

УДК 630*5:582.632.1(477)

Аспір. В.І. Близік¹; асист. І.П. Лакида,
канд. с.-г. наук – НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ РОСТУ У ВИСОТУ ВІЛЬХОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ПОРОСЛЕВОГО ПОХОДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Розроблено математичні моделі ходу росту у висоту деревостанів вільхи клейкої порослевого походження Полісся України. Унаслідок вирівнювання середніх висот з нормативів росту М.В. Давидова отримано динамічну бонітетну шкалу порослевих вільшняків, адаптовану до бонітетної шкали М.М. Орлова, яку надалі буде використано у групуванні експериментальних даних для моделювання ходу росту за іншими таксаційними показниками модальних насаджень вільхи клейкої в Українському Поліссі.

Ключові слова: вільха клейка, таблиці ходу росту, середня висота, бонітет, математичні моделі, Полісся.

Стале управління лісами передбачає таке ведення лісового господарства і використання лісових ресурсів, які дають змогу зберегти не тільки продуктивність лісів, але й посилити їх екологічні функції, естетичну та рекреаційну цінність, біологічне та ландшафтне різноманіття. Реалізація цих завдань потребує вдосконалення системи обліку та оцінки лісів.

Система інформаційного забезпечення лісової галузі України складається з нормативно-правових документів, наукових розробок тощо. До таксаційних нормативів відносять і таблиці ходу росту (ТХР) модальних деревостанів, які характеризують сучасний стан переважаючих середньоповнотних насаджень та дають змогу оцінити результати ведення господарства.

Продуктивність, особливості росту та прогноз динаміки таксаційних показників деревостанів вільхи клейкої досліджували багато лісівників (В.Ф. Багінський [1], М.В. Давидов [3, 4], М.І. Калінін [5], А.Е. Оборська [8, 9], В.П. Пастернак, В.І. Стороженко [10], Є.Г. Поляков [11], Н.В. Ромашов [12] та інші). Проте в Україні для таксації вільхових насаджень використовуються лише таблиці ходу росту і динаміки товарності насаджень М.В. Давидова [7].

Упродовж останніх років в Україні проведено дослідження та розроблено ТХР модальних насаджень для головних лісотвірних порід, зокрема й для вільхи клейкої. Однак продуктивність деревостанів надто варіює залежно від географічних, кліматичних та інших умов. Зважаючи на це, актуальною є розроблення системи моделювання прогнозу росту порослевих вільшняків Українського Полісся.

Мета дослідження – розробити моделі ходу росту у висоту деревостанів вільхи клейкої порослевого походження Полісся України та побудувати на їх основі динамічну бонітетну шкалу.

Матеріали та методика дослідження. Більшість таблиць ходу росту модальних насаджень, які застосовують у лісовпорядкуванні, розроблені з врахуванням сутності статистичного та аналітичного методів. Для дослідження динаміки середньої висоти за основу було взято аналітичний підхід. При цьому параметри моделей встановлювали за допомогою регресійних залежностей.

Зважаючи на лісорослинні умови, у яких зростає вільха клейка (сирі та мокрі вільшини і сувільшини), та попередні дослідження цієї деревної породи [4,

8, 9, 10], групування експериментальних даних здійснювали на бонітетній основі з урахуванням типологічних особливостей росту деревостанів. Як вихідні дані для моделювання ходу росту за висотою були використані нормативи росту порослевих деревостанів вільхи клейкої, які розробив М.В. Давидов у 1960 р. [7].

Результати дослідження. Побудову таблиць ходу росту розпочато із моделювання динаміки середньої висоти. Деякі дослідники вважають [2, 6, 14], що моделювання динаміки таксаційних показників деревостану доцільно починати з верхньої висоти (висота найбільших дерев). Однак у виробничій практиці верхня висота практично не застосовується, під час розроблення нормативно-довідкових даних найчастіше користуються середньою висотою.

Середня висота деревостану є одним із основних таксаційних параметрів, у тісній залежності з яким перебувають майже всі інші таксаційні показники (середній діаметр, сума площ поперечних перерізів, запас).

