

УДК 630*53

А. Д. КУЗИК *
ПРО ПОВНОТУ Й ГУСТОТУ ДЕРЕВОСТАНУ
ТА УТОЧНЕНІ МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

На основі побудови діаграм Вороного запропоновано уточнені методи визначення густоти й повноти деревостану як важливих його параметрів з погляду структури, продуктивності та впливу на пожежну небезпеку. Доведено точність запропонованих методів для штучного деревостану з рівномірним рядковим розташуванням дерев. Запропоновано алгоритм побудови окремої комірки діаграми Вороного з метою визначення в ній густоти й повноти деревостану, що в окремих випадках дасть змогу уникнути закладання пробної ділянки.

К л ю ч о в і с л о в а : деревостан, густина деревостану, повнота деревостану.

Повнота й густина деревостану є важливими лісівничими характеристиками, які визначають його структуру, продуктивність і застосовуються у лісівництві [3]. Ці параметри характеризують також пожежонебезпечні властивості, зокрема швидкість поширення лісової пожежі [1].

Густоту й повноту деревостану визначають у межах пробної ділянки, виділу. Густина деревостану вказує на щільність розташування дерев у лісі та визначається, як кількість дерев на одному гектарі. Для її визначення обчислюють кількість дерев у межах пробної ділянки площею 0,1 га, 0,25 га чи 0,5 га, результат множать на обернену величину до площі ділянки. Повнота деревостану може бути абсолютною та відносною. Абсолютна повнота – це сума площ поперечного перерізу усіх дерев на висоті 1,3 м у квадратних метрах на ділянці площею 1 га. Її визначають на пробній площі, як відношення суми площ поперечного перерізу дерев до площі ділянки. Відносна повнота – це відношення абсолютної повноти деревостану до абсолютної повноти зімкненого деревостану відповідної породи, віку, бонітету й лісорослинних умов, яку визначають для деревостану відповідно до таксаційних норм [2]. Для штучних деревостанів густина й повнота переважно є сталими величинами. В умовах природних деревостанів, які розвивалися протягом значного періоду, ці характеристики варіюють більшою мірою. Водночас нерівномірність повноти й густоти визначають і в межах невеликої пробної ділянки.

Густина і повнота впливають на чинники формування нижнього ярусу лісу та підстилки: інсоляцію, зволоження, швидкість переміщення повітряних мас, висоту від поверхні ґрунту до нижніх гілок тощо. Ці чинники є істотними при виникненні та поширенні пожеж і, як наслідок, впливають на збитки від пожежі. Тому доцільно обчислювати густоту й повноту в межах значно менших площ. Існуючі методи обчислення цих характеристик не забезпечують необхідної точності на малих ділянках, оскільки важко встановити їх межі в умовах природних деревостанів. Відсутні методи визначення густоти й повноти в околі окремого дерева чи групи дерев.

Метою роботи є розробка методів визначення густоти й повноти деревостану на основі діаграм Вороного [4].

Діаграми Вороного запропоновані видатним українським математиком Григорієм Вороним для визначення на площині зон близькості для точок заданої множини. Діаграми є двоїстими до триангуляції Делоне та легко будуються на її основі за відповідними алгоритмами [4]. Внаслідок побудови діаграм Вороного (рис. 1) плоска фігура W , яка містить множину точок $A = \{A_i, i=1, \dots, n\}$, розбивається на попарні неперетинні суміжні опуклі многокутники $W_i (A_i \in W_i)$, тобто

$$W = \bigcup_{i=1}^n W_i, W_i \cap W_j = \emptyset, i \neq j.$$

* © А. Д. Кузик, 2010

Відстань від кожної внутрішньої точки многокутника W_i до відповідної точки A_i заданої множини $A \in$ меншою, ніж до будь-якої іншої точки цієї множини. Тому природним чином кожній точці A_i множини A ставиться у відповідність многокутник W_i . Цю властивість діаграм Вороного можна застосувати для визначення густоти й повноти.

