продукції надземної частини сосняків за даними повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» для соснових насаджень лісогосподарських підприємств у межах Дніпропетровського регіону.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., поточний приріст, моделювання, продукція фітомаси надземної частини, стовбур, гілки, хвоя.

Вступ. Лісові насадження відіграють вирішальну роль у виконанні екологічних, економічних, соціальних функцій та наданні відповідних послуг природним екосистемам і людству, регулюючи гідрологічні цикли, виконуючи рекреаційні, енергетичні, обмінні функції. Кількісна оцінка біомаси лісових екосистем є вкрай важливою для отримання інформації щодо наявних лісових ресурсів та розуміння змін у структурі лісу внаслідок сукцесійних змін. Управління ресурсами в умовах сталого ведення лісового господарства потребує детальної, вичерпної інформації щодо якісної та кількісної структури фітомаси лісів, в яких відбуваються динамічні процеси (Parson et al. 1992, Fournier et al. 2003). Оцінка фітомаси лісів є критично важливою для вдосконалення механізмів моделювання вуглецевих бюджетів і прогнозування впливу глобальної зміни клімату на продуктивність лісів (Kurz & Apps 1999, Li et al. 2002, Monserud et al. 1996b).

Чиста первинна продукція ототожнюється із ростом структурних компонентів насадження та відповідним їх нарощуванням (приростом) у масі за певний проміжок часу на одиниці площі. Інформація з приросту продукції компонентів фітомаси дерев надає рідкісну можливість розуміння екологічної динаміки рослинних спільнот та може використовуватись як непряме джерело даних для розпізнавання шкідливого впливу навколишнього середовища на рослини з наступним визначенням основних напрямків його покращення (Art & Marks 1978, Badeau et al. 1996, Monserud et al. 1996a, Fournier et al. 2003, Brienen & Zuidema 2006). Результати впливу навколишнього середовища на ростові процеси лісових деревостанів, динаміку їхніх біопродукційних процесів знайшли відображення в низці досліджень, ґрунтованих на розумінні взаємозв'язку між приростом і факторами абіотичної природи (Villanueva et al. 2007; Lara et al. 2013).

Нестача вологи під час росту є основною перешкодою для формування фітомаси деревних рослин у багатьох посушливих регіонах, до яких належить Північний Степ України. За цих умов формування лісових масивів здійснюється переважно штучним способом, а лісоутворювальними деревними видами є ті, які можуть функціонувати за вкрай

несприятливих умов росту. До хвойних порід, що здатні створювати лісові ландшафти в умовах місцезростання з обмеженою вологістю, належить сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.). Вплив лімітувальних факторів росту, насамперед посухи й температури, на поточний приріст дерев сосни звичайної проаналізовано багатьма авторами (Antonova & Stasova 1993, Oberhuber et al. 1998, Gruber et al. 2010, Semenіuc et al. 2016). Загалом, з огляду на значне поширення цієї породи в Європі та Україні, актуальність вивчення якісних і кількісних характеристик продукції соснових лісів, зокрема специфіки річного її накопичення за окремими компонентами в соснових деревостанах Степу, не викликає сумнівів.

Отже, метою дослідження стала оцінка загальної річної продукції надземної частини фітомаси деревостанів сосни звичайної в межах Північного Придніпровського Степу України.

Матеріали й методи. Під час досліджень фітомаси компонентів надземної частини, а саме деревини та кори стовбурів, деревини та кори гілок, хвої соснових деревостанів використано дані з 20 тимчасових пробних площ (ТПП), закладених у межах лісового фонду державних підприємств Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського господарства. Відбір модельних дерев на ТПП проводили за принципом їхньої репрезентативності до розподілу за ступенями та класами товщини. ТПП закладали переважно в чистих насадженнях, у типах лісорослинних умов A_{0-1} , B_{1-3} , C_{1-3} , та D_1 і з відносними повнотами від 0,13 до 1,04. Оцінювання фракцій надземної частини фітомаси дерев здійснювали за методикою П. І. Лакиди (Lakyda 2002). Віковий діапазон деревостанів становив від 9 до 90 років. Загалом на ТПП зрубано та пофракційно обміряно 60 модельних дерев, на яких визначено параметри поточного приросту деревини стовбурів. Вихідні дані було згруповано в робочі масиви та оброблено за допомогою спеціальних прикладних програм PERTA, ZRIZ, PLOT (Lakyda 2002).

