Міністерство освіти і науки України
Національний лісотехнічний університет України

Гром Микола Миколайович

ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ

Підручник

Видання 2-е, виправлене і **доповнене**

**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,
що навчаються за спеціальністю „Мисливське господарство"
та „Лісове господарство"**

Львів – РВВ НЛТУ України 2007

УДК 630*5 (0758)
Г-87

Автор:

М.М. Гром - кандидат сільськогосподарських наук, професор

Відповідальний за випуск:
завідувач кафедри лісової таксації
та лісовпорядкування НЛТУ України
М.П. Горошко

Рецензенти:

Г.Т. Криницький, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри лісівництва Українського державного лісотехнічного університету, м. Львів;

П.І. Лакида, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри лісового менеджменту Національного аграрного університету, м. Київ;

О.А. Атрощенко, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри лісовпорядкування Білоруського державного технологічного університету, заслужений лісівник Республіки Білорусь, м. Мінськ;

Ю.О. Громяк, кандидат сільськогосподарських наук, головний інженер ОУЛГ «Львівліс»;

І.І. Білінський, кандидат економічних наук, головний лісничий, перший заступник генерального директора ЛГП "Галсільліс".

Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів (14/18.2-1807 від 25.07.05)

ISBN 5-7763-0179-3 НЛТУ України, М.М. Гром, 2007

ЗМІСТ

Вступ

1. Завдання, зміст і мета лісової таксації
1.1. Значення лісу в житті людини
1.2. Облік у лісовому господарстві
1.3. Визначення предмета лісової таксації
1.4. Місце лісової таксації серед інших лісогосподарських дисциплін
1.5. Завдання лісової таксації
1.6. Короткий історичний нарис розвитку лісової таксації
1.7. Зміст курсу
2. Таксація стовбура зрубаного дерева
2.1. Дерево та його частини
2.2. Таксаційні ознаки та одиниці вимірів у лісовій таксації
2.3. Вимірювання діаметрів стовбура
2.4. Розмітка лінійки мірної вилки
2.5. Техніка вимірювання діаметрів
2.6. Поняття про дендрометри
2.7. Форма поперечних перерізів стовбурів і визначення їх площі
2.8. Прилади для вимірювання висот ростучих дерев (висотоміри)
2.8.1. Прилади для вимірювання висот, засновані на тригонометричному принципі
2.8.2. Прилади для вимірювання висот, засновані на геометричному принципі
2.8.3. Оптичні прилади для вимірювання висоти
2.8.4. Сучасні прилади для лісотаксаційних вимірювань
2.9 Характеристика форми деревних стовбурів
2.9.1. Збіг стовбура дерева
2.9.2. Коефіцієнти форми
2.9.3. Класи форми
2.10 Повнодеревність стовбура
2.10.1. Поняття про видові числа
2.10.2. Видові числа, визначені іншим шляхом
2.10.3. Взаємозв`язок видових чисел з коефіцієнтами форми стовбура
2.11. Визначення об'ємів зрубаних деревних стовбурів
2.11.1. Методи визначення об'ємів деревних стовбурів та їх частин
2.11.229081472. Фізичні методи таксації
2.11.229081473. Форма поздовжніх перерізів деревних стовбурів
2.11.229081474. Гіпотеза П. Козіцина
2.11.229081475. Визначення об'єму стовбура за простою формулою серединного перерізу
2.11.229081476. Проста формула середнього перерізу (Смаліана)
2.11.229081477. Проста формула трьох перерізів (Рікке-Сімпсона)
2.11.229081478. Визначення об'єму стовбура за іншими простими стереометричними формулами

2.11.229081479. Складні формули для визначення об'ємів стовбура
3.Таксація ростучих дерев та їх сукупностей
3.1. Наближене визначення об'єму стовбура зростаючого дерева
3.1.1. Визначення об'єму стовбура за основною формулою об'ємів
3.1.2. Наближені формули для визначення об'ємів ростучих дерев
3.1.3. Визначення об'єму сучків і кори
3.2. Масові таблиці об'ємів стовбурів
3.2.1. Поняття про масові об'ємні таблиці
3.2.2. Методи складання масових об'ємних таблиць
3.2.3. Складання масових таблиць об'ємів за методикою
професора В.К. Захарова
3.2.4. Користування масовими таблицями
4. Таксація приростів зрубаних і зростаючих дерев
4.1. Поняття про приріст і фактори, які на нього впливають
4.2. Визначення приростів окремого дерева
4.3. Відносний приріст
4.4. Визначення приростів за об'ємом
4.5. Визначення середнього періодичного відсотка поточного
приросту за об'ємом на стовбурах зростаючих дерев
4.6. Аналіз ходу росту стовбура
5. Таксація заготованої лісової продукції
5.1. Класифікація лісової продукції
5.2. Круглі лісоматеріали
5.3. Облік круглих лісоматеріалів в складаній кубічній мірі
5.4. Таксація дров і дрібних сортиментів
5.5 Таксація пиляних лісоматеріалів
5.6. Таксація розколених, тесаних, струганих і лущених
лісоматеріалів
6. Таксація насаджень
6.1. Таксаційні показники насаджень
6.1.1. Загальні поняття про ліс
6.1.229081088. Основні таксаційні показники для характеристики насаджень

6.1.229081089. Походження
6.1.229081090. Форма
6.1.229081091. Склад
6.1.229081092. Вік
6.1.229081093. Середній діаметр
6.1.229081094. Середня висота
6.1.229081095. Бонітет
6.1.10. Повнота
6.1.11. Клас товарності
6.1.12. Підріст
6.1.13. Підлісок
6.1.14. Запас

6.2.Визначення запасу деревостанів
6.2.1. Методи визначення запасу деревостанів
6.2.2. Закладання пробних площ
6.2.3. Способи визначення запасу за модельними деревами
6.2.4. Визначення запасу за таблицями
6.3.Сортиментація запасу деревостану
6.3.1. Основні поняття про сортиментацію лісу
6.3.2. Подеревна індивідуальна сортиментація
6.3.3. Сортиментація запасу за модельними деревами
6.3.4. Сортиментація лісу за методом пробних площ
6.3.5. Сортиментація лісу за таблицями середнього збігу
6.3.6. Сортиментація лісу за товарними таблицями
6.3.7. Використання сортиментних таблиць
6.4. Закономірності таксаційної будови насаджень
6.4.1. Ряди розподілу кількості дерев за товщиною
6.4.2. З історії вивчення питань таксаційної будови насаджень
6.4.3. Закономірні взаємозв'язки між основними таксаційними показниками дерев у деревостанах
7.Таксація приросту і хід росту насаджень
7.1. Приріст насаджень
7.2. Способи визначення приросту насаджень
7.3. Хід росту насаджень
7.4. Методи складання таблиць ходу росту
7.5. Складання таблиць ходу росту за методом ЦНДІЛГА
7.6. Застосування таблиць ходу росту
8.Таксація лісосічного фонду
8.1. Поняття про лісосічний фонд
8.2. Підготовчі роботи
8.3. Відведення лісосік
8.4. Таксація лісосік
8.5. Облік деревини за об'ємом заготованої лісової продукції
8.6. Облік деревини за кількістю зрубаних дерев
8.7. Перевірка якості робіт із відводу і таксації лісосік
8.8. Оформлення документації
8.9. Документи на право рубки і вивезення лісу
8.10. Огляд місць заготівлі деревини
8.11. Майнові стягнення за порушення правил відпуску деревини на пні в лісах України
Література
Додатки
Предметний покажчик

ВСТУП

В умовах інтенсивного ведення лісового господарства вимоги до обліку лісового фонду і лісової продукції постійно зростають у зв'язку з необхідністю реального планування ведення лісового господарства, точного обліку заготованої лісової продукції, вирішення питань користування лісом на тривалий період та доцільного використання потенційних можливостей лісових масивів. Здійснення всіх цих робіт спричинило потребу у спеціальній лісовій дисципліні, яка отримала назву лісова таксація. Майбутні спеціалісти лісового господарства у процесі навчання повинні отримати ґрунтовні знання з лісової таксації, яка за змістом є багатосторонньою оцінкою лісів як кількісною, так і якісною. Серед лісогосподарських дисциплін лісова таксація є однією з основних, на якій базується побудова усієї техніки лісівництва, а всі лісогосподарські дисципліни використовують методи лісової таксації або матеріали, отримані при її здійсненні. Цей підручник дасть можливість опанувати методи здійснення та набути практичні навики з вимірювань і таксації окремих дерев та насаджень, заготованої лісопродукції при повсякденній виробничій діяльності.

Підручник з лісової таксації є навчальним та, деякою мірою, практичним навчальним посібником для студентів лісогосподарського факультету спеціальностей "Мисливське господарство", "Лісове господарство" та інших, а також розрахований для використання працівниками лісового господарства та для здійснення лісовпорядкувальних робіт і впорядкування мисливських угідь. Зміст і об'єм лекційного курсу лісової таксації відповідає навчальній програмі, що затверджена Науково-методичною комісією Міністерства освіти і науки України, у деяких випадках можливі незначні зміни їх об'єму. У додатках і таблицях підручника розміщені найнеобхідніші нормативно-довідкові матеріали, які сприяють кращому засвоєнню та розумінню викладеного лекційного матеріалу, а також можуть використовуватися для первинного опрацювання матеріалів досліджень.

Підручник написаний кандидатом сільськогосподарських наук, професором кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного лісотехнічного університету України Громом М.М., складається з 8 розділів, додатків, списку рекомендованої літератури. Це багаторічна праця автора, написана на основі досвіду викладання дисципліни лісової таксації та інших дисциплін в НЛТУ України, де у стислій і доступній для студентів формі викладаються основні положення теорії та практики лісової таксації, які необхідні спеціалістам лісового господарства майже всіх профілів. Для успішного засвоєння окремих питань наводяться приклади здійснення розрахунків окремих таксаційних показників.

Після виходу підручника і ознайомлення з ним широкого кола викладачів лісових навчальних закладів та спеціалістів лісового господарства отримано багато цінних зауважень і порад. На численні побажання виробництва у другій редакції підручника доопрацьовано текст, а також в додатках наведено детальніше окремі фрагменти таблиць ГОСТ 2708-75 та ДСТУ 4020-2-2001, сортиментних таблиць для основних деревних порід, актуалізованих такс на деревину лісових порід, що відпускаються на пні.

Автор вдячний вченим університету і колегам по роботі, а також працівникам лісового господарства за слушні відгуки про підручник, їх доброзичливість та допомогу у підготовці та виданні підручника. Зауваження щодо вдосконалення змісту враховані та внесені виправлення, додатки у можливих обсягах доповнені згідно запитів виробництва. Автор заздалегідь щиро вдячний всім читачам підручника за критичні зауваження щодо удосконалення цього видання.

1. ЗАВДАННЯ, ЗМІСТ І МЕТА ЛІСОВОЇ ТАКСАЦІЇ

1.1. Значення лісу в житті людини

В економічному житті України велика роль належить лісу - одному з найважливіших багатств України. Багатоцільове призначення лісів потребує обліку, матеріальної оцінки та вивчення. Виконання таких технічних робіт називають таксаційними і вони складають основну суть таксації лісу.

Загальна площа території України становить 603,7 тис. км^2, а загальна площа земель лісового фонду - 10778,1 тис. га, вкритих лісовою рослинністю - 9484,1 тис. га, загальний запас деревостанів 1395,36 млн. куб. м, в т.ч. стиглих і перестиглих - 232,31 млн. куб. м. (Державний лісовий кадастр за станом на 1 січня 2002 року). Площа хвойних лісів (сосна, ялина, ялиця) - 2758,0 тис. га (45,4%), твердолистяних (дуб, бук, акація, ясен) - 2611,0 тис. га (42,9%), м'яколистяних (береза, вільха, осика) - 675,3 тис. га (11,1%), інші деревні породи та чагарники - 37,1 тис. га (0,6%).

Таблиця 1.1. Характеристика лісового фонду обласних управлінь лісового господарства

Показники	Управління лісового господарства			
	Волинське	Івано-Франківське	Львівське	Тернопільське
Усього лісів земель лісового фонду, га	470473	476284	478176	156466
Вкриті лісовою рослинністю, га	411477	437371	431240	142897
Стиглі і перестиглі насадження, га	24144	41552	47757	14633
Загальний запас деревостанів, тис. м^3	82716,1	119665,0	109828,9	28559,1

Запас стиглих і перестиглих насаджень, тис $м^3$	5960,9	14614,2	15393,6	3567,4
Загальна середня зміна запасу, тис. $м^3$	1674,0	1973,4	1875,1	531,6
Середній приріст на 1 га, $м^3$	4,07	4,17	4,35	3,72

Розміщення лісів на території країни нерівномірне, середня лісистість становить 15,7%, а оптимальна повинна бути в межах 20-25 %. Щоб досягти такої лісистості необхідно створити 3 млн. га лісових насаджень. Вікова структура держлісфонду незадовільна і нерівномірна: переважають молодняки (22,5%) і середньовікові (46,5%) та малу частку займають пристигаючі (16,0%) і стиглі (15,0‰) насадження.

Швидкими темпами зменшуються площі соснових і дубових насаджень природного походження (Генсірук С.А. та ін., 1998). Розподіл площ з перевагою деревних порід наступний: соснові - 35,4%, ялинові - 8,2%, ялицеві - 1,6%, дубові - 28,8%, букові - 8,8%, березові - 5,4%, вільхові - 4,2%, решта припадає на інші деревні породи та чагарники. Середня повнота насаджень становить 0,77, клас бонітету - 1,7, середній вік - 59 років, середня зміна запасу - 24,28 млн. $м^3$, середній приріст на 1 га - 3,99 $м^3$.

Найбагатшими на ліси є такі області України: Житомирська, Рівненська, Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська. Розподіл земель лісового фонду за категоріями та характеристика деяких обласних управлінь лісового господарства західного регіону України наведена у таблиці 1.1.

Значення лісу у житті народу України сьогодні значно зростає. Значну частину своїх потреб людина задовольняє корисностями лісу. Перш за все використовується деревина, яка є найбільш універсальним і поширеним природним матеріалом. Деревина використовується як будівельний матеріал, у меблевій промисловості, вагонобудуванні, для залізничних шпал, для тари та для багатьох інших потреб.

Деревину зараз перетворюють у речовини, які мають винятково велику міцність. Перспективи хімічної переробки деревини необмежені. З деревини отримують добрива, пластмаси, вибухові речовини, цукор, спирт, синтетичний каучук, продукти харчування і багато інших речовин. Це також цінна сировина для целюлозно-паперової промисловості.

Ліси багаті на горіхи, ягоди, гриби, лікарські рослини, нерудні копалини та інші види сировини, які заведено називати побічними лісовими користуваннями.

Полювання у лісах здавна було і є до теперішнього часу важливим промислом лісових районів, а також формою відпочинку для мисливців-спортсменів. У наш час попит на мисливськогосподарські послуги зростає. Мисливське господарство є формою природокористування, самостійним його напрямком для вирішення питань збереження, відтворення і раціонального використання ресурсів диких тварин.

Ліси також виконують кліматорегулюючі та природозахисні функції; мають важливе санітарно-гігієнічне, естетичне, культурно-побутове значення, особливо для міст та промислових центрів.

Оцінюючи в цілому значення лісу, можна зробити висновок, що воно велике, багатогранне й універсальне і що значну частину своїх потреб людина може задовольнити побічними лісовими користуваннями. Тому для відновлення і підтримки цих користувань у належному стані необхідно здійснювати кваліфіковані лісогосподарські заходи, які покладені на лісове господарство.

1.2. Облік у лісовому господарстві

Для вирішення усіх завдань, які покладені на лісове господарство, необхідний точний облік і досконале вивчення об'єктів господарської діяльності, тобто державного лісового фонду.

Здійснення обліку лісових земель, визначення запасів деревини у лісах та особливостей їх росту, об'ємів отриманої з лісу продукції є головним завданням державної ваги. Облік у лісовому господарстві має деякі специфічні особливості:

1. Облік лісу необхідно здійснювати на великих територіях;
2. Ліс слід враховувати у часі в зв'язку із його постійною зміною, тобто ростом;
3. Визначення об'ємів деревини є складним процесом завдяки великій змінності форми і розмірів окремих дерев, а також різного якісного стану дерев та насаджень.

Тому виникла необхідність у спеціальній лісовій дисципліні, яка викладає методи обліку деревини у різних її видах і для різних потреб. Ця дисципліна отримала назву лісової таксації.

1.3. Визначення предмета лісової таксації

Слово “таксація” латинського походження, що в перекладі означає “оцінювати” або “виявляти”, звідси і походить термін “таксувати ліс”, тобто його оцінювати. Однак таке поняття не повністю відповідає змісту лісової таксації. Тепер лісова таксація не є вченням грошової оцінки лісу або деревини, як це було у минулому. Таксація за своєю суттю є вченням про матеріальну оцінку та облік лісу, яке зводиться до визначення об’ємів ростучих та зрубаних дерев, а також їх частин, об’ємів заготованої лісової продукції на складах, сумарного об’єму великої кількості дерев, які ростуть разом і впливають одне на одне, або запасу насаджень (тобто кількості деревини у них, віку, приросту окремих дерев і цілих насаджень), запасів і приростів на великих лісових територіях, які називають лісовими масивами.

У спеціальній літературі раніше можна було натрапити на інші терміни, якими намагалися передати зміст та особливості лісової таксації. Наприклад, “деревовимірювання”, “визначення запасу деревини”, але ці терміни не

передають точно самої суті цієї дисципліни. Тому виявилося, що зручніше користуватися старим терміном "лісова таксація".

У країнах Західної Європи цю дисципліну найчастіше називають дендрометрією, що в перекладі означає “вимірювання дерев”. У США і Великобританії цей курс носить назву “Forest Mensuration”, що означає “лісові вимірювання”. Ця назва підкреслює, що головним у цьому курсі є вимірювання.

Спочатку в лісовій таксації викладалися прикладні знання з обміру та обліку деревини, але надалі нагромаджувалася велика кількість спостережень, на основі яких були зроблені важливі узагальнення про закономірності у ході росту та будові деревостанів, тобто лісова таксація стає науковою дисципліною.

За змістом лісова таксація є багатосторонньою оцінкою лісів як кількісною, так і якісною. Тому доцільніше прийняти таке визначення лісової таксації.

Під лісовою таксацією слід розуміти комплекс технічних дій, спрямованих на виявлення, облік і оцінку кількісних і якісних характеристик лісових ресурсів у статиці і динаміці.

Лісова таксація - це спеціальна біолого-технічна дисципліна, частина загального вчення про ліс, яке займається вивченням теорії і техніки вимірювання та обліку окремих дерев або їх частин; заготованої лісової продукції; сукупності дерев, насаджень, лісових масивів; матеріальною їх оцінкою; встановленням приростів окремих дерев та насаджень, а також побічних недеревних лісових ресурсів. Лісова таксація як наукова дисципліна вивчає і розробляє методи кількісного (об’єм) і якісного (товарність) обліку та оцінки деревини як на пні, так і в заготованому вигляді, закономірностей будови, росту, приросту і продуктивності лісів.

1.4. Місце лісової таксації серед інших лісогосподарських дисциплін

Серед лісогосподарських дисциплін лісова таксація одна з основних, на якій базується побудова усієї техніки лісівництва. Вона тісно пов'язана з іншими науковими дисциплінами: геодезією, вищою математикою, варіаційною статистикою, ботанікою, дендрологією, деревознавством, ґрунтознавством, лісівництвом, лісовими культурами, лісовим товарознавством, аерокосмічними методами у лісовому господарстві, з організацією і плануванням лісового господарства. Всі ці дисципліни використовують методи лісової таксації або матеріали, які отримані при її здійсненні.

Особливо тісно таксація пов'язана з лісовпорядкуванням і становить з ним одне ціле. Складені лісовпорядкуванням проекти організації і розвитку лісового господарства, де встановлюються вік рубання, розмір користання лісом, об’єми лісогосподарських і лісовідновних заходів та інше, перш за все грунтуються на таксаційних даних. А коли йде мова про фах лісовпорядника, то під цим найчастіше розуміють таксатора, який є провідною фігурою у лісовпорядкуванні і безпосереднім виконавцем усіх лісовпорядкувальних робіт.