Під час побудови бонітетної шкали насамперед необхідно обґрунтувати базовий вік, який буде використовуватись для розрахунків. А.З. Швиденко та інші [13, 15] за базовий приймають вік, за якого стабілізується ріст дерева у висоту (для швидкоростучих порід – 50 років). В.Ф. Багінський [2] за базовий вік пропонує брати останній рік класу пристиглих насаджень чи середину класу стиглих. Враховуючи, що рубки головного користування у вільхових лісах починають з 61 року, а також біоекологічні властивості вільхи клейкої, за базовий вік прийнято 50 років.

Як вихідні дані для побудови динамічної бонітетної шкали були використані середні висоти за бонітетами із таблиць ходу росту порослевих вільхових деревостанів [7]. Для зручності моделювання і зменшення мінливості досліджуваного показника, було здійснено перехід від середніх до відносних висот:

$$h_a^{відн} = \frac{h_a}{h_{50}^{баз}}, \quad (1)$$

де: $h_a^{відн}$ – відносне значення висоти у віці a -років; h_a – середня висота у віці a -років, м; $h_{50}^{баз}$ – середня висота у базовому віці 50 років, м. Середня висота у базовому віці 50 років для I^a, I, II і III класів бонітету відповідно становить 25,9; 22,9; 18,6 та 16,9 м [7]. За формулою (1) для кожного класу бонітету (I^a – III) розраховували відносні висоти, які нанесли на графік для унаочнення отриманих результатів (рис. 1).

Очевидно, що криві всіх бонітетів у 50-річному віці перетинаються в одній точці, де їх відносна висота дорівнює 1.

За даними повидільної бази ВО "Укрдержліспроект", II клас бонітету є переважаючим для порослевих вільшняків регіону досліджень (57 % від загальної площі), тому за основу для моделювання прийняли відносні висоти цього класу. Відсутність задовільних результатів у їх вирівнюванні функцією росту, спонукала до моделювання абсолютних висот. Використовуючи ростову функцію Бергаланффі [16], отримали математичну модель для середніх висот II класу бонітету:

$$H_{II} = 24,41 \cdot (1 - \exp(-0,02686 \cdot A))^{0,8705}, \quad (2)$$

де: H_{II} – середня висота II класу бонітету, м; A – вік насадження, років.

¹Наук. керівник: проф. П.І. Лакида, д-р с.-г. наук

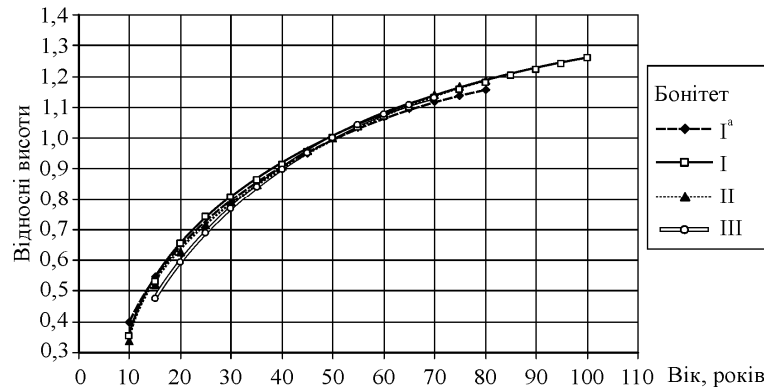


Рис. 1. Відносні висоти I^a – III класу бонітету за ТХР М.В. Давидова [7]

Оскільки подання вихідних даних в абсолютних величинах не зручне для наступної апроксимації й аналізу її результатів, поділивши перший коефіцієнт формули (2) на змодельовану середню висоту в 50-річному віці (18,8 м) знову перейшли до відносних величин, а модель (2) набула виду:

$$H_{II} = 1,3013 \cdot (1 - \exp(-0,02686 \cdot A))^{0,8705} \quad (3)$$

Наведене рівняння (3), адекватно описує хід росту за висотою II класу бонітету і лягло в основу створення бонітетної шкали. Для того, щоб побудувати криві відносних висот I^a, I, III і IV класів бонітету використали середню величину міжбонітетного інтервалу. Дані для його розрахунку отримали з графіка відносних висот (рис. 1), а потім описали математичною моделлю – поліномом 4-го порядку:

$$\Delta H^i = (0,0369 - 0,61 \cdot 10^{-3} \cdot A - 0,18 \cdot 10^{-4} \cdot A^2 + 0,44 \cdot 10^{-6} \cdot A^3 - 0,23 \cdot 10^{-8} \cdot A^4) \cdot H_{50}^i \quad (4)$$

де ΔH^i – величина міжбонітетного інтервалу, м; H_{50}^i – середня висота певного класу бонітету у базовому віці 50 років, м. Додаючи до (віднімаючи від) рівняння (3) величину міжбонітетного інтервалу (для I^a і IV класів бонітету – подвійну), отримуємо криві відносних висот усіх бонітетів (рис. 2).