Надалі було проведено статистичну обробку вихідних даних, їхній кореляційний аналіз та пошук регресійних залежностей поточного об'ємного приросту за запасом від таксаційних показників соснових деревостанів. У результаті обробки вихідних даних було отримано їхню статистичну характеристику в натуральних і логарифмічних величинах, а також матриці відповідних їм парних кореляцій. Розрахунок стандартних статистичних параметрів оцінено з використанням програм Statistica (2010) та Excel.

Для моделювання фітомаси окремих складників надземної частини деревостанів та їхньої загальної річної продукції прийнято такі умовні позначення: A – середній вік деревостану, роки; $D_{1,3}$ – середній діаметр деревостану на висоті 1,3 м, см; H – середня висота деревостану, м; P – відносна повнота деревостану; M – запас стовбурової деревини на 1 га, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$; $Z_{\text{дсм}}$ – поточний приріст деревини за запасом деревостану, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$; $BZ_{\text{дсм}}$ – частка поточного приросту деревини за запасом, %; $Pr_{\text{дсм}}$ – загальна продукція надземної частини соснових деревостанів. За допомогою зазначених вище програм спеціальної біометричної обробки дослідних даних отримано кількісні та якісні параметри компонентів фітомаси дерев та деревостанів: $Ph_{\text{дсм}}$ – фітомаса деревини стовбурів деревостану, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{ксм}}$ – фітомаса кори стовбурів деревостану, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{дг}}$ – фітомаса деревини гілок, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{кг}}$ – фітомаса кори гілок, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{хв}}$ – фітомаса хвої, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$. Для визначення компонентів надземної частини фітомаси деревостанів попередньо здійснено оцінку середньої базисної щільності деревини стовбурів дерев – $Q_{\text{д.баз}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$; кори стовбура – $Q_{\text{к.баз}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$; деревини гілок – $Q_{\text{дг.баз}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$; кори гілок – $Q_{\text{кг.баз}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$, а також вмісту сухої речовини у хвої – $S_{\text{хв}}$.

Алгоритм розрахунку загальної річної продукції деревостанів сосни звичайної включав поетапне калькулювання продукції фітомаси компонентів їхньої надземної частини – деревини та кори стовбурів, деревини та кори гілок, хвої – з урахуванням відсотка поточного приросту компонентів деревостану та частки хвої за один рік.

Для розрахунків фактичних показників загальної надземної продукції соснових деревостанів у межах Дніпропетровського регіону використовували повидільну базу даних лісовпорядкування станом на 2011 р., надану ВО «Укрдержліспроект».

Результати та обговорення. На першому етапі наших досліджень показники робочого масиву даних соснових деревостанів підлягали статистичному аналізу. Основні статистики розподілу ознак із визначенням середнього арифметичного (\bar{X}), середнього квадратичного відхилення (σ), асиметрії (A) – показника косості, ексцесу (E) – показника крутості, які характеризують соснові деревостани у межах району досліджень, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні статистики розподілу показників масиву даних (перший рядок – натуральні величини, другий рядок – логарифми)