1.5. Завдання лісової таксації

Для організації лісового господарства і вирішення багатьох його питань необхідні дані лісової таксації. Основною мстою таксаційних робіт с доведення лісів до відома, тобто встановлення площ просторового розміщення окремих лісових ділянок; забезпечення планових органів інформацією про стан і динаміку лісосировинних ресурсів; отримання при лісовпорядкуванні лісоінвентаризаційних документів, які необхідні для розробки проектів організації і розвитку лісового господарства.

Завданням лісової таксації є вивчення й опрацювання наступного:

1. Розробка методів вимірювання та обліку окремих дерев, їх частин, сукупності дерев;
2. Визначення об'ємів заготованої деревини та інших продуктів лісу;
3. Кількісна та якісна інвентаризація насаджень і лісових масивів (характеристика запасів і приросту; розподіл їх за породами, віком, якісним станом та іншими таксаційними показниками);
4. Облік площ та запасів лісів, їх просторове розміщення (зі складанням планово-картографічних матеріалів);
5. Виявлення і вивчення закономірностей росту, приросту, будови, товарної структури і продуктивності деревостанів залежно від факторів, які на них впливають;
6. Промислова таксація лісів (відведення і таксація лісосік, їх матеріально-грошова оцінка);
7. Чисельна оцінка впливу на ліс господарських заходів;
8. Своєчасний і правильний облік поточних змін у лісі, періодичний облік лісового фонду та інше.

Об'єктом лісової таксації є лісовий фонд і продукція, яку з нього отримують. Первинна і найпростіша облікова одиниця - це ростуче або зрубане дерево. За господарським призначенням зрубане дерево розпилюють на частини, визначення розмірів і об’ємів таких частин або їх сукупностей також є об’єктом таксації.

Велика сукупність ростучих разом дерев становить деревостан, але його таксація є завданням складнішим, ніж таксація окремого ростучого дерева, тому розроблено багато методів таксації деревостанів.

Лісовий фонд представлений окремими лісовими масивами, які складаються не тільки з самих насаджень, але й інших категорій лісових земель, що також є об’єктами лісової таксації.

Лісова таксація найчастіше має справу з великою кількістю дерев та насаджень, тому основним її методом є метод масових спостережень. Найпростішою величиною, яка дає характеристику на основі отриманих численних даних вимірів, є середньоарифметична величина. Але для повної характеристики великої кількості величин, які вивчають, цього буває недостатньо. Тому для більш поглибленого аналізу отриманих даних використовують математичні методи: теорію помилок, теорію середніх величин, математичну статистику, кореляційний аналіз, які дозволяють встановити необхідні зв'язки і закономірності, властиві явищу, яке вивчається.

Основний недолік методу масових спостережень - це його трудомісткість, тому для її усунення у лісовій таксації часто застосовують вибіркові методи, тобто отримують характеристику всієї сукупності за її частиною. Так, за даними, які отримані на пробній площі, характеризується все насадження, а за даними невеликої кількості модельних дерев складається уявлення про всі дерева.

За характером опису насаджень, які вивчають, розрізняють наступні методи таксації (у порядку наростання їх трудомісткості і точності): візуальний, вимірювальний і переліковий. При здійсненні інвентаризації лісів переважає візуальний метод. Останнім часом у зв'язку з великими внмогами до точності робіт все більше застосування отримують вимірювальні і перелікові методи. Інколи застосовують комбіновані методи: вимірювально-переліковий, вибірково-переліковий та інші.

1.6. Короткий історичний нарис розвитку лісової таксації

Як окрема самостійна дисципліна лісова таксація виникла у XVIII столітті у Західній Європі (у Німеччині й у Франції), тобто у тих країнах, де ліс і деревина найшвидше стали предметом купівлі і продажу.

З літературних джерел можна встановити, що ще в 1721 році відомий фізик Реомюр для з'ясування запасів деревини закладав пробні площі і визначав на них запас і приріст деревостанів. Він намагався скласти таблиці ходу росту для порослевих насаджень.

У кінці XVIII століття виникла ідея визначити об’єм деревини стовбурів за формулою параболоїда, яка знайшла застосування на початку XIX століття.

XIX століття визначалось розробкою різних теорій та методів у лісової таксації: теорія видових чисел, метод коефіцієнтів форми, метод таксації запасу за пробними площами, - вперше розроблялася методика складання дослідних таблиць ходу росту.

Розвиток лісової таксації у першій половині XX століття знаменний появою ряду крупних оригінальних робіт. У Росії таксацію лісу почали здійснювати у XVIII столітті, коли ліс та його продукти стали предметом торгівлі і промислового використання. З 40-их років XIX століття почалися роботи з обліку лісових ресурсів, тобто з того часу, коли була складена перша лісовпорядкувальна інструкція. У цей час література з лісової таксації була представлена в основному перекладами німецьких підручників.

Перші праці з лісової таксації опублікував Варгас де Бедемар у 1846-1850 роках з дослідження запасів і приростів лісонасаджень. Великий внесок зробили такі вчені як Ф.К. Арнольд, М.К. Турський, А.Ф. Рудзький та інші.

На початку XX століття з'явилися роботи з теорії і техніки бонітування насаджень (М.М. Орлов, 1911), складання масових таблиць об’ємів і збігу деревних порід (А. Крюденер, 1913), складання таблиць ходу росту (А.В. Тюрин, 1913-1916), виявлення закону єдності форми деревних стовбурів і складання таблиць видових чисел (М.Е. Ткаченко, 1911) та інші.

Подальший період розвитку лісової таксації характеризується вивченням нових закономірностей росту, приросту і будови насаджень, узагальненням і розробкою нових теоретичних положень лісової таксації у зв’язку з запитами лісового господарства і лісової промисловості. У 1923 році вийшов у світ класичний курс "Лісова таксація" проф. М.М. Орлова, перевиданий у 1925 і 1929 роках. Цей підручник дав узагальнення теорії і практики лісової таксації.

У подальші роки опубліковані підручники А.В. Тюрина, акад. Н.П. Анучина і проф. В.К.Захарова, в яких автори по-своєму викладають окремі положення лісової таксації і роблять внесок у розвиток цієї науки.

Проф. Н.В. Третьяков і проф. А.В. Тюрин створили основи вчення про будову насадження. Вчення Н.В. Третьякова про елементи лісу становить основу сучасних методів таксації лісового і лісосічного фонду.

У 1931 році опубліковані "Масові таблиці для основних деревних порід" складені за спеціальним замовленням уряду Д.І. Товстолесом, В.К. Захаровим, В.А. Шустовим і А.В. Тюриним.

Працями великої кількості дослідників (Ф.П. Моїсеєнко, Н.П. Анучін, Н.В. Третьяков, А.Г. Мошкалев) розроблено методи промислової таксації лісу і створена нормативна база - сортиментні і товарні таблиці для усіх основних лісоутвірних порід. Велика кількість допоміжних таблиць була систематизована проф. М.М. Орловим і ним видана "Лісова допоміжна книжка для таксації і технічних розрахунків". У наступні роки видано "Довідник таксатора", довідник "Таблиця ходу росту і товарності деревних порід України", складений під керівництвом проф. М.В. Давидова, збірник "Хід росту основних лісоутворюючих порід", "Лісотаксаційний довідник". Крім того, вийшов цілий ряд праць таксаторів і практиків-виробничників.

У зв'язку з необхідністю зниження трудомісткості лісоінвентаризаційних і лісотаксаційних робіт при забезпеченні необхідної їх точності в останні роки все більше застосування на практиці знаходять вибірково-статистичні методи таксації лісу, які наводяться у роботах А.І. Кондратьєва, А.З. Швиденко, В.В. Антанайтіса і вчених кафедри лісової таксації та лісовпорядкування УкрДЛТУ.

Аналізуючи розвиток лісової таксації, можна зробити висновок, що вона збагатилася такими досягненнями:

1. Широке застосування у лісовій таксації методів варіаційної статистики дозволило виявити закономірності у зміні розмірів та форми дерев, які утворюють насадження;
2. Складено нові масові таблиці для визначення об’єму і запасу ростучого лісу на основі вивчення розмірів і форми дерев;
3. Розробленні нові методи сортнментації лісу і нові сортиментні таблиці;
4. На основі вивчення закономірностей будови насаджень визначено основу для обліку лісів і побудови допоміжних таблиць і нормативів;
5. Використання методів варіаційної статистики дозволило знайти математичне вираження залежностей між таксаційними показниками;
6. Розроблено методи виявлення динаміки розвитку насаджень, їх ходу росту і приросту та складено нові таблиці росту і розвитку насаджень;

7. Використання аеро- і космічних знімків при таксаційних роботах сприяло прискоренню вивчення лісів, поставило таксаційну техніку на вищий ступінь розвитку.

1.7. Зміст курсу

Курс лісової таксації складається з таких розділів:

1. Таксаційні виміри та прилади.

Розглядаються принципи побудови і конструкції приладів, застосовування їх при лісотаксаційних дослідженнях.

2. Таксація окремого зрубаного дерева.

Деревні стовбури мають подібність до правильних стереометричних тіл, внаслідок чого у курсі лісової таксації вивчається застосування законів стереометрії для визначення об'ємів стовбурів та їх частин.

3. Таксація лісової продукції.

Стовбури розподіляються на частини, які мають різне застосування у господарстві. Такий розподіл називається визначенням виходу сортиментів.

4. Таксація ростучих дерев.

Визначати об'єм ростучого дерева значно важче, ніж зрубаного, тому для цього слід застосовувати спеціальні прийоми. Також важливо знати зміну у часі розмірів зростаючих дерев та їх об'ємів.

5. Визначення приросту окремих дерев.

Важливо знати, як відбувається зміна таксаційних показників окремих дерев протягом їх життя.

6. Таксація насаджень.

Насадження є великою сукупністю дерев, при таксації яких застосовують спеціальні прийоми. Значна увага приділяється точному визначенню запасу, тобто кількості деревини у насадженнях.

7. Сортиментація лісу на пні.

При таксації насаджень, крім загального запасу, необхідно знати, яку лісову продукцію (тобто сортименти) можна отримати з кожного насадження або цілого лісового масиву. Для отримання таких даних здійснюється сортиментація деревостанів за спеціальними методами.

8. Визначення приросту насаджень.

Для планування та ведення лісового господарства необхідно знати як виростають насадження у часі.

9. Таксація лісових масивів.

Облік лісових масивів здійснюється на великих територіях, які не є однорідними і зайняті різними видами земель і площ, на більшій частині яких ростуть різні за таксаційними показниками насадження. Тому виникає необхідність розмежувати ці землі та площі на окремі, звичайно дрібніші, господарські одиниці і здійснити їх облік. Це можливо зробити легше та якісніше при використанні матеріалів аерокосмічних зйомок.

10. Відведення і таксація лісосік.

Таксація і матеріально-грошова оцінка ділянок, які відводяться для рубання, тобто лісосік, здійснюється особливо ретельно із застосуванням особливих прийомів.

Для вивчення курсу лісової таксації відводиться 164 години, з них на лекційні заняття - 64 години, на лабораторні заняття - 64 і на навчальну практику - 36 годин.

На лекційних заняттях розглядаються розділи курсу відповідно до програми, а на лабораторних заняттях виконуються розрахункові роботи за основними розділами курсу „Лісова таксація".

Навчальна практика проводиться на виробництві у держлісгоспах. Практика призначена закріпити ті знання, які були набуті під час вивчення цієї дисципліни, а також для отримання практичного досвіду з таксації окремих дерев, насаджень, лісових масивів, відводу і таксації лісосічного фонду.

Облік знань: поточний облік засвоєння курсу студентами здійснюється шляхом проведення контрольних робіт з окремих розділів курсу, на лабораторних заняттях здійснюється перевірка стану виконання поточної розрахункової роботи. При прийманні розрахункових робіт перевіряються та оцінюються набуті знання студентів.

Після осіннього семестру на основі оцінок поточної успішності і виконання розрахункових робіт проставляється залік, а після закінчення вивчення теоретичного курсу, проходження навчальної практики і здачі звіту знання оцінюються на іспиті.

Питання для самоперевірки

1. Розміщення площ лісів на території Львівщини, України та їх коротка характеристики.
2. Значення лісу в житті людей.
3. Мета обліку в лісовому господарстві.
4. Дати визначення предмета лісової таксації.
5. Завдання лісової таксації.
6. Коротка історія розвитку лісової таксації.
7. Зв 'язок лісової таксації з іншими дисциплінами лісового профілю.
8. Зміст курсу.

2. ТАКСАЦІЯ СТОВБУРА ЗРУБАНОГО ДЕРЕВА

2.1. Дерево та його частини

Основним об’єктом досліджень у лісовій таксації є окреме дерево. Воно може бути поділене на окремі частини за природними ознаками і за виробничим значенням.

За природними ознаками дерево поділяється на такі частини: стовбур, гілки (крона), корені. Питома вага тієї чи іншої частини у загальному об'ємі дерева залежить від умов росту. Так, дерево, яке виросло поодиноко на відкритому

просторі, має добре розвинену крону, корені і слабо розвинений стовбур; дерево, яке росте в густому насадженні, навпаки, має погано розвинуту крону і корені та добре розвинений прямий стовбур.

У загальному об’ємі ростучого дерева ці частини становить різні величини:

Таблиця 2.1. Об’єм окремих частин дерева

Деревна порода	Об’єм окремих частин дерева, %		
	Стовбур	Гілки	корені
Сосна	65-77	8-10	15-25
Модрина	77-82	6-8	12-15
Дуб	50-75	10-12	15-30
Береза	78-90	5-10	5-12

За дослідженнями, у густих деревостанах частка стовбура становить 60-85%, на гілки припадає 5-25%, а на корені - 5-30% загального об'єму дерева.

Із наведених даних бачимо, що найбільша частина об'єму припадає на стовбур. На сьогодні стовбур є найціннішою частиною дерева, тому його таксації приділяється найбільша увага. Однак і з інших частин дерева отримують багато цінних продуктів. У лісохімічній промисловості з коренів отримують смолу**,** скипидар, вугілля; з кори - ефірні оливи, вугіль, оцтову кислоту, метиловий спирт та інші продукти. Нарешті ці частини йдуть на паливо, що сьогодні набуває суттєвого значення, особливо у лісодефіцитних районах.

За виробничим значенням дерево розподіляється на ділову деревину, дров’яну і гілля (хворост). У свою чергу ділова деревина складається з різних промислових сортиментів, які мають найрізноманітніше використання у національній економіці: колоди пиловочні і будівельні, шпальні кряжі, копальняні стояки, фанерні кряжі, баланси та інше.

Вихід ділової деревини та окремих промислових сортиментів виражається у відсотках від загального об’єму стовбурної деревини і є вагомим показником, який дуже широко використовується у лісовому господарстві. Цей показник для листяних порід коливається у межах від 20 до 70%, а для хвойних порід - від 85 до 90%.

2.2. Таксаційні ознаки і одиниці вимірів у лісовій таксації

Деревний стовбур є тілом, яке подібне на правильні стереометричні тіла і може бути охарактеризоване розмірами та ознаками, які притаманні тільки йому. Ознаки стовбура, які досліджуються і визначаються в таксації, називають таксаційними показниками або таксаційними елементами.

До основних таксаційних показників, які характеризують стовбур дерева та його частини, належать такі (у таксації позначаються певними символами):

діаметр -	d, м	об’єм -	V,
довжина -	L, м	вік –	A,
висота -	h, м	приріст -	Z^a
площа перерізу -	g, $м^2$		

Із 1927 року для обміру й обліку деревини у Радянському Союзі офіційно прийнята метрична система мір. У зв'язку з цим для виміру товщини прийнято сантиметр (см), довжини і висоти - метр (м), площі поперечного перерізу - квадратний сантиметр або квадратний метр ($см^2$, $м^2$), одиницею обліку за об'ємом - кубічний метр ($м^3$). Розрізняють щільний кубічний метр, який можна уявити як куб, що суцільно заповнений деревиною, і складаний кубічний метр (скл.$м^3$), який включає, крім щільної деревини, ще й проміжки між деревиною, заповнені повітрям.

Запаси деревини на пні, а також ділову деревину обліковують у щільних кубометрах; дрова, хворост, пні, корені і деякі дрібні ділові сортименти - у складаних кубометрах з наступним перерахуванням їх у щільні.

В окремих випадках особливо цінна деревина (самшит, горіхові напливи) враховується у вагових одиницях (кілограмах, тоннах). Експортні лісоматеріали, тобто ті, що відправляють на закордонні ринки, обліковуються в тих одиницях, які прийняті в цих країнах-імпортерах, або в метричних мірах.

Облік деревини в об'ємних одиницях вимагає попередніх вимірів довжини і товщини стовбура дерева, його частин та окремих сортиментів. Головними таксаційними показниками стовбура дерева є діаметр, довжина і висота. Одиницею виміру довжини є погонний метр, дециметр, сантиметр і в окремих випадках міліметр. Товщина, або діаметр, вимірюється в сантиметрах і міліметрах. Площі поперечного перерізу стовбура дерева, його частин та окремих сортиментів враховують у квадратних метрах, дециметрах і сантиметрах.

2.3. Вимірювання діаметрів стовбура

Вимірювання діаметра (товщини) стовбура, його частин і заготованих круглих сортиментів здійснюється за допомогою мірної вилки, мірної скоби, рідше складного метра або стрічки. Діаметри вимірюються як віддаль між двома паралельними дотичними (рис. 2.1).

Лісова мірна вилка (рис. 2.2) є основним приладом, який дуже широко застосовується при здійсненні таксаційних робіт.

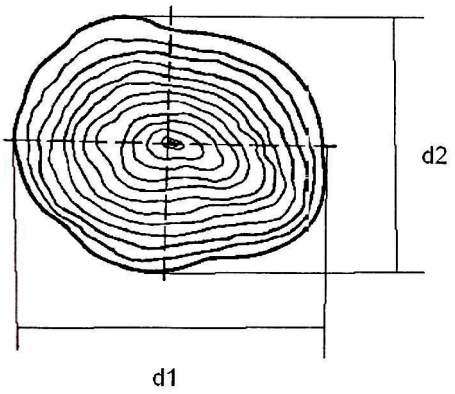


Рис. 2.1. Вимірювання діаметра дерев за двома взаємно перпендикулярними напрямками

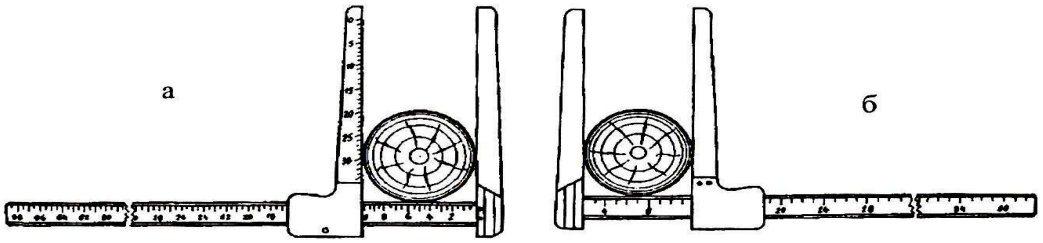


Рис. 2.2.Стандартна дерев`яна мірна вилка.
а - сторона з 1-сантиметровими поділками;
б - сторона з 4-сантиметровою шкалою на мірній лінійці.

