



Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет лісового господарства,
деревооброблювальних технологій та
землепорядкування**

**Кафедра деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу**

**ТЕХНОЛОГІЯ
ЛІСОПИЛЯЛЬНО-ДЕРЕВИНООБРОБЧИХ ВИРОБНИЦТВ**

**ІМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІРІВ ДОЩОК,
ОТРИМУВАНИХ ІЗ ЗОНИ ЗБІГУ КОЛОДИ**

Методичні вказівки

**до виконання практичних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти денної (заочної) форми навчання
спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології**

**ХАРКІВ
2025**

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства,
деревооброблювальних технологій та землевпорядкування

Кафедра деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу

**ТЕХНОЛОГІЯ
ЛІСОПИЛЯЛЬНО-ДЕРЕВИНООБРОБЧИХ ВИРОБНИЦТВ**

ІМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІРІВ ДОЩОК,
ОТРИМУВАНИХ ІЗ ЗОНИ ЗБИГУ КОЛОДИ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти денної (заочної) форми навчання
спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології

Затверджено рішенням
навчально-методичної комісії
факультету ЛДЗ ДБТУ.
Протокол № 9
від 21 квітня 2025 р.

ХАРКІВ
2025

УДК 674.213(076)
Т38

Схвалено
на засіданні кафедри деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу.
Протокол №10 від 16 квітня 2025 р.

Рецензенти:

О. Б. Калюжний, канд. техн. наук, доцент кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка Державного біотехнологічного університету.

Ю. О. Градиський, канд. техн. наук, доцент кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Державного біотехнологічного університету.

Т38 Технологія лісопиляльно-деревинообробчих виробництв. Частина 2. Імовірнісне моделювання розмірів обаполів, отримуваних із зони збігу колоди. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання спеціальності G14 Деревообробні та меблеві технології / Держ. біотехнол. ун-т; уклад.: С. А. Шевченко, О.С. Скрипник, О.М. Тупчій. – Харків, 2025. – 28 с.

Методичні вказівки призначені для оволодіння навичками оптимізації поставів в частині обаполів, отримуваних із зони збігу колоди для наступного розпилювання на рейкові заготовки довільної довжини для клеєних виробів. Практична робота виконується із використанням електронної таблиці.

УДК 674.213(076)

Відповідальний за випуск: В. І. Д'яконов, к-т техн. наук, доцент

© Шевченко С. А., Скрипник О.С.,
Тупчій О.М., 2025
© ДБТУ, 2025

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	3
Вступ.....	4
1 Теоретичні відомості	6
2 Вихідні дані.....	11
3 Послідовність і приклад виконання роботи	11
Перелік використаних джерел	26

Перелік умовних позначень

- a – випадкове значення коефіцієнта в рівнянні твірної, м;
 B – випадкове значення ширини обапола, м;
 d – випадкове значення діаметра колоди у верхньому торці, м;
 $d_{\max}$ – верхня межа діапазону діаметрів колоди у верхньому торці, м;
 $d_{\min}$ – нижня межа діапазону діаметрів колоди у верхньому торці, м;
 f_d – щільність імовірності діаметра колоди у верхньому торці, 1/м;
 F_{n-1}^{-1} – функція, зворотна до функції розподілу Стюдента з $(n-1)$ ступенем свободи;
 f_s – щільність імовірності збігу колоди, м/м;
 h – відстань від осі колоди до зовнішньої пласті обапола, м;
 h_0 – відстань від осі колоди до внутрішньої пласті обапола, м;
 k – коефіцієнт;
 K – випадкове значення коефіцієнту використання об'єму параболічної зони колоди, використаної для виготовлення обаполів;
 l – випадкове значення довжини обапола;
 L – довжина колоди, м;
 m_s – математичне сподівання збігу колод, м/м;
 n – кількість елементів вибірки;
 r – випадкове значення радіусу колоди у верхньому торці, м;
 R – випадкове значення радіусу колоди в нижньому торці, м;
 S – випадкове значення площі зовнішньої пласті обапола, м²;
 V_B – випадкове значення об'єму обапола, м³;
 V_{Bav} – вибіркове середнє арифметичне значення об'єму обаполів, м³;
 V_{Bhigh} – верхня межа довірчого інтервалу оцінки об'єму обаполів, м³;
 V_{Blow} – нижня межа довірчого інтервалу оцінки об'єму обаполів, м³;
 V_C – об'єм чотириконтного серцевинного бруса, м³;
 V_L – об'єм колоди, м³;
 V_S – випадкове значення об'єму параболічної зони колоди,

використаної для виготовлення обаполів, м^3 ;

x – відстань від верхнього торця колоди, м ;

x_0 – випадкове значення зміщення верхівки твірної відносно верхнього торця колоди, м ;

y – відстань від осі колоди, м ;

α – довірчий рівень;

Δl – відстань від верхнього торця колоди до верхівки зовнішньої пласті обапола, м ;

σ_n – вибіркове середньоквадратичне відхилення об'єму обаполів, м^3 ;

σ_s – середньоквадратичне відхилення збігу колод, м/м ;

ν_s – коефіцієнт варіації збігу колод.

