

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий Інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра лісової таксації та лісовпорядкування

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: **Таксаційна будова ялинових деревостанів в умовах філії «Вигодське лісове господарство» ДП «Ліси України»**

Спеціальність: 205 «Лісове господарство»  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма: лісове господарство  
(назва)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ проф., д.-р. с.-г. наук Миклуш С.І.  
(підпис)

Виконав ст. гр. ЛГ-41 \_\_\_\_\_ Бартків О.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Львів – 2024



## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 5.06.2023 р.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ проф., д.-р. с.-г. наук Миклуш С.І.  
(підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Номер	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання Етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Отримання вихідного завдання	05.06.2023	<i>виконано</i>
2.	Збір матеріалу для загальної частини роботи	24.07 – 28.07.23	<i>виконано</i>
3.	Виконання польових робіт	31.07 – 11.08.23	<i>виконано</i>
4.	Опрацювання зібраного фактичного матеріалу	14.08 – 18.08.23	<i>виконано</i>
5.	Опрацювання літературних джерел	13.05 – 17.05.24	<i>виконано</i>
6.	Написання загальних розділів роботи	20.05 – 24.05.24	<i>виконано</i>
7.	Написання спеціальної частини	27.05 – 31.05.24	<i>виконано</i>
8.	Оформлення ілюстрацій	03.06 – 07.06.24	<i>виконано</i>
9.	Написання доповіді, рецензування роботи	10.06 – 13.06.24	<i>виконано</i>
10.	Представлення роботи	14.06.2024	<i>виконано</i>

Студент \_\_\_\_\_ Бартків О.Я.  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ проф., д.-р. с.-г. наук Миклуш С.І.  
(підпис)

## Примітки:

1. Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання дипломного проекту (роботи) і контролю за ходом роботи з боку кафедри і декана факультету.
2. Розробляється керівником дипломного проекту (роботи). Видається кафедрою.
3. Формат бланка А4 (210 × 297 мм), 2 сторінки.

### УДК 630\*5

**Бартків О.Я.** Таксаційна будова ялинових деревостанів в умовах філії «Вигодське лісове господарство» ДП «Ліси України»: Кваліфікаційна робота бакалавра. – Львів: НЛТУ України, 2024. – 53 с.

Ключові слова: таксаційна будова, коефіцієнт варіації, асиметрія, ексцес, точність досліду.

Детально розглянуті літературні джерела, пов'язані з вивченням таксаційної будови насаджень.

Досліджено та проаналізовано таксаційну будову смерекових насаджень за кількістю дерев та запасом на прикладі філії «Вигодське лісове господарство» ДП «Ліси України», що зростають в найпоширенішому типі лісу – вологій буково-ялицевій суслеречині на віковому проміжку 21 – 75 років.

Охарактеризовано особливості таксаційної будови даних деревостанів.

Всі закономірності проілюстровано.

Табл. 3. Іл. 11. Бібліограф.: 37.

### UDC 630\*5

**Bartkiv O.Y.** Mensurational structure of spruce stands under the branch of the Vyhoda Forestry of the State Enterprise "Forests of Ukraine": Bachelor work/ N.M. Karpovich. - Lviv, UNFU, 2024. – 53 p.

**Key words:** measuring structure, coefficient of variation, asymmetry, excess, the accuracy of the experiment.

The literature related to the study of measuring structure of stands is reviewed in detail.

The structure of spruce stands that grow in the most widespread type of forest - wet beech-fir suspruce at age interval 21 - 75 years was explored and analyzed by the number of trees and stock in case of the Vyhoda Forestry of the State Enterprise "Forests of Ukraine".

The features of measuring structure of investigated stands were characterized.

All of the patterns is illustrated.

Tabl. 3, Ill. 11, Bibl. 37.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>6</b>
<b>1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКСАЦІЙНОЇ БУДОВИ ДЕРЕВОСТАНІВ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Теоретичні основи вивчення таксаційної будови.....	7
1.2. Основні методичні положення досліджень .....	11
<b>2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>17</b>
2.1. Програма досліджень.....	17
2.2. Об'єкти досліджень, підбір і закладання пробних площ.....	19
2.3. Опрацювання результатів польових досліджень.....	21
2.4. Загальний обсяг робіт та аналіз матеріалів спостереження .....	23
2.5. Біологічні та лісівничі особливості ялини звичайної ( <i>Picea abies</i> (L) Karst.) .....	25
<b>3. ТАКСАЦІЙНА БУДОВА СМЕРЕКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ .....</b>	<b>29</b>
3.1. Характеристика ялинових деревостанів .....	29
3.2. Будова за діаметром.....	32
3.3. Будова за запасом .....	35
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>38</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>40</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>44</b>

## ВСТУП

Ліси є важливим природним фактором у нашому середовищі і відіграють дуже важливу роль у житті людей. Зокрема, вони задовольняють потреби в деревині і лісових товарах, забезпечують належний гідрологічний режим протягом року, захищають ґрунт від ерозії і т.д. крім того, вони знаходяться у веденні лісового господарства.

Ліси мають тенденцію до розмноження, тому цю якість слід враховувати при проведенні різних видів рубок для проміжного та основного використання. В даний час Україна не задовольняє свої потреби в деревині, але це можна пояснити низьким відсотком лісового покриття на території і невеликим відсотком стиглих і зарослих насаджень.

Крім того, сьогодні ліси набувають особливого значення як соціальний, рекреаційний, захисний, Глобальний екологічний фактор і як джерело деревної продукції. Тому проблеми продуктивності лісових насаджень, функціональної структури деревостану, характеру будови і взаємодії деревостану з навколишнім середовищем дуже актуальні і вимагають їх більш глибокого вивчення з використанням сучасних технологій і наукових методів дослідження.

Для вирішення цих завдань необхідно всебічно вивчити закономірності будови деревостану, в результаті чого виходять характеристики структури насадження. Ці насадження становлять значну частину території підприємства, тому структура ялинового деревостану відповідно до основних податкових показників регіону дуже актуальна.

Таким чином, метою дослідження стало вивчення ялинових насаджень в умовах філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України", і метою є вивчення закономірностей податкової структури цих лісів, що дозволить розробити ряд пропозицій щодо впровадження економічних заходів щодо підвищення продуктивності та якості досліджуваних деревостанів.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКСАЦІЙНОЇ БУДОВИ ДЕРЕВОСТАНІВ

#### 1.1. Теоретичні основи вивчення таксаційної будови

Деревостан – основна частина насадження. Всебічне їх вивчення становить не тільки теоретичний інтерес, але й має велике практичне значення для розуміння природи лісів (Цурик Є.І., 2001).

Для дерев та їх біологічних груп, що входять до складу лісових угруповань, можна встановити ряд фізичних характеристик, а вивчаючи кожну з них з таксаційного, статистичного, лісівничого та технічного аспектів, за спостережуваними ознаками можна створити певні статистичні моделі структури лісового угруповання як сукупності лісових угруповань .

Результати численних вимірювань та експериментів показують закономірний характер таксаційних показників дерев у лісі та зміни в їхніх угрупованнях, які прийнято називати структурою насаджень.

У процесі розпізнавання та вивчення насаджень велика увага приділяється аналізу таксаційної структури за діаметром. При вивченні насаджень у великих масштабах відбувається повторюване явище: показники, що характеризують дерева, коливаються з різних причин. Характер варіювання таксаційних показників у кожному конкретному випадку має свої особливості, але водночас підпорядковується певним загальним закономірностям.

Термін "структура" у філософському словнику визначається як "будова" і внутрішня форма організації системи (Є.І. Цурик), тому поняття "будова" деревостану та його "структура" вважаються тотожними. Тому надалі ці терміни розглядаються як синоніми з урахуванням їхнього тлумачення (Цурик Е.І., 2001, 2005).

Перше дослідження структури деревостанів було проведено В. Вейзе в Німеччині в 1880 році. Він вивчав процес зміни середнього діаметра дерева

з віком. Його експерименти вперше встановили, що в одновікових чистих соснових лісах розподіл товщини дерев по відношенню до середнього віку має такий вигляд: дерева з діаметром, меншим за середній вік, займають 55-60% деревостану, а дерева з діаметром, більшим за середній вік, - 40-45%.

У 1890 році К. Вімменауер проаналізував експериментальні таблиці росту і довів, що таке ж явище можна спостерігати і для середніх дерев з урахуванням об'єму.

У 1896-1901 рр. А. Гуттенберг і Е. Герхард підготували і опублікували експериментальні таблиці приросту для ялини, доповнені розподілом загальної кількості стовбурів за стадіями товщиною 5 см за десятирічний період (Захаров В.К., 1967).

У 1902 році професор Фекете опублікував результати власних досліджень, які поклали початок новому напрямку в дослідженнях таксаційної структури насаджень.

Обробивши свої результати, Фекете дійшов висновку, що в нормальних ялинниках дерева, які займають чільні позиції в рядку "X" відсоткового розподілу з однаковим середнім діаметром деревостану, мають однакову товщину.

У 1914 році Е. Віммер дослідив таксономічну структуру букових лісів у Бадені та Швейцарії, надавши дані про кількість видів дерев, висоту деревних порід та загальний об'єм дерев.

У 1912-1916 рр. Н.С. Нестеров провів важливу роботу в галузі вивчення варіювання низки таксаційних показників дерев на постійних пробних площах. Пробні площі були закладені в насадженнях різного віку та складу на Лісовій науково-дослідній дачі Тімірязєвської сільськогосподарської академії (Захаров В.К., 1967, Цурик Е.І., 2001).

У 1918 році професор Г.Р. Ейтінген опублікував дослідження про вплив густоти і віку на приріст і ступінь варіювання таксаційних показників молодих дерев. У цій роботі він показав, що відхилення у висоті стовбура,

діаметрі та багатьох інших характеристиках у штучно створених насадженнях залежать від віку та висоти дерев.

Професор А.В. Чуллін зробив великий внесок у вивчення структури нормальних насаджень: у 1923 р., а його результати були опубліковані в 1927 і 1931 рр. А.В. Чуллін розділив дерева за товщиною, вираженою в частках їх середнього діаметра, і порівняв отримані результати, які показали, що нормальні насадження за діаметром Він вказав, що таксаційна структура не залежить від породи дерев, повноти чи скелету насадження. Він довів, що вік деревостанів, і навіть інтенсивність рубок догляду впливає на розподіл кількості стовбурів за природною густотою (Захаров В.К., 1967, Цурик Є.І., 2001, Гром М.М., 2005).

У 1923 році було опубліковано дослідження І.А. Кіщенко про таксаційну структуру лісових угруповань. Обробивши важливі лісовпорядні дані методами варіаційної статистики, він довів, що характер розподілу кількості дерев за товщиною деревостану значною мірою залежить від середнього діаметра деревостану, а не від повноти рубки, віку чи породи дерев. Вплив деревних порід на таксономічну структуру він визначив лише для берези.

Професор К.В. Захаров провів дослідження щодо відхилення таксаційних показників у деревостанах різного складу та віку, результати яких були опубліковані у 1929 р., а згодом у 1940, 1950 та 1956 рр. (Захаров В.К., 1967, Гром М.М., 2005).

Ці дослідження показали, що ступінь і характер змін діаметра, фактора форми та інших таксономічних показників залежать від низки часових чинників.

У 1931 р. Ф.П. Моїсеєнко опублікував дослідження структури деревостанів вільхи чорної, в якому підкреслив, що розподіл кількості стовбурів у деревостані за основними таксаційними ознаками підпорядковується закону нормального розподілу (Цурик Є.І., 2001).

Після війни було опубліковано низку досліджень таксаційної структури насаджень, результати яких були представлені професором М.В. Давидовим у 1949 році. Дослідження професора Давидова показали, що кількість редукцій стовбурів карпатських буків залежить від рангу дерев у насадженні.