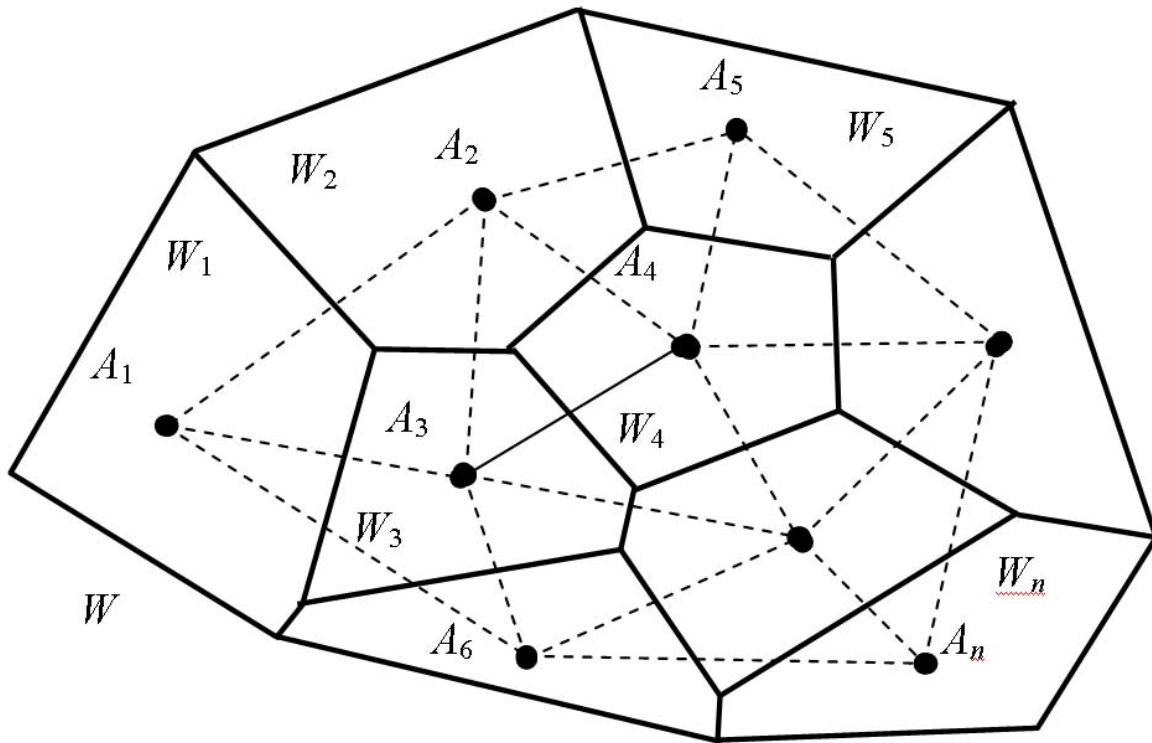


Рис. 1 – Діаграми Вороного (суцільні лінії) та триангуляція Делоне (пунктирні лінії) для множини точок A_1, A_2, \dots, A_n

Нехай деревостан складається з n дерев, геометричні центри яких розташовані у точках A_i множини A . Після розбиття ділянки внаслідок побудови діаграм Вороного на комірки W_i визначимо їх площі S_i (га). Тоді оскільки на ділянці W_i розташоване одне дерево, то густина деревостану N_i в межах цієї ділянки визначається за формулою

$$N_i = \frac{1}{S_i}. \quad (1)$$

Обчисливши густоту N_i на ділянці W_i та поставивши її у відповідність кожній точці $M \in W_i$, утворюємо кусково сталу функцію двох змінних з областю визначення W , яка описує густоту деревостану, розташованого в її межах.

Аналогічний підхід застосуємо для визначення абсолютної повноти деревостану. Нехай діаметр стовбура дерева на висоті 1,3 м, розташованого у точці A_i , дорівнює d_i (м). Оскільки абсолютна повнота обчислюється як відношення суми площ поперечного перерізу дерев до площі ділянки, то в межах комірки W_i діаграми Вороного абсолютну повноту G_i можна обчислити за формулою

$$G_i = \frac{\pi d_i^2}{4S_i}. \quad (2)$$

Відносну повноту P_i можна також визначити для кожної ділянки W_i , застосувавши формулу

$$P_i = \frac{G_i}{G_{etal}} = \frac{\pi d_i^2}{4S_i G_{etal}}, \quad (3)$$

де G_{etal} – абсолютна повнота еталонної ділянки відповідно до таксаційних норм.