ВСТУП

Потреба в невиснажливому використанні лісових ресурсів та тенденція до зростання вартості круглих лісоматеріалів спонукають до якомога ефективнішого їх використання.

Звернемо увагу на те, що розміри колод, навіть сортованих за товщиною, мінливі. Це стосується як товщини колоди у верхньому торці, так і збігу колоди (який суттєво впливає на вихід пиломатеріалів). Більш повне використання зони збігу може досягатися шляхом переробки дощок із зовнішньою пластю параболічної форми (обаполів) у рейкові клеєні вироби. Вплив розмірно-якісних параметрів колод на вихід пиломатеріалів вивчають за допомогою імітаційних і регресійних моделей.

Тож вплив мінливості товщини колоди у верхньому та нижньому торцях на вихід пиломатеріалів доцільно визначати шляхом імовірнісного моделювання розпилювання колод, представлених правильними геометричними тілами мінливих розмірів.

Розглядатимемо брусувальне розпилювання колоди з вирізанням чотирикантового бруса з перетином у формі квадрата, діагональ якого дорівнює мінімальній товщині верхнього торця колоди. При цьому вважатимемо, що паралельно кожній пласті бруса випилюються по одному бічному обаполу певної товщини, які є заготованками для різноманітних рейкових виробів.

Отже, варійованим параметром при розробці поставу є товщина обапола, а критерієм оптимізації - об'єм частини обапола, придатної для використання при виготовленні рейкових виробів (тобто, об'єм прямого параболічного циліндра, основою якого є зовнішня пласть обапола).

Оптимізацію товщини обаполів (вибирається із заданого переліку можливих значень, відповідних рейковим виробам) доцільно здійснювати пошуковим методом, оцінюючи зазначену складову об'єму обаполів.

Зважаючи на імовірнісний характер моделювання, у якості цільових функцій оптимізації можуть використовуватись точкова оцінка математичного сподівання зазначеної складової об'єму обаполів або нижня границя його довірчого інтервалу (при заданому довірчому рівні).

Отже, для кожного з можливих значень товщини обапола пропонується здійснювати моделювання їх випилювання із застосуванням методу Монте-Карло для врахування розсіювання геометричних параметрів колод. Моделювання виконується в наступній послідовності:

- генерується випадкове значення діаметра колоди у верхньому торці;
- генерується випадкове значення збігу колоди;
- обчислюється діаметр колоди в нижньому торці;
- порівнюється відстань від осі колоди до зовнішньої пласті обапола із діаметром колоди в нижньому торці та перевіряється можливість вирізання обапола з двома пропиляними поверхнями;
- обчислюється довжина та ширина обапола по зовнішній пласті (яка має параболічну форму);
- обчислюється об'єм відповідного прямого параболічного циліндра;

Усереднюючи одержані значення об'ємів зазначених частин обаполів по множині реалізацій, можна обчислити його математичне сподівання. Визначення також моментів розподілу цього об'єму дає змогу обчислити також і нижню границю відповідного довірчого інтервалу. Для цього задаються певним довірчим рівнем та використовують методику визначення довірчого інтервалу для довільного розподілу генеральної сукупності випадкової величини (з обмеженим четвертим моментом) при невідомій дисперсії.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для зручності розрахунків будемо використовувати представлення всіх лінійних розмірів колод і дощок у метрах.

Зважаючи на те, що градація колод у товщині здійснюється з кроком значно меншим, ніж типові діапазони товщини пиловочних колод, будемо розглядати діаметр колоди у верхньому торці як розподілений відповідно до рівномірного закону:

$$d \in [d_{\min}, d_{\max}] , \quad (1.1)$$

$$f_d(d) = \frac{1}{d_{\max} - d_{\min}} , \quad (1.2)$$

де d – випадкове значення діаметра колоди у верхньому торці, м;

$d_{\max}$ – верхня межа діапазону діаметрів колоди у верхньому торці, м;

$d_{\min}$ – нижня межа діапазону діаметрів колоди у верхньому торці, м;

f_d – щільність імовірності діаметра колоди у верхньому торці, 1/м.

Збіг колод будемо розглядати як розподілений за нормальним законом, ураховуючи його залежність від багатьох факторів – лісорослинних умов, місця колоди в стовбурі тощо:

$$f_s(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_s} \exp\left(-\frac{(s - m_s)^2}{2\sigma_s^2}\right) , \quad (1.3)$$

де f_s – щільність імовірності збігу колоди, м/м;

σ_s – середньоквадратичне відхилення збігу колод, м/м;

m_s – математичне сподівання збігу колод, м/м.

Середньоквадратичне відхилення збігу колод визначатимемо через його математичне сподівання та коефіцієнт варіації:

$$\sigma_s = m_s \nu_s , \quad (1.4)$$

де ν_s – коефіцієнт варіації збігу колод.

Обчислимо випадкове значення діаметра колоди в нижньому торці (див. рис. 1.1):

$$D = d + s L , \quad (1.5)$$

де L – довжина колоди, м.

