

11. Pouliot D. Approaches for optimal automated individual tree crown detection in regenerating coniferous forests / D. Pouliot, D. King // Can. J. Remote Sensing. – 2005. – Vol. 31. – № 3. – P. 255–267.

12. Vohland M. Remote sensing techniques for forest parameter assessment: multispectral classification and linear spectral mixture analysis / M. Vohland, J. Stoffels, C. Hau, G. Schuler // Silva Fennica. – 2007. – № 41(3). – P. 441–456.

Обобщены подходы по использованию данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для определения основных лесоводственно-таксационных показателей насаждений. Проанализированы существующие методики таксационного дешифрирования космических снимков и определены особенности их использования для различных объектов.

Данные ДЗЗ, лесотаксационное дешифрирование, классификация снимков, таксационные показатели насаждений.

Application of remote sensing approaches for assessment of the main forest stand parameters has been generalized. Existing methods of satellite image interpretation and peculiarities of their usage for different forest objects have been analyzed.

Remote sensing data, image interpretation, image classification, forest stand parameters.

УДК 630.56

ОСОБЛИВОСТІ ТАКСАЦІЙНОЇ БУДОВИ ШТУЧНИХ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

**В.А. Свинчук, кандидат сільськогосподарських наук
С.В. Зібцев, кандидат біологічних наук, О.А. Борсук, аспірант***

Наведено особливості таксаційної будови та закономірності розподілу дерев за діаметром штучних соснових деревостанів Чорнобильської зони відчуження, порівняно з природними насадженнями. Встановлено особливості просторово-параметричної структури цих лісостанів, порівняно з насадженнями за межами зони відчуження.

Зона відчуження, Чорнобильська АЕС, таксаційна будова, показник мінливості, ранг, редуційне число, показники косості та крутості, β -розподіл.

Однією з пріоритетних задач управління лісами зони відчуження є моніторинг їх стану та проведення лісівничих заходів, що забезпечують стійкість лісових екосистем і виконання ними функцій з нерозповсюджен-

* Науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент С.В. Зібцев.

ня радіонуклідів за межі їх первинного випадіння. При цьому актуальними є дослідження таксаційної будови цих насаджень, які будуть основою для проектування лісогосподарських заходів.

Аналіз таксаційної будови, під якою розуміють закономірності розподілу і взаємозв'язку біометричних ознак дерев у лісостані, поглиблює знання людини про природу лісу та є теоретичною основою розроблення методів таксації лісового й лісосічного фонду. У лісовій таксації найбільша увага приділяється вивченню закономірностей таксаційної будови за діаметром дерев, оскільки цей біометричний параметр дерев найбільш просто і надійно визначається у натурі та значною мірою визначає кількісні та якісні характеристики запасу деревостану. Окрім того, за характером розподілу дерев за діаметром опосередковано можна оцінити й інші їхні таксаційні показники.

Незважаючи на значну кількість виконаних досліджень [4, 5, 6, 11, 13, 14], окремі теоретичні та практичні аспекти цього питання досі не встановлено. Це стосується, головним чином, таксаційної будови штучних насаджень, у тому числі й соснових, які домінують у зоні відчуження. І якщо для Полісся загалом такі дослідження вже проводилися [9, 10, 12], то закономірності таксаційної будови штучних соснових деревостанів зони відчуження не вивчалися. Варто зауважити, що більшість робіт у цьому напрямі було виконано у Росії та Білорусі [1, 2, 8, 15, 16]. Вони засвідчили, що таксаційна будова штучних соснових деревостанів має суттєві, порівняно з природними насадженнями, особливості. Зокрема, показник відносної мінливості діаметра дерев цієї категорії лісостанів на 5–15 % менший, ніж у природних за походженням, особливо у молодняках. Крім того, штучні деревостани характеризуються більш вузьким розмахом діаметрів та підвищеною концентрацією стовбурів у центральних ступенях товщини. Ці закономірності визначають особливості їхнього росту, продуктивності, товарної структури і, відповідно, проектування господарських заходів.

Мета дослідження – встановлення закономірностей таксаційної будови штучних соснових деревостанів зони відчуження як важливої складової під час розроблення системи заходів господарювання у цих лісах.

Матеріали та методика дослідження. Вихідна інформація для вивчення закономірностей розподілу дерев за діаметром у дослідних деревостанах представлена даними перелічувальної таксації на 34 тимчасових пробних площах, які було закладено у штучних, чистих за складом, молодняках, середньовікових і пристиглих насадженнях в умовах свіжих борів і суборів зони відчуження.

