



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.142.2023.15>

В. П. ПАСТЕРНАК^{1,3}, О. А. ГІРС², А. В. ГАРМАШ³

**ДИНАМІКА ТОВАРНОЇ СТРУКТУРИ ШТУЧНИХ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ
СЛОБОЖАНСЬКОГО ЛІСОТИПОЛОГІЧНОГО РАЙОНУ**

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

³Державний біотехнологічний університет

Досліджено розподіл соснових деревостанів Слобожанського лісотипологічного району за походженням, типами лісу, повнотою та продуктивністю. Здійснено аналіз лісівничо-таксаційних показників на дослідних ділянках. Розглянуто таксаційну будову та товарну структуру соснових деревостанів регіону дослідження. Розраховано моделі мінливості діаметрів і відношення мінливості ділової частини до загальної мінливості діаметра деревостану з урахуванням мінімального та максимального діаметрів у модальних деревостанах. Виявлено залежність між часткою ділових стовбурів і віком модальних соснових деревостанів штучного походження. Побудовано таблиці динаміки товарної структури модальних соснових деревостанів із урахуванням розподілу об'ємів ділових стовбурів за класами й підкласами товщини, узгодженими з європейськими підходами щодо таксації круглих лісоматеріалів. Для складання нормативів застосовували нормативи ходу росту модальних сосняків штучного походження Лівобережного Лісостепу. Під час порівняння розроблених для Слобожанського лісотипологічного району нормативів з нормативами, розробленими для штучних соснових деревостанів Придонецького Степу, виявлено, що в останніх вихід ділової деревини нижчий у зв'язку з лісорослинними умовами регіону та станом деревостанів.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., модальні деревостани, товарність, класи товщини.

Вступ. Проблема розвитку лісового господарства набуває важливого значення у національній економіці України, зважаючи на важливість екосистемних і сировинних функцій лісів. На сучасному етапі актуальним є розроблення відповідних нормативно-інформаційних матеріалів для оцінювання динаміки товарної структури деревостанів головних лісоутворювальних порід із урахуванням зональних особливостей. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є одним із найпоширеніших деревних видів на території Лівобережного Лісостепу України, значну частину якого становить Слобожанський лісотипологічний район (Gensiruk 2002, Ostapenko & Tkach 2002). У зв'язку з цим, розроблення нормативів для соснових деревостанів штучного походження Лівобережного Лісостепу є важливим кроком для збалансованого ведення господарства в них.

Дослідженням продуктивності, таксаційної будови й товарної структури соснових деревостанів України присвячено роботи багатьох науковців (Strochinskiy et al. 2005, Girs 2011, Tarnopil'ska 2012, Svynchuk et al. 2014, Yarotskiy et al. 2016, Girs & Sodolinskiy 2021, Terentiev 2023). Під час дослідження сосняків Українського Полісся за діаметром виявлено, що таксаційна будова штучних соснових деревостанів характеризується суттєвими відмінностями, як порівняти з природними. Зокрема, показник відносної мінливості діаметра дерев у таких лісостанах є меншим, а концентрація стовбурів у центральних ступенях товщини – більшою, ніж у природних деревостанах. Це зумовлює особливості їхнього росту, продуктивності й товарної структури (Strochinskiy et al. 2005).

Соснові деревостани штучного походження Лівобережного Лісостепу характеризуються порівняно простою структурою як за видовим складом, так і за таксаційною будовою (Yarotskiy et al. 2016). Результати статистичного аналізу дослідних рядів розподілу дерев за діаметром у заповідних лісах Центрального Полісся свідчать, що коефіцієнт мінливості діаметра стовбурів у деревостанах у середньому становить 41,2 %. Показники асиметрії та ексцесу характеризуються доволі значною мінливістю. Мінімальне редуційне число за діаметром змінюється в межах 0,2–0,5, максимальне – в межах 1,5–3,0, а їхні середні значення дорівнюють 0,32 і 2,0 відповідно, тоді як в однорідних помірно зріджених насадженнях вони знаходяться зазвичай в діапазоні від 0,5 до 1,7. Дослідні деревостани характеризуються також більшим розмахом діаметрів стовбурів (Svynchuk et al. 2014).