Ознака деревостану	Значення		Статистики			
	Min	Max	\bar{X}	Σ	A	E
Z_{ocm} , м ³ ·га ⁻¹ ·рік ⁻¹	0,08	14,08	6,96	3,61	0,379	0,462
	-1,10	1,15	0,72	0,49	-3,059	10,886
A , років	9	87	54,5	22,9	-0,808	-0,116
	0,95	1,94	1,67	0,29	-1,669	1,781
$D_{1,3}$, см	4,6	40,2	21,8	8,0	-0,416	1,604
	0,66	1,60	1,29	0,23	-1,887	3,260
H , м	2,8	30,5	19,4	7,2	-1,005	1,225
	0,45	1,48	1,23	0,27	-2,191	4,349
P	0,13	1,04	0,56	0,17	0,349	3,803
	-0,89	0,02	-0,27	0,17	-2,338	9,094
M , м ³ ·га ⁻¹	1,5	489,2	236,2	126,1	0,0002	0,255
	0,17	2,69	2,20	0,61	-2,615	6,771
Ph_{δ} , т·га ⁻¹	0,46	170,17	87,51	47,57	-0,133	-0,181
	-0,34	2,23	1,743	0,66	-2,507	5,877
$Ph_{к}$, т·га ⁻¹	0,08	29,53	10,32	6,61	1,000	2,775
	-1,10	1,47	0,83	0,60	2,567	5,734
$Ph_{\delta\kappa}$, т·га ⁻¹	0,54	18,96	5,65	4,44	1,348	2,947
	-0,27	1,28	0,59	0,43	-0,667	-0,418
$Ph_{к\kappa}$, т·га ⁻¹	0,10	3,29	0,81	0,77	2,102	5,361
	-1,00	0,52	-0,26	0,41	-0,100	1,517
$Ph_{х\kappa}$, т·га ⁻¹	0,68	12,35	3,48	2,82	1,892	4,337
	-0,17	1,09	0,42	0,33	-0,003	-0,371

Дані таблиці дають змогу стверджувати, що в разі описової характеристики натуральних величин ряди розподілу поточного об'ємного приросту деревини, запасу деревостану та фітомаси деревини деревостану задовольняють умови нормального розподілу ($A_{кр.} = 0,711$ ($p \leq 0,05$), $E_{кр.} = 0,877$ ($p \leq 0,01$)) (Yantsev 2012). Розподіл поточного приросту деревини за запасом є гостровершинним, із додатнім коефіцієнтом та помірною правосторонньою асиметрією (див. табл. 1). Розрахований коефіцієнт варіації становить 51,9 %, що свідчить про істотне коливання цього параметру.

За такими показниками, як середня висота деревостану, фітомаса кори, фітомаса деревини та кори гілок деревостанів, сукупність значень не характеризується нормальним розподілом, оскільки отримані показники асиметрії та ексцесу перевищують їхні критичні значення.

З метою зменшення дисперсії результатів у дослідженнях науковці часто використовують логарифми вихідних даних. Цей прийом застосовано і для цієї роботи. Як виявив аналіз отриманих даних, розподіл логарифмів сукупності оцінюваних значень виявився більш наближеним до нормального у випадку оцінки фітомаси деревини гілок, кори гілок та фітомаси хвої, унаслідок чого вони можуть стати основою під час розроблення моделей залежностей означених характеристик від основних таксаційних показників деревостанів.

Для отриманих результатів поточного приросту був проведений кореляційний аналіз для визначення тісноти зв'язку між приростом та біометричними показниками деревостану, який

підтвердив значущість зв'язку між досліджуваними параметрами в більшості випадків на різних рівнях (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції показників поточного приросту з таксаційними ознаками соснових деревостанів

Таксаційні показники деревостану	Коефіцієнт кореляції	Стандартна похибка	Рівень значущості
<i>A</i> , роки	0,26	0,22	–
<i>D</i> _{1,3} , см	0,47	0,21	<i>p</i> < 0,05
<i>H</i> , м	0,56	0,19	<i>p</i> < 0,01
<i>P</i>	0,65	0,18	<i>p</i> < 0,01
<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹	0,71	0,17	<i>p</i> < 0,001

Найтісніший кореляційний зв'язок зафіксовано між значенням поточного приросту та запасом деревостану, середній – із середньою висотою та повнотою деревостану та слабкий – із середнім діаметром деревостану. Отримані показники коефіцієнтів кореляції свідчать про можливість моделювання поточного приросту деревостанів із урахуванням усіх наявних взаємозв'язків. Під час моделювання загальної продукції надземної частини всіх компонентів фітомаси для апроксимації дослідних даних було використано алометричну функцію $y=ax^b$, яка має переваги під час оцінювання біопродукції лісонасаджень (Колман 1986). Під час побудови математичних моделей обрану функцію ускладнювали шляхом збільшення параметрів входу, що узгоджується із загальними постулатами системного підходу щодо досліджень складних лісових екосистем. Адже використання багатовимірних залежностей дає можливість у достатній кількості отримати інформацію з тимчасових пробних площ із урахуванням регіональних особливостей лісових екосистем.