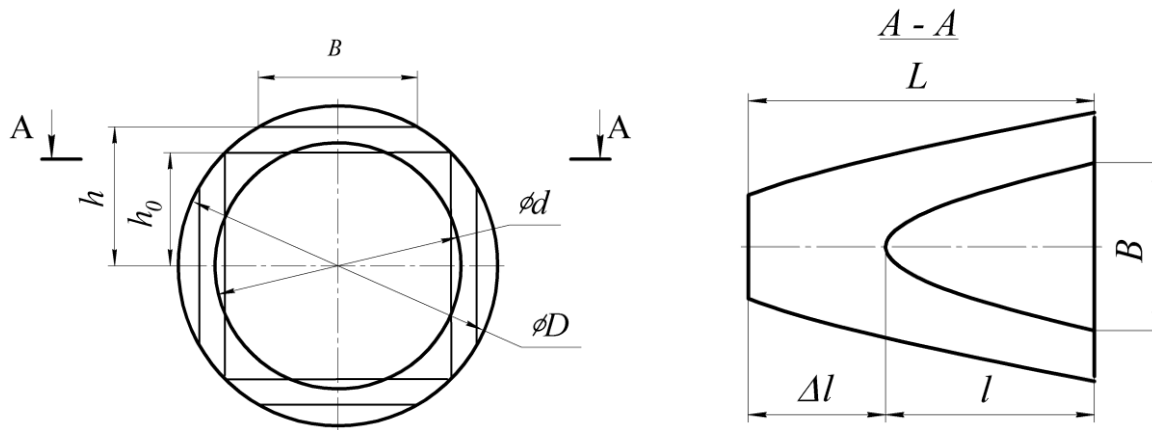


Рисунок 1.1 – Схема вирізання обаполів

Далі обчислимо випадкові значення радіусів колоди в нижньому та верхньому торці:

$$r = \frac{d}{2} , \quad (1.6)$$

$$R = \frac{D}{2} , \quad (1.7)$$

де r – випадкове значення радіусу колоди у верхньому торці, м;

R – випадкове значення радіусу колоди в нижньому торці, м;

Розглядаючи колоду як усічений параболоїд обертання, обчислимо її об'єм за формулою:

$$V_L = \frac{\pi}{8} (d^2 + D^2) L , \quad (1.8)$$

де V_L – об'єм колоди, м³.

Рівняння твірної параболоїда обертання шукатимемо у вигляді:

$$y(x) = a\sqrt{x + x_0} , \quad (1.8)$$

де y – відстань від осі колоди, м;

x – відстань від верхнього торця колоди, м;

a – випадкове значення коефіцієнта в рівнянні твірної, м;

x_0 – випадкове значення зміщення верхівки твірної відносно верхнього торця колоди, м.

Для знаходження випадкових значень параметрів, які входять в рівняння твірної (1.8), складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} y(0) = r \\ y(L) = R \end{cases}, \quad (1.9)$$

Перетворимо систему рівнянь (1.9) з урахуванням (1.8):

$$\begin{cases} y(0) = a\sqrt{x_0} \\ y(L) = a\sqrt{x_0 + L} \end{cases}, \quad (1.10)$$

$$\begin{cases} r^2 = a^2 x_0 \\ R^2 = a^2 (x_0 + L) \end{cases}. \quad (1.11)$$

Розв'яжемо систему рівнянь (1.11):

$$R^2 = a^2 x_0 + a^2 L, \quad (1.12)$$

$$R^2 = r^2 + a^2 L, \quad (1.13)$$

$$a^2 L = R^2 - r^2, \quad (1.14)$$

$$a^2 = \frac{R^2 - r^2}{L}, \quad (1.15)$$

$$a = \sqrt{\frac{R^2 - r^2}{L}}. \quad (1.16)$$

Випадкове значення зміщення верхівки твірної відносно верхнього торця колоди визначимо, перетворюючи (1.10) з урахуванням (1.16):

$$r^2 = \frac{R^2 - r^2}{L} x_0, \quad (1.17)$$

$$x_0 = \frac{r^2 L}{R^2 - r^2}. \quad (1.18)$$

Відстань від верхнього торця колоди до верхівки зовнішньої пласті обопола визначимо з рівняння:

$$y(\Delta l) = h, \quad (1.19)$$

де h – відстань від осі колоди до зовнішньої пласті обапола, м;

Δl – відстань від верхнього торця колоди до верхівки зовнішньої пласті обапола, м.

Перетворюючи (1.19) з урахуванням (1.8), отримаємо:

$$a\sqrt{\Delta l + x_0} = h, \quad (1.20)$$

$$a^2(\Delta l + x_0) = h^2, \quad (1.21)$$

$$a^2\Delta l + a^2x_0 = h^2, \quad (1.22)$$

$$a^2\Delta l = h^2 - a^2x_0, \quad (1.23)$$

$$\Delta l = \frac{h^2 - a^2x_0}{a^2}, \quad (1.24)$$

$$\Delta l = \frac{h^2}{a^2} - x_0, \quad (1.25)$$

$$\Delta l = \frac{h^2}{R^2 - r^2} - \frac{r^2L}{R^2 - r^2}, \quad (1.26)$$

$$\Delta l = \frac{h^2L}{R^2 - r^2} - \frac{r^2L}{R^2 - r^2}, \quad (1.27)$$

$$\Delta l = \frac{h^2L - r^2L}{R^2 - r^2}, \quad (1.28)$$

$$\Delta l = \frac{(h^2 - r^2)L}{R^2 - r^2}. \quad (1.29)$$

Це дає змогу обчислити випадкове значення довжини обапола, виміряної по зовнішній пласті:

$$l = L - \Delta l, \quad (1.30)$$

де l – випадкове значення довжини обапола:

Тепер обчислюємо ширину обапола:

$$B = 2\sqrt{R^2 - h^2}, \quad (1.31)$$

де B – випадкове значення ширини обапола, м.