Для Слобожанського лісотипологічного району детальних досліджень динаміки товарної структури штучних соснових деревостанів не проводили. Це й зумовило актуальність роботи.

Метою наших досліджень є виявлення особливостей таксаційної будови й товарної структури штучних соснових деревостанів Слобожанського лісотипологічного району.

Матеріали й методи. За лісогосподарським районуванням регіон досліджень (Слобожанський лісотипологічний район лісотипологічної області свіжого груду (2 d) (Ostapenko & Tkach 2002)) займає частину Лівобережно-Дніпровського (Північний та Південний райони Полтавської рівнини) і Середньоруського лісостепових округів Лісостепової області (Gensiruk 2002).

Матеріали лісовпорядкування – повидільна таксаційна база даних «Лісовий фонд» станом на 01.01.2017 – слугували основою для проведення досліджень щодо розподілу соснових деревостанів Слобожанського лісотипологічного району за походженням, типами лісу, повнотою та продуктивністю. Загалом проаналізовано майже 60 тис. таксаційних виділів.

Для детального дослідження таксаційної будови й товарної структури закладено 27 пробних площ у соснових деревостанах штучного походження у філіях «Вовчанське ЛГ», «Жовтневе ЛГ», «Чугуєво-Бабчанське ЛГ», «Тростянецьке ЛГ», «Лебединське ЛГ», «Конотопське ЛГ» та Скрипаївському НДЛГ. Крім того, використано 10 переліків на лісосіках рубок головного користування у філіях «Гадяцьке ЛГ», «Гутянське ЛГ» та Скрипаївському НДЛГ, а також дані, зібрані на 13 ділянках інтенсивного моніторингу лісів у філії «Жовтневе ЛГ», Скрипаївському НДЛГ та НПП «Слобожанський». Лісотаксаційні роботи на пробних площах виконано з урахуванням стандарту організацій України «Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання» (Forest inventory sample plots 2006).

З метою виявлення закономірностей розподілу таксаційних показників соснових деревостанів проведено їхній статистичний аналіз із використанням прикладних програм MS Excel, SPSS і Statistica. Основні характеристики – середнє арифметичне (X), середнє квадратичне відхилення (σ), асиметрію (As), ексцес (Es), мінімальне (min) та максимальне (max) значення в натуральних величинах – для досліджуваних деревостанів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Статистична характеристика таксаційних показників соснових деревостанів на пробних площах

Таксаційний показник	Статистика					
	X	σ	As	Es	min	max
Вік A , років	75	20	0,590	-0,321	44	120
Середній діаметр D , см	29,8	6,4	0,514	-0,587	19,1	45,4
Середня висота H , м	24,7	3,5	-0,476	-0,219	16,5	31,5
Запас M , м ³ ·га ⁻¹	416	92	-0,486	1,851	113	607
Відносна повнота P	0,72	0,13	-0,578	0,574	0,33	0,94

Аналіз статистичних показників свідчить, що для віку A , середньої висоти H , середнього діаметра D та повноти P показники асиметрії та ексцесу в натуральних величинах не перевищують допустимі значення ($As < 1,0$; $Es < 1,2$). Для віку та діаметра визначено правосторонню асиметрію. Розподіли значень віку, діаметра та висоти характеризуються туповершинною кривою, інших показників – гостровершинною. Досліджувана база даних пробних площ достатньо повно описує соснові деревостани регіону і придатна для моделювання таксаційної будови та товарної структури.

Для визначення ступеня тісноти зв'язку між таксаційними показниками соснових деревостанів Слобожанського лісотипологічного району на пробних площах побудовано кореляційну матрицю (табл. 2).