У 1955-1957 рр. В.І. Левін опублікував дослідження про взаємозв'язки та відхилення основних таксаційних показників сосни та ялини в лісах Архангельської області; у 1957 р. П.В. Горський опублікував дослідження про закономірності групової структури елементів лісу; професори А.Г. Мошкар'юв, В.С. Мойсеєв, І.І. Гусєв та М.М. Сваров зробили значний внесок у розвиток теорій про особливості таксаційної структури насаджень (Захаров В.К., 1967, Гром М.М., 2005). Проблему таксаційної структури насаджень вивчали співробітники кафедри лісової таксації та лісовпорядкування університету: доцент Горошко М.П. - штучні ялицеві насадження; професор Цурик Є.І. - ялинові насадження в Карпатах; доцент Дмитрах О.В. - соснові насадження в Малому Поліссі; Зеленський М.М. - насадження під впливом рекреаційних навантажень, доцент Міклуш С.І. - букові насадження на рівнині України, доцент Король М.М. - букові насадження на рівнині України. Доцент Король М.М. опублікував низку наукових праць та доповідей, присвячених особливостям формування, росту, продуктивності та біологічної оцінки ялинників в умовах горганської товщі (Цурик Є.І., 2001, Горошко М.П., 2004, Гром М.М., 2005, Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи, 2010).

Комплексна оцінка результатів досліджень цих та інших авторів дозволяє зробити певні висновки. По-перше, що розподіл співвідношення кількості дерев за стадіями природної густоти мало залежить від породи, класу бонітету та повноти деревостану, а залежить від віку деревостану і, більшою мірою, від інтенсивності та способу проведення рубок догляду. За однорідністю таксаційної структури деревостани поділяються на малі,

середні, великі та дуже великі. Ця ж однорідність може зумовлювати і вікову класифікацію: молодняки, середньовікові, пристигаючі, стиглі та перестійні.

На сьогодні питання таксаційної структури мішаних насаджень та штучно створених насаджень є недостатньо вивченим. У літературі мало інформації про вплив густоти деревостану та інтенсивності рубок догляду на мінливість таксаційних показників дерев, особливо в молодих насадженнях.

## 1.2. Основні методичні положення досліджень

Структура деревостану - це взаємне розташування дерев у вертикальній і горизонтальній площинах, або характеристика розподілу рослинних частин, і складається з наступних елементів (рис. 1.1):

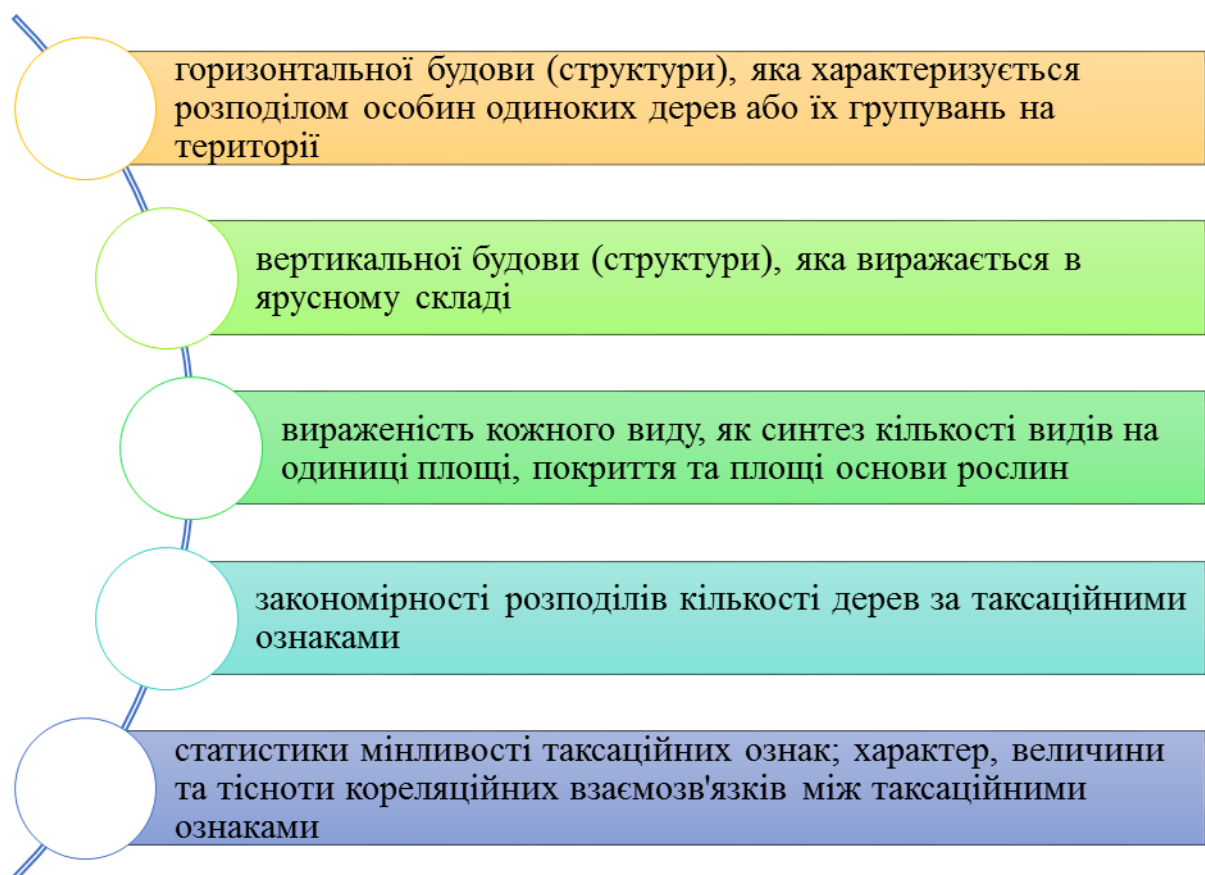


Рис. 1.1. Компоненти будови деревостану

Певні закономірності цього розподілу, які були вивчені науковцями, можна узагальнити наступним чином (рис. 1.2):

Ранг середнього дерева є в одновікових, чистих за складом насадженнях, величиною мало мінливою, і в середньому, якщо виразити його у відносних цифрах, може бути прийнятим 0,58 незалежно від породи, віку, умов місцезростання, повноти та інших таксаційних ознак насадження.

Редукційні числа за  $h$ ,  $d$ ,  $v$  і іншими таксаційними показниками відхиляються в деревостанах у визначених межах, незалежно від породи і інших показників насадження. Аналітично ця закономірність виражається рівнянням третього порядку типу :

$$R_1 = a_0 + a_1 \cdot n_p + a_2 \cdot n_p + a_3 \cdot n_p$$

де:  $R_1$ - редукційне число за якою-небудь таксаційною ознакою;

$n_p$  - відсоток від загальної кількості стовбурів у насадженні;

$a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  - коефіцієнти кривої, що приймають для кожного таксаційного показника визначену постійну величину

Диференційна крива, що характеризує розподіл відносної кількості дерев у насадженні за природними ступенями товщини, має постійні параметри незалежно від породи, умов місцезростання, повноти і ряду інших таксаційних показників насадження.

Рис. 1.2. Основні положення розподілу кількості дерев у насадженні

Професор А.В. Тюрін дійшов висновку, що на параметри цієї кривої впливає лише вік деревостану і в більшій мірі - інтенсивність рубок догляду, що проводяться в деревостані. На основі цих висновків професор М.В. Третьяков сформулював закон єдності структури деревостану. Математичним вираженням цього закону в структурі насаджень є крива рангу, яка, на думку професора Третьякова, відображає повну і всебічну гармонію лісу (Цурик Е.И., 2001).

Більшість остаточних даних, отриманих при вивченні таксаційної структури насаджень, було отримано шляхом обробки великої кількості польових матеріалів, з яких були відібрані середні величини, що згодом графічно або аналітично нівелювалися. При цьому, звичайно, визначався і рівень відхилення досліджуваних ознак.

Цей метод давав неповну і часто однобічну інформацію про величину і характер мінливості досліджуваних ознак.

В одновіковому деревостані розподіл кількості стовбурів за товщиною, висотою та іншими таксаційними ознаками підпорядковується, в першому наближенні, закону так званого нормального розподілу. Крива нормального розподілу має дзвоноподібну форму і виражається формулою Лапласа-Гаусса. Змінними кривої нормального розподілу є середнє арифметичне і стандартне відхилення ряду. Крива показує різні ступені стиснення, навіть якщо значення середнього є постійним. Чим вище значення, тим більш плоскою і витягнутою стає крива, і навпаки (Захаров В.К., 1967, Гром М.М., 2005).

Зміна середнього значення другого параметра призводить до переміщення кривої вздовж горизонтальної осі.

Математичний вираз функції нормального розподілу, що описується рівнянням Лапласа-Гаусса, має такий вигляд:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \quad (1.2)$$

де:

- $x$  – нормоване відхилення;  
 $\pi, e$  – постійні величини.

Варіація таксаційних показників у лісах не підпорядковується строго законам нормального розподілу. Тому крива, як правило, не є симетричною відносно середнього значення.

Асиметрія кривої може бути позитивною або негативною. Якщо асиметрія додатна, то права гілка більш пласка і витягнута, і навпаки - при від'ємних значеннях (Горошко М.П., 2004).

Величина асиметрії та її знак визначаються зі співвідношення:

$$A = \frac{m_3}{m_2} = r_3 \quad (1.3)$$

де:  $A$  - показник асиметрії кривої;

$m_2, m_3$  - відповідно другий і третій центральні моменти;

$r_3$  - третій основний момент ряду розподілу величини, що вивчаються.

Криві розподілу статичних змінних відрізняються різним куртозисом, який є мірою концентрації об'єктів у центральній ділянці (частоті) ряду.

Якщо фактична крива крутіша за нормальну, то значення ексцесу більше нуля ( $E > 0$ ); і навпаки, якщо вона пологіша, то  $E < 0$ . При нормальному розподілі значення ексцесу дорівнює нулю ( $E = 0$ ) (Горошко М.П., 2004).

Величина і знак є коефіцієнтами:

$$E = \frac{m_4}{m_2} - 3 = r_4 - 3 \quad (1.4)$$

де:  $E$  - показник ексцесу кривої;

$m_2, m_4$  — відповідно другий і центральний моменти;

$r_4$  - четвертий основний момент ряду розподілу величини, що вивчається.

Рівняння, що описують розподіл статистичних змінних з урахуванням асиметрії та ексцесу, є більш складними, ніж рівняння Лапласа-Гауса.

Найпростішим таким рівнянням є рівняння Шарльє типу А (Горошко М.П., 2004).

$$f_a(x) = f(x) - \frac{A}{6} \cdot f_3(x) + \frac{E}{4} f_4(x) \quad (1.5)$$

де:

$f(x)$	–	функція нормального розподілу;
$f_3(x)$	–	третя похідна функції нормального розподілу;
$f_4(x)$	–	четверта похідна функції нормального розподілу;
A	–	показник асиметрії ряду;
E	–	показник ексцесу ряду;
x	–	нормоване відхилення.

x - нормоване відхилення. При вивченні таксономічної структури насаджень зв'язок між рангами дерев і кількістю їхніх редукцій за діаметром, площею поперечного перерізу, об'ємом та іншими таксономічними показниками зазвичай інтерпретується графічно або за допомогою аналізу.

Нормальний розподіл можна використовувати в обмеженому випадку, коли ряд не має асиметрії або ексцесу, тоді як логнормальний розподіл можна використовувати лише тоді, коли ряд зсунутий вліво. Якщо значення асиметрії близьке до 0,84, функція Шарльє дає хороші результати. Свого часу для опису структури різновікових насаджень широко використовували функцію гамма-розподілу, а також бета-розподіл, який являє собою загальний розподіл Пірсона (Горошко М.П., 2004).

Хоча ці функції мають свої позитивні сторони, той факт, що вони не можуть бути використані для опису всього діапазону діаметрів, обмежує їх застосування, особливо при вивченні мішаних лісів, що ростуть на краю ареалу (Шовган А.Д., 2001).