Далі обчислюємо випадкове значення площі зовнішньої пласті обапола:

$$S = \frac{2}{3} l B, \quad (1.32)$$

де S – випадкове значення площі зовнішньої пласті обапола, м^2 .

Обчислюємо випадкове значення об'єму обапола (його корисної частини, придатної для виготовлення рейкових заготованок):

$$V_B = S(h - h_0), \quad (1.33)$$

де V_B – випадкове значення об'єму обапола, м^3 ;

h_0 – відстань від осі колоди до внутрішньої пласті обапола, м .

Тепер обчислюємо об'єм чотирикантового серцевинного бруса (однаковий для всіх колод):

$$V_C = h_0^2 L, \quad (1.34)$$

де V_C – об'єм чотирикантового серцевинного бруса, м^3 .

За результатами багатократного повторення наведених вище розрахунків обчислюють середнє арифметичне значення об'єму обаполів (без урахування відходів в об зольні рейки) як точкову оцінку математичного сподівання зазначеного об'єму та точкову оцінку середньоквадратичного відхилення зазначеного об'єму, а також середнє арифметичне значення об'єму параболічної зони колоди, використаної для виготовлення обаполів

Далі задаються певним довірчим рівнем та обчислюють інтервальну оцінку об'єму обаполів, використовуючи методику такого оцінювання для довільного розподілу генеральної сукупності випадкової величини (з обмеженням четвертим моментом) і невідомій дисперсії за формулою:

$$k = F_{n-1}^{-1} \left(\frac{1-\alpha}{2} \right), \quad (1.35)$$

$$V_{B\text{low}} = V_{B\text{av}} - k \frac{\sigma_n}{\sqrt{n-1}}, \quad (1.36)$$

$$V_{B\text{high}} = V_{B\text{av}} + k \frac{\sigma_n}{\sqrt{n-1}}, \quad (1.37)$$

де k – коефіцієнт;

F_{n-1}^{-1} – функція, зворотна до функції розподілу Стюдента з $(n-1)$

ступенем свободи.

α – довірчий рівень;

V_{Blow} – нижня межа довірчого інтервалу оцінки об'єму обаполів, м³;

V_{Bav} – вибіркове середнє арифметичне значення об'єму обаполів, м³;

n – кількість елементів вибірки;

σ_n – вибіркове середньоквадратичне відхилення об'єму обаполів, м³;

V_{Bhigh} – верхня межа довірчого інтервалу оцінки об'єму обаполів, м³.

2 ВИХІДНІ ДАНІ

Вихідними даними для виконання роботи є:

- нижня межа діапазону діаметрів колоди у верхньому торці;
- верхня межа діапазону діаметрів колоди у верхньому торці;
- відстань від осі колоди до внутрішньої пласті обапола;
- відстань від осі колоди до зовнішньої пласті обапола;
- довжина колоди;
- математичне сподівання збігу колод;
- коефіцієнт варіації збігу колод;
- кількість колод, розпилювання яких моделюється
- довірчий рівень.

3 ПОСЛІДОВНІСТЬ І ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Моделювання здійснено в електронній таблиці Libre Calc з пакету програм Libre Office. Кількість колод, розпилювання яких моделювалось методом Монте-Карло, становить 1000. Приклад вихідних даних і результатів моделювання наведено на рис. 3.1.

Моделювання здійснено в наступній послідовності.

Для кожного випадку розпилювання колоди відведено окремий рядок електронної таблиці, у якій введена відповідні формули.

Випадкове значення діаметру колоди у верхньому торці генерується за допомогою вбудованої функції RAND, яка повертає випадкове число діапазоні від нуля до одиниці, тож результат виклику цієї функції зміщується та масштабується (див. рис. 3.2).

Для генерації випадкового збігу колоди, розподіленого за нормальним законом, використовується метод зворотної функції (у даному випадку використовується функція, зворотна інтегральної функції нормального

розподілу NORMINV, аргументом якої є рівномірно розподілене випадкове числом на інтервалі (0,1) (див. рис. 3.3).