Кореляційна матриця основних таксаційних показників деревостанів на пробних площах

Показник	Вік A , років	Середня висота H , м	Середній діаметр D , см	Відносна повнота P	Запас M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$
Вік A , років	1,00	0,78	0,88	0,09	0,43
Середня висота H , м	–	1,00	0,81	0,21	0,58
Середній діаметр D , см	–	–	1,00	-0,04	0,37
Відносна повнота P	–	–	–	1,00	0,74
Запас M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	–	–	–	–	1,00

Аналіз отриманих коефіцієнтів кореляції підтверджує наявність тісного зв'язку між собою таких показників, як середній вік A , середній діаметр D і середня висота H . Відповідні коефіцієнти кореляції мають значення від 0,78 до 0,88. Для запасу M кореляційний зв'язок із повнотою P , середньою висотою та діаметром становить 0,74, 0,58 та 0,37 відповідно.

Побудову теоретичних рядів розподілу за діаметром проведено за методикою, опрацьованою на кафедрі лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України. Після сформування бази даних переліків за допомогою програм STRUK та БУДОВА отримано параметри їхньої структури.

Результати та обговорення. За даними повидільної таксаційної бази даних «Лісовий фонд» станом на 01.01.2017, соснові лісостани в регіоні дослідження займають площу понад 180 тис. га. Понад 90 % соснових деревостанів мають штучне походження. Досліджувані штучні соснові деревостани характеризуються високою продуктивністю. Так, насадження, що ростуть за I класом бонітету, займають понад 42 % від загальної площі сосняків, за II класом – 27 %, за I^a класом – 22 %.

Деревостани сосни приурочені переважно до умов свіжого субору (70 %); їхні частки в умовах свіжого сугруду й свіжого бору становлять 10 та 11 % відповідно. В інших типах лісорослинних умов частка сосняків є незначною.

У Слобожанському лісотипологічному районі найбільше представлені середньоповнотні деревостани з відносною повнотою 0,7 (41 % від загальної площі). Також значні площі займають деревостани з повнотою 0,8 (22 %) та 0,6 (19 %). Частка низькоповнотних насаджень є незначною.

Аналіз основних таксаційних показників деревостанів на пробних площах свідчить, що за складом, продуктивністю, відносною повнотою та типами лісу вони характеризують найпоширеніші сосняки Лівобережного Лісостепу України.

Результати розрахунку показників таксаційної будови за програмою БУДОВА свідчать, що оптимальним для об'єкта досліджень є β -розподіл:

$$V = 36,54 - 0,9875 \cdot D + 1,609 \cdot 10^{-2} \cdot D^2, \quad (1)$$

$$W = -2,109 + 5,35 \cdot 10^{-2} \cdot P_{dil} + 2,24 \cdot 10^{-4} \cdot P_{dil}^2, \quad (2)$$

$$R_1 = -0,132 + 5,81 \cdot 10^{-2} \cdot D - 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot D^2, \quad (3)$$

$$R_2 = 1,99 - 1,36 \cdot 10^{-2} \cdot D, \quad (4)$$

де V – мінливість діаметра модального деревостану;

W – відношення мінливості ділової частини до загальної мінливості діаметра деревостану;

R_1 та R_2 – відповідно мінімальний та максимальний діаметри в модальному деревостані.

Також виявлено залежність частки ділових стовбурів (P_{dil}) від середнього діаметра (D) модальних соснових деревостанів штучного походження:

$$P_{dil} = 14,95 + 5,308 \cdot D - 8,9 \cdot 10^{-2} \cdot D^2 . \quad (5)$$

На рисунку 1 на основі поданих вище (формули 1–5) параметрів β -розподілу наведено графік загальної кількості стовбурів для 40–100-річних модальних соснових деревостанів. На графіку 1 000 стовбурів умовно відповідають загальній кількості дерев у деревостані.