Перехід від відносних до абсолютних показників здійснили на основі базових значень середньої висоти за шкалою М.М. Орлова для порослевих деревостанів у віці 50 років, які становили для I^a, I, II, III і IV класів бонітету відповідно 25,5; 22,4; 19,25; 16,1 та 13,0 м.

Внаслідок проведених досліджень отримали рівняння для прогнозу росту за середньою висотою в порослевих деревостанах вільхи клейкої Українського Полісся:

$$H^i = 1,3013 \cdot (1 - \exp(-0,02686 \cdot A))^{0,8705} \cdot H_{50}^i + (7 - k) \cdot \Delta H^i, \quad (5)$$

де H^i – середня висота певного класу бонітету, м; k – код класу бонітету (I^a – 5, I – 6, II – 7, III – 8, IV – 9). Порівняння отриманої моделі росту у висоту порослевих вільхових деревостанів Українського Полісся та середніх висот класів бонітету за ТХР М.В. Давидова наведено на рис. 3.

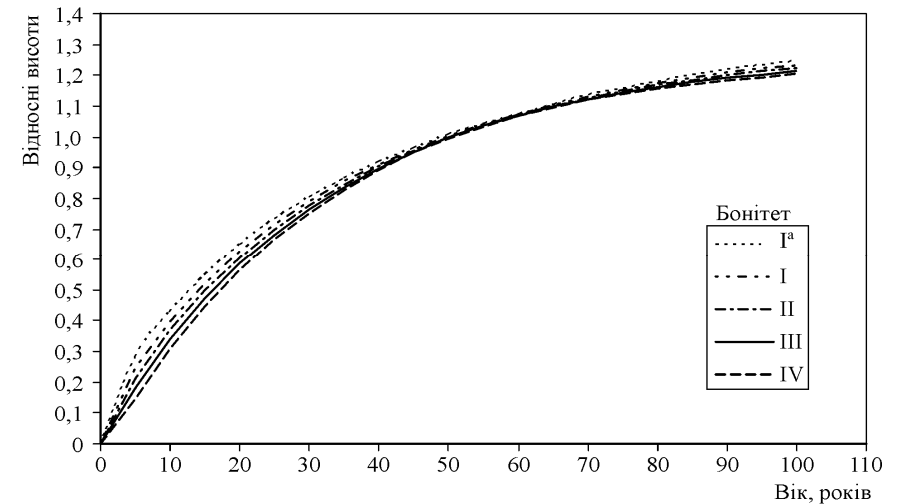


Рис. 2. Результати моделювання відносних висот порослевих вільхових деревостанів Українського Полісся

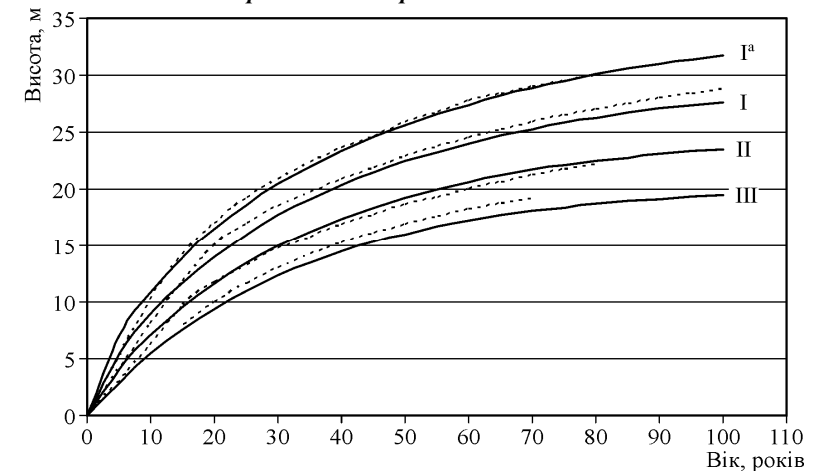


Рис. 3. Порівняння середніх висот I^a – III класів бонітету за ТХР М.В. Давидова (пунктирні лінії) та динамічної бонітетної шкали (суцільні лінії)