Далі в рядку вводяться формули для обчислення:

- діаметра колоди в нижнього торці,
- радіусів колоди у верхньому та нижньому торці,
- коефіцієнта пропорційності в рівнянні твірної параболоїда обертання (див. рис. 3.4);

- відстані від верхнього торця колоди до верхівки зовнішньої пласті обапола (за допомогою умовного оператора перед обчисленням перевіряється виконання умови $h > R$) - див. рисунок 3.5;

- довжини обапола (по зовнішній пласті),
- ширини обапола (див. рис. 3.6);
- площі зовнішньої пласті обапола,
- об'єму обапола,
- об'єму колоди (див. рис. 3.7);
- загальної кількості колод, параметри яких обчислюються в одному експерименті (див. рис. 3.8);
- коефіцієнту k (див. рис. 3.9);
- середнього арифметичного значення об'єму обаполів (див. рис. 3.10);
- середньоквадратичного відхилення об'єму обаполів (див. рис. 3.11);
- нижньої та верхньої меж довірчого інтервалу оцінки об'єму обаполів (див. рис. 3.12, 3.13).

S10	fx Σ ▾ =																		
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
1009																			
1010																			
1011																			
1012																			
1013																			
1014																			
1015																			
1016																			
1017																			
1018																			
1019																			
1020																			

Рисунок 3.1 – Приклад вихідних даних і результатів моделювання

AVERAGE	▼		f_x X ✓	=F\$5+(\$F\$7-\$F\$5)*RAND()														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1																		
2																		
3		Вихідні дані			МОДЕЛЮВАННЯ ВИХОДУ ДОЩОК ПАРАБОЛІЧНОЇ ФОРМИ ПРИ РОЗПИЛЮВАННІ КОЛОД													
4		L	6 м	Переведення в основні одиниці Сі Результати моделювання														
5		d min	26 см												1000			
6															95%			
7		d max	28 см												2,24			
8																		
9		s	10 мм/м			0,0100 м/м		Об'єм дощок параболічної форми:										
10								- середнє значення									0,0206 м³	
11		cs	0.2					- середньоквадратичне відхилення									0,0049 м³	
12		os				0,002 м/м		- нижня межа довірчого інтервалу									0,0203 м³	
13		h	140 мм			0,140 м		- верхня межа довірчого інтервалу									0,0210 м³	
14		h0	105 мм			0,105 м												
15								Vc						0,2646 м³				
16								Vs (середнє значення)						0,1643 м³				
17								K (середнє значення)						50%				
18																		
19		№	d	s	D	r	R	a	delta l	l	B	S	Vb	Vl	Vs	K		
20		1	=F\$5+(\$F\$7-\$F\$5)*RAND()			0,138	0,169	0,039	0,287	5,713	0,188	0,715	0,0250	0,4484	0,1838	54,5%		
21		2	0,273	0,0103	0,335	0,137	0,167	0,040	0,602	5,398	0,184	0,662	0,0232	0,4402	0,1756	52,7%		
22		3	0,268	0,0126	0,343	0,134	0,172	0,044	0,878	5,122	0,198	0,677	0,0237	0,4461	0,1815	52,2%		
23		4	0,264	0,0076	0,309	0,132	0,155	0,033	2,001	3,999	0,132	0,351	0,0123	0,3899	0,1253	39,2%		
1009		990	0,274	0,0112	0,341	0,137	0,171	0,041	0,481	5,519	0,195	0,717	0,0251	0,4512	0,1866	53,8%		
1010		991	0,271	0,0082	0,321	0,136	0,160	0,035	0,964	5,036	0,157	0,526	0,0184	0,4162	0,1516	48,6%		
1011		992	0,271	0,0060	0,307	0,136	0,154	0,029	1,411	4,589	0,126	0,386	0,0135	0,3954	0,1308	41,3%		
1012		993	0,261	0,0109	0,327	0,131	0,163	0,040	1,580	4,420	0,168	0,496	0,0174	0,4124	0,1478	47,0%		
1013		994	0,261	0,0095	0,318	0,131	0,159	0,037	1,841	4,159	0,151	0,419	0,0147	0,3995	0,1349	43,5%		
1014		995	0,261	0,0085	0,312	0,130	0,156	0,035	2,116	3,884	0,137	0,356	0,0125	0,3897	0,1251	39,8%		
1015		996	0,269	0,0119	0,340	0,134	0,170	0,042	0,841	5,159	0,193	0,664	0,0232	0,4429	0,1783	52,1%		
1016		997	0,278	0,0083	0,328	0,139	0,164	0,035	0,214	5,786	0,171	0,658	0,0230	0,4355	0,1709	53,9%		
1017		998	0,277	0,0138	0,360	0,139	0,180	0,047	0,164	5,836	0,226	0,881	0,0308	0,4869	0,2223	55,5%		
1018		999	0,269	0,0099	0,329	0,135	0,165	0,039	0,971	5,029	0,173	0,580	0,0203	0,4263	0,1617	50,2%		
1019		1000	0,278	0,0098	0,337	0,139	0,168	0,039	0,227	5,773	0,187	0,719	0,0252	0,4485	0,1839	54,8%		
1020																		

Рисунок 3.2 – Генерування випадкового значення діаметру колоди у верхньому торці

[illegible]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
1009																	
1010																	
1011																	
1012																	
1013																	
1014																	
1015																	
1016																	
1017																	
1018																	
1019																	
1020																	

Рисунок 3.4 – Обчислення коефіцієнта пропорційності в рівнянні твірної параболоїда обертання

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
1009																	
1010																	
1011																	
1012																	
1013																	
1014																	
1015																	
1016																	
1017																	
1018																	
1019																	
1020																	