Порівняння отриманих результатів розподілу стовбурів за діаметром із даними для Лісостепу й Полісся загалом (Girs 2011), для заповідних лісів Центрального Полісся (Svynchuk et al. 2014) та Придонецького Степу (Pasternak et al. 2021) свідчить, що мінливість діаметрів у штучних соснових деревостанах Слобожанського лісотипологічного району є меншою (22,0%), порівнюючи з 30,1% для Лісостепу й Полісся загалом, 41,2% – для заповідних лісів Центрального Полісся та 23,7% для Придонецького Степу.

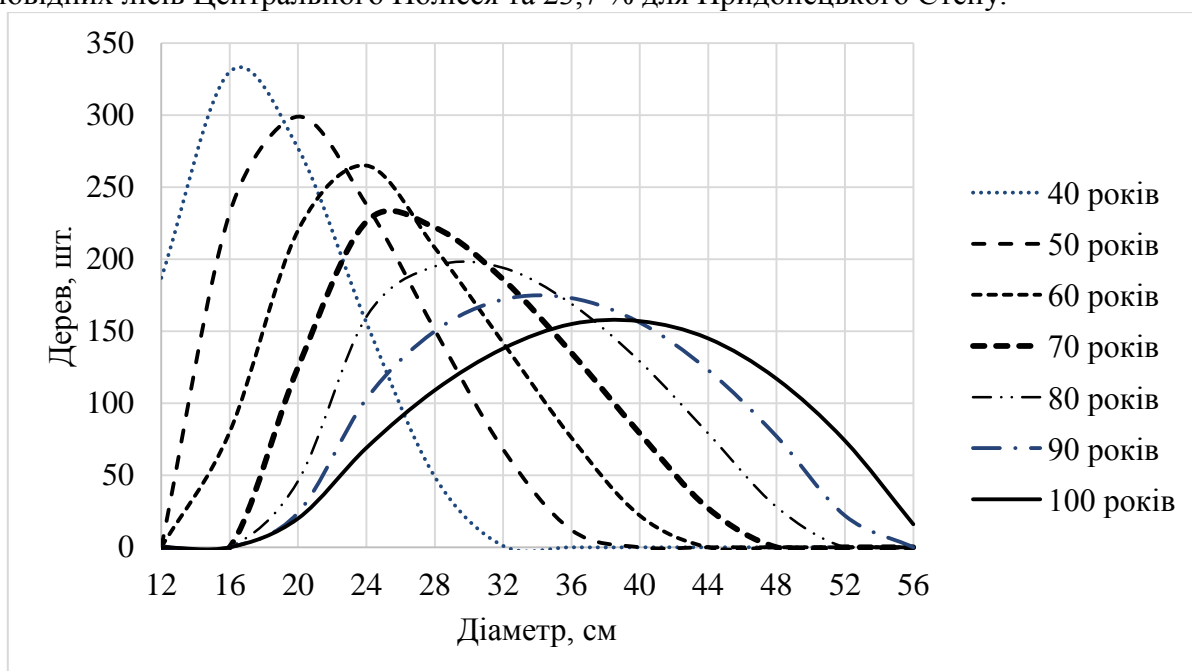


Рис. 1 – Розподіл стовбурів за діаметром у модальних соснових деревостанах штучного походження

Закономірності таксаційної будови є теоретичною основою побудови нормативів товарної структури й динаміки товарності. Для моделювання динаміки товарної структури соснових деревостанів штучного походження використано регіональні таблиці ходу росту, таблиці розподілу об'єму ділових стовбурів сосни за класами та підкласами товщини (Vilous et al. 2021) й наведені вище параметри будови за діаметром. Нормативи розраховували за розробленою на кафедрі лісової таксації і лісовпорядкування НУБіП України методикою (Kashpor 1999). Класи та підкласи товщини ділової деревини визначали за середнім діаметром колод без кори: D1b – 14,5–19,4 см, D2a – 19,5–25,4 см, D2b – 25,5–29,4 см, D3a – 29,5–34,4 см, D3b – 34,5–39,4 см, D4 – 39,5–49,4 см, D5 – 49,5–59,4 см. Показники виходу ділової деревини за класами товщини залежно від віку деревостанів вирівнювали графічно (рис. 2).