Результати моделювання річної продукції компонентів надземної частини деревостанів, модель розрахунку відсотка поточного приросту, а також статистичну оцінку моделей подано в таблиці 3. Під час верифікації моделей, оцінюючи значущість впливу факторів на досліджувані компоненти фітомаси на 5-відсотковому рівні за довірчими інтервалами коефіцієнтів регресії, аналізуючи коефіцієнти детермінації та залишки, ми виявили, що найбільш придатними та наближеними до отриманих у натурних умовах фактичних результатів є трифакторні моделі залежності фітомаси окремих компонентів від таких таксаційних ознак, як вік, середній діаметр та відносна повнота деревостану. Отже, для розрахунку загальної продукції надземної частини соснових деревостанів використовували моделі № 2, 6, 10, 15, 20 та 23, унаслідок чого було сформовано таке узагальнююче рівняння:

$$P_{г\ дст} = (Z_{дст} \cdot Q_{дст}) + (Ph_k \cdot V_{Z_k}) + (Ph_{дг} \cdot V_{Z_{дг}}) + (Ph_{кг} \cdot V_{Z_{кг}}) + Ph_{хв} \quad (26)$$

В узагальненій моделі (26) враховано показники середніх базисних щільностей та абсолютно сухої речовини у хвої для окремих компонентів надземної фітомаси дерев сосни звичайної в умовах Північного Степу (Lovynska & Lakyda 2017). Так, середня базисна щільність деревини стовбурів сосни звичайної становить 0,414 т·(м³)⁻¹; кори стовбурів – 0,317 т·(м³)⁻¹; деревини гілок – 0,430 т·(м³)⁻¹; кори гілок – 0,325 т·(м³)⁻¹; уміст абсолютно сухої речовини у хвої – 0,520 г. Враховуючи фізіологічні особливості росту хвої дерев сосни звичайної, її річну масу було розділено на 3 (усереднений термін функціонування асиміляційного апарату сосни в досліджуваному регіоні).

Підібрані алометричні моделі використано для оцінювання еколого-ресурсного потенціалу деревостанів сосни звичайної в межах Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського господарства, які функціонують на площі 21472,9 га, що становить 24,6 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель. Загальна річна продукція сосняків становить 125194,38 т·рік⁻¹ із середньою продукцією усіх компонентів надземної фітомаси 5,96 т·га⁻¹·рік⁻¹.

Таблиця 3

Моделі для оцінювання поточного приросту, відсотка приросту та загальної продукції компонентів надземної частини соснових деревостанів