Рисунок 3.5— Обчислення відстані від верхнього торця колоди до верхівки зовнішньої пласті обапола

AVERAGE		f _x X ✓		=IF(G20>\$F\$13,2*\$SQRT(G20^2-\$F\$13^2),0)													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1																	
2																	
3		Вихідні дані															
4		L	6 м														
5		d min	26 см			0,260 м							1000				
6													95%				
7		d max	28 см			0,280 м							2,24				
8																	
9		s	10 мм/м			0,0100 м/м											
10																	
11		cs	0,2										0,0206 м³				
12		cs											0,0049 м³				
13		h	140 мм			0,002 м/м							0,0203 м³				
14		h0	105 мм			0,140 м							0,0210 м³				
15						0,105 м							0,2646 м³				
16													0,1643 м³				
17													50%				
18																	
19		№	d	s	D	r	R	a	delta l	l	B	S	Vb	Vl	Vs	K	
20		1	0,277	0,0101	0,337	0,138	0,169	0,039	0,287	5,713	=IF(G20>\$F\$13,2*\$SQRT(G20^2-\$F\$13^2),0)					54,5%	
21		2	0,273	0,0103	0,335	0,137	0,167	0,040	0,602	5,398	0,184	0,662	0,0232	0,4402	0,1756	52,7%	
22		3	0,268	0,0126	0,343	0,134	0,172	0,044	0,878	5,122	0,198	0,677	0,0237	0,4461	0,1815	52,2%	
23		4	0,264	0,0076	0,309	0,132	0,155	0,033	2,001	3,999	0,132	0,351	0,0123	0,3899	0,1253	39,2%	
1009		990	0,274	0,0112	0,341	0,137	0,171	0,041	0,481	5,519	0,195	0,717	0,0251	0,4512	0,1866	53,8%	
1010		991	0,271	0,0082	0,321	0,136	0,160	0,035	0,964	5,036	0,157	0,526	0,0184	0,4162	0,1516	48,6%	
1011		992	0,271	0,0060	0,307	0,136	0,154	0,029	1,411	4,589	0,126	0,386	0,0135	0,3954	0,1308	41,3%	
1012		993	0,261	0,0109	0,327	0,131	0,163	0,040	1,580	4,420	0,168	0,496	0,0174	0,4124	0,1478	47,0%	
1013		994	0,261	0,0095	0,318	0,131	0,159	0,037	1,841	4,159	0,151	0,419	0,0147	0,3995	0,1349	43,5%	
1014		995	0,261	0,0085	0,312	0,130	0,156	0,035	2,116	3,884	0,137	0,356	0,0125	0,3897	0,1251	39,8%	
1015		996	0,269	0,0119	0,340	0,134	0,170	0,042	0,841	5,159	0,193	0,664	0,0232	0,4429	0,1783	52,1%	
1016		997	0,278	0,0083	0,328	0,139	0,164	0,035	0,214	5,786	0,171	0,658	0,0230	0,4355	0,1709	53,9%	
1017		998	0,277	0,0138	0,360	0,139	0,180	0,047	0,164	5,836	0,226	0,881	0,0308	0,4869	0,2223	55,5%	
1018		999	0,269	0,0099	0,329	0,135	0,165	0,039	0,971	5,029	0,173	0,580	0,0203	0,4263	0,1617	50,2%	
1019		1000	0,278	0,0098	0,337	0,139	0,168	0,039	0,227	5,773	0,187	0,719	0,0252	0,4485	0,1839	54,8%	
1020																	

Рисунок 3.6 – Обчислення ширини обапола

AVERAGE		fx		X		✓		=(PI()/8)*(E20^2+C20^2)*\$C\$4									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3		МОДЕЛЮВАННЯ ВИХОДУ ДОШОК ПАРАБОЛІЧНОЇ ФОРМИ ПРИ РОЗПИЛЮВАННІ КОЛОД															
4		Переведення в основні одиниці СІ															
5		Результати моделювання															
6		Об'єм вибірки															
7		Довірчий рівень															
8		k															
9		Об'єм дошок параболічної форми:															
10		- середнє значення															
11		- середньоквадратичне відхилення															
12		- нижня межа довірчого інтервалу															
13		- верхня межа довірчого інтервалу															
14		Vc															
15		Vs (середнє значення)															
16		K (середнє значення)															
17		50%															
18		0,2646 м³															
19		0,1643 м³															
20		50%															
21		0,0206 м³															
22		0,0049 м³															
23		0,0203 м³															
1009		0,0210 м³															
1010		0,2646 м³															
1011		0,1643 м³															
1012		50%															
1013		0,0206 м³															
1014		0,0049 м³															
1015		0,0203 м³															
1016		0,0210 м³															
1017		0,2646 м³															
1018		0,1643 м³															
1019		50%															
1020		0,0206 м³															

Рисунок 3.7 – Обчислення об'єму колоди

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
1009																	
1010																	
1011																	
1012																	
1013																	
1014																	
1015																	
1016																	
1017																	
1018																	
1019																	
1020																	