Аналізуючи рис. 3, варто зазначити, що динаміка середніх висот за розробленою бонітетною шкалою і за матеріалами досліджень М.В. Давидова [7] подібна, оскільки саме його нормативи були використанні як вихідні дані. Відмінності між загальнобонітетною шкалою М.М. Орлова і отриманою бонітетною шкалою зображено на рис. 4.

Рис. 4 свідчить, що для вільхових деревостанів порослевого походження Українського Полісся характерний інтенсивний ріст у молодому віці та його уповільнення у старшому. Таку закономірність встановив М.В. Давидов для насаджень вільхи клейкої Європейської частини СРСР [4], а також зазначили у своїх роботах А.Е. Оборська [8] та В.П. Пастернак і В.І. Стороженко [9, 10].

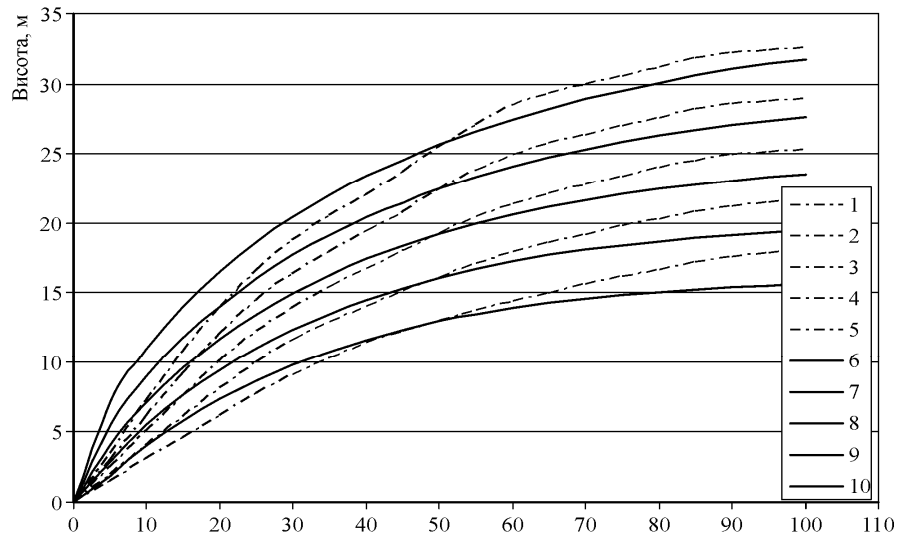


Рис. 4. Відмінності між загальнобонітетною

(1-5 – середні висоти I, II, III, IV класів бонітету відповідно)

та динамічною бонітетною шкалою (6-10 – середні висоти I-IV класів бонітету)

Висновки:

1. Деревостани вільхи клейкої порослевого походження Українського Полісся відрізняються за своїми таксаційними характеристиками від тих, які наведено у таблицях ходу росту нормальних (повних) насаджень і застосовуються у лісовпорядній практиці. Отже, вони потребують розроблення окремих нормативів для їх таксації.
2. Розроблені математичні моделі дають змогу з досить високою точністю оцінити динаміку росту за висотою вільхових деревостанів регіону досліджень.
3. Внаслідок вирівнювання середніх висот з ТХР М.В. Давидова отримано динамічну бонітетну шкалу порослевих вільшняків, адаптовану до бонітетної шкали М.М. Орлова, яку надалі можна використовувати у групуванні експериментальних даних для моделювання ходу росту за іншими таксаційними показниками модальних насаджень вільхи клейкої в Українському Поліссі.