На сучасному рівні розвитку комп'ютерних технологій є можливість використовувати функцію розподілу ймовірностей Вейбулла. Варіюючи значеннями параметрів, ця функція описує весь діапазон неперервних кривих різної форми. Крім того, параметри розподілу Вейбулла мають біологічне

значення. Відомо, що щільність функції Вейбулла характеризується параметром масштабу "a", параметром форми "b" і параметром зсуву початку координат "c". Значення цих параметрів залежать від ряду факторів, включаючи вік, густоту, тип лісу та лісогосподарську діяльність. Параметри "a" і "c" змінюються від 0 до +. Так, наприклад,  $c < 1$ , крива має інверсійну І-подібну форму, а при  $b = 1$  можна отримати експоненціальний розподіл. Значення  $b < 1$  зустрічаються рідко і характерні для деревостанів різного віку на ділянках з інтенсивними рубками догляду. При  $1 < b < 3,6$  функція розподілу має асиметричну форму, як правило правосторонню. При значенні "b" близькому до 3,6 функція Вейбула відображає нормальний розподіл. При збільшенні "b" ( $b > 3,6$ ), розподіл наближається до лівосторонньої асиметрії. Однак параметр "c" не повністю відображає форму кривої. Положення її вершин визначається значенням "a" (чим більше значення, тим вища вершина). У той же час параметр "c" впливає на опуклість кривої (чим менше "c", тим більше опуклість). Функція Вейбулла має наступний вигляд (Хом'юк П.Г., 1999, Горошко М.П., 2004):

$$F(x) = \frac{b}{a} \left( \frac{x-c}{a} \right)^{b-1} e^{\left[ -\left( \frac{x-c}{a} \right)^b \right]} \quad (1.6)$$

Параметри функції Вейбулла можна обчислити за допомогою методу Менона, що значно спрощує обчислення. Оскільки функція Вейбулла є однією з найскладніших функцій, її використання обмежене. Також рекомендується використовувати функцію Вейбулла для моделювання теоретичних рядів розподілу, оскільки значення статистичних показників досліджуваних нами насаджень характеризуються великим розмахом, який є мірою асиметрії та ексцесу рядів розподілу (Горошко М.П., 2004).

Наведені вище теоретичні положення доцільно використовувати при дослідженні структури ялицевих деревостанів за основними таксаційними показниками філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України".

## РОЗДІЛ 2

## ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Програма досліджень

Деревостани смереки у складі лісового фонду філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України" займають 73% території, покритої лісовою рослинністю (Рис. 2.1). Середній вік ялинових деревостанів становить 62 роки. Вони характеризуються бонітетами і, 2 і іа класів, що свідчить про їх високу потенційну продуктивність.

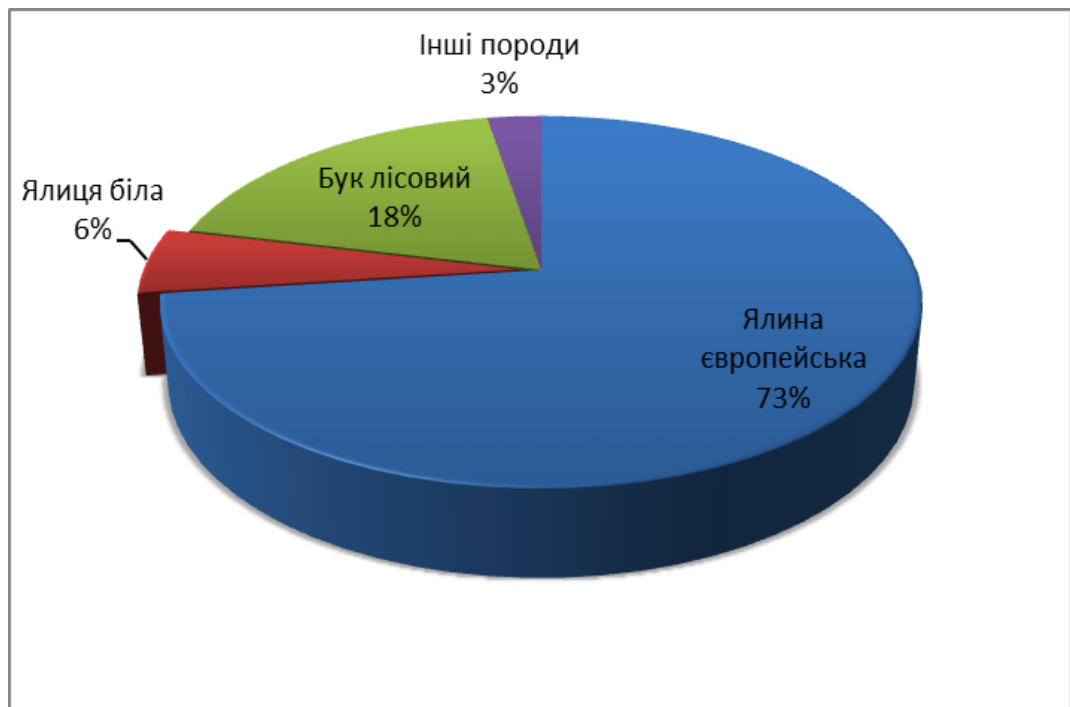


Рис. 2.1. Розподіл лісових ділянок, вкритих лісовою рослинністю філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України" в розрізі панівних порід.

Насадження з чисельністю 0,3-0,4% становлять 2,4% земель, вкритих лісовою рослинністю. Їх наявність обумовлено наступними факторами:

- всихання насаджень похідних смеречників, які не відповідають типу лісорослинних умов;

- пошкодження насаджень через буреломи та вітровали.

Площа стиглих і зарослих насаджень збільшилася на 49,5% в порівнянні з попередніми даними управління лісами. Основними причинами зміни площі та інвентаризації стиглих насаджень є природне старіння насаджень, а також зміна віку дозрівання похідних яличників (сюди входять плантації бучин, ялиць, субучин та суяличників), який становить у експлуатаційній категорії захисності 51-60 років, а в захисних - 61-70 років у Враховуючи це, програма кваліфікаційної роботи бакалавра передбачає (Рис. 2.2.):

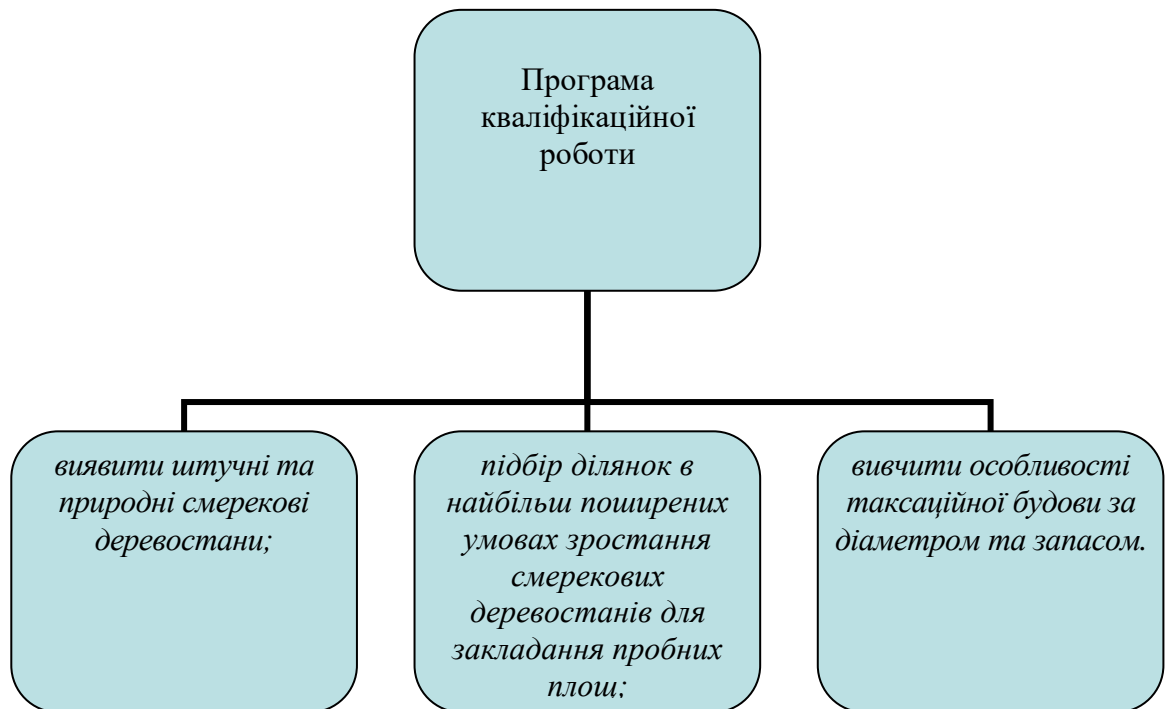


Рис. 2.1. Програма кваліфікаційної роботи бакалавра

Рис. 2.1. Поділ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України" за переважаючими породами

## 2.2. Об'єкти досліджень, підбір і закладання пробних площ

*Об'єктом дослідження* є смерекові деревостани на території лісового фонду філії «Вигодське лісове господарство» ДП «Ліси України».

*Предметом дослідження* є вивчення закономірностей таксаційної структури ялинових деревостанів у вологій буково-ялицевій сушмеречині.

Згідно з отриманими завданнями, для вивчення таксаційної структури букових деревостанів Вишківського та Людвіковського лісництв філії «Вигодське лісове господарство» ДП «Ліси України» нами було використано комбінацію польових і камеральних робіт. Раніше, згідно з матеріалами лісового господарства (*Проект організації і розвитку лісового господарства ДП «Вигодське лісове господарство» Івано-Франківське обласне управління лісового та мисливського господарства, 2016*), було відібрано ділянки ялинових деревостанів та досліджено в натурі, закладено пробні площі на відібраних ялинових плантаціях відповідно до методичних вимог та існуючих критеріїв.

Щоб вивчити таксаційну структуру ялинових деревостанів, було проведено спостереження, заклавши чотири таксаційних пробних ділянки і вимірявши необхідні для них ознаки відповідно до вимог (*Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання, 2006*).

Відстань від відкритих ділянок, доріг, галявин, просік та інших земель, не вкритих лісовою рослинністю, для кожного кварталу становила не менше 30 м.

Розмір пробних площ визначали, виходячи з вимоги не менше 200 дерев головного лісоутворюючого елемента, що забезпечувало необхідну точність (5%) для проведення експерименту (Гром М.М., 2005, *Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання, 2006*).

Розмежування пробних площ в натурі проводилося інструментально шляхом вимірювання кутів та довжини однієї сторони. На межових деревах за межами пробних площ були розмічені просіки шириною до 1,0 м і вирубані вздовж кордонів. Відповідним чином позначені стовпчики були розміщені по кутах пробних ділянок і прив'язані до квартальної сітки.

Пробні ділянки були розподілені відповідно до типу породи, товщини та категорії технічної придатності. Категорії товщини ґрунтувалися на середньому діаметрі основного елемента лісу, причому для ділянок, середній діаметр яких перевищував 16 см, використовувалася категорія товщини 4 см.

За результатами інвентаризації на виділених ділянках були виміряні необхідні таксаційні показники. Діаметр стовбура вимірювали з точністю до 4 см за допомогою рулетки. Висоту дерев вимірювали з точністю до 0,1 м за допомогою екрметра і складали таблицю висот з 15-25 дерев у кожному елементі лісу (Опытные лесоустроительные участки, 1983, Цурик Е.И., 2000, Гром М.М., 2005).

Виходячи з кількості дерев, необхідної для визначення діаметра, розмір пробних площ визначався за формулою:

$$N=V^2/P^2 \quad (2.1)$$

Де N - кількість дерев на тестовій ділянці;

P - необхідна точність.

Спочатку в насадженні була створена ділянка розміром 10 x 10 м, на якій проводився підрахунок дерев і на основі отриманих даних визначався розмір необхідної пробної ділянки.

Пробні ділянки були розмежовані в натурі шляхом вимірювання кута і довжини сторін. Уздовж кордону була прокладена візирна лінія шириною до 1,0 м, а на зовнішній стороні пробних ділянок були позначені граничні дерева. На кутах пробних ділянок були встановлені відповідним чином позначені стовпчики, які були прив'язані до квартальної сітки.

На кожній пробній площі було складено суцільний перелік дерев за елементами лісу та класифіковано за технічною придатністю (Цурик Е.І., 2000; Гром М.М., 2005).

Лісівничо-таксаційна характеристика насаджень на пробних площах та опис умов місцезростання надавалися за загальноприйнятими таксаційними схемами, а результати заносилися до карток пробних площ.

Для зареєстрованих дерев вимірювали діаметр на висоті 1,3 м, загальну довжину, довжину торгової площі та діаметр кори на кожних 2 м.

Характеристики кожного дерева (пошкодження, хвороби та наявність плодівих тіл) були записані на картці ділянки. Підлісок і підріст обліковували за видами та віком. Їх стан та достовірність оцінювали за методикою професора Горшеніна (Швиденко А.Я., Остапенко Б.Ф., 1991).

### **2.3. Опрацювання результатів польових досліджень**

Таксаційні показники для пробних площ визначали за допомогою програмного забезпечення, розробленого на кафедрі лісової таксації та лісовпорядкування (Горошко М.П., 2000, Цурик Є.І., 2001, Гром М.М. 2005) і визначався за загальноприйнятою в лісівничій методології схемою.