Рисунок 3.8 – Визначення загальної кількості колод

AVERAGE		f _x X ✓		=TINV((1-M6)/2;M5-1)															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
1009																			
1010																			
1011																			
1012																			
1013																			
1014																			
1015																			
1016																			
1017																			
1018																			
1019																			
1020																			

Рисунок 3.9 – Обчислення коефіцієнту k

AVERAGE		fx		✓		=AVERAGE(M20:M1019)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3			Вихідні дані														
4			L	6 м													
5			d min	26 см			0,260 м										
6									Об'єм вибірки				1000				
7			d max	28 см			0,280 м		Довірчий рівень				95%				
8									k				2,24				
9			s	10 мм/м			0,0100 м/м										
10									Об'єм дошок параболічної форми:								
11			Cs	0,2					- середнє значення				=AVERAGE(M20:M1019)				
12			αs				0,002 м/м		- середньоквадратичне відхилення				0,0051 м³				
13			h	140 мм			0,140 м		- нижня межа довірчого інтервалу				0,0202 м³				
14			h0	105 мм			0,105 м		- верхня межа довірчого інтервалу				0,0209 м³				
15									Vc				0,2646 м³				
16									Vs (середнє значення)				0,1639 м³				
17									K (середнє значення)				50%				
18																	
19			№	d	s	D	r	R	a	delta l	l	B	S	Vb	Vl	Vs	K
20			1	0,261	0,0141	0,346	0,131	0,173	0,046	1,178	4,822	0,203	0,652	0,0228	0,4427	0,1781	51,3%
21			2	0,277	0,0128	0,354	0,139	0,177	0,045	0,190	5,810	0,216	0,838	0,0293	0,4761	0,2115	55,5%
22			3	0,266	0,0081	0,314	0,133	0,157	0,034	1,662	4,338	0,143	0,413	0,0144	0,3991	0,1345	43,0%
23			4	0,267	0,0072	0,310	0,133	0,155	0,032	1,740	4,260	0,133	0,378	0,0132	0,3942	0,1296	40,9%
1009			990	0,273	0,0080	0,321	0,136	0,160	0,035	0,837	5,163	0,157	0,540	0,0189	0,4180	0,1534	49,3%
1010			991	0,260	0,0093	0,316	0,130	0,158	0,037	1,980	4,020	0,147	0,394	0,0138	0,3953	0,1307	42,2%
1011			992	0,262	0,0094	0,318	0,131	0,159	0,037	1,842	4,158	0,150	0,416	0,0146	0,3990	0,1344	43,3%
1012			993	0,275	0,0084	0,325	0,137	0,163	0,035	0,584	5,416	0,165	0,596	0,0209	0,4268	0,1622	51,5%
1013			994	0,275	0,0107	0,340	0,138	0,170	0,041	0,407	5,593	0,192	0,717	0,0251	0,4502	0,1856	54,1%
1014			995	0,279	0,0111	0,345	0,139	0,173	0,042	0,099	5,901	0,202	0,794	0,0278	0,4639	0,1993	55,8%
1015			996	0,277	0,0111	0,343	0,138	0,172	0,041	0,283	5,717	0,198	0,756	0,0265	0,4575	0,1929	54,8%
1016			997	0,267	0,0087	0,319	0,133	0,160	0,036	1,423	4,577	0,153	0,467	0,0163	0,4074	0,1428	45,7%
1017			998	0,276	0,0054	0,309	0,138	0,154	0,028	0,682	5,318	0,130	0,461	0,0161	0,4042	0,1396	46,2%
1018			999	0,275	0,0105	0,337	0,137	0,169	0,040	0,473	5,527	0,188	0,694	0,0243	0,4459	0,1813	53,6%
1019			1000	0,273	0,0146	0,361	0,137	0,180	0,048	0,407	5,593	0,227	0,847	0,0297	0,4823	0,2177	54,5%
1020																	

Рисунок 3.10 – Обчислення середнього об'єму обаполів

[illegible]