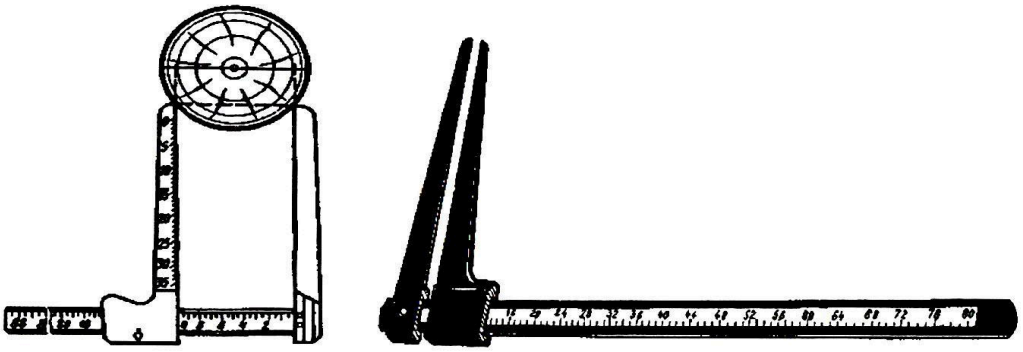


Рис. 2.3. Неправильне вимірювання діаметра стовбура мірною вилкою

Рис. 2.4. Мірна текстолітова вилка конструкції В.В. Нікітіна

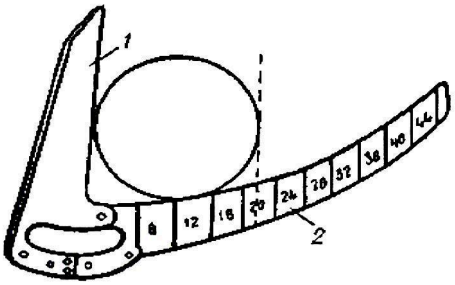


Рис. 2.5. Шаблон для вимірювання діаметра ростучих дерев ШИД – 0,5

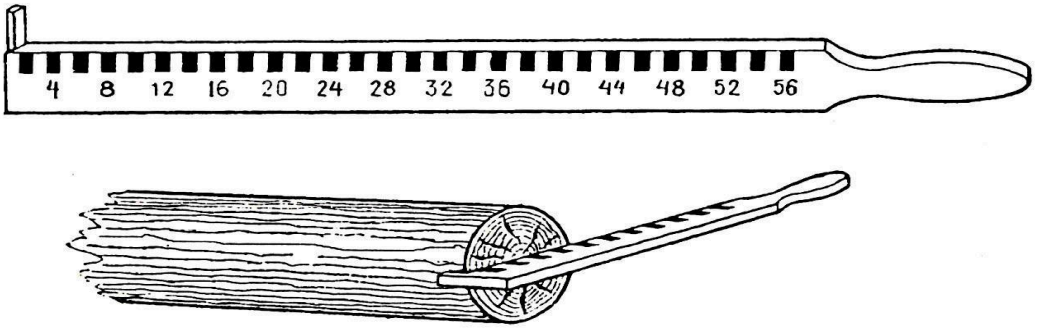


Рис. 2.6. Мірна скоба та вимірювання нею діаметра колод

Стандартна мірна вилка складається з трьох частин: мірної лінійки, рухомої ніжки і нерухомої ніжки. На вимірювальній лінійці наносяться поділки через 0,5 см з одного і через 1 см з другого боку (рис. 2.3). На шкалі нанесені цифри, які служать для визначення величини діаметра дерева. Рухома ніжка за допомогою отвору, який вона має, вільно пересувається вздовж мірної лінійки. Нерухома ніжка щільно з'єднана з мірною лінійкою (під кутом 90^0) і становить з нею одне ціле. Для закріплення рухомої ніжки в потрібному положенні на ній передбачений стопорний гвинт. Довжина лінійки повинна бути дещо більшою за товщину найтовстішого дерева, яке може трапитися при обмірах.

Мірна вилка повинна відповідати таким вимогам:

1. Ніжки вилки під час обміру і зняття відліку повинні бути паралельні між собою і перпендикулярні до вимірювальної лінійки.
2. Довжина ніжок повинна бути більшою за половину довжини лінійки.
3. Поділки на лінійці повинні бути чіткими і правильними.
4. Рухома ніжка повинна вільно і плавно пересуватися уздовж лінійки.
5. Вилка повинна бути міцною, легкою, зручною і в користуванні портативною.
6. При повному наближенні ніжок внутрішні поверхні їх повинні доторкатися одна до одної за всією довжиною.

Матеріалом для виготовлення стандартної мірної вилки може бути дерево, сталь, алюміній, текстоліт. За стандартом мірна вилка виготовляється з деревини.

Внаслідок розбухання та всихання дерев'яних частин вилки пересування рухомої ніжки буває утрудненим у вологу погоду, а в суху рухома ніжка розхитується і порушується їх паралельність, що спричиняє неточні результати вимірів. Для усунення цього недоліку в рухомій ніжці виріз робиться дещо більшого розміру і встановлюється до нього металічний вкладиш (регулятор) з пружинами і стопорним гвинтом. При закручуванні стопорного гвинта вкладиш щільно закріплює рухому ніжку в потрібному місці лінійки і перпендикулярно до неї. Таким чином, мірна вилка не ушкоджується вологістю повітря і безвідмовно працює у будь-яку погоду.

2.4. Розмітка лінійки мірної вилки

Залежно від мети таксаційних робіт виміри діаметрів здійснюються з різною точністю. На лінійці наносяться поділки в 0,5 см, 1,0 см, а при масових господарських вимірах ростучих дерев за ступенями товщини - в 1, 2 або 4 см. Якщо на мірну вилку нанести всі поділки підряд, починаючи з 1 см, це ускладнить роботу, тому що при вимірах прийдеться щоразу думати, як заокруглити той чи інший вимір. Тому на мірну вилку звичайно наносять поділки із заокругленнями. Ці поділки в таксації називаються ступенями товщини.

Ступені товщини можуть мати різну величину:

при 1-см ступені: 1, 2, 3,4, 5, 6 і т. д.

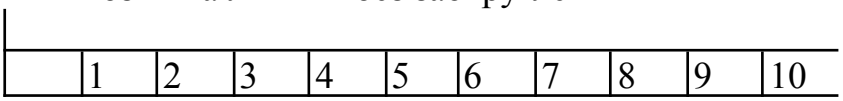
при 2-см ступені: 2, 4, 6, 8, 10, 12 і т. д.

при 4-см ступені: 4, 8, 12, 16, 20 і т. д.

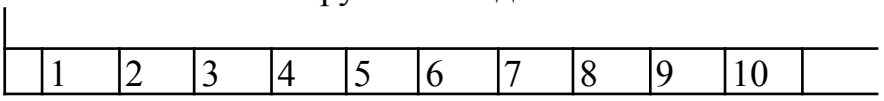
При знятті відліку діаметри з величиною 0,5 ступеня і більше заокруглюють до наступного ступеня, а діаметри менші 0,5 ступеня до розрахунку не беруться. Для точних наукових досліджень застосовують мірні вилки з міліметровими поділками.

Для полегшення заокруглення відліків за ступенями товщини перший ступінь наноситься на мірну вилку в половинному розмірі, наприклад при односантимстрових ступенях перший ступінь наноситься в розмірі 0,5 см, при двосантимстрових — 1см, при чотирисантиметрових — 2 см. У такому випадку відлік діаметра здійснюється на лінійці за цифрою, яку бачать зліва зразу за рухомою ніжкою вже з готовим заокругленням.

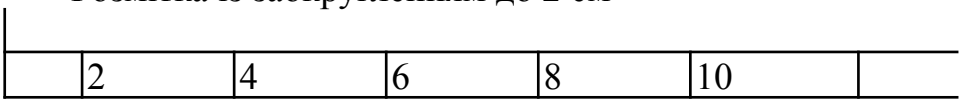
Розмітка лінійки без заокруглення



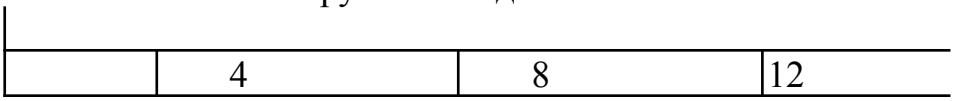
Розмітка із заокругленням до 1 см



Розмітка із заокругленням до 2 см



Розмітка із заокругленням до 4 см



При вимірюванні великої кількості ростучих дерев із середнім діаметром до 16 см приймають заокруглення до 2 см, а при середньому діаметрі більше 16 см виміри здійснюють за 4-сантиметровими ступенями товщини. На мірних вилках при застосуванні заокруглень на початку шкали ставлять на першій поділці, яка відповідає половині величини ступеня товщини, тобто 0,5, 1 або 2 сантиметри, величину першої ступені товщини — 1, 2, 4 см (див. наведений приклад).

При застосуванні 4-сантиметрових ступенів товщини в окремих обмірах максимальна помилка буде становити ±2см, що при діаметрі 16 см становитиме 12,5%, а при розрахунках об'єму помилка вже досягне 25%. При діаметрі 32 см помилка становитиме 6,25%, а за об'ємом спричинить помилку 12,5%.

Як бачимо з наведеного прикладу, помилка доволі велика, тому при обмірі діаметрів тонкомірних дерев треба користуватися меншими заокругленнями, ніж при обмірах товстих. А при обмірах великої кількості дерев помилки будуть з різними знаками, тому зі збільшенням обмірів кінцева помилка буде наближатися до нуля. Виміри діаметрів великої кількості дерев за ступенями товщини створюють суттєві зручності при подальшій обробці цих даних.

2.5. Техніка вимірювання діаметрів

Техніка вимірів діаметрів зводиться до наступного. Щоб виміряти діаметр дерева мірною вилкою, треба відсунути рухому ніжку, потім прикласти мірну

вилку до дерева так, щоб нерухома ніжка і лінійка доторкалися до дерева, і повільно присунути рухому ніжку до дерева, і тільки потім взяти відлік за лінійкою, не знімаючи її з дерева. При вимірюванні мірною вилкою потрібно дотримуватися таких основних правил:

1. Місце виміру на стовбурі необхідно очистити від моху та лишайників;
2. Вимірювальна лінійка при обмірах повинна дотикатися стовбура; рухома ніжка повинна бути повільно присунута і дотикатися до стовбура без натиску;
3. Площина, яка проходить через лінійку і дві ніжки вилки, повинна бути точно перпендикулярна до осі стовбура;
4. Відлік з лінійки треба брати, коли вилка ще не знята зі стовбура;
5. Виміри діаметрів не повинні здійснюватися навпроти сучків та інших нерівностей на стовбурі (наростів, затесів та ін.);
6. При вимірюванні діаметрів окремого дерева виміри здійснюють у двох взаємно перпендикулярних напрямках і виводиться середньоарифметичне значення (рис.2.1), а також можна напрямки вимірів орієнтувати стосовно сторін світу - Пн-Пд та Сх-Зх;
7. Роботи з мірною вилкою треба виконувати з особливою ретельністю, тому що помилки, які допущені при вимірюванні діаметрів, виявляють великий вплив на точність при розрахунках об'ємів;
8. Кінці ніжок повинні заходити за середину стовбура, бо інакше буде заміряна хорда, а не діаметр (рис. 2.3).

Існують мірні вилки інших конструкцій. Мірна вилка системи Попцова є подобою циркуля з автоматом, де є дві шпульки з паперовою стрічкою. При вимірах діаметрів на стрічці олівцем робиться позначка, системою клавіш проставляється початкова буква породи та якісна категорія дерева. Цією вилкою можна працювати у будь-яку погоду, за робочий день можна здійснити обмір діаметрів дерев на площі 8-10 га.

Мірна вилка Л.П. Зайченко є металевою пластиною, до кінців якої прикріплені дві планки. На пластині нанесені з двох сторін шкали для виміру діаметрів.

В.В. Нікітіним розроблена стандартна текстолітова мірна вилка ВМ-1 (рис. 2.4). Вимірювальна лінійка має три отвори для кріплення нерухомої ніжки - для вимірювання діаметрів без заокруглень, за двосантиметровими і чотирисантиметровими ступенями.

ВНИИЛМом розроблено спеціальний шаблон ШЛД-0,5 (рис. 2.5), де лінійка має форму лекальної кривої.

Шведська фірма випускає алюмінієві мірні вилки зі сумуючим блоком. Один чоловік за допомогою цієї вилки визначає не тільки діаметри, але й веде облік дерев за ступенями і категоріями технічної придатності.

Діаметри круглих сортиментів вимірюються у тонкому верхньому кінці (торці) мірною скобою (рис. 2.6). Вона складається з дерев'яного бруска довжиною до 80 см з нанесеними з двох сторін сантиметровими поділками. Один кінець бруска закінчується ручкою, на другому закріплена металева пластина з виступом в 1 см, яка служить для фіксації скоби на торці колоди або її заганяють під кору для заміру діаметрів без кори.

2.6. Поняття про дендрометри

Для здійснення науково-дослідних робіт інколи потрібне реальне вимірювання діаметрів стовбура на різних висотах у ростучих дерев. Для цього використовуються прилади, які називаються дендрометрами.

Найпростіший дендрометр – це мірна вилка, яка закріплена на жердині заданої висоти, на якій потрібно, наприклад, заміряти діаметри у відземковому відрізі першого сортименту, який планується отримати з цього дерева. При вимірюванні рухома ніжка мірної вилки приводиться у рух шнуром, який перекинутий через блок, вставлений у лінійку. Натягуванням шнура рухома ніжка посувається до стовбура, після чого за шкалою, розвернутою вниз, береться відлік діаметра стовбура на потрібній висоті. Для зручності відліків поділки можна нанести на жердину і за довжиною пересування шнура визначити величину діаметра стовбура.

Визначення діаметрів стовбура на різних висотах, недосяжних для безпосереднього вимірювання, здійснюється дендрометрами різних конструкцій. Одним із них є дендрометр системи Вімменауера з оптичною трубою і висотоміром (рис. 2.7).

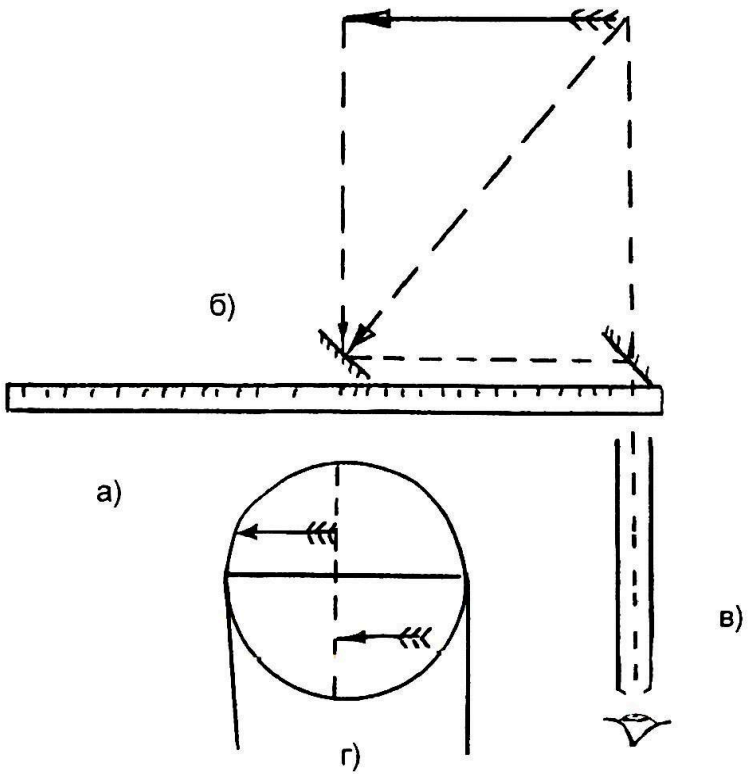


Рис. 2.7. Схема дії дендрометра: а) лінійка; б) дзеркало; в) трубка з висотоміром; г) поле зору

Схематично дію найпростішого дендрометра можна пояснити так: прилад складається зі штатива, лінійки і двох дзеркал, що встановлені під кутом 45° до лінійки. Для зручності користування при візуванні є звичайна трубка, на якій вмонтований висотомір.

Прилад встановлюють так, щоб у трубку було видно вимірюваний діаметр, посувають рухоме дзеркало уздовж лінійки доти, поки в нерухомому дзеркалі не побачимо зображення вимірюваного стовбура поряд із дійсним спостережуваним стовбуром. Віддаль між дзеркалами і є величиною діаметра вимірюваного дерева на певній його висоті. Точність вимірів з використанням такого дендрометра становить близько 0,5 см.

2.7. Форма поперечних перерізів стовбурів і визначення їх площі

При визначенні об'ємів стовбурів або їхніх частин необхідно визначити площу поперечного перерізу. Стовбур дерева та його частини подібні до форми правильних стереометричних тіл. Математичні методи таксації базуються на порівнянні форм стовбурів дерев із формами правильних тіл обертання.

Поперечні перерізи стовбурів дерев на різних висотах наближаються до форми круга або еліпса. Форму поперечних перерізів та методи визначення площі вивчали С.Є. Осетров, В.Я. Добровлянський та інші.

Форма поперечного перерізу стовбура дерева залежить від породи, місця розташування за висотою на дереві, лісорослинних умов. За формою вони подібні до круга або еліпса. Правильніша форма властива для хвойних порід, порівняно з листяними. У дерев, які виросли в насадженні, стовбури більш циліндричні, ніж у дерев, що поодиноко зростають на відкритому просторі, і тому форма їх поперечного перерізу наближається до форми круга. У нижній відземковій частині поперечний переріз має більш неправильну форму, порівняно з центральною частиною стовбура.

Площу поперечного перерізу стовбура дерева за двома взаємно перпендикулярними діаметрами доцільно визначати за формулою еліпса:

$$g_{ел} = \frac{\pi}{4} ab = 0.785ab, \qquad (2.1)$$

де g - площа еліпса; a і b - найбільша та найменша осі еліпса.

Ця формула найбільше відповідає формі поперечного перерізу стовбура. Якщо два діаметри однакові, то застосовують формулу площі круга:

$$g_{кр} = \frac{\pi d^2}{4} = 0.785d^2, \qquad (2.2)$$

де $g_{кр}$ - площа круга.

Звичайно, на практиці діаметр перерізу стовбура визначають як середньоарифметичну величину з двох взаємно перпендикулярних діаметрів і площу визначають за формулою:

$$g = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2 = \frac{\pi}{4} \times d_{сер}^2 \quad (2.3)$$

Точність визначення площі поперечного перерізу за формулою круга в середньому забезпечує точність до 3%, а за формулою еліпса - дещо вищу. В основному ці формули дають систематичні помилки з додатнім знаком. У лісотаксаційній практиці такі помилки вважаються неминучими.

При великих діаметрах дерев і відсутності мірної вилки відповідних розмірів для їх вимірювання площу поперечного перерізу можна визначати за довжиною кола стовбура, яку вимірюють мірною стрічкою. Виходячи з формули довжини кола (C = 2πr), отримується формула для визначення площі поперечного перерізу стовбура:

$$g = \frac{\pi}{4} \frac{C^2}{\pi^2} = \frac{C^2}{12{,}56} \approx 0{,}08C^2, \quad (2.4)$$

де C - довжина кола стовбура.

Цей метод дає завищені результати внаслідок нерівності поверхні кори та нещільності прилягання мірної стрічки.

При наукових дослідженнях для точного визначення площі перерізу застосовується метод смужок. Для цього контури поперечного перерізу стовбура переносять на папір і розбивають паралельними лініями $(l_1 \ldots_n)$ на смужки однакової ширини *(h),* звичайно 2 см.

Посередині кожної смужки проводять додаткові лінії $(k_1 \ldots_n)$. Площу першої смужки визначають за формулою:

$$g = \frac{h}{6}\left(l_1 + 4k_1 + l_2\right), \quad (2.5)$$

Для решти смужок здійснюють аналогічні обчислення. Слід врахувати також наявність чотирьох прямокутних трикутників, площу яких визначають за відомою в математиці формулою. Підсумовуючи отримані результати, визначають загальну площу поперечного перерізу стовбура. Цей спосіб дає точніші результати.

Якщо контури поперечного перерізу перенесені на папір, то площу його можна також визначити за допомогою планіметра. Цей спосіб має високу точність – до 0,1 %.

З метою полегшення роботи при обчисленні площ поперечних перерізів складено таблиці, в яких площі перерізів визнаються за формулою площі круга. Такі таблиці площ поперечних перерізів кругів містяться у лісотаксаційних довідниках. За допомогою цих таблиць за величиною діаметра визначається площа перерізу. Наприклад, діаметр стовбура дерева дорівнює 24,4 см, за таблицями площа перерізу дорівнює 471 см^2, або 0,0471 м^2. Також за цими таблицями можна за значенням площі перерізу стовбура визначити його

діаметр. Наприклад, площа перерізу дорівнює 328 см^2, найближче значення площі за таблицями відповідає діаметру 20,4 см.

2.8. Прилади для вимірювання висоти ростучих дерев (висотоміри)

При таксації насаджень і окремих дерев на пні необхідно вимірювати їх висоти. Для визначення висоти використовуються звичайно спеціальні прилади, які називаються висотомірами. Конструкції цих приладів базуються на наступних принципах: тригонометричному, геометричному (подібність трикутників), оптичному.