Номер моделі	Вид рівняння	Коефіцієнт детермінації
Розрахунок поточного приросту деревини стовбурів за запасом		
1	$Z_{дст} = (2,332 \cdot A^{-0,344} \cdot D^{-0,478} \cdot H^{-0,006} \cdot P^{0,243} \cdot M^{0,763})$	0,65
2	$Z_{дст} = (4,439 \cdot A^{-0,059} \cdot D^{1,148} \cdot P^{0,773})$	0,52
3	$Z_{дст} = (3,645 \cdot D^{0,384} \cdot P^{0,916})$	0,49
4	$Z_{дст} = (2,569 \cdot A^{-0,363} \cdot D^{-0,557} \cdot H^{1,407})$	0,41
Фітомаса кори стовбурів		
5	$Ph_{к} = (0,097 \cdot A^{0,548} \cdot D^{-0,525} \cdot H^{-0,423} \cdot P^{0,512} \cdot M^{1,031})$	0,86
6	$Ph_{к} = (1,081 \cdot A^{0,413} \cdot D^{0,443} \cdot P^{1,397})$	0,80
7	$Ph_{к} = (0,410 \cdot H^{-0,175} \cdot P^{0,770} \cdot M^{0,764})$	0,82
8	$Ph_{к} = (0,401 \cdot A^{0,395} \cdot D^{0,146} \cdot H^{0,419})$	0,39
Фітомаса деревини гілок		
9	$Ph_{дг} = (1,153 \cdot A^{0,307} \cdot D^{1,593} \cdot H^{0,061} \cdot P^{2,134} \cdot M^{-0,670})$	0,70
10	$Ph_{дг} = (0,057 \cdot A^{0,730} \cdot D^{0,788} \cdot P^{1,613})$	0,69
11	$Ph_{дг} = (1,082 \cdot D^{1,666} \cdot H^{-0,925} \cdot P^{1,407})$	0,69
12	$Ph_{дг} = (0,396 \cdot D^{1,126} \cdot P^{1,627})$	0,66
13	$Ph_{дг} = (0,314 \cdot A^{0,389} \cdot D^{2,152} \cdot H^{-1,665})$	0,32
Фітомаса кори гілок		
14	$Ph_{кг} = (0,309 \cdot A^{-0,706} \cdot D^{2,289} \cdot H^{-2,133} \cdot P^{1,086} \cdot M^{0,657})$	0,72
15	$Ph_{кг} = (0,519 \cdot A^{-0,986} \cdot D^{1,752} \cdot P^{2,219})$	0,68
16	$Ph_{кг} = (2,771 \cdot D^{7,936} \cdot H^{-59,641} \cdot P^{2,482})$	0,57
17	$Ph_{кг} = (0,175 \cdot H^{0,379} \cdot P^{5,173} \cdot M^{0,246})$	0,64
18	$Ph_{кг} = (0,051 \cdot A^{-0,017} \cdot D^{2,940} \cdot H^{-2,119})$	0,26
Відсоток поточного приросту деревини		
19	$B_{Zд} = (413,804 \cdot A^{-0,598} \cdot D^{-1,330} \cdot H^{-0,522} \cdot P^{0,149} \cdot M^{0,620})$	0,92
20	$B_{Zд} = (230,221 \cdot A^{-0,944} \cdot D^{-0,027} \cdot P^{0,572})$	0,90
21	$B_{Zд} = (319,584 \cdot A^{-1,288} \cdot D^{-1,253} \cdot H^{1,474})$	0,85
Фітомаса хвої		
22	$Ph_{хв} = (1,116 \cdot A^{-0,562} \cdot D^{1,475} \cdot H^{-1,415} \cdot P^{1,052} \cdot M^{0,657})/3$	0,72
23	$Ph_{хв} = (1,939 \cdot A^{-0,655} \cdot D^{1,347} \cdot P^{1,926})/3$	0,72
24	$Ph_{хв} = (1,136 \cdot D^{1,211} \cdot H^{-0,582} \cdot P^{1,702})/3$	0,71
25	$Ph_{хв} = (0,051 \cdot A^{-0,017} \cdot D^{2,940} \cdot H^{-2,119})/3$	0,22

Майже 61 % площі насаджень сосни звичайної зосереджено в Петриківському (31,2 %) та Новомосковському військовому (27,8 %) лісових господарствах із відповідним вкладом загальної річної продукції 31,8 та 24,3 % (табл. 4). Найменше деревостанів сосни звичайної виявлено в умовах Верхньодніпровського, Криворізького, а особливо Марганецького державних лісових господарств.