Рисунок 3.11 – Обчислення середньоквадратичного відхилення об'єму
обаполів

AVERAGE		▼ 		=M10-M7*M11/5QRT(M5-1))																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
1																				
2																				
3		Вихідні дані			МОДЕЛЮВАННЯ ВИХОДУ ДОЩОК ПАРАБОЛІЧНОЇ ФОРМИ ПРИ РОЗПИЛЮВАННІ КОЛОД															
4		L	6 м							Результати моделювання										
5		d min	26 см			0,260 м														
6									Об'єм вибірки											
7		d max	28 см			0,280 м			Довірчий рівень											
8									k											
9		S	10 мм/м			0,0100 м/м			Об'єм дощок параболічної форми:											
10									- середнє значення											
11		cs	0.2						- середньоквадратичне відхилення											
12		os				0,002 м/м			- нижня межа довірчого інтервалу											
13		h	140 мм			0,140 м			- верхня межа довірчого інтервалу											
14		h0	105 мм			0,105 м														
15									Vc											
16									Vs (середнє значення)											
17									K (середнє значення)											
18																				
19		№	d	s	D	r	R	a	delta l	l	B	S	Vb	Vl	Vs	K				
20		1	0,261	0,0141	0,346	0,131	0,173	0,046	1,178	4,822	0,203	0,652	0,0228	0,4427	0,1781	51,3%				
21		2	0,277	0,0128	0,354	0,139	0,177	0,045	0,190	5,810	0,216	0,838	0,0293	0,4761	0,2115	55,5%				
22		3	0,266	0,0081	0,314	0,133	0,157	0,034	1,662	4,338	0,143	0,413	0,0144	0,3991	0,1345	43,0%				
23		4	0,267	0,0072	0,310	0,133	0,155	0,032	1,740	4,260	0,133	0,378	0,0132	0,3942	0,1296	40,9%				
1009		990	0,273	0,0080	0,321	0,136	0,160	0,035	0,837	5,163	0,157	0,540	0,0189	0,4180	0,1534	49,3%				
1010		991	0,260	0,0093	0,316	0,130	0,158	0,037	1,980	4,020	0,147	0,394	0,0138	0,3953	0,1307	42,2%				
1011		992	0,262	0,0094	0,318	0,131	0,159	0,037	1,842	4,158	0,150	0,416	0,0146	0,3990	0,1344	43,3%				
1012		993	0,275	0,0084	0,325	0,137	0,163	0,035	0,584	5,416	0,165	0,596	0,0209	0,4268	0,1622	51,5%				
1013		994	0,275	0,0107	0,340	0,138	0,170	0,041	0,407	5,593	0,192	0,717	0,0251	0,4502	0,1856	54,1%				
1014		995	0,279	0,0111	0,345	0,139	0,173	0,042	0,099	5,901	0,202	0,794	0,0278	0,4639	0,1993	55,8%				
1015		996	0,277	0,0111	0,343	0,138	0,172	0,041	0,283	5,717	0,198	0,756	0,0265	0,4575	0,1929	54,8%				
1016		997	0,267	0,0087	0,319	0,133	0,160	0,036	1,423	4,577	0,153	0,467	0,0163	0,4074	0,1428	45,7%				
1017		998	0,276	0,0054	0,309	0,138	0,154	0,028	0,682	5,318	0,130	0,461	0,0161	0,4042	0,1396	46,2%				
1018		999	0,275	0,0105	0,337	0,137	0,169	0,040	0,473	5,527	0,188	0,694	0,0243	0,4459	0,1813	53,6%				
1019		1000	0,273	0,0146	0,361	0,137	0,180	0,048	0,407	5,593	0,227	0,847	0,0297	0,4823	0,2177	54,5%				
1020																				

Рисунок 3.12 – Обчислення нижньої межі довірчого інтервалу оцінки об'єму об'єктів

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
1009																	
1010																	
1011																	
1012																	
1013																	
1014																	
1015																	
1016																	
1017																	
1018																	
1019																	
1020																	

Рисунок 3.13 – Обчислення верхньої межі довірчого інтервалу оцінки об’єму обаполів

Контрольні питання

1. Які дані є вихідними для виконання роботи?
2. Які параметри обопола обчислюються при моделюванні розпилювання колоди?
3. Який закон розподілу використовується для апроксимації розподілу товщини колоди у верхньому торці?
4. Який закон розподілу використовується для апроксимації розподілу збігу колоди?
5. У якій послідовності виконується робота?
6. Які імовірнісні параметри, що узагальнено характеризують ефективність розпилювання колод, визначаються при виконанні роботи?

Перелік використаних джерел

1. ДСТУ 4020-2-2001. (prEN1309-2: 1998) Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі [Чинний від 2001-04-05]. Вид. офіц. Київ, 2001. 70 с.
2. Носовський Т.А., Мацюк Р.І., Маслій В.В. Технологія лісопиляльно-деревинообробчих виробництв. К.: НМК ВО, 1993. 196 с.
3. Обґрунтування та розробка ресурсощадної технологічної лінії для виготовлення рейкових заготовок з параболічної зони колоди: Звіт НДР (остаточний) / Державний біотехнологічний університет; керівник НДР С. А. Шевченко. 0123U100280. Харків, 2024. 45 с.
4. Пінчевська О. О., Марченко Н. В. Теорія і практика лісопиляння : Монографія. К.: Освіта України, 2013. 224 с..
5. Шевченко С. А., Скрипник О. С., Тупчий О. М. Оптимізація схеми розпилювання колоди з вирізанням заготовок для рейкових клеєних виробів із зони збігу. *Сучасність і перспективи розвитку лісової галузі, ландшафтної архітектури і землевпорядкування* : Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (ДБТУ, 24-25 квітня 2025 р.). Харків, 2025. С. 120-122.

Навчальне видання

**ТЕХНОЛОГІЯ
ЛІСОПИЛЯЛЬНО-ДЕРЕВИНООБРОБЧИХ ВИРОБНИЦТВ**

**ІМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІРІВ ДОЩОК,
ОТРИМУВАНИХ ІЗ ЗОНИ ЗБІГУ КОЛОДИ**

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

Укладачі:
ШЕВЧЕНКО Сергій Анатолійович
СКРИПНИК Олена Сергіївна
ТУПЧІЙ Ольга Миколаївна

Формат 60x84 /16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад ___ пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44