2.8.1. Прилади для вимірювання висот, засновані на тригонометричному принципі

Ці прилади грунтуються на обчисленнях із використанням тригонометричних функцій. Для вимірювання висоти дерева приладом, який встановлено на висоті MN = 1, необхідно відійти на відстань AM = в, яка приблизно дорівнює висоті дерева (рис. 2.8).

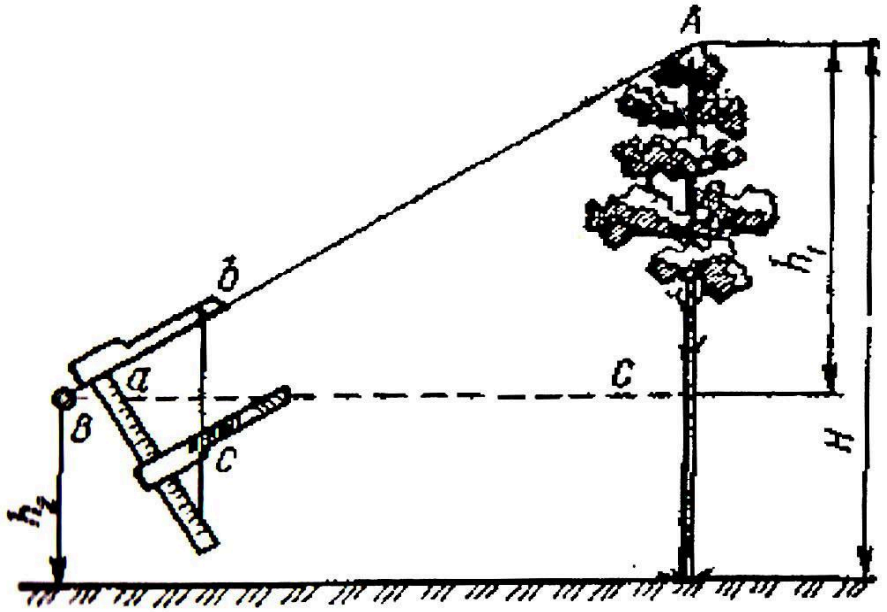


Рис. 2.8. Вимірювання висот дерев мірною вилкою за тригонометричним принципом

Якщо поверхня горизонтальна, то, визначивши кут ∟α = ∟β_(тобто між горизонтальною лінією NC і лінією візування NB), знайдемо висоту дерева AB=H=BC+1, якщо BC = Btg α, то

H =в tgα+1. (2.6)

Якщо поверхня землі не горизонтальна і дерево стоїть унизу, то візуючи на основу A і вершину дерева B, вимірюємо два кути: ∟α =CNB і ∟β =ANC. Тоді висота дерева буде дорівнювати:

H = NC **tgα** + NC tgβ. (2.7)

Висота дерева на підвищеній місцевості дорівнює:

$H = NC \, \mathbf{tg\alpha} - NC \, tg\beta.$ (2.8)

Для визначення висоти може бути використаний прилад, який дозволяє вимірювати кути у вертикальній площині. До таких приладів належать: маятниковий висотомір Макарова, висотомір Блюмме-Лейсса, екліметр, висотомір "Метра", висотомір-кутомір лісовий ВУЛ-1, висотомір-крономір ВКН-1.

Маятниковий висотомір Макарова (рис. 2.9) є сталевою пластиною розміром 8х10 см у вигляді сектора. З однієї сторони сектора закріплений маятник і нанесені дві шкали висот: верхня - для вимірювання висот при базисі 10 м і нижня - для вимірювання висоти при базисі 20 м. Поділки на шкалах нанесені з двох сторін від нульового позначення. До сектора припаяна візирна трубка. Є також фіксатор маятника.

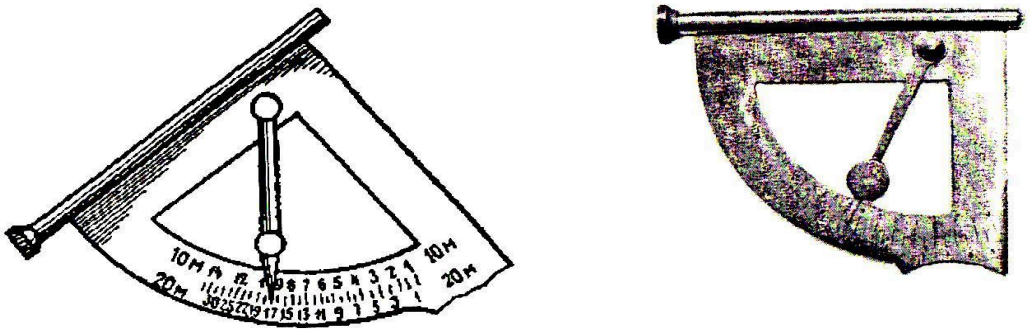


Рис. 2.9. Маятниковий висотомір Макарова

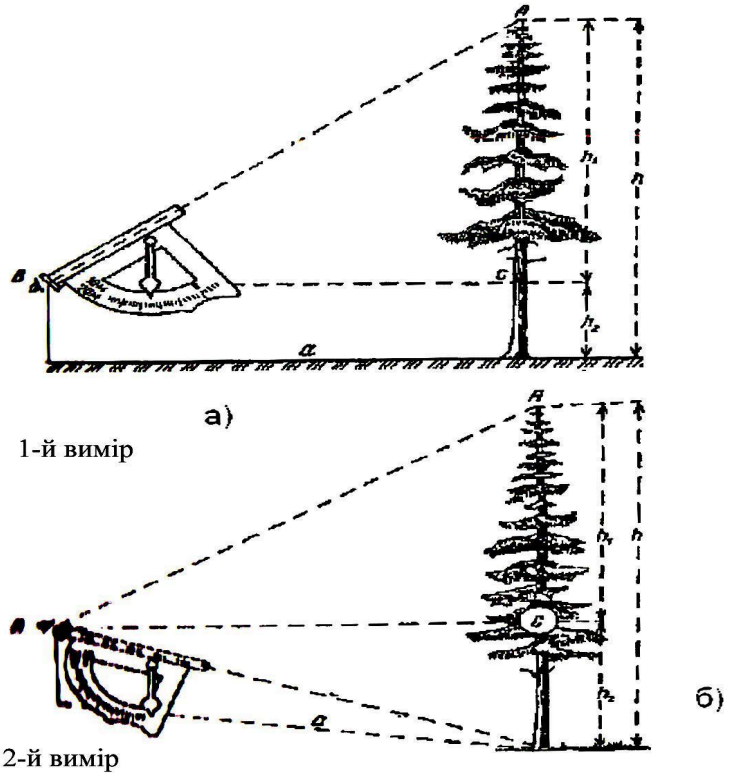
Дня виміру висоти (рис. 2.10) відходять від дерева на 10 або 20 м, беруть висотомір у праву руку і візують на вершину дерева через візирну трубку і одночасно натискають на кнопку фіксатора. Коли маятник зупиниться, відпускають кнопку фіксатора і беруть відлік за відповідною шкалою. Цей відлік є висотою дерева від рівня ока спостерігача до вершини. Для отримання повної висоти дерева необхідно до відліку додати висоту від поверхні землі до висоти ока спостерігача.

Якщо висота визначається для дерева, яке розташоване внизу за схилом, то висота дерева визначається як сума відліків на вершину і на основу дерева. Якщо основа дерева розташована вище спостерігача, то висота дерева дорівнює різниці відліків на вершину і на основу (рис. 2.10).

Висотомір зручний у роботі, має просту конструкцію. Похибки вимірювань висоти дерева становлять ±5%.

Побудова цього висотоміра заснована на тригонометричних обчисленнях. При візуванні на вершину дерева маятник і лінія, яка з'єднує вісь маятника з нулем шкали, утворюють кут α рівний куту АВС, у цьому прямокутному трикутнику АС : СВ = tgα, звідси АС (висота дерева) дорівнює ОВ $tg\alpha + h_2$.

Рис. 2.10. Вимірювання висот дерева на рівному місці (а) та на схилі (б).



Висотомір Блюме-Лейсса (рис. 2.11) має корпус у вигляді сектора круга та оковий і предметний діоптри, розташовані на кінцях верхньої грані корпуса. Біля предметного діоптра є спускова кнопка, яка звільняє або закріплює у потрібному положенні маятник висотоміру. Висота дерева визначається за чотирма дугоподібними шкалами з поділками, які відповідають висоті дерев при різній величині базису (15, 20, 30, 40 м). Нижня шкала служить для визначення нахилу місцевості у градусах.



Рис. 2.11. Загальний вигляд висотоміра Блюме-Лейсса

Відмінність від висотоміру Макарова полягає у тому, що замість виміру базисної відстані на місцевості використовують базисну складну стрічку.

Ця стрічка відіграє роль дальноміра і закріплюється на дереві, яке вимірюють. Вона має чотири поділки — 15, 20, 30, 40. Нульова поділка повинна бути розташована на висоті ока спостерігача. Спостерігач відходить від дерева на відстань, приблизно рівну його висоті, і, пересуваючись назад або вперед

шукає в оптичному вимірювачі одне з чотирьох чисел (15, 20, 30, 40), які розташовані на базисній стрічці на одному і тому ж рівні, що й нульова поділка. Поділка на стрічці буде позначати довжину базису від точки вимірювання до дерева.

У момент візування на вершину дерева треба натиснути на кнопку маятника, який займе своє вертикальне положення і зупиниться на тій поділці шкали, яка буде відповідати висоті дерева від вершини до рівня ока спостерігача. Друге візування на основу дерева дає висоту від кореневої шийки до рівня ока. Підсумовуючи два відліки, отримаємо висоту стовбура. Похибка вимірювання висоти дерева становить ± 3-5%.

Екліметр (рис. 2.12), який застосовується в геодезії для визначення нахилу місцевості, широко використовується для виміру висот дерев. Він складається з трубки з діоптрами для візування, до якої приєднана циліндрична коробка з обертальним коліщам всередині. Уздовж обода коліщати нанесені градусні поділки по 60° у два боки від нуля.

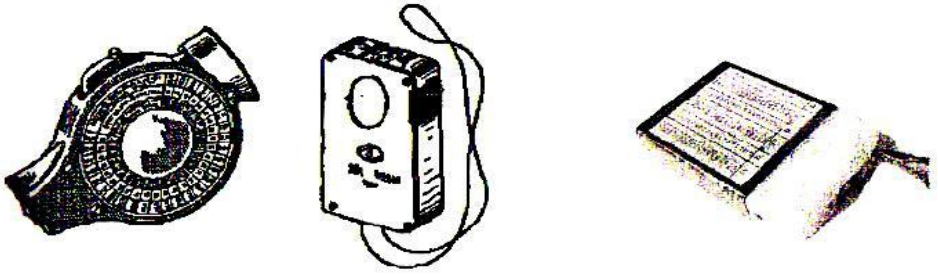


Рис. 2.12. Загальний вигляд екліметрів різних конструкцій

У циліндричній коробці є виріз, через який бачать градусні поділки на колесі, і кнопка, яка звільняє колесо від пружини.

Для визначення висоти дерева спочатку вимірюють віддаль від нього до спостерігача (10, 15, 20 м). Потім визначають кут між горизонтальним прокладенням і лінією візування на вершину дерева. За величиною цього кута і горизонтальної відстані до дерева можна обчислити висоту дерева:

$$H = L\ tg\alpha + h. \qquad (2.9)$$

де h - висота до ока спостерігача;

L – довжини базиса.

Щоб не обчислювати щоразу, заздалегідь складена таблиця висот дерев від 20° до 40°, якп вже включає і постійну величину h = 1,5м (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Визначення висоти дерева екліметром

Градуси	Висота дерева при базисі,м				Градуси	Висота дерева при базисі,м			
	10	15	20	25		10	15	20	25
30	7,3	10,2	13,0	15,9	38	9,3	13,2	17,1	21,0
31	7,3	10,5	13,5	16,5	39	9,6	13,6	17,7	21,7
32	7,7	10,9	14,0	17,1	40	9,9	14,1	18,3	22,5
33	8,0	11,2	14,5	17,7	41	10,2	14,5	18,9	23,2
34	8,2	11,6	15,0	18,4	42	10,5	15,0	18,5	24,0
35	8,5	12,0	15,5	19,0	43	10,8	15,5	20,2	24,8

36	8,8	12,4	16,0	19,7	44	11,2	16,0	20,8	25,8
37	9,0	12,8	16,6	20,3	45	11,5	16,5	21,5	26,5

Примітка: При куті візування в 45° висота дерева дорівнює відстані до дерева в метрах плюс висота від землі до ока спостерігача.

Наприклад: при базисній віддалі 20 м кут ∟α = 40° висота дерева становить H=20TG40°+1,5= 16,8+1,5= 18,3м.

Висотомір-кутомір лісовий (рис. 2.13) призначений для вимірювання висот ростучих дерев, вимірювання відстані (базису) і визначення кутів нахилів на місцевості. Складається з корпусу, всередині якого на вісь підвішений барабан з балансиром, що забезпечує постійне положення шкал стосовно горизонту.

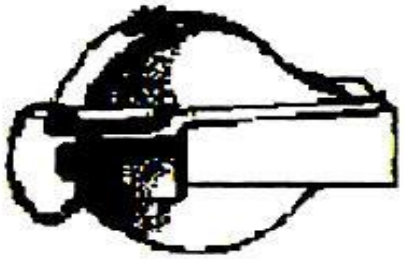


Рис. 2.13 Загальний вигляд висотоміра-кутоміра лісового



Рис. 2.14. Висотомір-крономір ВКН-1

На барабан нанесені шкали для вимірювання висоти дерева з базисної відстані 15 і 20 м у метрах з правого боку і поділки у градусах для вимірювання кута нахилу з лівого боку. Базисну відстань визначають дальноміром з використанням спеціальної стрічки з прогумованої тканини.

Висотомір-крономір ВКН-1 (рис. 2.14) призначений для вимірювання висоти дерева, відстані, кута нахилу на місцевості і радіуса крон ростучих дерев. Він змонтований у металевому корпусі і складається з двох блоків і логарифмічного калькулятора. В одному блоці встановлений підвішений на осі диск, на якому нанесені шкали: кутомірна і висотомірна. Вмонтована призма з відрахувальним індексом і лупа. У другому блоці вмонтована пентопризма, з допомогою якої висотомір-крономір переключається на вертикальне візування.

Універсальний прилад таксатора — це прилад висотомір-кутомір, що призначений для вимірювання висот дерев і кутів нахилу. Він є дощечкою, на якій розташована горизонтальна шкала для визначення висот з відстані 10 і 20 м, є шкала нахилів місцевості та довідкові дані.

2.8.2. Прилади для вимірювання висот, засновані на геометричному принципі

У лісотаксаційній практиці найширше представлені висотоміри, що побудовані на геометричному принципі (подібність трикутників). Принципова схема таких трикутників однакова.

На прямокутній пластині Оосв нанесені поділки, в точці о закріплена нитка ов з виском. Спостерігач, який міститься в точці N на відстані від основи дерева NA, виміряної мірною стрічкою (базис), візує на вершину дерева В вздовж сторони прямокутника Оо. Нитка виска ов, яка закріплена в точці о, зупиниться на поділці, що відповідає кількості одиниць виміру базису NA. У цьому випадку нитка виска перетне в точці в цифру кількості поділок, яка відповідає висоті ВС.

Якщо дерево розташоване на горизонтальній поверхні, то для визначення його висоти слід до висоти ВС додати висоту від поверхні землі до ока спостерігача h.

Техніка вимірювання базується на подібності трикутників ОВС і obc, у яких ∟ВОС = ∟вос, тому що вони утворені взаємно перпендикулярними сторонами. Сторони трикутників пропорційні: ВС:вс=ОС:ос. Тому:

ВС=bc*ВС / ос

Оскільки нитка виска закріплена на цифрі ділення, що відповідає кількості одиниць вимірювання базису NA, то нитка виска в точці в буде безпосередньо показувати величину ВС в одиницях виміру базису.

Для вимірювання висоти мірною вилкою її потрібно відповідним чином обладнати:

1. У нерухомій ніжці на відстані 5-8 см від її кінця зробити невеликий отвір;
2. На рухомій ніжці точно навпроти отвору відзначити риску і прийняти її за нульову поділку. Вправо і вліво від нуля нанести косі сантиметрові поділки;
3. Прив'язати в отвір нитку з виском.

Порядок вимірювання висоти дерева такий:

— вимірюються від дерева відстань, яка приблизно дорівнює висоті дерева, і вибирають таке місце, щоб з нього добре було видно вершинку й основу дерева, наприклад відстань 20 м;

— рухому ніжку вилки відсувають на стільки поділок (сантиметрів), скільки метрів відміряно від дерева, і закріплюють її в цьому положенні гвинтом (20 см);

— за внутрішньою гранню нерухомої ніжки візують на вершину дерева, при цьому нитка з виском займе вертикальне положення і відсіче деяку кількість поділок на рухомій ніжці, які відповідають висоті дерева від рівня ока спостерігача до вершинки;

— у рівнинній місцевості для отримання усієї висоти дерева, необхідно до отриманого відліку додати зріст спостерігача;

— у гірській місцевості, якщо основа дерева розташована нижче спостерігача, спочатку візують на вершину дерева і здійснюється відлік, потім візують на основу — сума відліків на вершину та на основу дерева і буде висотою усього дерева.

Точність вимірювань висот дерев мірною вилкою становить ± 5-8%. До недоліків цього способу слід віднести необхідність виміру відстані до дерева і незручність взяття відліку на рухомій ніжці.

Висотомір дощечка (Тарандська) — це дощечка розміром 15х20 см з наклеєним на ній міліметровим папером, на який закріплений висок і розміщені

дві шкали. Порядок роботи такий самий, що і при використанні мірної вилки. Точність вимірів таким висотоміром становить ± 3-5%, тобто ± 0,5 м.

Дзеркальний висотомір (Фаустмана) - це удосконалена висотомірна дощечка з двома діоптрами для візування, вертикальною розсувною шкалою-дощечкою і шарнірно закріпленим дзеркалом для спостереження за положенням нитки виска на горизонтальній шкалі. Похибка вимірів становить ± 2-3%.

Безбазисний висотомір Христена має рейку визначеної довжини, яку приставляють до дерева. Візувати необхідно зразу на три точки: вершину дерева, основу дерева і на верх рейки, яка приставлена до дерева. Лінія візування на верхівку постійної рейки, перетинаючи висотомір, покаже на ньому висоту дерева.

Перевага використання висотоміра Христена полягає в тому, що нема потреби вимірювати базисну відстань, при відліку отримуємо висоту дерева, незалежно від рельєфу місцевості визначення висоти відбувається швидко. Недоліком слід вважати дещо ускладнене якісне візування зразу на три точки.

2.8.3. Оптичні прилади для вимірювання висоти

Оптичний висотомір Н.П. Анучіна (рис. 2.15) складається з увігнуто-опуклої лінзи-окуляра і двояко ввігнутої розсіюючої лінзи-об`єктива, що вмонтовані в трубку, яка має трапецієподібну форму.

Промені світла, які йдуть від дерева, яке вимірюють, після проходження через лінзу (об'єктив) розходяться віялом і потрапляють в око. Внаслідок цього уявне пряме відображення дерева представляється в зменшеному вигляді незалежно від відстані до дерева. Щоб краще роздивитися дерево (тобто його відображення), як окуляр використовують збираючу лінзу.

За об'єктивом на корпусі вмонтована вимірювальна шкала, кожна поділка якої відповідає 1 м висоти дерева. Є дві шкали для базисної відстані: 15 і 20 м.