*Середній вік дерев (А)* визначали за підрахунком річних кілець та інвентаризаційним описом деревостану.

*Середній діаметр деревостану (Д)* визначали за площею поперечного перерізу середнього деревостану (середньоквадратичний діаметр) на основі суцільного переліку деревостанів у межах пробної площі:

$$g_{cp} = \frac{G}{N}, \quad (2.1)$$

$$D_{cp} = 2 \cdot \sqrt{\frac{g_{cp}}{\pi}}, \quad (2.2)$$

де

- $g_{cp}$  - площа січення середньозваженого дерева, м<sup>2</sup>;
- $G$  - сума площ січень дерев, м<sup>2</sup>;
- $N$  - обсяг вибірки, шт.;
- $D_{cp}$  - середньоарифметичний діаметр деревостану, см;
- $\pi$  - стала (3,14).

Середню висоту дерев ( $H_{sr}$ ) визначали з діаграми висоти дерев за середнім діаметром ( $D_{sr}$ ).

Загальна площа поперечного перерізу ( $G$ ) була визначена зі списку дерев на досліджуваній території та перерахована на 1 га.

$$G = \frac{\sum g_i \cdot n_i}{S}, \quad (2.3)$$

де

- $G$  - сума площ січень дерев (абсолютна повнота), м<sup>2</sup>/га;
- $g_i$  - площа січення середньозваженого дерева, м<sup>2</sup>;
- $n_i$  - загальна кількість дерев у ступені товщини, шт.;
- $S$  - площа ділянки, га.

Розрахунок запасу ( $M$ ) деревостану був проведений на основі вимірювань діаметра і висотидерева. Кількість дерев було

встановлено відповідно до таблиці за двома входами з смерекових деревостанів, де запас деревостанів дорівнює:

$$M = \sum_{i=1}^k M_i ,$$

(2.4)

де

$M$  - Загальний запас деревостану, м<sup>3</sup>/га;

$M_i$  - об'єм дерева, м<sup>3</sup>;

Повнота деревостанів ( $P$ ) визначали як відношення фактичної сумарної площі поперечного перерізу дерев на пробній площі ( $G_{\text{тах}}$ ) до сумарної площі поперечного перерізу нормального деревостану ( $G_{\text{норм}}$ ):

$$P = \frac{G_{\text{такс.}}}{G_{\text{норм.}}} ,$$

(2.5)

Для підвищення точності розрахунків і полегшення обробки польових даних використовувався пакет комп'ютерних програм. Розрахунки проводилися як за допомогою стандартного програмного забезпечення, так і за допомогою пакету програм для статистичної обробки матеріалів інвентаризації, розробленого співробітниками факультету лісового господарства та лісовпорядкування ННІ ЛСПГ.

#### **2.4. Загальний обсяг робіт та аналіз матеріалів спостереження**

На основі аналізу проекту організації та таксаційного опису було відібрано шість експериментальних ділянок з домінуванням ялини європейської, на яких було закладено чотири пробні площі. Всі ділянки були закладені в умовах лісової рослинності - вологий суглинок (С3), тип лісу -

буково-ялицевий ліс (С<sub>3</sub>-бк яц С<sub>м</sub>). Площа пробних ділянок варіювала від 0,16 до 0,50 га. Всі пробні площі були закладені на території Вишківського та Людвіковського лісництв.

Отримані результати дещо відрізняються від даних таксаційного опису. Всі насадження представлені першого класу бонітету, що дозволяє в подальших розрахунках вивчати специфіку динаміки таксаційних показників на цих лісових ділянках.

Відносна повнота насаджень коливається від 0,70 до 0,90. Ґрунти - бурі лісові, з сильним глинистим механічним складом.

Підріст представлений в основному буком, смерекою, ялицею та, рідше, грабом, кленом гостролистим та кленом-явором. Підлісок рідкий, представлений ліщиною, свидиною, бруслиною бородавчатою, вовчими ягодами звичайними та ін. Трав'яне вкриття дуже рідке (майже відсутнє) і при наявності представлене ялицею, осокою волосистою, плющем, розрив-травою, квасеницею, щитником чоловічим, копитняком європейським, тонконогом лісовим, воронячим оком, медункою темною та ін. Підлісок та трав'яне вкриття зустрічаються в вікнах намету чи на прогалинах.

Вік дерев на тестових ділянках коливається від 21 до 75 років.

Основні таксаційно-якісні характеристики деревостанів пробних ділянок, які були отримані в результаті камеральної обробки натурних матеріалів, наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

## Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів пробних площ

№ п/п	Площа, га	Склад	Середні			G, м <sup>2</sup> /га	M, м <sup>3</sup> /га	Кількість дерев на 1 га	Клас бонітету
			Вік, роки	D, см	H, м				
1	0,15	10См	21	7,8	7,70	19,0	107	3509	I <sup>a</sup>
2	0,25	9См1Бк	37	10,3	12,16	24,5	202	2322	I <sup>a</sup>
3	0,5	9См1Бк	52	23,0	23,85	42,6	544	865	I <sup>a</sup>
4	0,5	10См	75	27,7	29,36	38,2	564	467	I <sup>a</sup>

З таблиці 2.1 видно, що насадження на пробних площах є помірно повноцінними, із заниженою якісною та кількісною продуктивністю. Всі насадження характеризуються I<sup>a</sup> класом бонітету, що дозволяє проводити подальші розрахунки для вивчення особливостей динаміки таксаційних показників у ялинниках.

### 2.5. Біологічні та лісівничі особливості ялини звичайної (*Picea abies* (L) Karst.)

Ялина звичайна (*Picea abies* (L) Karst.) поширена у Швейцарських та Баварських Альпах, гірських районах Франції, рівнинній частині Польщі, на північних Балканах, у країнах Балтії, Білорусі та Карпатах України. (Заячук В.Я., 2008, Гончар М.Т., 2007). Утворює чисті ліси та мішані ліси з іншими хвойними та широколистяними породами.

Наразі в межах різних археологічних одиниць в Українських Карпатах місцезростання ялини європейської поділяються на дві основні категорії: природні та штучні (антропогенні). На основі детального аналізу морфологічних, еколого-географічних та діагностичних ознак ялини європейської М.А. Голубець (Стойко С.М., Мілкіна Л.І., & Яценко П.Т.,1998) встановив, що сучасний лісовий покрив Українських Карпат включає дві морфологічні групи ялини - гостролукутату (*P. a. var. acuminata. Beck*) та тупу (*P.a. var. Obtusata Racz.*), які представлені трьома морфологічними групами різного походження.

Ялина європейська - досить тіньовитривала порода і дуже вимоглива до вологості повітря. На північному сході країни вона утворює суцільний масив над буковими та ялицевими лісами. У Карпатах росте на широкому діапазоні ґрунтів, від кам'янистих рівнин до середніх і важких піщаних ґрунтів і суглинків. Найкращі деревостани ялини формуються в середній і нижній частинах схилів (до 1100-1200 м) на щільних суглинистих або супіщаних. У зімкнутих деревостанах стовбури ялини без сучків, прямі, повнорослі. Крона здебільшого конусоподібна, від рідкої до помірно густої, але іноді густо розгалужена. Хвоя свіжо-зелена і темно-зелена, ромбічна, 1-3 см завдовжки; кора гладенька, молода бурувата, згодом грубішає, зелена або червонувато-багніста (Шовган А. Д., 2001).

Залежно від зовнішнього вигляду це може бути ялина змієподібна (*Picea excelsa var. virgata Casp*) з рідкими і неправильно спрямованими гілками та хвоєю, що прилягає до пагонів, ялина плакуча (*Picea excelsa var. Penolulor jocq Herineq*), ялина округло-пірамідальна (*Picea excelsa var. erecta a Pyramidalis Carriera*) та ялина стрічкова (*Picea excelsa var. Columnaris carrieras*). Крім того, ялину можна відрізнити за розгалуженістю крони та кольором шишкоподібних плодів (*ялина європейська, 2024, отримано з <https://uk.wikipedia.org/wiki/>*).

У природних угрупованнях в Карпатах ялина починає плодоносити у віці 30-40 років, тоді як у плантаціях (зона широколистяних лісів) ялина плодоносить у 20-25 років. Залежно від висоти над рівнем моря ялина утворює кулясті плоди кожні 3-7 років, гарантуючи природне поновлення у всіх типах лісу; у віці 30-40 років ялина регулярно дає велику кількість насіння (до 0,5-1 млн насінин на гектар) (Шовган А. Д., 2001, Заячук В.Я., 2008).

Залежно від кореневої системи ялина в лісівничій та дендрохронологічній літературі класифікується як поверхнево вкорінювана деревна порода. Ялина - деревна порода з високими вимогами до родючості ґрунту. Вона розвиває потужну, глибоку кореневу систему для забезпечення нормального росту і життєдіяльності в оліготрофних, погано зволжених лісових умовах, але в евтрофних, оптимальних для вологи умовах коренева система сильно розгалужена, але поверхнева, зі значно меншою кількістю дрібних аспіраційних коренів. Крім того, у вологих евтрофних і вологих мезотрофних лісах ялина значно вітростійкіша (Заячук В.Я., 2008, Гончар М.Т., 2007).

У більшості сучасних антропогенних оселищ ялина формує переважно поверхневу кореневу систему і є дуже вітростійкою. Це стосується переважно ялицево-буково-ялинових лісів та ялицево-ялицево-буково-ялинових лісів (Заячук В.Я., 2008). За тіньовитривалістю ялина поступається лише тису, ялиці та буку. Тому вона може рости тривалий час (60-80 років), якщо полог материнського дерева не перевищує 3-5 м (Шовган А. Д., 2001).

Ялина, завдяки своїм біологічним особливостям, утворює найщільніший лісовий намет. За таких умов накопичується значна кількість листяного опаду, який досить повільно розкладається і сприяє накопиченню грубого гумусу. Щільні ялинники затримують у наметі до 40% річних опадів

і майже на 90% знижують освітленість під наметом. Тому трав'яниста рослинність є рідкісною і складається переважно з тіньовитривалих рослин. Особливо в молодих ялинниках трава може бути відсутня взагалі (Шовган А. Д., 2001, Заячук В.Я., 2008).

У Карпатах ялина - швидкоросла порода дерев. У природних лісах вона досягає максимальної висоти 45-50 м, а діаметр стовбура - 1,5 м. Похідні смерекові ліси, що ростуть на залишках старовікових букових лісів на висоті 650-700 м н.р.м., характеризуються високою продуктивністю (клас бонітету I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup>), але є недовговічними, зі швидким зниженням приросту у 50-60 років. (Герушинський, З. Ю., 1996).

Східні Карпати - типовий середньовисотний гірський масив, що складається з декількох паралельних хребтів. У геологічній структурі переважають крейдяні та палеозойські породи і піщано-глинисті відклади. Клімат континентальний, із середньою кількістю опадів 700-900 мм біля підніжжя гір. Під ялиновими насадженнями в Карпатах формуються бурі лісові ґрунти. Властивості ґрунтів змінюються залежно від типу лісу, при цьому ґрунти в Карпатах є найбільш продуктивними. У більшості випадків умови в Карпатах придатні для зростання основних деревних порід, таких як ялина, бук, ялиця, явір і дуб (Заячук В.Я., 2008, Гончар М.Т., 2007).

## РОЗДІЛ 3

### ТАКСАЦІЙНА БУДОВА СМЕРЕКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ

При вивченні закономірностей розподілу кількості дерев за таксаційними показниками найважливішим є дослідження таксаційної структури нормальних деревостанів. На основі численних досліджень вчені дійшли висновку, що "нормальні деревостани різних деревних порід, з вилученим сухостоєм, структуровані однаково, незалежно від віку та бонітету" (Криницький, Г., & Третяк, П., 2003, Гром М.М., 2005, Король М.М., Токар О.Є., Густі М.І., Портах С.В. Нагорняк Б.З., Приндак В.П., Земан В.В., & Крамарець В.О., 2022). У цьому випадку краще використовувати розподіл кількості дерев за рівнем природної густоти, виражений у частках від середнього діаметра деревостану. Це дає можливість виявити загальні закономірності в розподілі кількості дерев за природною густотою.

Для аналізу таксаційної структури за діаметром і кількістю дерев використано абсолютну густоту модальних ялиників.

#### **3.1 Характеристика ялинових деревостанів**

Лісовий фонд філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України" складається з захисних лісів та експлуатаційних лісів. Захисні ліси виконують важливі водоохоронні, водорегулюючі, ґрунтозахисні, санітарно-гігієнічні та інші захисні функції. Експлуатаційні ліси слугують джерелом деревини для економіки (Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи, 2010).