Література

1. Багинский В.Ф. Лесопользование в Беларуси / В.Ф. Багинский, Л.Д. Есимчик. – Минск : Изд-во "Беларуская навука", 1996. – 367 с.
2. Багинский В.Ф. Повышение продуктивности лесов / В.Ф. Багинский. – Минск : Изд-во "Ураджай", 1984. – 136 с.
3. Давидов М.В. Особенности роста черноольховых насаждений / М.В. Давидов // Лесное хозяйство : журнал. – 1976. – № 8. – С. 43-45.
4. Давидов М.В. Чорна вільха Європейської частини СРСР / М.В. Давидов. – К. : Вид-во Української акад. с.-г. наук, 1960. – 116 с.
5. Калінін М.І. Продуктивність деревостанів з участю вільхи чорної в Українському Поліссі / М.І. Калінін // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2000. – Вип. 97. – С. 48-51.

6. Матузанис Я.К. Модель хода роста еловых насаждений / Я.К. Матузанис, Я.К. Тауриньш // Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. – Рига : Изд-во "Зинатне", 1972. – С. 135-138.
7. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / под ред. А.З. Швиденко и др. – К. : Вид-во "Урожай", 1987. – 560 с.
8. Оборська А.Е. Моделювання динаміки середньої висоти модальних деревостанів вільхи клейкої Західного Полісся України / А.Е. Оборська // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.1. – С. 63-67.
9. Оборська А.Е. Особливості росту та прогноз динаміки таксаційних показників модальних деревостанів вільхи клейкої Західного Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.03.02 – "Лісовпорядкування та лісова таксація" / А.Е. Оборська. – К., 2012. – 22 с.
10. Пастернак В.П. Особенности роста вильховых деревостанів середньої течії Сіверського Дінця / В.П. Пастернак, В.І. Стороженко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 147. – С. 246-251.
11. Поляков Е.Г. Производительность, особенности роста и способы разведения черной ольхи в условиях Украинского Полесья : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.03.02 – "Лесоустройство и лесная таксація" / Е.Г. Поляков. – Харьков, 1964. – 22 с.
12. Ромашов Н.В. Производительность и сортиментная структура черноольховых насаждений в различных лесорастительных зонах УССР / Н.В. Ромашов // Лесоведение и лесоводство. – Харьков : Изд-во УкрНИИЛХА, 1964. – С. 18-26.
13. Семечкин И.В. Общие таблицы хода роста и биологической продуктивности полных ("нормальных") насаждений сосны кедровой сибирской / И.В. Семечкин, А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко // Лесная таксація и лесоустройство. – 2005. – № 1(34). – С. 7-27.
14. Свалов Н.Н. Методы составления таблиц классов бонитета / Н.Н. Свалов // Лесное хозяйство : журнал. – 1967. – № 6. – С. 46-49.
15. Швиденко А.З. Система моделей роста и динамики продуктивности лесов России (таблицы хода роста) / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй // Лесное хозяйство : журнал. – 2003. – № 6. – С. 34-38.
16. Shvidenko A. Semi-empirical models for assessing biological productivity of Northern Eurasian forests / A. Shvidenko, D. Schepschenko, S. Nilsson, Y. Boulouli // Ecological Modelling. – 2007. – Vol. 204. – Pp. 163-179.

Блыщук В.И., Лакида И.П. Моделирование роста в высоту черноольховых древостоев порослевого происхождения Украинского Полесья

Разработаны математические модели хода роста в высоту древостоев ольхи клейкой (черной) порослевого происхождения Полесья Украины. В результате выравнивания средних высот согласно нормативам роста М.В. Давыдова получена динамическая бонитетная шкала порослевых ольшаников, адаптированная к бонитетной шкале М.М. Орлова, которая в дальнейшем будет использована при группировании экспериментальных данных для моделирования хода роста по другим таксационным показателям модальных насаждений ольхи клейкой в Украинском Полесье.

Ключевые слова: ольха клейкая, таблицы хода роста, средняя высота, бонитет, математические модели, Полесье.

Blyshchuk V.I., Lakyda I.P. Height growth modeling of black alder stands of vegetative origin in Ukrainian Polissya

Height growth mathematical models for black alder stands of vegetative origin of Ukrainian Polissya were developed. As a result of modeling of average height according to reference materials after M.V. Davydov, dynamical site index scale for black alder stands of vegetative origin adapted to site index scale after M.M. Orlov is obtained. The dynamical site index scale will be used for grouping experimental data for modeling dynamics of other mensurational indices of modal stands of black alder in Ukrainian Polissya.

Keywords: black alder, yield tables, average height, site index class, mathematical models, Polissya.