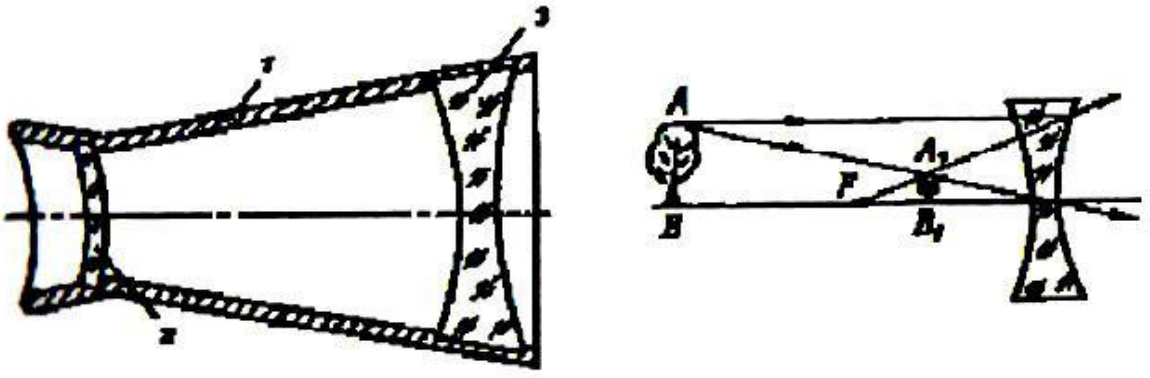


Рис. 2.15. Оптичний висотомір Н.П. Анучіна

Для виміру висоти дерева відходять від нього на базисну відстань і вибирають таке місце, з якого можна чітко бачити верхівку і шийку кореня дерева. Окуляр висотоміра щільно притискають до щоки на рівні ока. Нижню нульову поділку шкали об'єктива націлюють на кореневу шийку дерева, при цьому вершина дерева відсіче поділку, яка визначить висоту дерева. При

візуванні спостерігач через окуляр бачить уявне, пряме і сильно зменшене зображення дерева, що ускладнює дії спостерігача і вимагає певних навиків.

За технікою вимірювання висот цей висотомір найкращий з існуючих для практичного використання. Він простий у роботі, портативний і легкий (30 г).

Недоліком є те, що внаслідок обмеження поля зору цим висотоміром важко користуватися. При великій повноті насадження і наявності густого підросту і підліску також виникають труднощі при вимірюванні висот дерев. Виникають труднощі також при виборі місця для одночасного візування на шийку кореня та вершину дерева. Середня помилка вимірювання висоти дерев за сприятливих умов становить ± 3-5%.

2.8.4. Сучасні прилади лля лісотаксаційних вимірювань

Комп'ютерна мірна вилка Mantax - зручний багатофункціональний прилад, який забезпечує точні результати вимірювань, має великий об'єм пам'яті, що дозволяє накопичувати дані, здійснювати їх опрацювання та обчислення, виводити дані на екран. У комп'ютері може зберігатися різноманітна інформація: дані про власника і покупця лісу, дата внесення запису, координати і кути на ділянці, відстань від дороги, ціна, середньоарифметичні дані про дерева: вік, діаметри, висоти та ін. Крім того, можлива передача даних з висотоміра Vertex на комп'ютерну мірну вилку через інфрачервоний порт.

Комп'ютерна мірна вилка Mantax використовується для вимірювання діаметрів і таврування стовбурів при лісотаксаційних переліках, вимірювання діаметрів колод, штабелів, а також для проведення калібрування інших приладів.

Усі дані, визначені або розраховані за допомогою комп'ютерної вилки Mantax, можна роздрукувати за допомогою принтера або перенести в персональний комп'ютер. За допомогою спеціальних програм дані можуть переноситися через модем до іншого комп'ютера.

Комп'ютерна мірна вилка Mantax характеризується такими основними технічними параметрами: пам'ять - 1 MB, 512 RAM 512 FLASH; процесор - NEC V 25+12 МГц; екран - графічний LCD, 100x32 крапок; клавіатура - 3 кнопки (дві стрілки і одна клавіша Enter); сигнал - регульований п'єзо-зумер; з'єднання - 9 pin RS232 port, ASCII, Kermit protocol, 300-19.200 Baudrate.

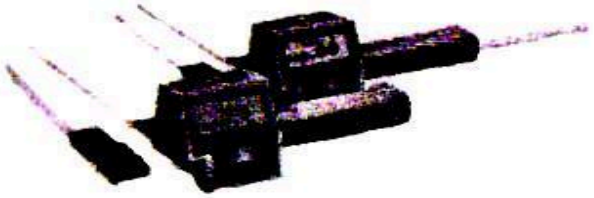


Рис. 2.16. Комп'ютерна мірна вилка Mantax

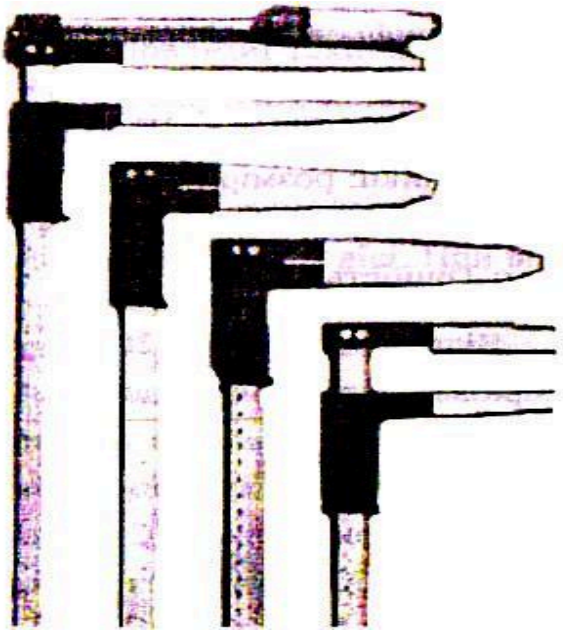


Рис. 2.17. Механічні моделі мірних вилок

Мірна вилка може використовуватися у широкому температурному діапазоні: від -20 до + 70°. Живлення здійснюється від джерела електричного струму: батареї R6 9В або акумуляторні батареї. Є також додаткові 3В батареї. Придатність резервної батареї - до 5 років (0,001 мА). Розрахунки і збереження даних: 45 мА. Діапазон вимірювань: 0-500 мм, 0-650 мм, 0-800 мм ±1 мм. Вага: 1,0-1,10 кг.

Механічні моделі мірних вилок - використовуються для вимірювання діаметрів дерев і колод, а також для таврування дерев (додаткова функція). Мірні вилки виготовлені з алюмінію. Вони легкі в експлуатації; **їх поверхня** не дає відблисків. Довжина мірної вилки може бути в межах від 40 см до 127 см. Шкала нанесена великими цифрами і має градуювання в см, мм, м і дюймах.

Висотомір Vertex III - ультразвуковий прилад призначений для вимірювання висоти і кутів з високою точністю у різних напрямах. Цей прилад невеликий за розміром, легкий в експлуатації, спрощує процес вимірювання, має зручну програму управління. Ним можна користуватися навіть у насадженнях з густою рослинністю. Результати вимірювань виводяться у цифровому форматі на екран і можуть переноситися на комп'ютер.

Висотомір Vertex III характеризується такими основними технічними показники: розміри - 8,0х5,0х3,0 см; вага - 160 г (з батареєю); батарея -1 х1,5 В АА; електричний струм - 20 мА; кут - -40 + 90 градусів; висота - 0-999 м; точність - 0,1 м.

Віддалемір DME 201 - ультразвуковий прилад призначений для вимірювання відстаней (до 40 м), який дає точні вимірювання відстані навіть між предметами, які рухаються. Використовується для лісотаксаційних робіт, а також для вимірювання параметрів споруд. Забезпечує точні результати при закладанні кругових пробних ділянок (при цьому не треба переміщати відбивач ультразвукового сигналу - транспондер).

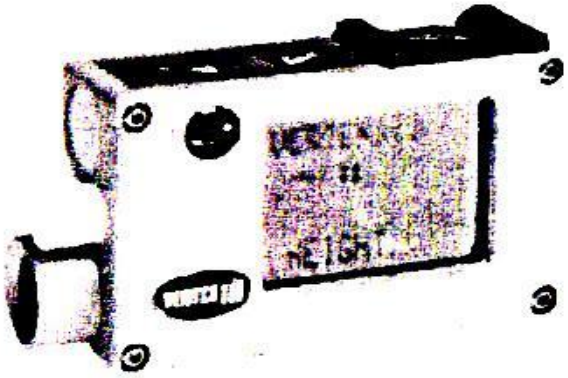


Рис. 2.18 Висотомір Vertex III

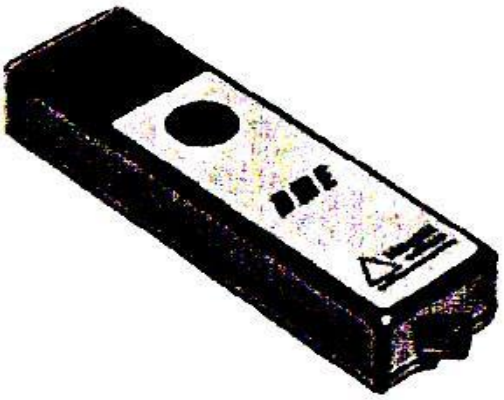


Рис. 2.19. Віддалемір DME 201

Віддалемір DME 201 характеризується такими основними технічними показниками: розмір -3х4х12,5 см; вага: 90 г (з батареєю); батарея: 9 В; електричний струм – 7 мА; частота (ультразвука) – 25 кГц; точність – 0,01 м; відстань від місцерозташування транспондера 60° - 35 м; відстань від місцерозташування транспондера 360° - 20 м.

Транспондер - пристрій, який переводить ультразвукові сигнали у цифрові дані і працює разом з висотоміром Vertex III і віддалеміром DME 201. Транспондер розташовують в точці 1, а віддалемір OME 201 відносять до точки 2. Після натискання червоної кнопки отримується відстань між цими точками вимірювання.

Транспондер характеризується такими основними технічними показниками: розмір - діаметр 7,0 см; вага - 85 г (з батареєю); батарея - 1 АА; електричний струм - 1,0 мА.

Нитковий прилад для вимірювання відстаней Walktax дозволяє легко і швидко вимірювати відстані при здійсненні робіт у лісі. При вимірюваннях нитка прив'язується в точці, від якої потрібно виміряти відстань. Під час руху до кінцевої точки відстань між ними спостерігається у віконці пристрою. Нитка виготовлена з білої бавовни, яка не забруднює навколишнього середовища і швидко утилізується. Точність вимірювань становить ± 0,2%. Лічильник дозволяє здійснювати вимірювання у метрах або футах.

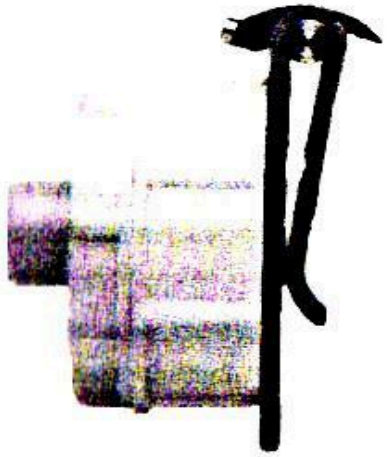


Рис. 2.20 Транспондер вимірювання відстані Walktax

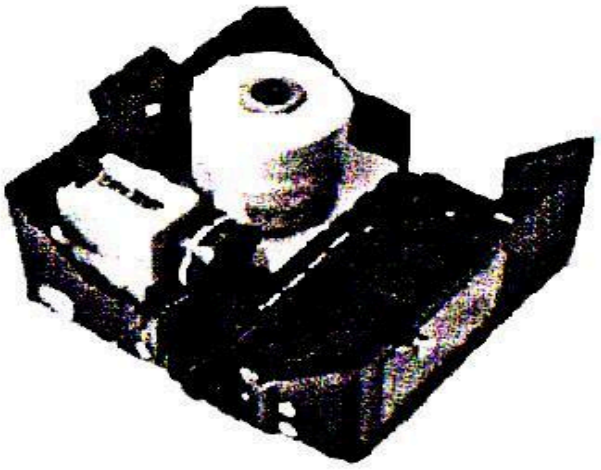


Рис. 2.21. Нитковий прилад для

Для визначення приросту дерев за діаметром і якості деревини використовуються **свердла Cortex**. Довжина свердла може бути від 10 до 80 см. У комплект входить: сталеве свердло з тефлоновим покриттям для пом'якшення проникнення у стовбур; пристрій для виймання кернів (зроблено з нержавіючої сталі); рукоятка з пластиковим покриттям.

При вивченні відібраних з допомогою свердла зразків деревини (кернів) можна простежити характер розвитку дерева, вплив забруднень та інших пошкоджень на приріст.

Географічні інформаційні системи використовуються сьогодні для таксації насаджень. Однією з таких геоінформаційних систем є Field-Map (польова карта), яка розроблена фахівцями Інституту досліджень лісових екосистем (IFER, Чеська Республіка), формує атрибутивну і картографічну інформацію про лісові об'єкти (рис. 2.22). Ця система в польових умовах автоматизує процеси вимірювання лісівничо-таксаційних та інших показників, формує реляційні бази даних у польовому комп'ютері, відображає лісові об'єкти на електронній карті комп'ютера.

Field-Map - програмно-інструментальний засіб для збору і управління даними польових досліджень забезпечує передачу інформації від зовнішніх електронних вимірювальних приладів до польового комп'ютера, вирішує завдання пов'язані зі створенням карт і здійсненням лісівничо-таксаційних вимірювань. Дані зберігаються у численних взаємопов'язаних таблицях. Особливістю технології Field-Map слід вважати можливість використання різного обладнання - польового комп'ютера та програмного забезпечення з різними електронними приладами.

Перевагою технології Field-Map є гнучкість, висока продуктивність і точність робіт, просте створення різних варіантів проектів у переносних польових комп'ютерах на замовлення користувачів і отримання вимірів різного типу для подальшого опрацювання. Слід зазначити простоту приладів та їх надійність при застосуванні.

У якості польового комп'ютера можуть використовуватися різні модифікації комп'ютерів. Зокрема найбільш застосовуваний сьогодні комп'ютер Hammerheat RT (фірма WalkAbount, США) є аналогом сучасних базових комп'ютерів. Він оснащений процесором Mobile Intel R III з тактовою частотою 800 MHz, обсяг оперативної пам'яті становить 256 Mb, а жорсткого диску - 20 Gb. Система працює під управлінням операційних систем MS Windows 98.

У польовому комплекті використовується лазерний далекомір-висотомір Thru Pulse Laser Technology (фірма Laser Technology, США). Цей прилад характеризується дальністю вимірювання відстаней до 200м, роздільною здатністю вимірювання - 1см, точністю вимірювання відстаней - 3-5см, точністю вимірів вертикальних кутів - 0,1 градус.

У якості кутомірного приладу використовується електромагнітний компас Map Star (фірма Laser Technology, США), за допомогою якого досягається точність вимірювання азимутів до 0,3 градуси.

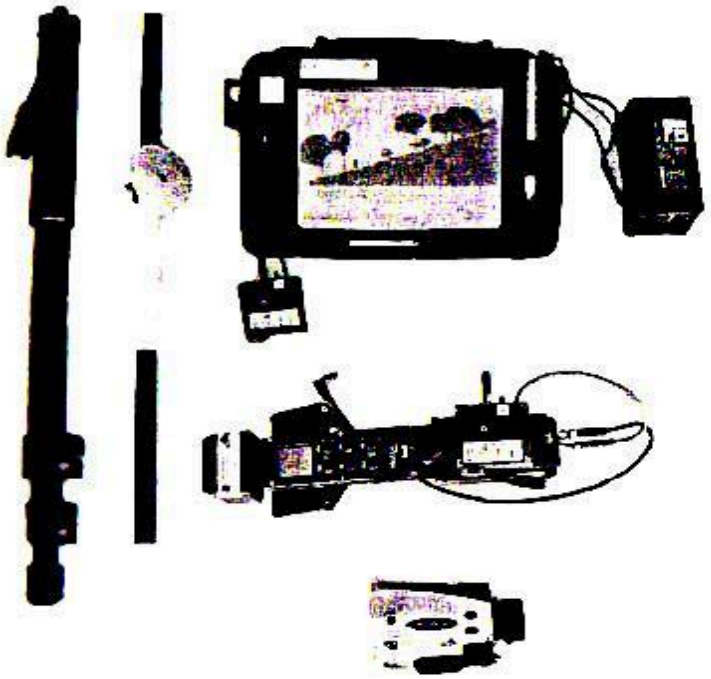


Рис 2.22. Комплект обладнання Fild-Map для польових досліджень



Рис. 2.23. GPS - приймач Magelan Explorist-100

Сьогодні, як правило, у польовому комплекті використовують також GPS-навігатори різної модифікації і точності вимірювання. Для прикладу треба відзначити, що GPS-навігатор Magelan Explorist-100 (рис. 2.23) є базовою моделлю нової серії навігаторів, які використовують технологію TrueFix. Перевагою цієї технології є наявність 14 каналів WAAS/EGNOS для покращеного прийому сигналів та зменшення втрат, за рахунок чого визначення місця розташування здійснюється з точністю до 3 метрів (з пост-обробкою даних вимірювання). За допомогою цього приладу у дослідника є можливість зафіксувати стандартні 500 шляхових точок, 20 маршрутів і 3 траси із 2000 точек. Корпус приладу виконано із протиударного та водостійкого матеріалу і забарвлений в яскравий колір, що є досить зручно у польовому використанні.

Послідовність здійснення робіт із використанням польового комплекту ГІС є наступною. Перед початком вимірювань на пробній площі фіксуються її координати за допомогою GPS-приймача в системі UTM-координат з переведенням їх у відповідну систему для відображення ділянки на космічних знімках, картах або планах. Як правило, фіксується один із кутів прямокутної за формою пробної площі, або місце розміщення середини кругової пробної площі.

Для картування дерев здійснюється нумерація та маркування білою фарбою кожного дерева для прискорення процесу вимірювань. На пробній площі вимірюється азимут та відстань до кожного дерева електронним компасом та лазерним далекоміром-кутоміром. Дані перераховуються у програмному продукті у прямокутні координати, враховуючи кути і горизонтальну проекцію ліній. Вісь приладу наводиться на стовбур, який вимірюється, і натискається кнопка зняття відліків. Робота приладу ґрунтується на лазерній системі, яка

полягає в тому, що промінь досягає певного об'єкту і відбивається від нього та сприймається приладом. Забезпечення високої точності та достовірності вимірів досягається почерговим закріпленням на кожному стовбурі лазерного відбивача. Азимут до кожного дерева визначається автоматично. Дані про розміщення дерева на ділянці графічно відображуються на моніторі комп'ютера і автоматично заносяться у файлову базу даних. При внесенні у польовий комп'ютер діаметрів (параметрів) стовбура дерева місцерозташування центра дерева автоматично переноситься на половину величини діаметра. Діаметри дерев вимірюються стандартною чи електронною мірною вилкою у двох взаємо перпендикулярних напрямках з точністю до 0,5 см і дані заносяться до польового комп'ютера.

Загальна висота дерева та висота початку прикріплення крони заміряється лазерним далекоміром. Для виміру висоти вісь приладу наводиться на вершину стовбура і натискається кнопка відліку. Результати вимірів показуються на очному діоптрі приладу, дисплеї комп'ютера і автоматично зберігаються у файловій базі даних. Подібно проводиться картування та вимірювання відмерлих лежачих стовбурів та пнів. Уся атрибутивна інформація автоматично зберігається в операційній системі Field-Map Data Collector.

2.9. Характеристика форми стовбурів дерев

Перше ніж приступити до розгляду питання про визначення об'ємів стовбурів дерев необхідно ознайомитися з таксаційними показниками, які характеризують форму стовбурів. При пошуках методів визначення об'ємів знання форми стовбурів має вирішальне значення, тому що форма стовбура позначається на його об'ємі та виході ділових сортиментів.

Форма стовбурів може бути охарактеризована наступними таксаційними показниками: збігом, коефіцієнтом форми та видовим числом. Збіг і коефіцієнти форми характеризують товщину стовбура в різних його місцях, а видове число - тільки повнодеревність, тобто відносну кількість деревини у стовбурі.

2.9.1. Збіг стовбура дерева

Діаметри стовбура від кореневої шийки до вершини зменшуються, або збігаються.

Зменшення діаметра стовбура від основи до вершини називається збігом.

Величина збігу в різних частинах одного і того ж стовбура різна; найменшу величину збіг має в середній частині стовбура, а найбільшу - у місцях, де розташована крона і кореневі напливи.

Збіг може виражатися вказівкою абсолютних величин діаметрів через визначену міру довжини (наприклад через кожні 2 м) або обчислюється величина збігу в середньому на 1 м довжини стовбура. Таким чином розрізняється збіг **дійсний і середній**.