Точність цих формул перевіримо для пробних ділянок штучних насаджень, на яких дерева рівномірно розташовані паралельними рядами на однакових відстанях одне від одного. Діаграми Вороного для таких ділянок матимуть вигляд однакових за розмірами прямокутників або квадратів (рис. 2). Тому якщо на пробній ділянці W_0 площею S_0 (га) розташовано n дерев, то густина деревостану становитиме

$$N_0 = \frac{n}{S_0}. \quad (4)$$

Площа кожної коміри діаграми Вороного $W_{0,i}$ буде однаковою і становитиме

$$S_{0,i} = \frac{S_0}{n}. \quad (5)$$

Густина деревостану в кожній комірі $W_{0,i}$, за формулою (1) становить

$$N_{0,i} = \frac{1}{S_{0,i}}. \quad (6)$$

Зрозуміло, що вона буде однаковою в кожному з прямокутників $W_{0,i}$, оскільки їх площі однакові. Підставивши (5) в (6), одержуємо з урахуванням (4)

$$N_0 = N_{0,i}. \quad (7)$$

Рівність (7) доводить точність методу обчислення густоти.

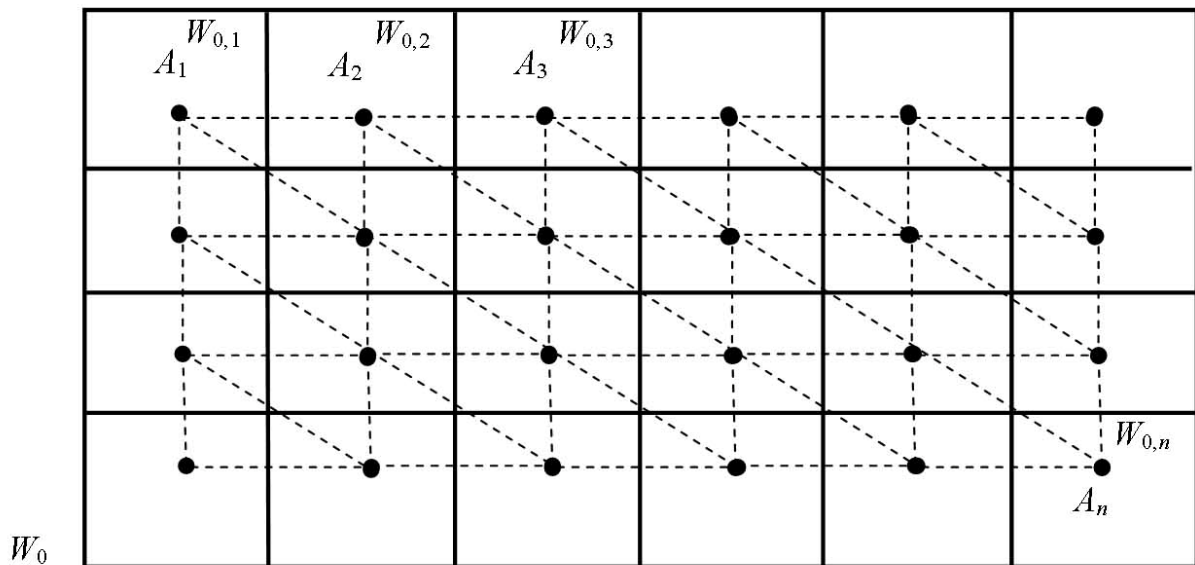


Рис. 2 – Діаграми Вороного (суцільні лінії) та триангуляція Делоне (пунктирні лінії) для множини точок A_1, A_2, \dots, A_n , розташованих на однакових відстанях одна від одної на однаково віддалених рядах

Аналогічно на цій самій ділянці перевіримо точність формули (2). Абсолютна повнота ділянки W_0 визначається за формулою

$$G_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \pi d_i^2}{4S_0}, \quad (8)$$

де d_i (м) – діаметр на висоті 1,3 м стовбура дерева, розташованого в точці A_i . Повнота у кожній з комірок $W_{0,i}$ залежить від d_i та визначається за формулою

$$G_{0,i} = \frac{\pi d_i^2}{4S_{0,i}}. \quad (9)$$

Враховуючи (5), з (9) одержуємо таку формулу для обчислення абсолютної повноти в кожній з комірок $W_{0,i}$

$$G_{0,i} = \frac{n\pi d_i^2}{4S_0}. \quad (10)$$

Оскільки площі всіх комірок однакові, то середнє значення абсолютної повноти на всій пробній ділянці W_0 можна обчислити як середнє арифметичне усіх значень $G_{0,i}$. Таким чином, абсолютна повнота ділянки W_0 становитиме

$$G_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_{0,i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{n\pi d_i^2}{4S_0} = \frac{\pi}{4S_0} \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (11)$$

і повністю збігається зі значенням, обчисленим за формулою (8).