Віднесення лісів лісогосподарських підприємств до категорій захисності зумовлює різне цільове призначення та режими господарювання в лісах, тобто диференційоване проектування та здійснення лісовпорядкування, лісогосподарських та інших заходів. Тому в межах кожної групи останнім лісовпорядкуванням прийнято категорії захисності лісів, що входять до їх складу, як господарські одиниці.

Частка ялинових насаджень у загальній площі лісів філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України" становить 73% або 38731 га (Проект організації і розвитку лісового господарства ДП «Вигодське лісове господарство» Івано-Франківське обласне управління лісового та мисливського господарства, 2016). На рисунках 3.1-3.2 показано розподіл ялинових насаджень на території лігоспу з основними лісівничо-таксаційними показниками.

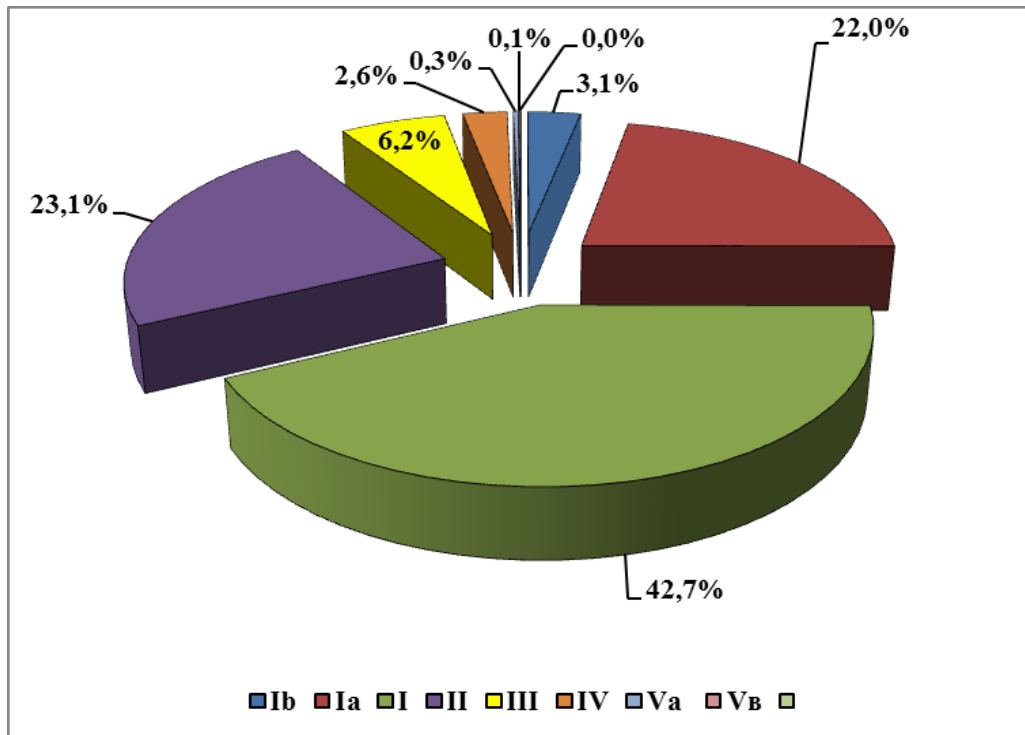


Рисунок 3.1: Розподіл смерекових деревостанів на підприємстві за класами бонітету

Загалом у державному лісовому фонді налічується 37 типів лісу. Найпоширенішими типами лісу, в якому зростає ялина європейська, є (Проект організації і розвитку лісового господарства ДП «Вигодське лісове господарство» Івано-Франківське обласне управління лісового та мисливського господарства, 2016) (Рис.3.2.):

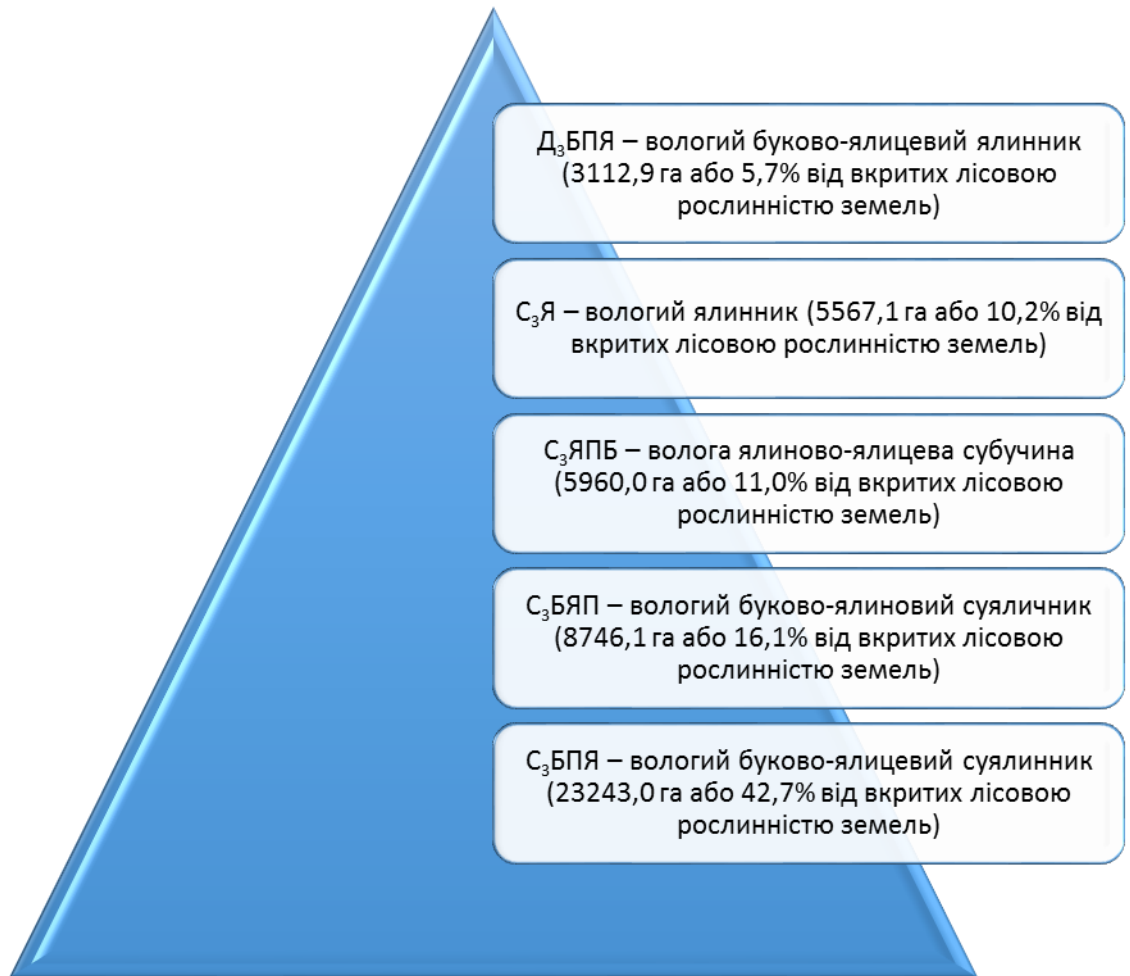


Рисунок 3.2: Найпоширенішими типи лісу, де зростає ялина європейська на території філії "Вигодське лісове господарство"

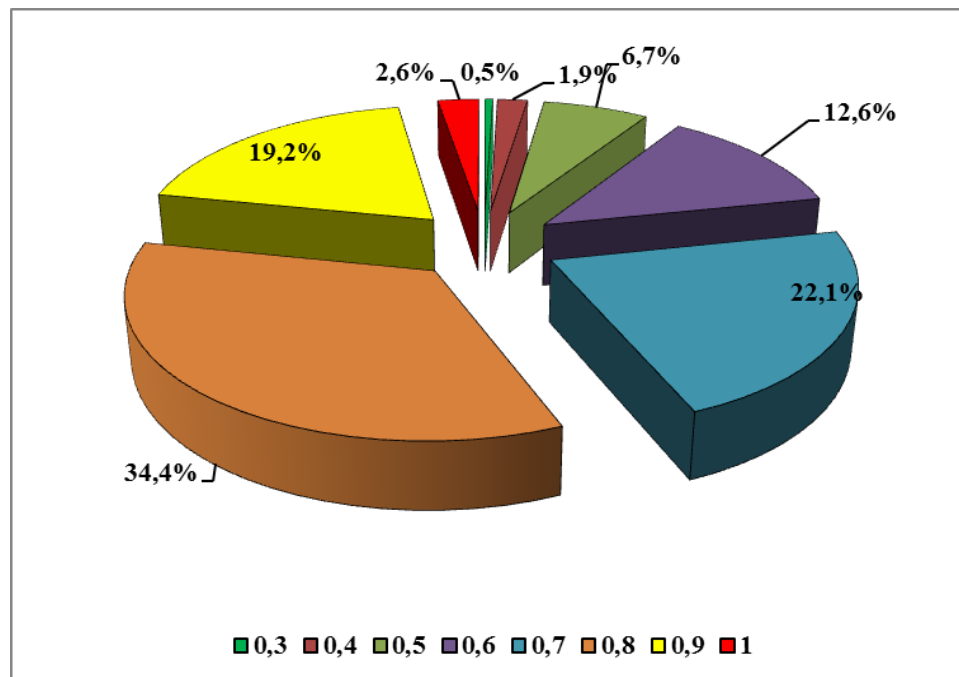


Рис. 3.3. Розподіл смерекових насаджень лісгоспу за повнотами

Насадження з панівними породами, що не відповідають типам лісу, займають площу 4,5,0% вкритих лісовою рослинністю лісових земель, які переважно представлені похідними похідними ялинниками – 1127,6 га.

### 3.2. Будова за діаметром

Характеристика таксаційної структури за окремими показниками була вивчена на основі деяких основних статистичних даних рядів розподілу, отриманих за допомогою офісних програм EXCEL та STATISTICA (Додаток В). Основні статистичні дані, що характеризують структуру за діаметром досліджуваних ялинників, наведені в таблиці 3.1.

Розрахунки показують, що середнє значення є найбільш вірогідним значенням досліджуваного показника, середнє квадратичне відхилення - середнім відхиленням кожного діаметра від середнього арифметичного, а коефіцієнт варіації - відносною мірою мінливості. Крім того, асиметрія і ексцес є показниками форми кривої розподілу, вказуючи на її асиметрію і на те, чи є вона гострою або тупою. Експериментальна точність вказує на достовірність отриманих результатів.

Таблиця 3.1

Статистики рядів розподілу за діаметром

№ п.п	Середній діаметр, см	Основне відхилення $\delta$ , см	Коефіцієнт варіації, V, %	Асиметрія, А	Ексцес, Е	Точність дослід, Р, %
	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)
1	2	3	4	5	6	7
1	7,8	2,77	33,97	0,808	0,656	1,70
	0,1	0,10	1,34	0,114	0,238	0,13
2	10,3	4,43	40,97	1,159	1,273	1,78
	0,2	0,13	1,46	0,105	0,200	0,18

Продовження табл. 3.1.

1	2	2	4	5	6	7
3	23,0	6,77	27,94	-0,048	-0,418	1,43
4	0,4	0,25	0,15	0,124	0,238	0,11
4	27,6	7,86	27,04	0,304	-0,323	1,72
	0,5	0,35	1,27	0,152	0,295	0,16

Оскільки значення асиметрії та ексцесу фактичного ряду розподілу не дорівнюють нулю, фактичний ряд не може бути описаний нормальним законом розподілу (Лапласа-Хауса), тому було використано трипараметричну функцію Вейбулла. На рисунках 3.4 - 3.5 показано закономірність структури ялиників за діаметром (Рис.3.4 - 3.5.)