Результати дослідження. Враховуючи те, що одним із найбільш об'єктивних методів встановлення закономірностей таксаційної будови деревостанів є апроксимація емпіричних рядів розподілу таксаційної ознаки за допомогою теоретичних законів, основними параметрами, які визначають особливості розподілу дерев за ступенями товщини, є показники мінливості, косості та крутості дослідних рядів розподілу цієї таксаційної ознаки.

Використовуючи прикладні комп'ютерні програми кафедри лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України, здійснено статистичне опрацювання дослідних даних з метою отримання інформації про параметри рядів розподілу за діаметром, які безпосередньо використовуються під час моделювання узагальнених рядів розподілу дерев за діаметром. За результатами цього опрацювання встановлено середній діаметр (D), показник відносної мінливості діаметра дерев (V), мінімальні (R_1) і максимальні (R_2) редуційні числа, показники косості (A) та крутості (E) кожного ряду розподілу. Крім того, було обчислено ранг середнього дерева (R) і статистичний критерій "каппа" [7], який використано для попередньої перевірки можливості застосування для апроксимації дослідних рядів кривої β -розподілу.

Результати статистичної обробки дослідних рядів розподілу дерев за діаметром (табл. 1) засвідчили, що основні параметри будови дослідних деревостанів характеризуються порівняно невисокою мінливістю, що вказує на однорідність зібраного дослідного матеріалу, можливість його наступного опрацювання та отримання адекватних математичних моделей.

1. Статистична характеристика дослідних рядів розподілу дерев за діаметром

Показник	Статистики		
	середнє арифметичне значення	середнє квадратичне відхилення	коефіцієнт мінливості, %
Вік (A), років	50,0	-	-
Діаметр (D), см	16,6	4,3	26,3
Показник відносної мінливості (V), %	35,7	5,6	15,6
Фактичне мінімальне редуційне число (R_1)	0,26	0,11	42,6
Фактичне максимальне редуційне число (R_2)	2,0	0,27	13,7
Асиметрія (A)	1,2	-	-
Екссес (E)	-0,34	-	-
Ранг (R), %	57,2	3,2	5,5

Деякі результати кореляційного аналізу дослідного матеріалу подано у табл. 2.

Між показником відносної мінливості діаметра дерев та середнім значенням цієї таксаційної ознаки існує хоча й слабкий, однак статистично значущий на 5-відсотковому рівні ($r_{krum} = 0,34$) обернений зв'язок. Аналогічно від середнього діаметра деревостану залежить і фактичне максимальне редуційне число. Статистично значущої на 5-відсотковому рівні лінійної залежності фактичного мінімального редуційного числа від зазначеного вище таксаційного показника не виявлено. Відповідно, під час моделювання рядів розподілу дерев за діаметром можна прийняти наведене у табл. 1 середнє значення указаного параметра будови деревостанів.

2. Значення парних коефіцієнтів кореляції (r) між основними аксаційними показниками та параметрами будови дослідних деревостанів

Показники	Коефіцієнти кореляції					
	D	R_1	R_2	V	A	E
D	1,0	0,14	-0,43	-0,46	-0,25	-0,03
R_1		1,0	-0,28	-0,44	-0,25	-0,12
R_2			1,0	0,79	0,77	0,67
V				1,0	0,64	0,26
A					1,0	0,77
E						1,0

Результати статистичного аналізу дослідних рядів розподілу дерев за діаметром свідчать, що коефіцієнт мінливості діаметра загальної кількості стовбурів у дослідних деревостанах коливається у межах 27–55 % і в середньому становить 35,7 %. Порівняно з результатами досліджень мінливості діаметра дерев штучних соснових деревостанів Полісся України [9, 10, 12], Білорусі [2], Росії [1, 15, 16], мінливість діаметра дерев дослідних деревостанів на 5–15 % вища і близька до аналогічного показника природних сосняків [2, 3, 9], що вказує на сильнішу диференціацію стовбурів дерев за товщиною. Аналіз результатів статистичного опрацювання дослідних даних також засвідчив, що у переважній більшості випадків (понад 80 %) може бути прийнята гіпотеза про відповідність вибірових розподілів теоретичній кривій β -розподілу.