Під дійсним збігом розуміється зміна величини діаметрів стовбура в сантиметрах через визначені інтервали за довжиною стовбура від основи до верхівки.

Середній збіг - це зміна діаметрів у середньому на одиницю довжини стовбура, наприклад на 1 м. Середній збіг для частин стовбура дерева обчислюється за формулою

$\frac{d_н - d_в}{l}$, а для цілих стовбурів - $\frac{d_0}{h}$.

Середній збіг для цілих стовбурів не має великого господарського значення, оскільки не є показником форми стовбура, але може служити для деякої характеристики збіжності партії колод.

Під **абсолютним дійсним збігом** розуміється зміна діаметрів стовбура в сантиметрах через визначені інтервали (найчастіше через кожні 2 м). Називається він абсолютним тому, що виражається в абсолютних величинах, тобто в тих самих величинах, що й діаметр (см і мм); а дійсним тому, що цей збіг існує у конкретного стовбура дерева і пов'язаний з визначеним місцем на дереві.

Уяву про абсолютний дійсний збіг можна отримати з такого прикладу.

Припустимо, що у дерева висотою 13,4 м і діаметром на висоті грудей 11,4 см були виміряні його діаметри на усіх непарних метрах і на кореневій шийці.

Висота від основи, м		**0**	**1**	**1,3**	**3**	**5**	**7**	**9**	**11**	**12**	**13,4**
Збіг	Абсолют-ний, см	**14,2**	**12,3**	**11,4**	**9,7**	**9,3**	**8,3**	**6,8**	**4,5**	**3,1**	**0**
	Віднос-ний, %	**125,0**	**108,0**	**100,0**	**85,0**	**81,5**	**73,0**	**60,0**	**39,5**	**27,0**	**0**

За даними абсолютного дійсного збігу можна графічно зобразити поздовжній переріз стовбура дерева й отримати наочне уявлення про його форму (рис. 2.24). Збіг стовбура дає можливість визначити діаметр на будь-якій висоті. За даними збігу можна визначити об'єм стовбура й окремих його частин, а також вихід сортиментів, тобто можливу його товарну структуру. Тому збіг стовбура є одним із основних таксаційних показників.

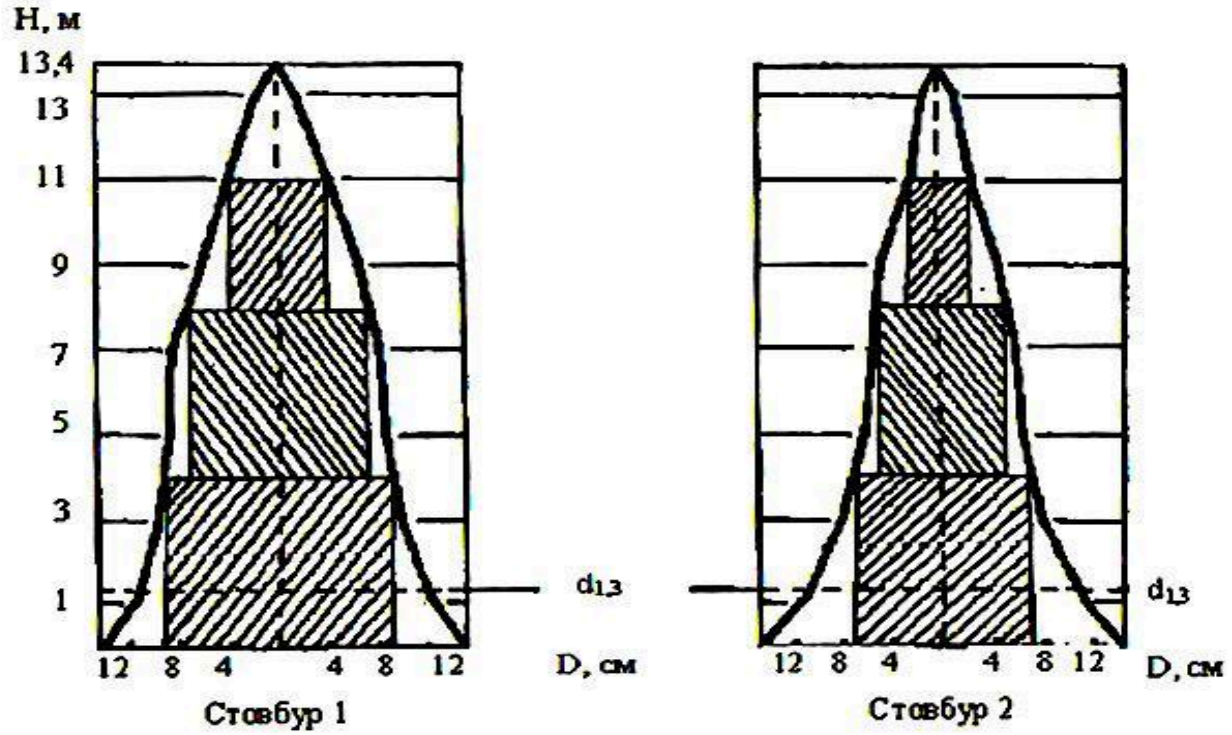


Рис. 2.24. Твірна стовбурів за абсолютним збігом у дерев різної форми та повнодеревності

На рисунку 2.24 показано два стовбури, які мають однакову висоту і діаметр на висоті грудей, але різну форму і, як наслідок, збіг та повнодеревність. Рисунок дає можливість наочно представити форму стовбура, визначити діаметр на різних висотах, об'єми стовбурів, його частин та вихід сортиментів. Через великий збіг об'єм стовбура "2" буде меншим ніж стовбура "1", вихід сортиментів у стовбура "2" буде також меншим, і, як наслідок, з виробничої точки зору такі стовбури становлять меншу цінність, ніж більш повнодеревний та з меншим збігом стовбур "1".

Відносний дійсний збіг – це відношення діаметрів на різних висотах до діаметра стовбура на висоті грудей (1,3 м).

$$S_{відн.} = \frac{d_{ст.}}{d_{1,3}} \bullet 100 \quad , \qquad (2.10)$$

Де $d_{ст.}$ - діаметр на будь-якій висоті стовбура, см;

$d_{1,3}$ - діаметр стовбура на висоті 1,3 м, см;

$S_{відн.}$ - відносний збіг стовбура, %.

Отримані таким чином відносні числа виражені у відсотках від діаметра на висоті грудей характеризують відносну зміну діаметрів стовбура. Відносним збігом користуються для порівняльної оцінки збіжистості окремих стовбурів.

З попередньої таблиці бачимо, що якщо діаметр на відстані 5 метрів від основи дерева становить 81,5% від діаметра на висоті грудей, то це означає, що від висоти 1,3 м до 5 м діаметр зменшився на 100 - 81,5 = 18,5%. Чим більша буде ця різниця, тим більший збіг у цього стовбура і, як наслідок, він має меншу

господарську цінність тому, що із збіжистих стовбурів отримується менше деревини (об'єм стовбура менший) та ділової якісної деревини (вихід ділових сортиментів менший).

На різних висотах від основи стовбура збіг не однаковий. У колод, які отримані із відземкової та верхівкової частин, збіг більший, ніж у колод, отриманих із середньої частини. Тому для оцінки розбіжностей збігу для колод, отриманих з різних частин стовбура, прийнято встановлювати середній збіг.

Середній збіг - це зменшення діаметра стовбура від основи до вершини в абсолютних одиницях (см) в середньому на 1 м довжини. Він визначається діленням різниці між діаметрами у нижньому і верхньому відрізах на довжину сортименту:

$$S_{сер} = \frac{d_{н.} - d_{в.}}{l}, \qquad (2.11)$$

де $S_{сер}$ - середній збіг стовбура (сортименту), см;

$d_{н.}$ - діаметр сортименту у нижньому відрізі, см;

$d_{в.}$ - діаметр сортименту у верхньому відрізі, см;

L - довжина сортименту, м.

Для цілого стовбура середній збіг не вираховується, тому що він не дає характеристики форми стовбура і практичного застосування не має.

Дійсний збіг має велике практичне значення. За даними дійсного збігу можна графічно відобразити повздовжній переріз деревного стовбура і на основі масштабного зображення визначити діаметри на будь-якій висоті стовбура, що використовується для визначення виходу сортиментів із стовбурів ростучих дерев різних розмірів і різного збігу.

Дійсний збіг характеризує не тільки форму деревних стовбурів, але й їх об'єми. Чим менший збіг, тим більший об'єм при одному й тому ж діаметрі у нижньому відрізі.

Величина збігу залежить від таких факторів: породи і коефіцієнту форми.

Відповідно до вимог ГОСТу - 2140 - 71, збіг в 1 сантиметр на 1 метр довжини сортименту вважається **нормальним**.

За величиною середнього збігу стовбури або їх частини умовно класифікуються на три групи:

1. Стовбури сильнозбіжисті $S_{сер} \geq 2$ см/м;
2. Стовбури середньозбіжисті 1,1 – 2 см/м;
3. Стовбури повнодеревні $S_{сер} \leq 1$ см/м.

Збіг знайшов своє відображення у таблицях збігу, які складені дослідним шляхом. У таких таблицях для стовбурів різних деревних порід з різними діаметрами і висотами наведені об'єми стовбурів у корі та без кори, а також дійсний збіг у корі та без кори на непарних метрах, рахуючи від основи стовбура.

2.9.2. Коефіцієнти форми

Дерева, які ростуть на відкритому просторі, характеризуються більшою збіжистістю, ніж дерева у складі насадження, які є більш повнодеревними. Тому при однакових діаметрах на висоті 1,3 м і висотах об'єми таких окремих дерев різні, що пояснюється різницею форми їх стовбура.

Лісогосподарська практика вимагала розробки методів характеристики дерев'яних стовбурів, які відображували збіг стовбурів. Для характеристики форми деревних стовбурів запропонували приймати співвідношення діаметрів стовбура, виміряних на різних висотах, які назвали **коефіцієнтами форми**. Вони позначаються буквою "**q**" з відповідним індексом, який показує, для якої висоти стовбура визначений коефіцієнт форми (Шиффель, 1899).

Коефіцієнт форми - це відношення діаметрів стовбура на різних висотах до діаметра на висоті грудей.

У лісовій таксації для вирішення різних таксаційних завдань найчастіше визначають коефіцієнти форми за діаметрами біля кореневої шийки (d_0), на одній четвертій висоти ($d_{1/4}$), на половині ($d_{1/2}$) і на трьох четвертих висоти стовбура ($d_{3/4}$). Формулу визначення коефіцієнта форми можна записати у такому загальному виді:

$$q_n = \frac{d_i}{d_{1,3}} . \qquad (2.12)$$

Відповідно найуживаніші коефіцієнти форми обчислюються за наступними формулами:

$$q_0 = \frac{d_0}{d_{1,3}}, \quad q_1 = \frac{d_{1/4}}{d_{1,3}}, \; q_2 = \frac{d_{1/2}}{d_{1,3}}, \; q_3 = \frac{d_{3/4}}{d_{1,3}} .$$

де q – відповідні коефіцієнти форми;

d – діаметри стовбура на відповідних відносних висотах.

Кожний коефіцієнт форми є відносним діаметром і характеризує збіг у певній частині стовбура, але не дає характеристики форми для цілого стовбура. Коефіцієнти форми, взяті разом, вже дають міркування про дійсний відносний збіг стовбура і формують досить добре уявлення про форму стовбура і ступінь його збіжистості.

Найбільше практичне значення має коефіцієнт форми q_2, оскільки цей коефіцієнт добре вивчений і дає об'єктивну характеристику збігу найціннішої нижньої половини стовбура.

Для визначення q_2 необхідно знати діаметр на середині стовбура, тому його можна точно визначити тільки для зрубаних стовбурів, а для ростучих дерев його можна визначати із застосуванням дендрометрів.

Коефіцієнт форми стовбура q_2 також має суттєвий недолік внаслідок залежності його не тільки від форми стовбура, але й від його висоти, що спотворює дійсне уявлення про форму стовбура. Наприклад, для усіх стовбурів з висотою 2,6 м q_2 дорівнює одиниці. Встановлено, що із збільшенням висоти дерев величина коефіцієнта форми зменшується, зі збільшенням діаметрів стовбура величина коефіцієнта форми також дещо зменшується.

Коефіцієнт форми q_2 змінюється у межах 0,45-0,85. За численними дослідженнями, для основних деревних порід середньої збіжистості середні значення коефіцієнтів форми q_2 наступні:

сосна	0,67	береза	0,66
смерека, ялиця	0,70	граб	0,65
дуб	0,68	вільха чорна	0,70
бук	0,66	осика	0,70

Чим більша величина коефіцієнта форми q_2, тим менший збіг стовбура, він має кращу форму і більшу виробничу цінність та навпаки.

За величиною коефіцієнта форми q_2 можна дати характеристику ступеню збіжистості стовбурів:

малозбіжисті	0,72 і більше;
середньозбіжисті	0,60 - 0,71;
сильнозбіжисті	до 0,61.

Коефіцієнт форми використовується для визначення об'ємів стовбурів. Складені таблиці, за якими визначають об'єми стовбурів ростучих дерев за висотою, діаметром на висоті грудей та середнім коефіцієнтом форми q_2.

Питання мінливості коефіцієнтів форми у стовбурів окремих деревинних порід вивчали проф. В.К.Захаров, проф. А.В.Тюрин, проф. Д.І. Товстоліс, які встановили, що коефіцієнти форми змінюються у великих межах, але більша частина стовбурів мають середні величини коефіцієнтів форми. Наприклад, за дослідженням В.К. Захарова, розподіл крупномірних стовбурів дуба у віці 200-280 років за ступенями коефіцієнтів форми наступний:

Таблиця 2.3. Розподіл стовбурів за ступенями коефіцієнтів форми

Ступені коефіцієнтів форми	Кількість стовбурів	
	Абсолютна, шт.	%
0,45	5	0,9
0,50	15	2,7
0,55	35	6,4
0,60	80	14,6
0,65	123	22,4
0,70	154	28,0
0,75	81	14,7
0,80	42	7,6
0,85	15	2,7
Разом	500	100

Середній коефіцієнт форми $q_2 = 0,676 \pm 0,0034$.

У 1929 році В.К. Захаров вперше встановив закономірний розподіл кількості стовбурів однорідного деревостану за коефіцієнтом форми q_2 в цілому та за ступенями товщини і графічно зобразив це кривою нормального розподілу Гаусса-Лапласа, що є теоретичною основою для таксації деревостанів за середньою формою стовбурів для окремих деревних порід.

2.9.3. Класи форми

Проф. Н.В.Третьяковим запропонований другий показник збіжистості стовбура - **клас форми**, де за вихідний діаметр прийнято діаметр на відносній висоті, яка дорівнює ¼ висоти стовбура. Клас форми у загальному вигляді набуває наступного вигляду:

$$q_{n/1} = \frac{d_n}{d_{1/4}} . \qquad (2.13)$$

Клас форми - це відношення діаметрів стовбурів на різних висотах до діаметра на ¼ висоти стовбура.

У лісовій таксації визначають здебільшого два класи форми:

$$q_{2/1} = \frac{d_{1/2}}{d_{1/4}} ; \qquad q_{3/1} = \frac{d_{3/4}}{d_{1/4}} .$$

Ці класи форми не залежать від висоти стовбура і тому краще характеризують форму стовбура, ніж коефіцієнти форми.

За величиною другого класу форми " $q_{2/1}$" можна дати характеристику ступені збіжистості деревних стовбурів:

малозбіжисті	0,83 і більше;
середньозбіжисті	0,78 - 0,82;
сильнозбіжисті	до 0,77.

2.10. Повнодеревність стовбура

2.10.1. Поняття про видові числа

Ще на початку XIX століття з'явилася думка порівнювати об'єми деревних стовбурів із циліндрами, які мають однакові зі стовбуром висоти і основу. Цю ідею запропонував німецький лісівник Паульзен, в основу якої покладена думка про порівняння об'ємів стовбура з об'ємами правильних стереометричних тіл обертання й отримання з такого порівняння деякого вимірювача, який дасть можливість знайти об'єм деревного стовбура. З цією метою було прийнято співвідношення об'єму стовбура з об'ємом одномірного циліндра, який має зі стовбуром однакову висоту **H** і площу поперечного перерізу **g**, взяту на висоті 1,3 м. Це співвідношення в таксації отримало назву видове число від німецького слова Formzahl (форма, вид, число) і позначається буквою **f**.

Якщо об'єм всього дерева (з сучками) поділити на об'єм одномірного циліндра, то отримаємо видове число дерева. Поділивши об'єм стовбура на об'єм циліндра, отримаємо видове число стовбура. Таким чином, видове число має на меті охарактеризувати ступінь наближення об'єму стовбура до об'єму одномірного циліндра.

Видове число за своєю суттю є ніщо інше як перевідний коефіцієнт для переходу від об'єму циліндра до об'єму стовбура або дерева. Він характеризує повнодеревність стовбура або дерева.

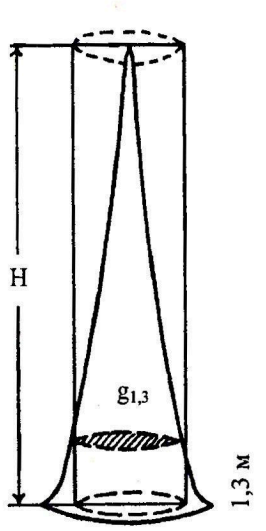


Рис. 2.25. Схема визначення старого видового числа стовбура (f)

Коли говоримо про одномірний зі стовбуром циліндр, необхідно домовитися, який циліндр слід під цим розуміти. Якщо висота стовбура H, діаметр основи d_0 і діаметр на висоті 1,3 м $d_{1,3}$, тоді циліндр можна побудувати і за d_0 і за $d_{1,3}$.

$$\mathbf{V_{ц.} = g_{1,3} * H} \qquad (2.14)$$

Як правило, циліндр будують за висотою (H) і таксаційним діаметром $d_{1,3}$ стовбура, тобто площа поперечного перерізу такого циліндра дорівнює площі поперечного перерізу стовбура на висоті грудей.

Об'єм стовбура буде меншим за об'єм одномірного циліндра. Порівнюючи об'єм стовбура та об'єм одномірного циліндра, отримуємо:

$$\boldsymbol{f} = \frac{V_{ст.}}{V_{ц.}} = \frac{V_{ст.}}{g_{1,3} H}. \qquad (2.15)$$

Це **старе видове число**, яке є часткою від ділення об'єму стовбура на об'єм одномірного циліндра. З попередньої формули можна визначити об'єм стовбура:

$$\boldsymbol{V_{ст.} = V_{ц.} * f = gHf = \frac{\pi d^2}{4} Hf.} \qquad (2.16)$$

Видовим числом називається відношення об'єму стовбура до об'єму одномірного циліндра, тобто такого циліндра, діаметр якого дорівнює діаметру дерева на висоті грудей, а висота дорівнює висоті дерева.

Видове число, обчислене таким способом, одержало за часом своєї появи назву старого, на відміну від інших видових чисел, які з'явилися пізніше й обчислюються при інших перерізах стовбура і за іншими розмірами циліндрів.

Величина видового числа залежить від породи, розмірів стовбура, повноти деревостану і лісорослинних умов, коливається в межах 0,352-0,592. У більшості дерев у віці їх господарського використання вони перебувають у межах 0,400-0,500 і лише у дерев дуже низьких можуть бути більше одиниці. Для стовбурів висотою 2,6 м видове число дорівнює одиниці.

Якщо обчислювати видові числа для стовбурів параболоїдної форми, то отримаємо наступне:

Висота стовбура, м	5	10	15	20	25	ЗО
Видове число	0,675	0,575	0,550	0,535	0,530	0,522

Як бачимо, встановлено, що між висотою дерев і його видовим числом існує залежність, згідно з якою для стовбурів з однією і тією ж формою зі збільшенням висоти дерева видове число зменшується.

При незмінній товщині стовбура при збільшенні висоти стовбура на кожні 2 м величина видового числа зменшується на 2-3%, при однаковій висоті величина видового числа зі збільшенням діаметра на 2 см зменшується також на 2-3%. Ця зворотна залежність середнього видового числа від висоти при незмінності форми виражається графічною кривою, яка має вид гіперболи, котра характеризується рівнянням загального виду:

$$f = a + \frac{b}{H} \qquad (2.17)$$

Із наведеної залежності між f і Н бачимо, що старе видове число, яке залежить від висоти, не може характеризувати форми деревних стовбурів.