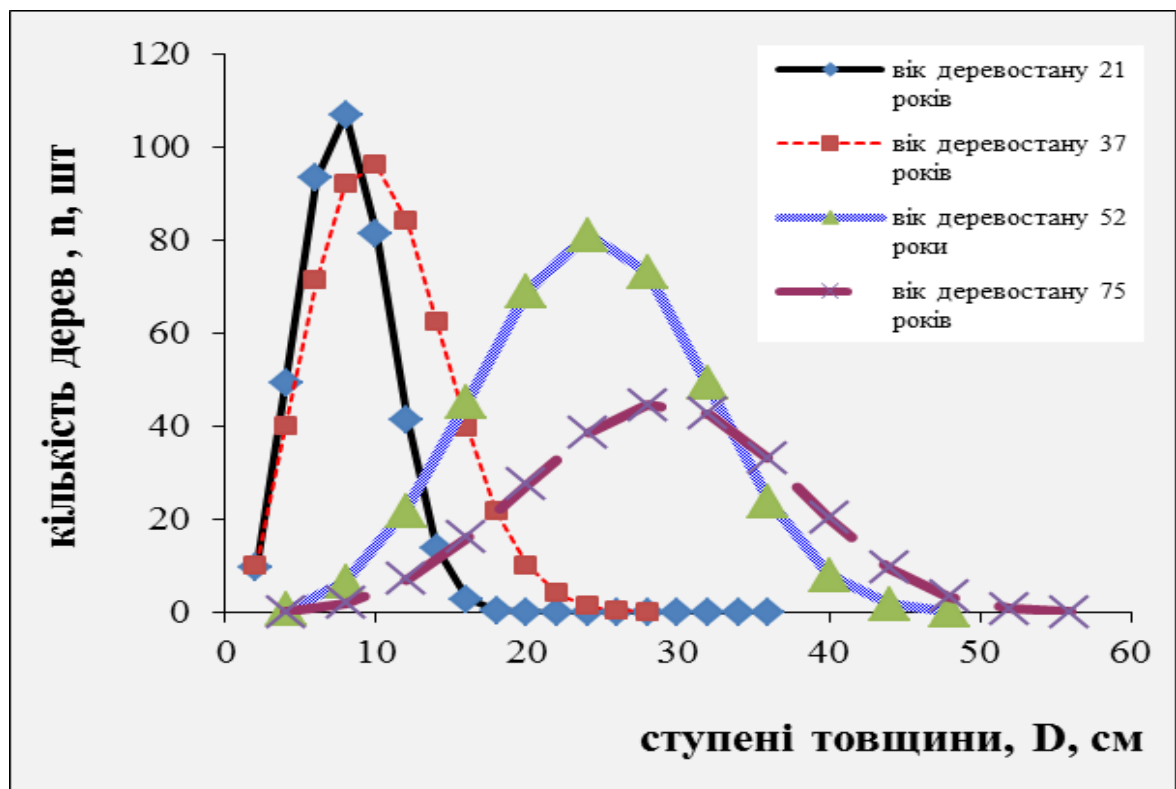


Рис. 3.4. Розподіл загальної кількості дерев смереки за діаметром за абсолютними ступенями товщини

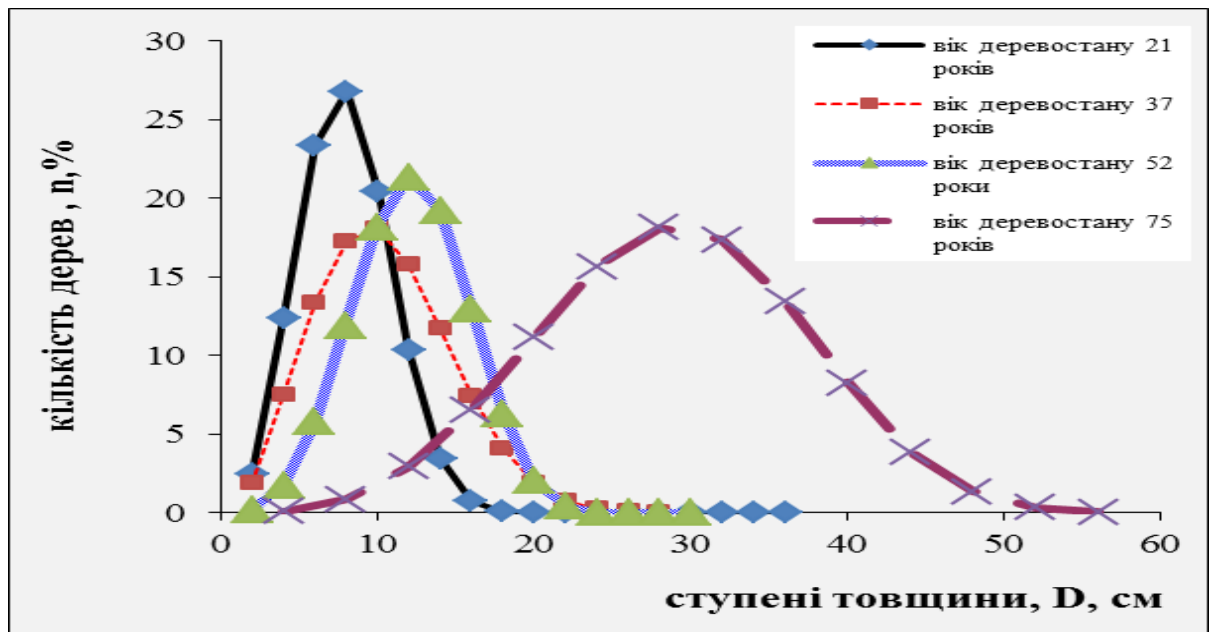


Рис. 3.5. Відносний розподіл кількості дерев смереки за діаметром за абсолютними ступенями товщини

Аналізуючи структуру за діаметром, слід зазначити, що розмах кривої розподілу збільшується зі збільшенням віку дерев. Також спостерігається закономірне зменшення пікової кількості дерев у середньому віці, як у фактичному, так і у відносному розподілі кількості дерев. Розкид кривої збільшується з віком. Значення крутизни та асиметрії є додатними, а значення асиметрії для третьої вибірки становить 0,05. Позитивні значення асиметрії та ексцесу спостерігаються переважно у молодому віці до 40 років. Надалі значення асиметрії та ексцесу стають від'ємними, що свідчить про більшу кількість дерев на менших стадіях, що пов'язано з проведенням рубок догляду в досліджуваних насадженнях. З цього розподілу можна зробити висновок, що рубки догляду проводили суцільними та комбінованими способами.

### 3.3. Будова за запасом

Для повного аналізу структури деревостанів необхідні подальші дослідження таксаційної структури за запасами. Розподіл деревостанів за запасом в основному подібний до розподілу дерев за діаметром. Однак є деякі особливості у значеннях параметрів рядів розподілу. Коефіцієнт варіації майже однаковий і зменшується з віком дерев. Це пояснюється тим, що запас є похідним показником і залежить не лише від розподілу за діаметром, а й від висоти та кількості дерев. Статистичні показники рядів розподілу запасу представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Статистики рядів розподілу за запасом

№ п.п	Середній діаметр, см	Основне відхилення $\delta$ , см	Коефіцієнт варіації, V, %	Асиметрія, А	Ексцес, Е	Точність дослід, Р, %
	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)	Основна помилка (+/-)
1	7,8	4,21	38,01	1,530	1,292	10,54
	0,1	0,83	8,56	0,646	0,095	0,13
2	10,3	7,72	47,01	1,406	-0,532	6,80
	0,2	0,79	5,87	0,333	0,675	1,13
3	23,0	7,32	25,46	1,207	-0,475	1,63
	0,4	0,33	1,24	0,152	0,295	1,16
4	27,6	9,21	26,79	1,254	-0,390	1,64
	0,5	0,40	1,25	0,143	0,285	0,26

Значення асиметрії та ексцесу рядів розподілу вказують на можливість та необхідність вибору функцій Вейбулла для моделювання теоретичної кількості рядів розподілу запасів. На рисунках 3.6 - 3.7 показано

розподіл відносних та фактичних запасів за абсолютним ступенем товщини у віковому діапазоні від 21 до 75 років (Рис.3.6 - 3.7).