Графічний аналіз залежності мінливості діаметра дерев від віку деревостанів показав, що у соснових деревостанах об'єкта дослідження існує лише певна тенденція зменшення мінливості діаметра з віком. Статистично значуще, як уже зазначалося вище, коефіцієнт мінливості залежить від величини середнього діаметра деревостану. Оскільки особливості методики опрацювання узагальнених рядів розподілу дерев за діаметром передбачають моделювання показника відносної мінливості саме від величини середнього діаметра, то в подальшому параметри відповідної математичної моделі необхідно обґрунтувати з урахуванням встановлених взаємозв'язків.

Особливості взаємозв'язку показників косості (A) і крутості (E) дослідних рядів розподілу діаметра з віком деревостанів ілюструють рис. 1 і 2.

Показники косості і крутості дослідних рядів розподілу дерев за діаметром, як видно з рис. 1 і 2, характеризуються значною мінливістю. Показник косості дослідних лісостанів має переважно додатне значення, коливається у межах $-0,90 \div 7,6$ і в середньому дорівнює 1,19. Показник крутості коливається у межах $-1,2 \div 1,0$ і в середньому становить $-0,34$. Щодо взаємозв'язку цих показників із середнім діаметром лісостану, то виявилось, що зі збільшенням цієї таксаційної ознаки показник косості має незначну тенденцію до зменшення, а показник крутості не залежить від величини середнього діаметра. Відзначимо, що наявність значної за величиною асиметрії та ексцесу кривих розподілу діаметра дерев у деревостанах об'єкта дослідження свідчить про неможливість застосування для їхньої апроксимації функції нормального розподілу.

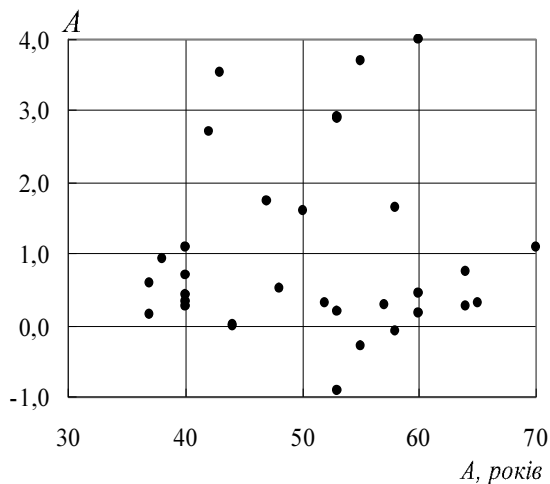


Рис. 1. Залежність показника косості від віку деревостану

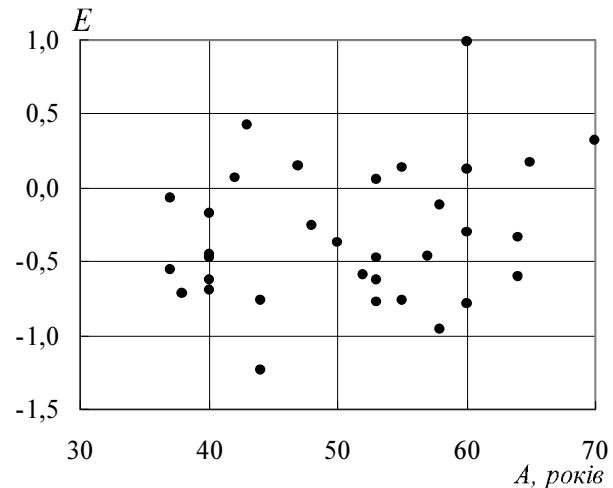


Рис. 2. Залежність показника крутості від віку деревостану

Ранг середнього дерева, під яким розуміють порядковий номер дерева у ряду послідовного збільшення значення того чи іншого таксаційного показника дерев насадження, виражений у відсотках від їх загальної кількості, у дослідних деревостанах коливається в межах 53–66 %, що певною мірою відрізняється від загальновідомих у лісовій таксації значень [4, 6, 13, 14]. Однак варто зауважити, що середнє значення цього параметра будови для усього масиву дослідних даних відповідає класичним даним лісової таксації щодо місця середнього дерева у насадженні.

Значення редуційних чисел за діаметром, зокрема, мінімального і максимального, у дослідних деревостанах суттєво відрізняються від аналогічних даних для однорідних помірно зріджуваних насаджень, в яких вони, як відомо, коливаються в межах від 0,5–0,6 до 1,6–1,7. Виявилось, що у деревостанах об'єкта дослідження фактичне мінімальне редуційне число за діаметром змінюється в межах 0,1–0,5, максимальне – 1,6–2,9, а їхні середні значення дорівнюють відповідно 0,26 і 2,0. Ці факти вказують на більший розмах діаметрів дерев, тобто, штучні соснові деревостани зони відчуження характеризуються іншими параметрами таксаційної будови, порівняно з такими ж насадженнями решти території Полісся України, в яких ведеться інтенсивне лісове господарство.