Таблиця 4

Загальна продукція надземної частини соснових деревостанів у межах Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського господарства, т·рік⁻¹

Лісництво	Таксаційні виділи, шт.	Площа соснових деревостанів, га	Загальна продукція надземної частини, т·рік ⁻¹
ДП «Васильківське ЛГ»			
Великомихайлівське	171	604,6	3986,3
Межівське	14	125,2	744,2
Олександрівське	67	593,4	3895,3

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ – FORESTRY AND FOREST MELIORATION
2019. Вип. 134 – 2019. Iss. 134

Закінчення табл. 4

Лісництво	Таксаційні видили, шт.	Площа соснових деревостанів, га	Загальна продукція надземної частини, т·рік-1
Покровське	56	397,6	2449,0
<i>Загалом</i>	<i>308</i>	<i>1720,8</i>	<i>11074,8</i>
ДП «Верхньодніпровське ЛГ»			
Бородаївське	15	37,5	237,9
Верхньодніпровське	2	4,5	28,1
Лихівське	20	72,3	369,0
Мішуринорізьке	14	99,4	706,6
П'ятихатське	12	22,0	145,0
<i>Загалом</i>	<i>63</i>	<i>235,7</i>	<i>1486,6</i>
ДП «Петриківське ЛГ»			
Петриківське	2	12,7	28,2
Курилівське	219	1309,4	8145,7
Миколаївське	76	393,7	2046,9
Радянське	286	1424,4	9908,0
Царичанське	238	308,5	10150,9
Шульгівське	271	1737,6	9559,6
<i>Загалом</i>	<i>1092</i>	<i>6435,9</i>	<i>39839,3</i>
ДП «Дніпровське ЛГ»			
Ленінське	11	33,0	77,5
Любимівське	22	62,9	317,0
Кіровське	163	986,4	6760,4
Микільське	11	36,0	157,1
Нижньодніпровське	3	3,6	8,1
<i>Загалом</i>	<i>210</i>	<i>1121,9</i>	<i>7320,1</i>
ДП «Криворізьке ЛГ»			
Держинське	16	25,6	163,6
Криворізьке	10	37,3	173,9
Софіївське	1	19	77,2
Широківське	54	252,6	1347,8
<i>Загалом</i>	<i>78</i>	<i>334,5</i>	<i>1762,5</i>
ДП «Марганецьке ЛГ»			
Марганецьке	22	35,8	171,9
Нікопольське	16	49,2	238,8
<i>Загалом</i>	<i>38</i>	<i>85</i>	<i>410,7</i>
ДП «Новомосковське ЛГ»			
Котовське	28	236,6	1460,7
Кочерезьке	126	909,2	6371,7
Новомосковське	166	637,8	4664,4
Перещепинське	13	30,8	259,1
<i>Загалом</i>	<i>333</i>	<i>1814,4</i>	<i>12756,0</i>
ДП «Новомосковський військовий лісгосп»			
Васильківське	636	1486,3	8302,1
Вільнянське	398	1046,8	5432,4
Знаменівське	713	1868,4	9338,2
Красноліське	516	1340,7	7443,1
<i>Загалом</i>	<i>2263</i>	<i>5742,2</i>	<i>30515,8</i>
ДП «Павлоградське ЛГ»			
Павлоградське	367	2368,8	14866,6
Петропавлівське	18	282,5	1792,3
Юрївське	1	0,6	5,4
<i>Загалом</i>	<i>386</i>	<i>2651,9</i>	<i>16664,3</i>
Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»	117	436,6	3364,2
<i>Загалом</i>	<i>4889</i>	<i>20648,9</i>	<i>125194,38</i>