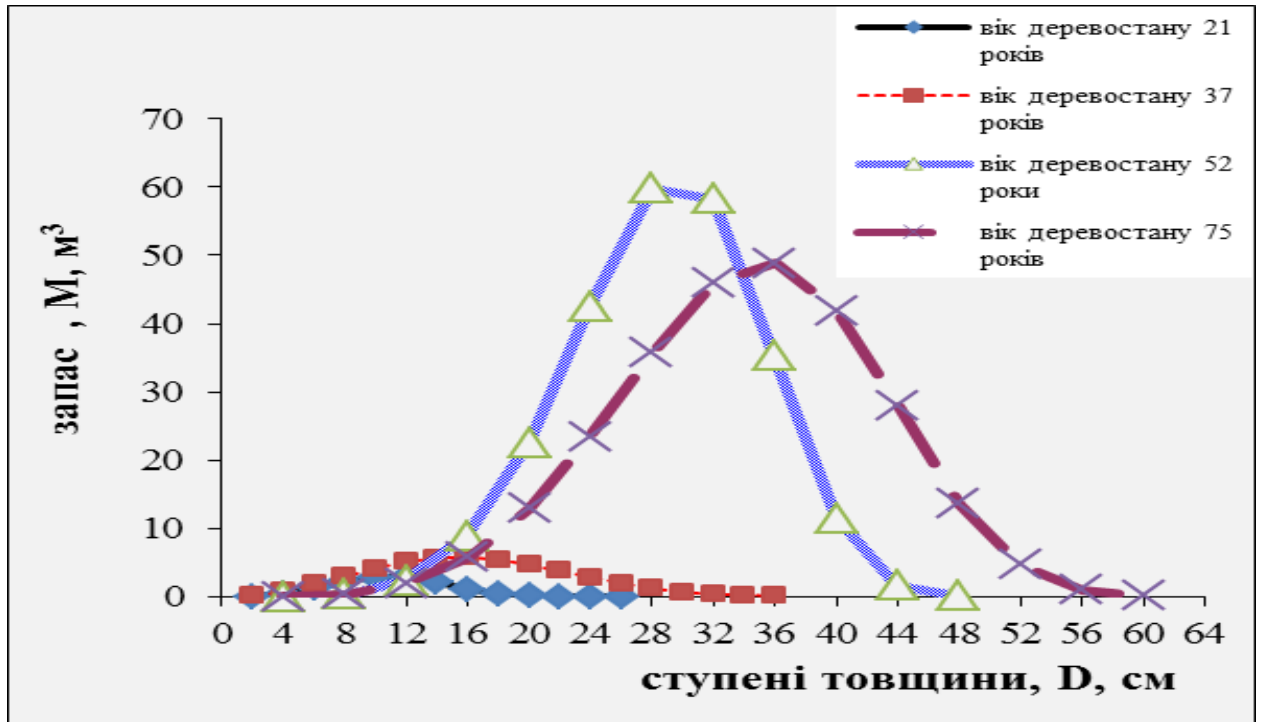


Рис. 3.6. Розподіл запасу смирки за абсолютними ступенями товщини

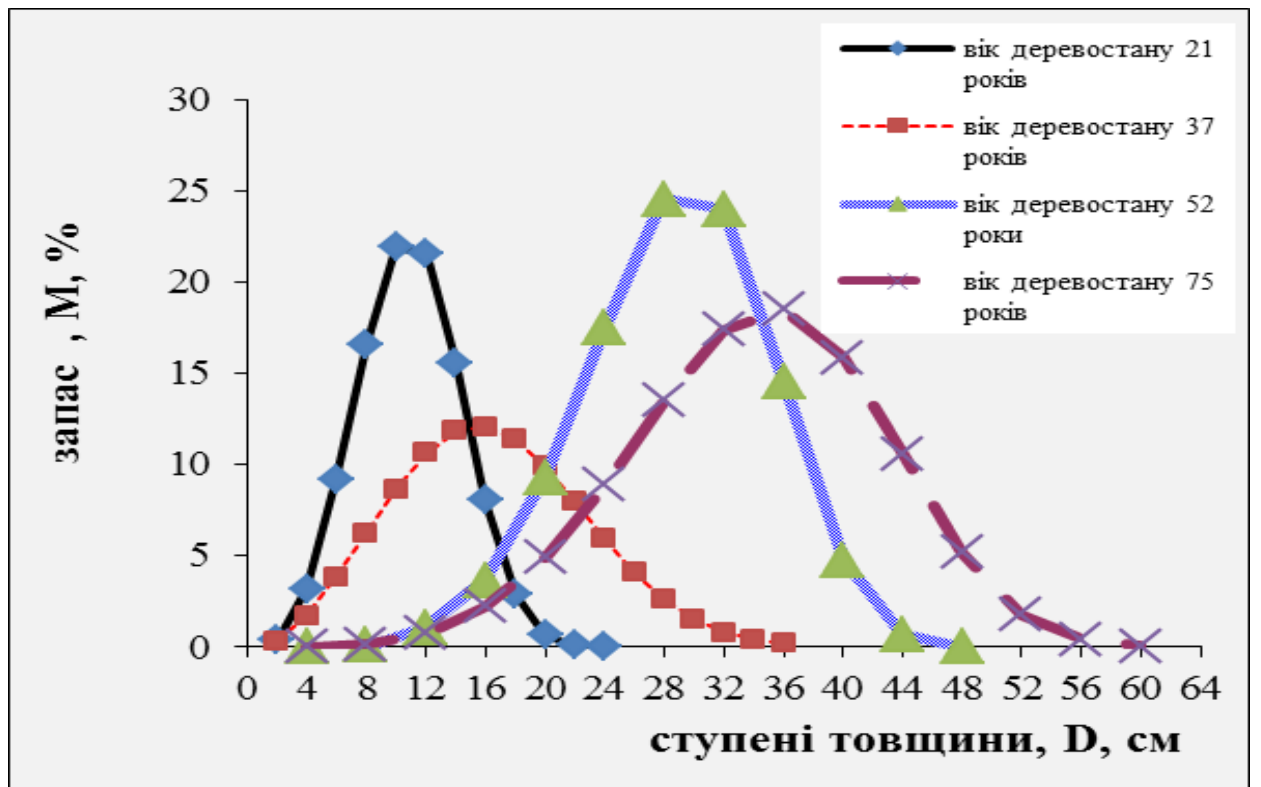


Рис. 3.7. Відносний розподіл запасу смирки за абсолютними ступенями товщини

При аналізі структури деревостанів за запасом спостерігаються певні закономірності в структурі розподілу фактичного запасу на стадіях. Зі збільшенням віку фактичний запас на центральному ярусі зростає. Розкид теоретичної кривої також збільшується з віком. Коефіцієнт ексцесу з віком набуває від'ємних значень. Зі збільшенням віку та зі збільшенням середнього діаметра коефіцієнт варіації зменшується з 47,01% до 25,46%, що свідчить про зменшення мінливості цього показника. Параметр асиметрії позитивний у всіх вибірках при розподілі за запасом. Точність експерименту у всіх пробних ділянках була задовільною.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, кліматичні та ґрунтові умови філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України" сприятливі для вирощування продуктивних ялинових насаджень. Це підтверджується значним поширенням цих насаджень і високою продуктивністю в вивчених умовах.

Деревостани ялини європейської у складі лісового фонду філії "Вигодське лісове господарство" ДП "Ліси України" зростають на площі 73 га, що становить 38,731% від площі земель, покритих лісовою рослинністю.

Аналізуючи основну статистику ялинових деревостанів по діаметру, ми можемо сказати наступне (Рис. В.1):

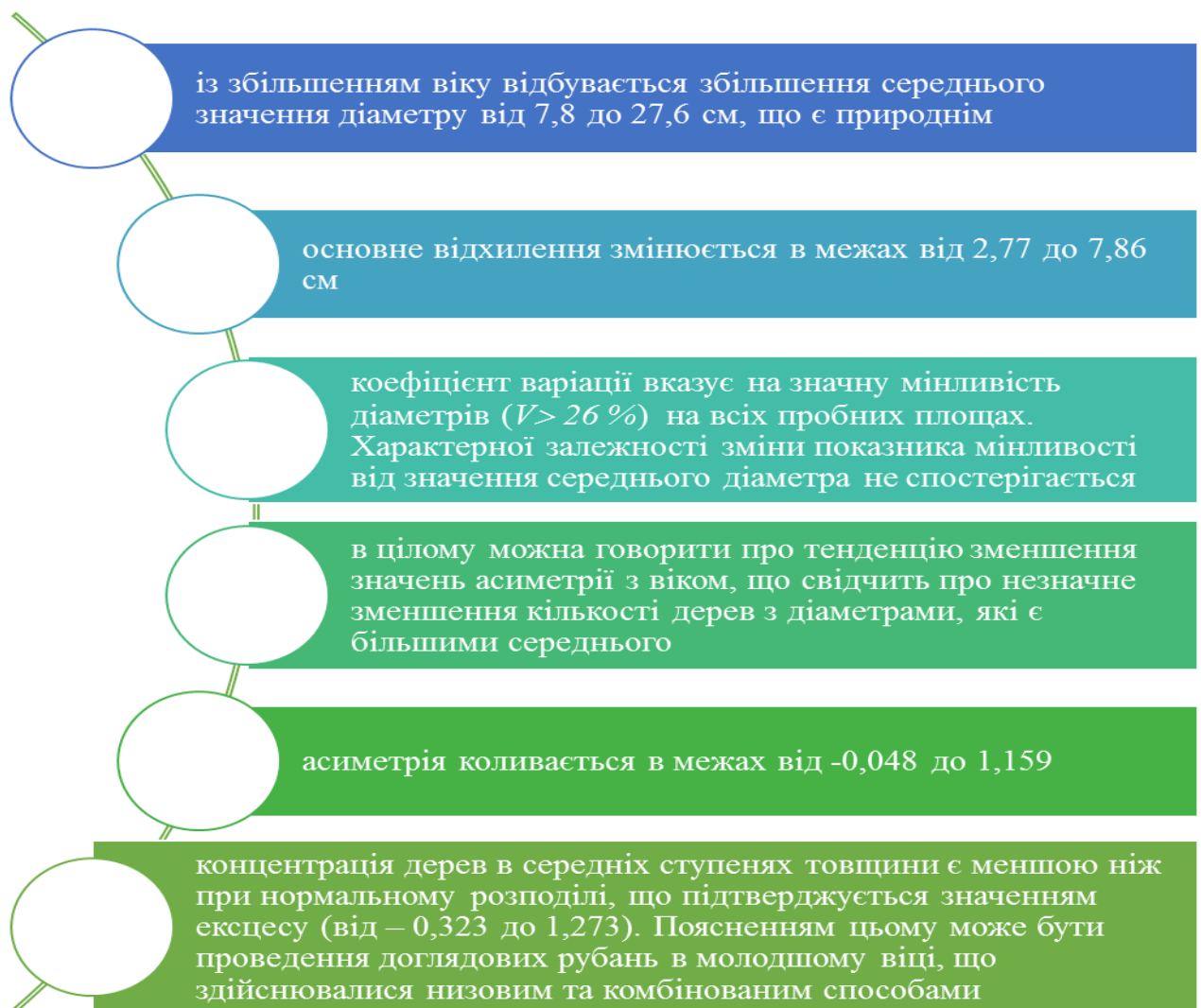


Рис. В.1. Підсумки аналізу основних статистик для ялинових деревостанів

Аналізуючи структуру деревостану по запасу, можна стверджувати наступне:

- ✚ З віком фактичний запас в середньому збільшується зі 107 до 564 м<sup>3</sup> / га, що природно;
- ✚ Перевищення з віком приймає негативне значення;
- ✚ Коефіцієнт варіації не тільки зменшується з віком, але і зменшується зі збільшенням середнього діаметра з 47,01 до 25,46.

Таксаційна структура діаметра ялинового деревостану сильно залежить від віку та догляду за ним. Як показують дослідження, проведені при рубці догляду, основна частина вибірки з деревостанів молодого віку складалася з ялини малих діаметрів.

Наші дослідження можуть бути використовуватися, як доповнення до таблиць ходу росту, а їх особливості будови досліджуваних деревостанів рекомендується застосовувати при плануванні лісогосподарських заходів та проведенні лісотаксаційних робіт.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верховна Рада України (2013). *Лісовий кодекс України*. Отримано з : <http://zakon.rada.gov.ua>.
2. Генсірук С.А. (1998). *Ліси західного регіону України: моногр.* Львів: УкрДЛТУ.
3. Герушинський, З. Ю. (1996). Типологія лісів Українських Карпат. *Львів: Піраміда, 208*. <http://carpaty.net/?p=20482>
4. Гончар М.Т. (2007). *Морфологія рослин*. Львів : НВФ "Українські технології", II том.
5. Гордієнко М.І., Гузь М.М., Дебринюк Ю.М., & Маурер В.М. (2005). *Лісові культури*. Львів, Камула.
6. Горошко М.П. (2000). *Лісова таксація: практикум для студентів спеціальності 7.130401*. Львів: УкрДЛТУ.
7. Горошко М.П. (2004). *Біометрія: навч. посіб.* Львів: Камула.
8. Горошко, М. П., Миклуш, С. І., Король, М. М., & Вицега, Р. Р. (2006). Сучасні засоби вимірювальної лісоінвентаризації. *Науковий вісник НЛТУ України, 16(4)*, 192-200.
9. Гром М.М. (2005). *Лісова таксація: підруч. для студ. вищ. навч. закл.* Львів : УкрДЛТУ.
10. Державне агентство лісових ресурсів України (2024). *Ліси України*. Отримано з : <http://dklg.kmu.gov.ua>
11. ДП «Ліси України». (2024). *Філії ДП*. Отримано з <https://e-forest.gov.ua/filii-dp-lisy-ukrainy/>
12. Західне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства. (2024). Отримано з <https://w.forest.gov.ua/forests?id=5279>
13. Заячук В.Я. (2008) *Дендрологія: підруч. для студ. вищ. навч. закл.* Львів: Апріорі.

14. Король М. М. & Вицега Р.Р. (2006) *Моделі росту смерекового деревостану. Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*, 16.3. – С.14-18.
15. Король М.М., Токар О.С., Густі М.І., Портах С.В. Нагорняк Б.З., Приндак В.П., Земан В.В., & Крамарець В.О. (2022). Структура природних насаджень заповідних територій Українських Карпат та оцінка стовбурового запасу вуглецю. *Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць*, 24, 143 – 152.  
<http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/722/577>
16. Криницький, Г., & Третяк, П. (2003). Стан лісів Українських Карпат, екологічні проблеми та перспективи. *Праці наукового товариства ім. Шевченка*.
17. Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи (2010). *Матеріали наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня заснування УкрНДІЛГА*. Харків: УкрНДІЛГА.
18. Матусевич, О. Б. (2022). Лісівнича характеристика і таксаційна оцінка ялинових деревостанів північно-східного макросхилу Українських Карпат у панівних типах лісу. *Науковий вісник НЛТУ України*, 32(5), 28-35.
19. Миклуш, С. І., Король, М. М., Миклуш, Ю. С., Гаврилюк, С. А., Троцюк, В. І., & Павлей, Ю. Ю. (2014). Форма та продуктивність старовікових ялинових деревостанів Горган. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (12), 154-158.
20. *Офіційний веб-сайт ДП «Вигодське лісове господарство» (2022)*.  
Отримано з : <http://vygodalis.com.ua/>
21. *Офіційний веб-сайт Калушської районної державної адміністрації*. Отримано з : <https://kalushrda.gov.ua/>.
22. *Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання*. (2006). СОУ 02.02-37-476:2006. [Чинний від 2007-05-01]. Київ: Мінагрополітики України
23. *Показники оптимальної лісистості території України*. Затверджено наказом Державного комітету лісового господарства України

від 29.12.2008 р. (2008). Київ, Отримано з [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article;jsessionid=A0C5BD70CDDDB0622FDAB82CEB029460A.app1?art\\_id=108938&cat\\_id=104385](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article;jsessionid=A0C5BD70CDDDB0622FDAB82CEB029460A.app1?art_id=108938&cat_id=104385)

24. *Правила рубок головного користування*. Затверджені постановою Державного комітету лісового господарства від 23.12.2009 р. № 364. (2009). Київ.

25. *Проект організації і розвитку лісового господарства ДП «Вигодське лісове господарство»* Івано-Франківське обласне управління лісового та мисливського господарства (2016). Львів: ДКЛГ України.

26. Рябчук В.П. (2000). *Довідник аспіранта та студента*. Львів: УкрДЛТУ.

27. Стойко С.М., Мілкіна Л.І., ... Ященко П.Т (1998). *Раритетні фітоценози Західних регіонів України (Регіональна "Зелена книга")* Львів, ПОЛІІ.

28. Хомюк П.Г. (1999). *Довідкові матеріали для занять з біометрії*. Львів: УкрДЛТУ.

29. Цурик Є.І. (2000). *Перелікова таксація лісу: навч. посібн.* Львів, УкрДЛТУ.

30. Цурик Є.І. (2001). *Таксаційні ознаки й будова насадження*. – Львів, УкрДЛТУ.