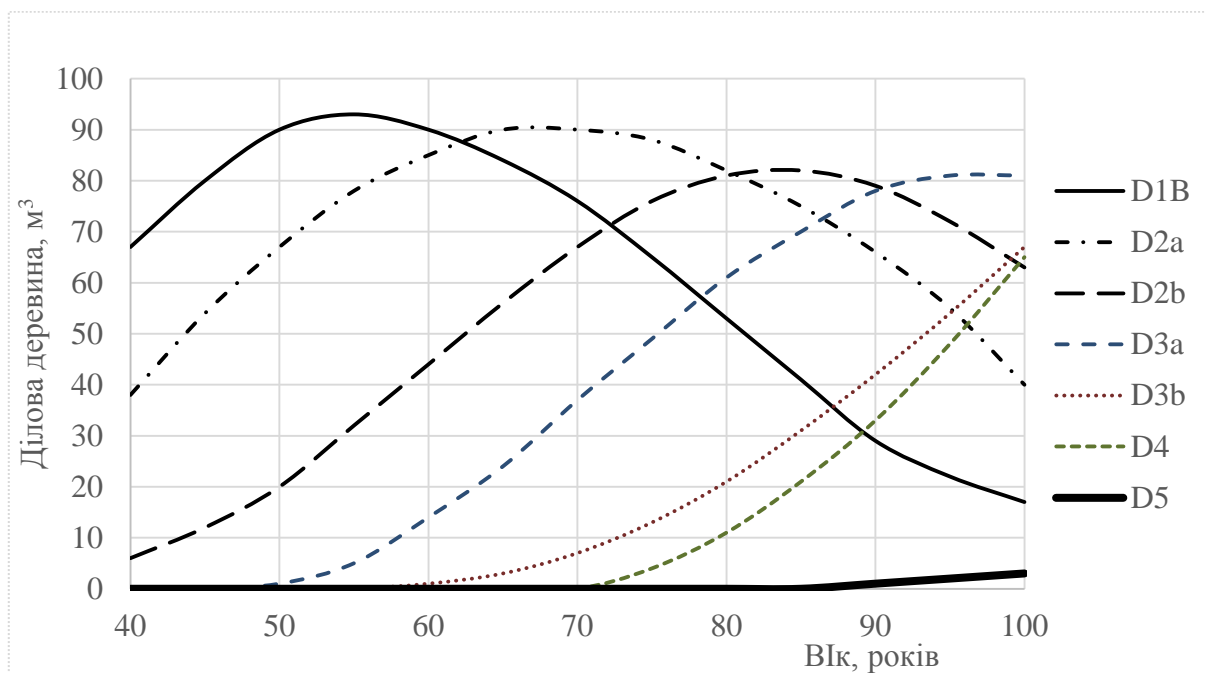


Рис. 2 – Вихід ділової деревини за класами товщини

Нормативи динаміки товарної структури модальних соснових деревостанів побудовано на основі даних про розподіл об'єму ділових стовбурів діаметром від 16 см і більшим за класами й підкласами товщини, узгодженими з європейськими підходами щодо таксації круглих лісоматеріалів (Dimensional classification 2002, Bilous et al. 2021) (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка товарної структури модальних соснових деревостанів штучного походження I класу бонітету Слобжанського лісотипологічного району