Висновки. Аналіз основних статистик розподілу свідчить про найбільшу мінливість абсолютних значень компонентів фітомаси кори гілок та фітомаси хвої соснових деревостанів. При цьому виявляється істотна правостороння асиметрія та висока крутість. Аналіз тісноти зв'язку поточного об'ємного приросту деревостанів сосни звичайної із таксаційними показниками виявив найвищий коефіцієнт кореляції із запасом, зв'язок середньої сили – із висотою та повнотою, слабкий – із діаметром деревостанів на висоті 1,3 м. Загальна продукція надземної частини соснових деревостанів Дніпропетровського регіону становить $125194,38 \text{ т} \cdot \text{рік}^{-1}$, середня річна продукція – $5,96 \cdot \text{т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$. Наведені моделі розрахунку загальної річної продукції залежно від таксаційних показників деревостанів надають можливість подальшої їхньої реалізації для оцінювання вуглецедепонувальних та киснепродукувальних функцій соснових насаджень у зазначеному районі досліджень.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Antonova, G. F. and Stasova, V. V. 1993. Effects of environmental factors on wood formation in Scots pine stems. *Trees*, 7: 214–219.
- Art, H. W. and Marks, P. L. 1978. A summary table of biomass and net annual primary production in forests ecosystems of the world. In: Lieth, H.F.H., Patterns of Primary Production in the Biosphere. Benchmark Papers in Ecology, Volume 8, Dowden, Hutchison and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania. p. 177–192.
- Badeau, V., Becker, M., Bert, D., Dupouey, J. L., Lebourgeois, F., Picard, J. F. 1996. Long-term growth trends of trees: ten years of dendrochronological studies in France. In: Spiecker, H., Mielikainen, K., Kohl, M. & Skovsgaard J. P. (eds.). Growth trends in European forests. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 167–182).
- Brienen, R. J. W. and Zuidema, P. A. 2006. The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species. *Forest Ecology and Management*, 226: 256–267.
- Fourmier, R. A., Luther, J. E., Guindon, L., Lambert, M.-C., Piercey, D., Hall, R. J., Wulder, M. A. 2003. Mapping aboveground tree biomass at the stand level from inventory information: test cases in Newfoundland and Quebec. *Can. J. For. Res.*, 33: 1846–1863.
- Gruber, A., Strobl, S., Veit, B., Oberhuber, W. 2010. Impact of drought on the temporal dynamics of wood formation in *Pinus sylvestris*. *Tree Physiology*, 30(4): 490–501.
- Kofman, G. B. 1986. Rost i forma derevyev. [Growth and shape of trees]. Novosibirsk, Science, 211 p. (in Russian).
- Kurz, W. A. and Apps, M. J. 1999. A 70-year retrospective analysis of carbon fluxes in the Canadian Forest Sector. *Ecol. Appl.*, 9: 526–547.
- Lakyda, P. I. 2002. Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of forests of Ukraine], Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).
- Lara, W., Bravo, F., Maguire, D. A. 2013. Modeling patterns between drought and tree biomass growth from dendrochronological data: A multilevel approach. *Agricultural and Forest Meteorology*, 178–179: 140–151.
- Li, Z., Apps, M. J., Banfield, E., Kurz, W. A. 2002. Estimating net primary production of forests in the Canadian prairie provinces using an inventory-based carbon budget model. *Can. J. For. Res.*, 32: 161–169.
- Lovynska, V. M. and Lakyda, P. I. 2017. Shchilnist derevyny ta kory stovburiv sosny zvychnoyi Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Wood and bark density of trunks of Scots pine in the Northern Steppe of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya* [Forestry and Forest Melioration], 130: 185–192 (in Ukrainian).
- Monserud, R. A., Onuchin A. A., Tchebakova, N. M. 1996a. Needle, crown, stem, and root phytomass of *Pinus sylvestris* stands in Russia. *Forest Ecology and Management*, 82: 59–67.
- Monserud, R. A., Tchebakova, N. M., Kolchugina T., Denissenko, O. V. 1996b. Change in Siberian phytomass predicted for global warming. *Silva Fennica*, 30: 185–200.
- Oberhuber, W., Stumbock, M., Kofler, W. 1998. Climate-tree-growth relationships of Scots pine stands (*Pinus sylvestris* L.) exposed to soil dryness. *Trees*, 13:19–27.
- Parson, E. A., Haas, P. M., Levy, M. A. 1992. A summary of major documents signed at the earth summit and the global forum. *Environment*, 34(4): 12–15, 34–36.
- Semeniuc, A. I, Sidor, C. G., Vlad, R. 2016. Scots pine tree ring structure modifications and relation with climate. *Eurasian Journal of Forest Science*, 4(2): 1–7.
- Villanueva-Diaz, J., Stahle, D. W., Luckman, B. H., CeranoParedes, J., Therrell, M. D., Cleaveland, M. K., CornejoOviedo, E. 2007. Winter-spring precipitation reconstructions from tree rings for northeast Mexico. *Climate Change*, 83: 117–131.
- Yantsev, A. V. 2012. Vybor statystycheskikh kriteriev [Selection of statistical criteria]. Symferopol, Izdatelstvo TNU, 136 p. (in Russian).