Точність обчислення відносної повноти для ділянки W_0 перевіряється аналогічно.

Для обчислення густоти й повноти деревостану за запропонованими уточненими методами потрібно спочатку побудувати триангуляцію Делоне з вершинами у точках, які відповідають деревам, а на її основі – діаграму Вороного. Для кожної комірки діаграми потрібно обчислити площу та діаметр дерева. Тоді за формулами (1) та (9) обчислюють густоту та абсолютну повноту в межах комірки Вороного, побудованої навколо кожного дерева.

За відсутності можливості побудувати діаграму Вороного для усієї ділянки лісового масиву можна побудувати комірку діаграми Вороного для окремого дерева та провести обчислення повноти й густоти в ній за таким алгоритмом:

1. Будуємо комірку діаграми Вороного для даного дерева:

1.1. З'єднуємо лінією точку – середину дерева з точкою – серединою сусіднього дерева.

1.2. Будуємо серединний перпендикуляр до побудованої лінії.

1.3. Від серединного перпендикуляра відкладаємо півплощину, яка містить точку – середину дерева.

1.4. Повторюємо 1.1 – 1.3 для кожного сусіднього дерева.

1.5. Знаходимо перетин усіх півплощин, який буде опуклим багатокутником – коміркою діаграми Вороного для даного дерева.

2. Обчислюємо площу комірки.

3. Обчислюємо густоту за формулою (1).

4. Обчислюємо діаметр дерева.

5. Обчислюємо абсолютну повноту за формулою (9).

6. Обчислюємо відносну повноту відповідно до еталонної абсолютної повноти.

Висновки. На основі діаграм Вороного запропоновано уточнені методи визначення густоти й повноти довільного деревостану. Точність запропонованих методів доведено для штучних деревостанів з рівномірним рядковим розташуванням дерев. Використання запропонованих методів у лісівництві забезпечить детальніший опис структури деревостану з метою визначення його параметрів, зокрема тих, які характеризують пожежну небезпеку. Побудова комірки діаграми Вороного для окремого дерева за запропонованим алгоритмом дасть змогу охарактеризувати параметри деревостану в її межах без закладання пробної площі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары / И. С. Мелехов. – ОГИЗ Архангельское изд-во, 1947. – 60 с.
2. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. – К.: Урожай, 1987. – 559 с.
3. Свириденко В. Є. Лісівництво. Підручник / За ред. В. Є. Свириденка / В. Є. Свириденко, О. Г. Бабіч, Л. С. Киричок. – К.: Арістей, 2004. – 544 с.
4. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и ее применение / А. В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.

Kuzyk A.

ABOUT STAND THICKNESS AND DENSITY AND SPECIFIED METHODS OF THEIR EVALUATION

Lviv State University of Vital Activity Safety

On the basis of construction of Voronoi diagrams the specified methods of definition of stand thickness and density as its important parameters from the point of view of structure, productivity and influence on fire danger are suggested. Accuracy of suggested approach is proved for forest plantation with uniform row placing of trees. Algorithm of construction of separate cell of Voronoi diagram is developed for the purpose of evaluation of stand thickness and density in it that sometimes will allow to avoid laying sample plots.

К е у w o r d s : stand, thickness of stand, density of stand.

Кузык А. Д.

О ПОЛНОТЕ И ГУСТОТЕ ДРЕВОСТОЯ И УТОЧНЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

На основании построения диаграмм Вороного предложены уточненные методы определения густоты и полноты древостоя как важных его параметров с точки зрения структуры, производительности и влияния на пожарную опасность. Доказана точность предложенных методов для искусственного древостоя с равномерным рядовым расположением деревьев. Предложен алгоритм построения отдельной ячейки диаграммы Вороного с целью определения в ней густоты и полноты древостоя, что в отдельных случаях позволит избежать закладки пробной площади.

К л ю ч е в ы е с л о в а : древостой, густота древостоя, полнота древостоя.

E-mail: vr@ubgd.lviv.ua

Одержано редколегією 19.03.2010 р.