Вік, років	Середнє значення		Запас, м ³ ·га ⁻¹	Ділова деревина за класами товщини, м ³ ·га ⁻¹								Дрова, м ³ ·га ⁻¹	Відходи, м ³ ·га ⁻¹
	висоти H, м	діаметра D, см		D1b	D2a	D2b	D3a	D3b	D4	D5	Разом		
40	16,3	18,8	244	67	38	6	–	–	–	–	111	120	13
45	17,8	20,8	274	80	54	12	–	–	–	–	146	111	17
50	19,3	22,8	301	90	67	20	1	–	–	–	178	105	18
55	20,6	24,7	326	93	78	32	5	–	–	–	208	97	21
60	21,9	26,6	346	90	85	44	14	1	–	–	234	89	23
65	23,0	28,4	363	84	90	56	24	3	–	–	257	81	25
70	24,0	30,0	378	76	90	67	37	7	–	–	277	74	27
75	25,0	31,7	392	65	88	76	49	13	4	–	295	69	28
80	25,9	33,2	404	53	82	81	61	21	11	–	309	66	29
85	26,7	34,7	413	41	75	82	70	31	21	–	320	63	30
90	27,5	36,2	422	29	66	79	78	42	33	1	328	64	30
95	28,2	37,7	431	22	55	72	81	54	48	2	334	67	30
100	28,8	39,2	437	17	40	63	81	67	65	3	336	71	30

Об'єм дров'яної деревини визначали як суму об'єму дров'яних стовбурів і дров'яної деревини з ділових дерев. На основі показників динаміки товарності виявлено, що технічна стиглість за діловою деревиною настає у віці 70 років, для ділової деревини із середнім

діаметром 19,5 см і більшим – 90 років та із середнім діаметром 29,5 см і більшим – 100 років.

Також проведено порівняльний аналіз динаміки виходу ділової деревини в модальних сосняках для Слобожанського лісотипологічного району (Лівобережний Лісостеп) та Придонецького Степу (табл. 4).

Таблиця 4

Порівняльний аналіз оцінки динаміки розмірно-якісної структури модальних деревостанів сосни для Придонецького Степу та Лівобережного Лісостепу

Вік, років	Запас ділової деревини, м ³ ·га ⁻¹		Відхилення за виходом ділової деревини	
	для Придонецького Степу	для Лівобережного Лісостепу	м ³ ·га ⁻¹	%
40	104	111	7	6,3
50	172	178	6	3,4
60	221	234	13	5,6
70	253	277	24	8,7
80	274	309	35	11,3

Як видно з таблиці 4, вихід ділової деревини в штучних соснових деревостанах є вищим для Слобожанського лісотипологічного району, ніж для Придонецького Степу (у середньому на 7,1 %), причому найбільший вплив виявлено у 80-річному віці (11,3 %). Це пояснюється як дещо меншими загальними запасами, так і гіршим станом соснових деревостанів у Придонецькому Степу. Порівнюючи розроблені для Слобожанського лісотипологічного району нормативи з нормативами, розробленими для модальних природних соснових деревостанів Київщини (Girs & Sodolinskiy 2021), слід зазначити, що за нашими даними вихід ділової деревини є дещо більшим. Це пояснюється насамперед тим, що до якісної категорії D круглих лісоматеріалів ділової деревини за новими ДСТУ зараховували частину деревини, яка за ГОСТ належала до дров технологічних, а також дещо нижчими загальними запасами й особливостями таксаційної будови природних сосняків Київщини.

Висновки. Соснові деревостани регіону досліджень за динамікою росту й товарності істотно відрізняються від деревостанів Придонецького Степу та Полісся України. Тому представлені в цій статті нормативи таксаційної будови й динаміки товарної структури модальних соснових деревостанів із урахуванням європейських підходів щодо таксації круглих лісоматеріалів можуть суттєво підвищити якість ведення лісового господарства та точність таксації соснових деревостанів Слобожанського регіону. Виявлено, що технічна стиглість за діловою деревиною настає у віці 70 років, за діловою деревиною класу товщини D2 і більшою – 90 років, класу товщини D3 і більшою – у віці 100 років.