Lakyda P. I.¹, Lovynska V. M.²

TOTAL PRODUCTION OF PINE STANDS WITHIN NORTHERN PRIDNEPROVSK STEPPE OF UKRAINE

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Institute of Forestry and Landscape-Park

Management

²Dnipro State Agrarian and Economic University

The information base was worked out, and the modelling algorithm for the total production of aboveground phytomass components of the pine stands within Northern Pridneprovsk Steppe of Ukraine was developed. The article presents the results of the statistical and correlation analysis with the estimation of the strength of the relationship of the current growing stock increment of pine stands with their basic biometric indexes. The variation series of natural values of the current increment, the growing stock of stand and the wood phytomass of the stand follow a normal distribution. The value of the current increment had a closer relationship with the growing stock of the stand; it had a medium relationship with the average height and relative density of stocking of the stand, and a weak one, with the average diameter of the stand. We present the results of modelling and statistical estimation of the phytomass components of stem wood and bark, wood and bark of the branches, calculations of the percentage of the current increment, as well as the total annual aboveground production of the pine stands. It was found that the most suitable for calculating the total aboveground production of the stands is the equation where input arguments for calculating the percentage of the current growing stock increment and phytomass of individual components are such biometric indexes as age, average diameter and relative density of the stand's stocking. The distribution of the total annual aboveground production of pine forests was described according to the Database of Production Association "Ukrderzhlisproekt" for pine stands of the state forest enterprises within Dnipropetrovsk Region.

Key words: *Pinus sylvestris* L., current increment, modeling, aboveground phytomass production, stem, branches, needles.

Лакида П. И.¹, Ловинская В. Н.²

ОБЩАЯ ПРОДУКЦИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ СЕВЕРНОЙ ПРИДНЕПРОВСКОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

¹Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Институт лесного и садово-паркового хозяйства

²Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Обработана информационная база и разработан алгоритм для моделирования общей продукции компонентов фитомассы надземной части древостоев сосны обыкновенной лесов Северной Приднепровской Степи Украины. Представлены результаты статистического и корреляционного анализа для оценки тесноты связи текущего прироста по запасу сосновых насаждений с основными их таксационными показателями. Установлено, что ряды распределения натуральных величин текущего прироста, запаса древостоя и фитомассы древесины древостоя удовлетворяют условиям нормального распределения. Определено, что более тесную корреляционную связь величина текущего прироста имеет с запасом древостоя, среднюю – со средней высотой и полнотой древостоя, слабую – со средним диаметром древостоя. Представлены результаты моделирования и статистической оценки компонентов фитомассы древесины и коры стволов, древесины и коры ветвей, модель расчета процента текущего прироста, а также общей годовой продукции надземной части сосновых древостоев. Выявлено, что наиболее удобным для подсчета общей продукции надземной части древостоев является уравнение, где для расчета процента текущего прироста по запасу и фитомассы отдельных компонентов входящими аргументами служат такие таксационные признаки как возраст, средний диаметр и относительная полнота древостоя. Охарактеризованы закономерности распределения общей годовой продукции надземной части сосняков по данным поведельной базы данных ПО «Укрдгослеспроект» для сосновых насаждений лесохозяйственных предприятий в пределах Днепропетровского региона.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., текущий прирост, моделирование, продукция фитомассы надземной части, ствол, ветви, хвоя.

E-mail: lakyda@nubip.edu.ua; glub@ukr.net

Одержано редколлегією 04.06.2019