31. Швиденко А.Й., & Остапенко Б.Ф. (1991) *Лісознавство*. Чернівці, Зелена Буковина.

32. Шовган А. Д. (2001) *Дендрологія: навч.посіб.* Львів: УкрДЛТУ,

33. *Ялина європейська (2024)*. <https://uk.wikipedia.org/>

34. Chernyavskyy, M. V. (2009). Forest stand dynamics and close to nature forestry. *ECOLOGICAL ECONOMICS AND SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT*, 201.

35. Diggle P. J. (1883). *The statistical analysis of spatial point patterns..* London: Academic Press.

36. Dixon Ph. M. (2012). *Nearest Neighbor Methods*. Отримано з: <http://www.stat.iastate.edu/preprint/articles/2001-19.pdf>.
37. Moeur M. (1993). *Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data*. Forest Science.

# ДОДАТКИ



Контора ДП «Вигодське лісове господарство»



Вирощування садивного матеріалу

Продовження дод. А



Деревостани смереки на тимчасовій пробній площі

Продовження дод. А



Деревостани смереки на тимчасових пробних площах

Продовження дод. А



Деревостани смереки на тимчасових пробних площах



## Продовження дод. В

Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-1							Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-1							
а) для ряду діаметрів							а) для ряду запасу							
Обчислення сум і квадратів центральних відхилень для великої вибірки діаметрів							Обчислення сум і квадратів центральних відхилень для великої вибірки діаметрів							
i	2													
x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni	x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni	
0		0	-8,16541	0,00	0,00	0,00	0		0	-8,16541	0,00	0,00	0,00	
2		0	-6,16541	0,00	0,00	0,00	2		0	-6,16541	0,00	0,00	0,00	
4	41	164	-4,16541	711,38	-2963,18	12342,88	4	0,000	0	-4,16541	0,00	0,00	0,00	
6	124	744	-2,16541	581,44	-1259,05	2726,37	6	1,422	8,532664	-2,16541	6,67	-14,44	31,27	
8	98	784	-0,16541	2,68	-0,44	0,07	8	2,381	19,0468	-0,16541	0,07	-0,01	0,00	
10	75	750	1,834586	252,43	463,10	849,60	10	3,271	32,7061	1,834586	11,01	20,19	37,05	
12	32	384	3,834586	470,53	1804,29	6918,69	12	2,253	27,03316	3,834586	33,12	127,02	487,07	
14	20	280	5,834586	680,85	3972,47	23177,70	14	2,111	29,55078	5,834586	71,86	419,25	2446,14	
16	6	96	7,834586	368,28	2885,36	22605,58	16	0,899	14,38043	7,834586	55,17	432,22	3386,23	
18	2	36	9,834586	193,44	1902,38	18709,17	18	0,408	7,338577	9,834586	39,43	387,80	3813,85	
20	1	20	11,83459	140,06	1657,52	19616,09	20	0,268	5,36587	11,83459	37,58	444,70	5262,87	
22		0	13,83459	0,00	0,00	0,00	22		0	13,83459	0,00	0,00	0,00	
24		0	15,83459	0,00	0,00	0,00	24		0	15,83459	0,00	0,00	0,00	
26		0	17,83459	0,00	0,00	0,00	26		0	17,83459	0,00	0,00	0,00	
28		0	19,83459	0,00	0,00	0,00	28		0	19,83459	0,00	0,00	0,00	
30		0	21,83459	0,00	0,00	0,00	30		0	21,83459	0,00	0,00	0,00	
32		0	23,83459	0,00	0,00	0,00	32		0	23,83459	0,00	0,00	0,00	
34		0	25,83459	0,00	0,00	0,00	34		0	25,83459	0,00	0,00	0,00	
36	0	0	27,83459	0,00	0,00	0,00	36	0	0	27,83459	0,00	0,00	0,00	
	399	3258,0	186,8571	3401,08	8462,4	106946,1		13,01187	144,0	186,8571	254,90	1816,7	15464,5	

## Продовження дод. В

Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-2							Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-2						
a) для ряду діаметрів							a) для ряду запасів						
Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-2							Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-2						
i 2							i 2						
x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni	x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni
0		0	-10,8068	0,00	0,00	0,00	0		0	-10,8068	0,00	0,00	0,00
2		0	-8,80675	0,00	0,00	0,00	2		0	-8,80675	0,00	0,00	0,00
4	14	56	-6,80675	648,65	-4415,18	30053,03	4	0,000	0	-6,80675	0,00	0,00	0,00
6	88	528	-4,80675	2033,23	-9773,24	46977,55	6	1,225	7,34943	-4,80675	28,30	-136,04	653,90
8	129	1032	-2,80675	1016,25	-2852,35	8005,85	8	3,769	30,1556	-2,80675	29,70	-83,35	233,94
10	98	980	-0,80675	63,78	-51,46	41,51	10	5,103	51,0329	-0,80675	3,32	-2,68	2,16
12	77	924	1,193246	109,64	130,82	156,10	12	6,433	77,1965	1,193246	9,16	10,93	13,04
14	40	560	3,193246	407,87	1302,44	4159,00	14	4,982	69,7463	3,193246	50,80	162,21	517,99
16	32	512	5,193246	863,03	4481,95	23275,85	16	5,627	90,0383	5,193246	151,77	788,18	4093,20
18	18	324	7,193246	931,37	6699,57	48191,68	18	4,286	77,1556	7,193246	221,79	1595,40	11476,11
20	7	140	9,193246	591,61	5438,82	50000,41	20	2,184	43,6718	9,193246	184,55	1696,59	15597,20
22	16	352	11,19325	2004,62	22438,20	251156,34	22	6,364	140,006	11,19325	797,32	8924,65	99895,83
24	8	192	13,19325	1392,49	18371,51	242379,90	24	3,967	95,2181	13,19325	690,58	9110,94	120202,84
26	4	104	15,19325	923,34	14028,51	213138,67	26	2,427	63,108	15,19325	560,29	8512,61	129334,20
28	2	56	17,19325	591,22	10164,91	174767,83	28	1,461	40,9156	17,19325	431,96	7426,85	127691,70
30		0	19,19325	0,00	0,00	0,00	30		0	19,19325	0,00	0,00	0,00
32		0	21,19325	0,00	0,00	0,00	32		0	21,19325	0,00	0,00	0,00
34		0	23,19325	0,00	0,00	0,00	34		0	23,19325	0,00	0,00	0,00
36		0	25,19325	0,00	0,00	0,00	36		0	25,19325	0,00	0,00	0,00
	533	5760,0	136,6717	11577,10	65964,5	1092303,7		47,83	785,6	136,6717	3159,54	38006,3	509712,1

## Продовження дод. В

Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-З							Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-З						
<i>a) для ряду діаметрів</i>							<i>a) для ряду запасу</i>						
Обчислення сум і квадратів центральних відхилень для великої вибірки діаметрів							Обчислення сум і квадратів центральних відхилень для великої вибірки діаметрів						
i 4							i 4						
x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni	x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni
0		0	-24,2421	0,00	0,00	0,00	0		0	-24,2421	0,00	0,00	0,00
4	0	0	-20,2421	0,00	0,00	0,00	4	0,00	0	-20,2421	0,00	0,00	0,00
8	7	56	-16,2421	1846,64	-29993,35	487155,18	8	0,23	1,86146	-16,2421	61,38	-996,99	16193,18
12	26	312	-12,2421	3896,60	-47702,56	583979,75	12	2,44	29,3239	-12,2421	366,23	-4483,42	54886,44
16	43	688	-8,24211	2921,09	-24075,92	198436,28	16	8,43	134,908	-8,24211	572,79	-4720,98	38910,81
20	65	1300	-4,24211	1169,70	-4962,01	21049,37	20	22,43	448,637	-4,24211	403,67	-1712,42	7264,25
24	84	2016	-0,24211	4,92	-1,19	0,29	24	45,75	1098,08	-0,24211	2,68	-0,65	0,16
28	67	1876	3,757895	946,16	3555,57	13361,44	28	53,40	1495,2	3,757895	754,10	2833,83	10649,25
32	61	1952	7,757895	3671,28	28481,41	220955,78	32	67,30	2153,48	7,757895	4050,21	31421,14	243761,88
36	18	648	11,75789	2488,47	29259,12	344025,61	36	26,35	948,427	11,75789	3642,17	42824,29	503523,46
40	8	320	15,75789	1986,49	31302,90	493267,80	40	15,02	600,964	15,75789	3730,65	58787,23	926362,99
44	1	44	19,75789	390,37	7712,98	152392,18	44	2,35	103,215	19,75789	915,74	18093,02	357480,06
48	0	0	23,75789	0,00	0,00	0,00	48	0,00	0	23,75789	0,00	0,00	0,00
52	0	0	27,75789	0,00	0,00	0,00	52	0	0	27,75789	0,00	0,00	0,00
56		0	31,75789	0,00	0,00	0,00	56		0	31,75789	0,00	0,00	0,00
60		0	35,75789	0,00	0,00	0,00	60		0	35,75789	0,00	0,00	0,00
64		0	39,75789	0,00	0,00	0,00	64		0	39,75789	0,00	0,00	0,00
68		0	43,75789	0,00	0,00	0,00	68		0	43,75789	0,00	0,00	0,00
72		0	47,75789	0,00	0,00	0,00	72		0	47,75789	0,00	0,00	0,00
	380	9212,0	223,4	19321,73	-6423,1	2514623,7		243,7	7014,1	223,4	14499,63	142045,1	2159032,5

## Продовження дод. В

Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-4							Обчислення біометричних показників великої вибірки (безпосередній спосіб) для ПП-4						
<i>a) для ряду діаметрів</i>							<i>a) для ряду запасу</i>						
Обчислення сум і квадратів центральних відхилень для великої вибірки діаметрів							Обчислення сум і квадратів центральних відхилень для великої вибірки діаметрів						
i 4							i 4						
x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni	x	n	xn	xi-Xcp	(xi-Xcp) <sup>2</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>3</sup> *ni	(xi-Xcp) <sup>4</sup> *ni
0		0	-29,0732	0,00	0,00	0,00	0		0	-29,0732	0,00	0,00	0,00
4	0	0	-25,0732	0,00	0,00	0,00	4	0	0	-25,0732	0,00	0,00	0,00
8	0	0	-21,0732	0,00	0,00	0,00	8	0	0	-21,0732	0,00	0,00	0,00
12	4	48	-17,0732	1165,97	-19906,85	339873,05	12	0,432	5,18372	-17,0732	125,92	-2149,82	36704,27
16	16	256	-13,0732	2734,52	-35748,91	467351,58	16	3,5609	56,9745	-13,0732	608,59	-7956,15	104012,16
20	28	560	-9,07317	2305,03	-20913,91	189755,50	20	10,849	216,975	-9,07317	893,10	-8103,21	73521,77
24	52	1248	-5,07317	1338,33	-6789,56	34444,61	24	31,482	755,576	-5,07317	810,26	-4110,60	20853,77
28	37	1036	-1,07317	42,61	-45,73	49,08	28	32,473	909,246	-1,07317	37,40	-40,14	43,07
32	44	1408	2,926829	376,92	1103,18	3228,81	32	52,986	1695,55	2,926829	453,90	1328,48	3888,23
36	28	1008	6,926829	1343,47	9305,97	64460,84	36	44,369	1597,27	6,926829	2128,84	14746,14	102144,03
40	18	720	10,92683	2149,12	23483,08	256595,56	40	36,32	1452,78	10,92683	4336,40	47383,05	517746,49
44	13	572	14,92683	2896,53	43236,05	645377,19	44	32,533	1431,45	14,92683	7248,66	108199,53	1615075,94
48	4	192	18,92683	1432,90	27120,24	513300,22	48	12,151	583,232	18,92683	4352,67	82382,22	1559234,12
52	2	104	22,92683	1051,28	24102,49	552593,77	52	7,2438	376,68	22,92683	3807,65	87297,38	2001452,05
56		0	26,92683	0,00	0,00	0,00	56	0	0	26,92683	0,00	0,00	0,00
60		0	30,92683	0,00	0,00	0,00	60		0	30,92683	0,00	0,00	0,00
64		0	34,92683	0,00	0,00	0,00	64		0	34,92683	0,00	0,00	0,00
68		0	38,92683	0,00	0,00	0,00	68		0	38,92683	0,00	0,00	0,00
72		0	42,92683	0,00	0,00	0,00	72		0	42,92683	0,00	0,00	0,00