ПОСИЛАННЯ –REFERENCES

- Bilous, A. M., Kashpor, S. M., Myroniuk, V. V., Svyinchuk, V. A. and Lesnik O.M.* 2021. Forest inventory handbook. Kyiv, Publishing house “Vinicnenko”, 420 p. (in Ukrainian).
- Dimensional classification – Part 2: Softwood round timber. DSTU EN 1315-1:2001 (EN 1315-2:1997, IDT). 2002. Valid from January 1, 2002. Official edition. Kyiv, Technical Committee for Standardization (in Ukrainian).
- Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Ministry for Agrarian Policy of Ukraine, 32 p. (in Ukrainian).
- Gensiruk, S. A.* 2002. Forests of Ukraine. Lviv, Shevchenko Scientific Society Publishing House, 496 p. (in Ukrainian).
- Girs, O. A.* 2011. Maturity of forest stands and use of wood resources in forests of different functional purposes. Korsun-Shevchenkivskiy, Maydachenko I. S., 315 p. (in Ukrainian).
- Girs, O. A. and Sodolinskiy, R. V.* 2021. Optimization of main cutting volume and merchantability of Scots pine forest stands of Kyiv region forests. Kyiv, NULES of Ukraine, 200 p. (in Ukrainian).
- Kashpor, S. M.* 1999. Methodological bases of stand commodity structure dynamics creation. Scientific Bulletin of National Agrarian University, 17: 265–268 (in Ukrainian).

Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P. 2002. Forest Typology. Kharkiv, Pleyada, 204 p. (in Ukrainian).

Pasternak V. P., Prihodko O. B., Girs O. A. 2021. Structure of pine stands in the Pridonetsk Steppe of Ukraine. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 23: 110–116 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412133>

Strochinskiy, A. A., Kashpor, S. M., Svyinchuk, V. A. 2005. Peculiarities of mensuration structure of artificial pine forest stands of Western and Central Polissya of Ukraine. Agrarian Science and Education, 5-6: 106–111 (in Ukrainian).

Svyinchuk, V. A., Zibtsev, S. V., Gumeniuk, V. V. 2014. Taxation structure peculiarities of artificial pine stands of protected forests in Central Polissya of Ukraine. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 198: 53–57 (in Ukrainian).

Tarnopilska, O. M. 2012. Features of growth and formation of artificial pine plantations of the Left Bank Steppe and Forest-Steppe. Extended abstract of PhD dissertation. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Terentiev, A., Bala, O., Lakyda, P., Bondar, H. 2023. Current state and productivity of Scots pine modal stands of the Forest Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Forest and Wood Science, 14(1): 105–123. <https://doi.org/10.31548/forest/1.2023.105>

Yarotskiy, V. Y., Pyvovar, T. S., Pasternak, V. P., Garmash, A. V. 2016. The structure of pine stands at the Left-bank Forest-steppe of Ukraine. Scientific Bulletin of UNFU, 26(4): 53–59 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40260408>

Pasternak V. P.^{1,3}, Girs O. A.², Garmash A. V.³

DYNAMICS OF MARKETABILITY STRUCTURE OF PINE STANDS IN SLOBOZHANSKYI FOREST TYPOLOGICAL DISTRICT

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

³*State Biotechnological University*

The distribution of pine stands in the Slobozhanskyi forest typological district was analyzed and the pine stand indicators were examined. The distribution of the pine stands in the study region by origin, forest types, density of stocking and productivity has been assessed. The mensuration indicators and marketability structure of the pine stands were considered. Models have been developed for the diameter variability of the modal stand and the ratio of the variability of the industrial timber part to the total dimensional variability of the stand, taking into account the minimum and maximum diameters in the modal stand. The relationship between the proportion of industrial timber and the age of planted modal pine stands has been established. The tables of the marketability structure dynamics for modal pine stands were created, taking into account the distribution of industrial timber volumes by dimensional classes, consistent with European approaches to round timber measurement. When comparing the standards developed for the Slobozhanskyi forest typological district with those developed for Pridonetskyi Steppe, it have been found that in the latter the output of industrial timber is lower, which is primarily associated with the forest site conditions of the region and state of forest stands.

Key words: *Pinus sylvestris* L., modal stands, marketability, dimensional classes.

E-mail: pasternak65@ukr.net

Одержано редколегією 03.05.2023