І цього графіка виходить, що із збільшенням висоти дерева видове число зменшується. Ця закономірність підтверджується і даними таблиці загальних видових чисел за М.Є. Ткаченком.

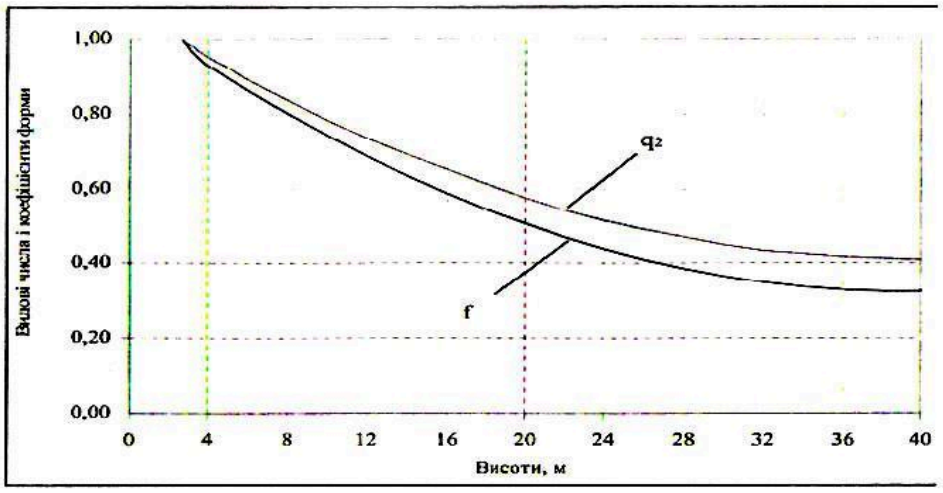


Рис. 2.26. Графік зміни середніх видових чисел і коефіцієнтів форми q_2 залежно від висоти

2.10.2. Видові числа, визначені іншим шляхом

Дослідження із старими видовими числами показали, що вони не перебувають у закономірній залежності від виміряних для їх визначення величин, тобто діаметрів.

Для усунення цих недоліків старих видових чисел у 1873 році Преслером було запропоновано будувати циліндр не за діаметром на висоті грудей, а за діаметром на висоті 1/20 висоти стовбура.

Видові числа, знайдені як відношення об'єму стовбура до об'єму циліндра з висотою, що дорівнює висоті стовбура, і діаметром, що дорівнює діаметру стовбура на 1/20 його висоти, отримали назву **нормальних видових чисел**.

$$f = \frac{V_{cm.}}{g_{1/20}H}. \qquad (2.18)$$

Нормальне видове число не залежить від висоти і залишається незмінним при однаковій формі стовбура. Так, для параболоїдів при всіх висотах нормальне видове число буде постійне і дорівнюватиме 0,526, для конуса – 0,368, для нейлоїда — 0,289.

Встановлені взаємозв'язки нормального видового числа з іншими таксаційними показниками дають можливість використовувати їх у теоретичних дослідженнях і практичній діяльності. При постійних величинах середніх нормальних видових чисел за деревними породами складання таблиць видових висот (Hf_n) не становить труднощів. Наявність тісної кореляційної залежності між $q_{0.5/0.1}$ і f_n дозволяє здійснювати таксацію модельних дерев із використанням нормальних видових чисел – $V = g_{0.1}*(Hf_n)$, а також для визначення запасу насаджень.

Застосування нормальних видових чисел ускладнено тим, що щоразу необхідно обчислювати для кожного стовбура 1/20 його висоти, а потім заміряти на цій висоті діаметр.

Крім цього, дослідження показали, що нормальні видові числа змінюються у широких межах і встановити закономірність в їх зміні не набагато легше, ніж для старих видових чисел. Тому нормальні видові числа не знайшли практичного застосування.

Пізніше Рінікер запропонував **абсолютні видові числа**, при обчисленні яких площа перерізу на висоті 1,3 м приймалася за основу стовбура і циліндра, а висота зменшувалася на 1,3 м, тобто виключався відрізок стовбура від основи його до висоти 1,3 м.

Якщо враховувати такі видові числа для правильних геометричних тіл обертання, то можна зробити висновок, що вони не залежать від висоти і дорівнюють для параболоїда 1/2, конуса - 1/3, нейлоїда- 1/4.

Однак хоч ці абсолютні видові числа не залежать від висоти, вони не характеризують частин стовбура, розташованих нижче висоти грудей, а чим нижчий стовбур, тим більший вплив виявляє нижня частина на загальний його об'єм. У відношенні зручності і практичності застосування абсолютні видові числа значно поступаються старим видовим числам, і, відповідно до цих причин, такі абсолютні видові числа не отримали застосування у практиці.

В.Гогенадль запропонував **істинні видові числа**, виходячи з об'єму стовбура, який визначається за середніми діаметрами п'яти секцій, довжина

кожної з них дорівнює 0,2Н стовбура. Формула істинного видового числа за Гогенадлем:

$$f = \frac{V_{ст.}}{g_{0,1}H} \qquad (2.19)$$

За Кренком і Проданом, істинне видове число можна обчислити через співвідношення квадратів діаметрів на середині стовбура і величини квадрата діаметра на 0,1 висоти стовбура $\eta_{0,5} = d_{0,5}/d_{0,1}$ за формулою:

$$f = 0{,}89\,\eta_{0,5} - 0{,}126 \qquad (2.20)$$

Найбільш практичними і придатними виявилися старі видові числа, тому вони увійшли у практику і теорію лісової таксації. У кінці XIX - на початку XX століття теорія старих видових чисел притягла до себе особливу увагу багатьох дослідників, які зібрали достатньо матеріалів, щоб встановити середні величини видових чисел, а також залежності між ними і діаметрами стовбурів на різних перерізах.

У подальшому мова йтиме про старі видові числа, які називатимуться просто „**видовими числами**".

2.10.3. Взаємозв'язок видових чисел з коефіцієнтами форми стовбура

Визначення видових чисел пов'язано з визначенням об'ємів стовбурів і відповідних до них розмірів циліндрів. Це вимагає значних затрат праці. Для скорочення розрахунків необхідно було встановити співвідношення між видовими числами і діаметрами. Як вже відомо, видове число можна визначити через відношення об'єму стовбура до об'єму одномірного циліндра (2.14). Об'єм стовбура можна визначити за простою формулою серединного перерізу $V_{ст.}=\gamma * H$, а об'єм циліндра – $V_{ц.}=g_{1,3} * H$,

тоді $$f = \frac{\gamma \cdot H}{g_{1,3} \cdot H} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot d_{1/2}^2 \cdot H}{\frac{\pi}{4} \cdot d_{1,3}^2 \cdot H} = \frac{d_{1/2}^2}{d_{1,3}^2},$$

де $d_{1/2}$ - діаметр стовбура на середині висоти;

$d_{1,3}$ - діаметр стовбура на висоті 1,3 м.

Оскільки співвідношення $d_{1/2}$ до $d_{1,3}$ є коефіцієнтом форми q_2, то видове число дорівнює квадрату другого коефіцієнта форми:

$$f = q_2^2. \qquad (2.21)$$

Це наближена формула **Вейзе**. Для стовбура з висотою 2,6 м $d_{1/2} = d_{1,3}$ і видове число дорівнює 1,0. Зі збільшенням висоти стовбура видове число буде зменшуватися.

Таким чином, між **f** і q_2 виявляється визначена залежність. Ця формула дуже проста, але при її використанні слід мати на увазі, що в основі її лежить об'єм стовбура, обчислений за простою формулою серединного перерізу, яка дає значні помилки, і, як наслідок величина **f**, обчислена за цією формулою, в окремих випадках може дати значні відхилення (до 10%).

Визначення закономірних зв'язків між видовими числами і коефіцієнтами форми для окремих деревних порід за даними зібраного фактичного та численного матеріалу дозволило встановити різницю між **f** і q_2. Ця різниця є постійною величиною і в середньому для окремих порід становить:

берези повислої	-0,221	осики	-0,223
бука лісового	-0,225	смереки звичайної	-0,217
вільхи чорної	-0,212	сосни звичайної	-0,211
граба звичайного	-0,237	ялиці білої	-0,209
дуба звичайного	-0,197	ясена звичайного	-0,201
липи серцелистої	-0,210	модрини європейської	-0,210

У загальному вигляді формула **Кунце** для визначення видового числа має такий вигляд:

$$f = q_2 - C \qquad (2.22)$$

де С – постійна величина, яка залежить від деревної породи.

Для практичного використання ця формула використовується для середньозбіжистих стовбурів довжиною 15 м і більше, при цьому точність визначення **f** за цією формулою не перевищує ±5%.

Вивчення питання про видові числа показало, що вони залежать не тільки від коефіцієнта форми (q_2), а й від висоти стовбура (Н). Наочне уявлення про цю залежність можна отримати з наведених нижче графіків (рис. 2.27).

Криві на графіку відображають гіперболічну залежність, яка характеризується рівнянням:

$$y = a + bx^2 + \frac{c}{xL}, \qquad (2.23)$$

де y - видове число;

x - коефіцієнт форми;

L - висота стовбура;

a, b, c - деякі постійні коефіцієнти.

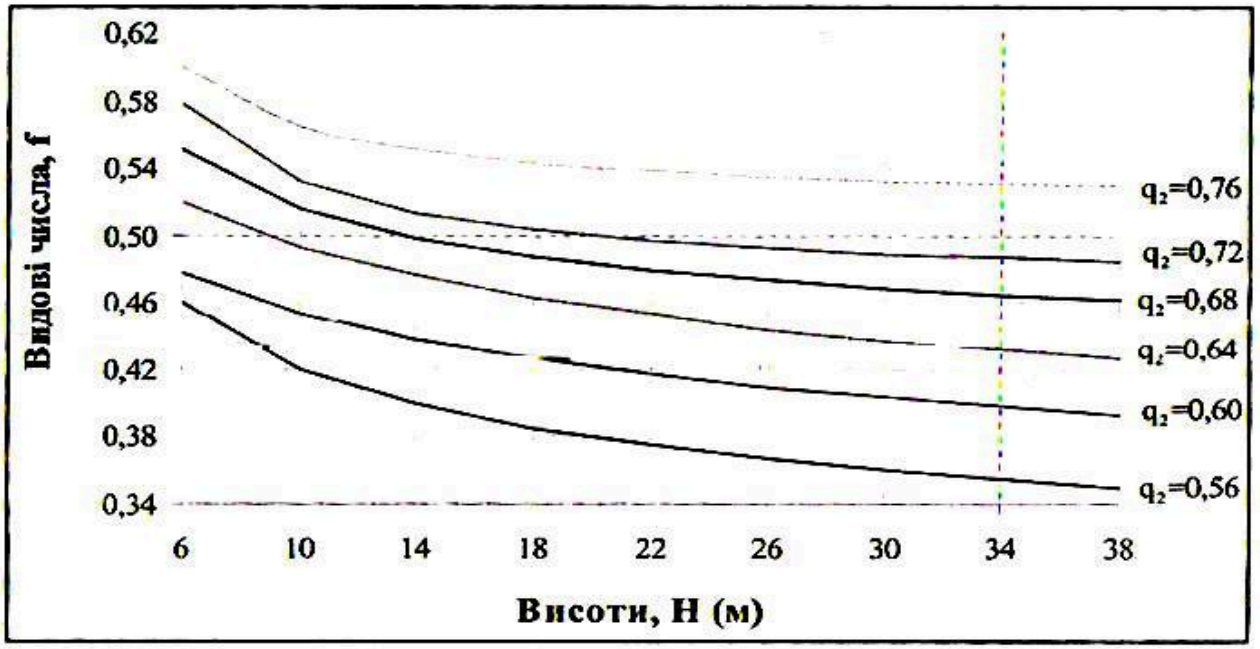


Рис. 2.27. Залежність видових чисел від коефіцієнтів форми і висоти стовбурів

З графіка бачимо, що із збільшенням висоти при постійному коефіцієнті форми видові числа зменшуються, а при постійній висоті зі збільшенням видового числа коефіцієнт форми збільшується.

Австрійський лісівник А.Шиффель, досліджуючи зв'язок зміни видових чисел за висотою і коефіцієнтом форми дійшов висновку, що криві зміни видових чисел виражаються рівнянням, і встановив цифрові параметри для чотирьох порід:

$$f = 0{,}66\, q_2^2 + 0{,}140$$ для смереки (2.24)

Цю формулу він рекомендував для усіх хвойних порід, видове число визначається з високою точністю – ±3%.

Професор Б.А. Шустов запропонував таку формулу для визначення видового числа:

$$f = 0{,}60\, q_2^2 + \frac{1{,}04}{q_2 \cdot H}$$ точність 6 - 9% (2.25)

У 1911 році проф. М.Е. Ткаченко сформулював закон форми деревних стовбурів: при рівних висотах і рівних співвідношеннях діаметра на половині висоти дерева та діаметра на висоті грудей стовбури всіх деревних порід мають приблизно рівні видові числа.

Грунтуючись на таких висновках, проф. М.Е. Ткаченко склав таблицю загальних видових чисел (табл. 2.4) залежно від висоти і коефіцієнта форми q_2. Але ці таблиці не враховують вплив умов місцезростання. Однак при найрізноманітніших поєднаннях усіх природних факторів (клімат, грунт, тип

лісу, порода, густина насадження), при однакових висотах і коефіцієнтах форми видові числа усіх деревних порід виявляються рівними.

Із даних, наведених у таблиці, бачимо, що при однакових висотах із збільшенням коефіцієнта форми збільшуються і видові числа, при однакових коефіцієнтах форми із збільшенням висот видові числа зменшуються. Видові числа залежать від коефіцієнтів форми значно більше, ніж від висоти.

Таблиця 2.4. Загальні видові числа (за М.Е. Ткаченком)

Висота, м	Видове число при коефіцієнті форми					
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
12	0,405	0,438	0,471	0,509	0,550	0,592
14	0,396	0,429	0,463	0,503	0,544	0,587
16	0,389	0,422	0,457	0,498	0,540	0,584
18	0,383	0,417	0,454	0,494	0,537	0,581
20	0,379	0,413	0,450	0,491	0,534	0,579
22	0,374	0,409	0,447	0,488	0,531	0,576
24	0,371	0,406	0,444	0,485	0,529	0,575
26	0,367	0,403	0,441	0,483	0,527	0,575
28	0,364	0,401	0,439	0,481	0,527	0,575
30	0,361	0,399	0,437	0,480	0,525	0,574
32	0,359	0,396	0,436	0,479	0,524	0,573

2.11. Визначення об'ємів стовбурів зрубаних дерев

2.11.1. Методи визначення об'ємів деревини стовбурів та їх частин

Об'єми деревних стовбурів можуть бути визначені фізичними або стереометричними методами. Фізичні методи ґрунтуються на використанні законів фізики. Стереометричні методи ґрунтуються на тому, що стовбур розглядають як правильне стереометричне тіло і його об'єм визначають шляхом обмірів і обчислень. Перші методи дають можливість визначити об'єм стовбура точніше, інші - лише наближено.

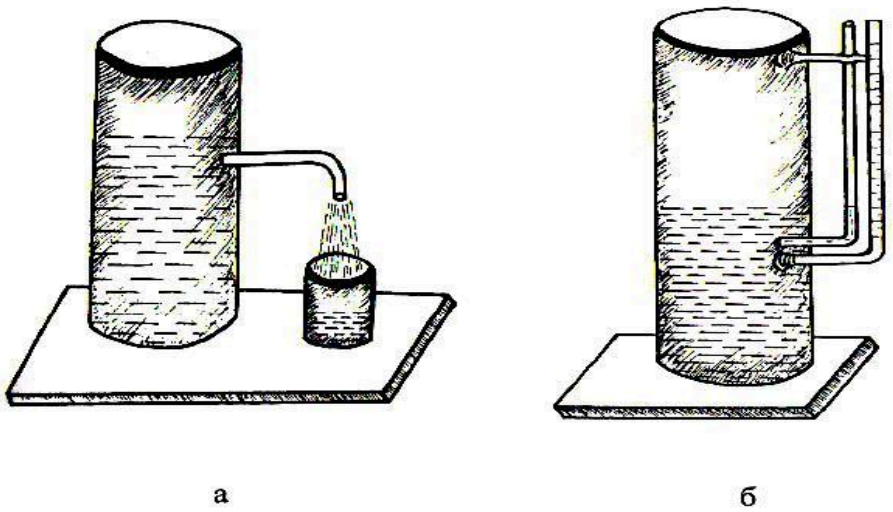
2.11.2. Фізичні методи таксації

Фізичні методи визначення об'єму деревини, засновані на використанні загальнофізичних законів Архімеда, застосовуються звичайно для визначення об'ємів деревини неправильної форми (сучків, гілля, коренів тощо), рідше використовуються для таксації частин дерев нормальної форми.

Ксилометричний метод заснований на відомому законі фізики, що тіло, занурене у рідину, витискає її в об'ємі, що дорівнює об'єму зануреного тіла.

Ваговий метод заснований на другому законі: тіло, занурене в рідину, втрачає у своїй вазі стільки, скільки важить витиснута ним рідина.

Ксилометричний метод для визначення об'єму деревини використовує прилади - ксилометри, у які занурюють деревину, об'єм якої треба визначити. Ксилометри бувають двох типів: з постійним і змінним рівнем води. Вони є металевою циліндричною ємкістю діаметром 50 см і висотою 2 м (рис. 2.26).



а б

Рис. 2.28. Ксилометри з постійним (а) та зі змінним (б) рівнем води

Ксилометр з постійним рівнем у верхній частині має кран або трубку дня зливу води, яка витікає при занурюванні в ксилометр деревини. Перед вимірюванням у прилад наливають воду до верхнього рівня, потім занурюють деревину, витиснуту при цьому воду збирають у ємкості і визначнають її об'єм.

Ксилометр зі змінним рівнем води є циліндром із водомірною скляною трубкою та шкалою з поділками. У ксилометр заливають воду і за шкалою визначають її рівень, потім занурюють досліджувану деревину і роблять другий відлік. Різниця відліків показує об'єм деревини в одиницям, прийнятих за шкалою ксилометра.

Точність визначення об'єму деревини залежить від величини поперечного перерізу ксилометра, при діаметрі 50 см похибка із заокругленням становить 0,0002 м^3. Іншою причиною похибки при визначенні об'єму є всмоктування деревиною води, що залежить від вологості самої деревини і часу її занурювання у воду.

Ваговий метод заснований на використанні гідростатичної ваги. Відрізок деревини стовбура спочатку зважують у повітрі, а потім у воді. Перед занурюванням у воду до деревини прикріплюють металевий вантаж, попередньо зважений у повітрі, а потім у воді. Різниця між масою деревини у повітрі й у воді становитиме масу, яку витиснула деревина. За масою води знаходять об'єм води, який співпадає в цьому випадку з об'ємом відрізка досліджуваної деревини, для якої визначається об'єм.

Об'єм деревини можна отримати діленням ваги деревини **P** на її щільність:

щільність: $W = \frac{P}{V}$, звідки $V = \frac{P}{W}$.

(2.26)

Але щільність деревини величина непостійна і залежить від деревної породи, вологості деревини тощо, тому, використовуючи середню величину щільності, об'єм деревини за цим способом визначається неточно.

Наприклад: вага партії повітряно-сухих березових дров становить 3,9 т. Величина щільності (табл. 2.5) становить 0,65. Об'єм деревини за формулою (2.24) становитиме 3,9/0,65 = 6,0 м3.

Таблиця 2.5. Щільність деревини різних порід

Порода	Щільність деревини			
	Свіжозрубаної		Повітряно-сухої	
	коливання	середня	коливання	середня
Дуб	0,93-1,28	1,11	0,69-1,03	0,76
Ясен	0,70-1,14	0,92	0,57-0,94	0,75
Береза	0,80-1,09	0,95	0,51-0,77	0,65
Сосна звич.	0,38-1,03	0,70	0,31-0,74	0,52
Модрина	0,52-1,00	0,81	0,44-0,80	0,60
Смерека	0,40-1,07	0,74	0,35-0,60	0,45
Липа	0,61-0,87	0,74	0,32-0,59	0,45
Осика	0,61-0,99	0,80	0,43-0,56	0,51

Щоб щільність деревини не ототожнювати з щільністю речовини, яка утворює деревину, її прийнято називати об'ємною вагою. Таким чином, поділивши вагу деревини P на об'ємну вагу W, отримаємо об'єм зваженої деревини V.