Висновки. Таким чином, встановлені закономірності розподілу дерев за діаметром вказують на те, що у зв'язку з обмеженістю лісгосподарських заходів у насадженнях зони відчуження впродовж останніх 25 років, їхня просторово-параметрична структура починає набувати інших характеристик, порівняно з деревостанами за її межами.

Список літератури

1. Бабич Н.А. Некоторые вопросы изменчивости диаметров деревьев в культурах сосны / Н.А. Бабич // Лесн. журн. – 1980. – № 6. – С. 7–9.
2. Багинский В.Ф. Строение сосновых молодняков БССР / В.Ф. Багинский // Лесн. журн. – 1974. – № 1. – С. 144–146.

3. Касьяненко Н.М. Особенности строения сосновых древостоев Полесья УССР / Н.М. Касьяненко, А.Г. Манита // Лесн. журн. – 1987. – № 4. – С. 118–120.
4. Макаренко А.А. Строение древостоев / А.А. Макаренко. – Алма-Ата : Кайнар, 1982. – 70 с.
5. Мошкалев А.Г. Научные основы таксации товарной структуры древостоев : автореф. дис. д-ра сельскохозяйств. наук : спец. 06.03.02 "Лесоустройство и лесная таксация" / Александр Георгиевич Мошкалев ; Л. ЛенЛТА. – Л., 1974. – 39 с.
6. Лиственница на Украине / К.Е. Никитин. – К. : Урожай, 1966. – 331 с.
7. Никитин К. Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К. Е. Никитин, А. З. Швиденко. – М. : Лесн. пром-сть, 1978. – 272 с.
8. Поляков А.Н. Продуктивность лесных культур / А.Н. Поляков, Л.Ф. Ипатов, В.В. Успенский. – М. : Агропромиздат, 1986. – 240 с.
9. Полякова Л.В. Особливості росту та продуктивність березово-соснових насаджень Полісся України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.00.19 / Полякова Любов Володимирівна. – К., 1995. – 198 с.
10. Савич Ю.Н. О строении молодых сосновых культур / Ю.Н. Савич // Науч. тр. УСХА. – К., 1973. – Вып. 101. – С. 87–89.
11. Строчинський А.А. Нормативи товарності запасу вирубуваної частини деревостанів / А.А. Строчинський, С.М. Кашпор, Л.М. Березівський // Аграрна наука і освіта. – К., 2000. – № 1. – С. 125–132.
12. Особливості таксаційної будови штучних соснових лісостанів Західного та Центрального Полісся України / А.А. Строчинський, С.М. Кашпор, В.А. Свинчук // Аграрна наука і освіта. – К., 2005. – № 5-6. – С. 106–111.
13. Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений / Н.В. Третьяков. – М. – Л. : Новая деревня, 1927. – 112 с.
14. Тюрин А.В. Таксация леса / А.В. Тюрин. – М. : Гослестехиздат, 1938. – 299 с.
15. Усанин В.С. Особенности строения лесных культур сосны по диаметру в центральной части Средней Сибири [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://science-bsea.narod.ru/2003/les_2003/usanin.htm/ – Назва з екрана.
16. Успенский В.В. Особенности роста, продуктивности и таксации культур / В.В. Успенский, В.К. Попов. – М. : Лесн. пром-сть, 1974. – 128 с.

Приведены особенности таксационного строения и закономерности распределения деревьев по диаметру искусственных сосновых древостоев Чернобыльской зоны отчуждения по сравнению с естественными насаждениями. Определены особенности пространственно-параметрической структуры этих древостоев сравнительно с насаждениями за пределами зоны отчуждения.

Зона отчуждения, Чернобыльская АЭС, таксационное строение, показатель изменчивости, ранг, редуцированное число, показатели асимметрии и эксцесса, β -распределение.

Stand structure peculiarities and distribution of trees by diameters of Scotch pine plantations in the Chornobyl exclusion zone in comparison with natural vegetation are presented. The features of space-parametric structure of stands in comparison with plantations out of exclusion zone are defined.

Exclusion zone, Chornobyl NPP, stand structure, rate of variation, rank, reduction number, asymmetry and kurtosis, β -distribution.