2.11.3. Форма поздовжніх перерізів стовбурів дерев

Стовбур дерева, як і окремі його частини, мають деяку подібність із правильними стереометричними тілами. Тому для визначення об'єму стовбура дерева стереометричними методами необхідно знати його форму. Дослідження форми стовбурів показали, що стовбур доволі симетричний, однак не є правильним стереометричним тілом і лише подібний до деяких правильних стереометричних тіл обертання. Дослідження кривих твірних стовбурів довели, що вони неправильні та непостійні.

Форма стовбура непостійна і залежить від біологічних особливостей породи, віку і лісорослинних умов. Якщо дерева, що ростуть поодиноко на відкритому просторі, дещо подібні до конуса, то дерева у густому лісі стають подібнішими до циліндрів, особливо в середній частині. Стовбури хвойних порід відрізняються більш правильною формою, ніж стовбури листяних. Стовбури смереки серед хвойних виділяються найбільшою циліндричністю, але, разом із тим, вони мають в основі потовщення, яке називають кореневими напливами. Зі збільшенням віку стовбур очищається від гілля і набуває більш правильної форми.

Якщо стовбур дерева уявити розсіченим уздовж серцевини площиною, то в перерізі отримаємо фігуру, яка відокремлена кривою, так званою твірною стовбура. На окремих ділянках стовбура форма кривої зовні відрізняється: у відземковій частині крива має увігнуту форму, у середній частині – форму,

близьку до прямої, а на переважаючій верхній частині – слабо опуклу. Ці ділянки стовбура можна прирівняти до правильних стереометричних тіл обертання. Вивчення поперечного перерізу стовбура показало, що він не є кругом, тому, розглядаючи стовбур як тіло обертання, допускають деяку умовність.

Насправді увесь цілий стовбур не схожий на жодне з правильних тіл обертання. Тому краще розглядати форму не цілого стовбура, а його окремих частин. Нижню відземкову частину стовбура можна розглядати як нейлоїд, центральну, тобто середню, частину - як циліндр, ще вище форма стовбура наближається до форми зрізаного параболоїда II порядку, а вершинна частина - до форми конуса (рис. 2.29).



Рис. 2.29. Форма твірної деревного стовбура, прирівнена до правильних стереометричних тіл обертання.

Допускаючи таке схематичне розчленування стовбура дерева, можна було б визначити об'єм кожної його частини за відомими в стереометрії формулами і, додавши їх, отримати загальний об'єм стовбура.

Загальне рівняння твірної кривої стовбура дерева має такий вигляд:

$$y^2 = A * x^m, \qquad (2.27)$$

де у - радіус поперечного перерізу;

А - параметр, що визначає розмір кривої;

х - відстань між перерізом та вершинкою кривої;

m - показник степеня, який характеризує форму кривої.

Об'єми правильних тіл обертання визначають за такими формулами:

$$V_ц = g_0 * L \qquad y^2 = A, \qquad (2.28)$$

$$V_{пар} = g_0 * L/2\, y^2 = A*x, \qquad (2.29)$$

$$V_{кон} = g_0 * L/3\, y^2 = A*x^2, \qquad (2.30)$$

$$V_{ней} = g_0 * L/4\, y^2 = A*x^3, \qquad (2.31)$$

Практично виконати таке розчленування стовбура дуже важко через відсутність чіткої межі між цими частинами стовбура.

Хоча стовбур доволі симетричний, однак його об'єм не може бути визначений за цими формулами, тому що вони дають великі помилки.

На практиці таке розчленування стовбура незручне, тому що вимагає значного часу для обмірів і обчислень, у зв'язку з цим шукають такі узагальнені формули, які дають точні результати при обчисленнях об'єму будь-якого із

названих тіл обертання. Тобто ці формули повинні однаково підходиш до циліндра, параболоїда, конуса і нейлоїда.

2.11.4. Гіпотеза П. Козіцина

Ботанік С. Швендер при дослідженнях несучих органів однорічних і багаторічних рослин виявив, що форма стебел наближається до форми бруса рівновеликого опору. Така форма стебел дозволяє рослинам досягати найбільшої міцності при найменших витратах органічної речовини.

К. Метцґер (1898) розвинув цю теорію і при дослідженнях стовбурів ялини вивів формули для визначення розмірів стовбурів. Він вважав зміну тиску вітру, який діє на крону дерева, прямо пропорційною зміні квадрата її базису і висоті, якщо крона має форму трикутника.

Таксатор-практик П.Д. Козіцин (1909), вивчаючи форму стовбурів дерев, дійшов висновку, що їх формування відбувається за законами будівельної механіки як бруса рівного опору, який створений з найменшою витратою матеріалу для протиставлення вивертаючій силі вітру, направленій на точку прикладання сили у центрі крони. Звідси, за висновком, куби діаметрів стовбурів, заміряних на різній відстані від точки прикладання сили**,** повинні бути пропорційні відстані до точки прикладання вивертаючої сили,тобто

$$d_1^3 : d_2^3 : d_3^3 : \ldots : d_n^3 = l_1 : l_2 : l_3 : \ldots : l_n , \qquad (2.32)$$

де $\mathbf{d_1, d_2, d_3, \ldots, d_n}$ **–** діаметри стовбура на відповідних перерізах;

$l_1, l_2, l_3, \ldots, l_n$ – відстань від точки прикладання сили до вказаних діаметрів.

П.Д. Козіцин вважав пропозицію К. Метцгера доцільною лише стосовно без'ядерних деревних стовбурів, а стовбури ядрових деревних порід побудовані за законами повного бруса рівного опору, тому він уточнив показники степенів діаметрів для ядрових порід у такому співвідношенні:

$$d_1^{4,5} : d_2^{4,5} : d_3^{4,5} : \ldots : d_n^{4,5} = l_1 : l_2 : l_3 : \ldots : l_n$$

Порівняння даних, отриманих за наведеними співвідношеннями, і фактичних обмірів діаметрів показало, що повного узгодження не буває, особливо у відземковій і вершинній частинах стовбура.

Деякі дослідники, які вивчали форму стовбура, вважали, що головним фактором у формуванні стовбурів є їх власна вага і вага крони, а не згинаюча сила вітру. Також вважали, що деревний стовбур є складовою частиною живого організму і на формування стовбура впливає анатомічна будова, фізіологічні процеси та інше.

2.11.5. Визначення об'єму стовбура за простою формулою серединного перерізу

Для визначення об'єму стовбура зрубаного дерева його форму прирівнюють до форми параболоїда. Але дерево має при основі прикореневі напливи (потовщення) і, як наслідок, відрізняється від форми параболоїда. Тобто формулу $\mathbf{V_{ст} = (g/2)*L}$ неможливо застосувати в такому вигляді для визначення

об'єму стовбура тому, що обчислення за нею будуть давати значну систематичну похибку зі знаком плюс.

Використовуючи відому властивість параболоїда про те, що площа його перерізу прямо пропорційна висотам, і зробивши переріз на середині висоти параболоїда, можна записати наступне:

$$g_0 : \gamma = L : \frac{L}{2} = 2:1,$$

де **γ** - площа перерізу параболоїда на середині його висоти.

Звідси випливає, що $g_0 = 2\gamma$ і замінивши у формулі об'єму параболоїда площу основи g_0 цим виразом, отримаємо:

$$V = \gamma L. \qquad (2.33)$$

Таким чином, об'єм параболоїда рівний об'єму циліндра, висота якого дорівнює висоті параболоїда, а площа перерізу дорівнює площі перерізу параболоїда на середині його висоти.

Щоб визначити об'єм стовбура за цією формулою, необхідно площу перерізу посередині стовбура помножити на довжину стовбура.

Наприклад: довжина стовбура дорівнює 25 м, діаметр на середині стовбура 24,7 см. За величиною цього діаметра площа перерізу, визначена за таблицями, дорівнює 0,0475 м^2. Об'єм стовбура дорівнює:

$$V = \gamma * L = 0.0475*25 = 1{,}1875 \text{ м}^3$$

У лісовій таксації ця формула дістала широке розповсюдження і відома під назвою **проста формула серединного перерізу**. Вперше вона була застосована німецьким лісівником Губером, тому її називають **простою формулою Губера**.

Формула серединного перерізу застосовується також для визначення об'ємів безвершинних стовбурів і круглих лісоматеріалів. Вона дає точніші результати тоді, коли форма стовбура дерева наближається до форми параболоїда. Дослідження показали, що використання цієї формули для визначення об'єму цілого стовбура дає систематичну помилку в межах 5-25%, середня помилка сягає ±10-12%, переважно вона занижує дійсні об'єми.

Не зважаючи на простоту цієї формули, вона не застосовується для визначення об'ємів стовбурів цілих дерев. Але її можна використовувати для визначення об'ємів коротких відрізків стовбурів (двометрових секцій тощо).

Для підвищення точності знаходження об'єму стовбура запропоновано відокремити від стовбура вершину. Для визначення об'єму хлиста, який ми отримали, використовуються два перерізи – у товстому і тонкому кінцях. Об'єм цілого стовбура складається в такому випадку з об'єму хлиста й об'єму вершини:

$$V = \frac{g_0 + g_n}{2} \cdot L_1 + V_{верш.}, \qquad (2.34)$$

де g_0 - площа поперечного перерізу основи стовбура дерева, м^2;

g_n - площа поперечного перерізу хлиста в тонкому кінці, м^2;

L_1 - довжина хлиста, м;

$V_{верш.}$ - об'єм вершини, м^3.

Об'єм вершини обчислюється за формулою конуса:

$$V_{верш.} = \frac{1}{3} g_n * l, \quad (2.35)$$

де $\mathbf{g}_n$ - площа поперечного перерізу основи вершини, м^2;

l - довжина вершини, різниця між довжиною стовбура і хлиста, м.

2.11.6. Проста формула середнього перерізу (Смаліана)

Для цілих стовбурів дерев спрощена формула Смаліана має такий вигляд:

$$V = \frac{g_0}{2} \bullet L \quad (2.36)$$

де $\mathbf{g}_0$ - площа поперечного перерізу основи стовбура дерева, м^2;

L - довжина стовбура, м.

Помилка визначення об'єму цілого стовбура за цією формулою становить 7-10%. Вона в основному завищує дійсні об'єми за рахунок прикореневих напливів.

Для підвищення точності знаходження об'єму стовбура дерева пропонується відокремлювати від стовбура вершину і для визначення об'єму цього хлиста використовувати перерізи у товстому і тонкому кінцях. Об'єм цілого стовбура дерева вже буде складатися з об'єму хлиста й об'єму вершинки:

$$V = \frac{g_0 + g_n}{2} \bullet L_1 + V_{верш.}, \quad (2.37)$$

де $\mathbf{g}_0$ - площа поперечного перерізу основи хлиста (у товстому кінці), м^2;

$\mathbf{g}_n$ - площа поперечного перерізу в кінці хлиста (в тонкому кінці), м^2;

$\mathbf{L_1}$ - довжина хлиста, м;

$\mathbf{V_{верш.}}$ - об'єм вершини, м^3.

Щоб прикореневі напливи не впливали на точність визначення об'єму стовбура **Цвіккі і Гаусс** запропонували внести корективи у формулу Смаліана та здійснювати вимірювання діаметрів на відносних висотах, формула Цвіккі-Гаусса набуває вигляду:

$$V = \frac{g_{0,2} + g_{0,8}}{2} \bullet L \quad (2.38)$$

де $\mathbf{g}_{0,2}$ - площа поперечного перерізу на 0,2 довжини стовбура;

$\mathbf{g}_{0,8}$ - площа поперечного перерізу на 0,8 довжини стовбура.

Помилка визначення об'єму цілого стовбура за цією формулою становить в середньому ±6-8%, звичайно з додатним знаком за рахунок завищення площ перерізів, які обчислюються за формулою круга.

2.11.7. Проста формула трьох перерізів (Рікке-Сімпсона)

Об'єм стовбура знаходиться як сума об'ємів хлиста і вершини. Для підвищення точності формули об'єм хлиста обчислюють із використанням діаметрів у нижньому, верхньому відрізках та на середині хлиста:

$$V = (g_0 + 4\gamma + g_n) \cdot \frac{L_1}{6} + V_{верш.} \quad (2.39)$$

Для цілого стовбура у спрощеному вигляді формула набуває такого вигляду:

$$V = \frac{g_0 + 4\gamma}{6} \cdot L. \quad (2.40)$$

Помилка при визначенні об'єму для цілого стовбура становить ±5-8% і переважно завищує дійсні об'єми стовбурів.

2.11.8. Визначення об'єму стовбура за іншими простими стереометричними формулами

Численні дослідження різних авторів щодо визначення об'ємів стовбурів розрахунковим методом з мінімальною кількістю обмірів діаметрів стовбура й отримання точних результатів призвели до впровадження у теорію лісової таксації багатьох простих формул, серед яких найвідомішими є наступні:

1. Губера $V = \gamma * L$
2. Смаліана $V = L*(g_0*L)/2$
3. Рікке-Сімпсона $V = L*(g_0 + 4\gamma)/6$
4. Цвіки-Гаусса $V = L*(g_{0,2} + g_{0,8})/2$
5. Госфельда $V = 0{,}75g_{1/3}*L$ (2.41)
6. Гайера $V = 0{,}73g_{0,34}*L$ (2.42)
7. Інсона $V = 0{,}71g_{0,33}*L$ (2.43)
8. Петріні $V = 0{,}781g_{0,33}*L$ (2.44)
9. Тюріна $V = 0{,}67g_{0,25}*L$ (2.45)
10. Вліте $V = 0{,}64*d_{0,25}*d_{0,5}*L$ (2.46)
11. Шустова $V = 0{,}534*d_{1/3}*d_{1/3}*L$ (2.47)
12. Орлова $V = L*(g_{1/6} + \gamma + g_{5/6})/3$ (2.48)
13. Сімоні $V = L*(2g_{1/4} - g_{1/2} + 2g_{3/4})/3,$ (2.49)

де **V** - об'єм стовбура, м^3;

d - діаметри на відносних висотах, см;

$\mathbf{d_{1,3}}$ - діаметр на відстані 1,3 м від кореневої шийки стовбура, см;

g - площа поперечного перерізу на відносній висоті, м^2;

γ - площа поперечного перерізу на середині довжини стовбура, м^2;

L - довжина стовбура, м.

Помилки визначення об'ємів стовбурів за цими формулами становлять ±5-12%, інколи вони можуть досягати ±25%, тому для визначення об'ємів цілих стовбурів прості стереометричні формули застосовувати не слід. їх бажано використовувати для обчислення об'ємів сортиментів або частин стовбура.

2.11.9. Складні формули для визначення об'ємів

Точніше об'єми стовбурів дерев визначаються за складними формулами. Кожній простій формулі відповідають складні. За простими формулами визначаються об'єми окремих секцій стовбура певної довжини, потім об'єм вершини. Додаванням цих отриманих даних знаходиться об'єм цілого стовбура. Застосування секцій меншої довжини при визначенні об'ємів стовбурів дає точніші результати внаслідок того, що коротші секції стовбура дерева за своєю формою більше наближаються до форми правильних тіл обертання.

У практиці лісової таксації стовбур дерева поділяється на секції однакової довжини. При довжині стовбура більше 15 м приймаються двометрові секції, при меншій довжині або для отримання точніших результатів стовбур дерева поділяється на метрові секції.

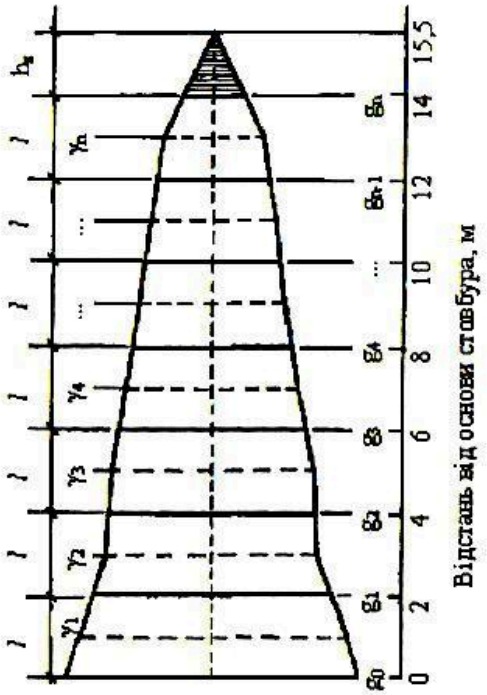


Рис. 2.30. Схема розмітки стовбура для визначення об'єму стовбура за складними формулами

Для визначення об'єму стовбура за **складною формулою серединних перерізів (Губера)** стовбур ділять на секції однакової довжини. При використанні двометрових секцій перша міститься між основою стовбура і його другим метром, друга - між другим і четвертим метрами і т.д., а середини цих двометрових секцій розміщені відповідно на першому, третьому, ... метрах. Верхня частина стовбура - це його вершина, її довжина, звичайно, менша за прийняту двометрову секцію (див. рис. 2.22). Об'єм кожної секції визначається за простою формулою серединних перерізів, а об'єм цілого стовбура - як сума об'ємів усіх секцій і вершини.

$$V_1 = \gamma_1 * l;\ V_2 = \gamma_2 * l;\ V_3 = \gamma_3 * l;\ \ldots\ V_{верш.} = 1/3 g_0 * h.$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \ldots + V_n + V_{верш.} = \gamma_1 * l + \gamma_2 * l + \gamma_3 * l + \ldots \gamma_n * l + V_{верш.}$$

Після спрощення складна формула серединних перерізів набуває такого вигляду:

$$V = (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \ldots + \gamma_n) * l + \frac{g_n \cdot h}{3}. \quad (2.50)$$

де $\gamma_1 \ldots \gamma_n$ - площа поперечного перерізу серединсекцій, м^2;

l - довжина секці, м;

g_n - площа поперечного перерізу основи вершини, м2;

h - довжина вершини, м.

Точність визначення об'єму стовбура за складною формулою серединного перерізу становить ±2-3%, у переважній більшості занижує об'єми. Ця формула є основною для визначення об'єму цілого стовбура не тільки при науково-дослідних роботах, але й на виробництві для визначення об'єму стовбурів без вершин і довгих колод, і тому має широке практичне використання.

Об'єм стовбура зрубаного дерева **за складною формулою середніх перерізів** визначається як сума об'ємів окремих секцій, визначених за простою формулою **Смаліана** та об'єму вершини.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \ldots + V_n + V_{верш.}$$

$$V_1 = \frac{g_0 + g_1}{2} \cdot l \qquad V_2 = \frac{g_1 + g_2}{2} \cdot l \qquad V_3 = \frac{g_2 + g_3}{2} \cdot l \qquad V_n = \frac{g_{n-1} + g_n}{2} \cdot l$$

де g_i - площі поперечного перерізу відповідних кінців секцій;

l - довжина секцій.

У загальному вигляді складна формула Смаліана має такий вид:

$$V = \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + g_3 + \ldots + g_{n-1}\right) * l + V_{верш.} \quad (2\text{-}51)$$

При дуже точних роботах використовують **складну формулу Рікке-Сімпсона**, яка має такий вигляд:

$$V = (g_0 + g_n + 2(g_1 + g_2 + g_3 + \ldots + g_{n-1}) + 4(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \ldots + \gamma_n)) * l/6 + V_{верш.} \quad (2\text{-}52)$$

Ця формула є найточнішою, і помилка її становить близько ±1%, що пояснюється точнішим визначенням об'єму відземкової частини стовбура.

Помилки, які виникають при таксації стовбура із застосуванням математичних формул, зумовлюються ступенем відхилення деревних стовбурів і його частин від форми правильних стереометричних тіл обертання. Тому застосування секційних формул дає більшу точність порівняно з простими формулами.

Перевірка показала, що точність секційних формул в середньому становить ±1%, що задовольняє найвищі вимоги, тому вони знайшли широке застосування у практиці лісового господарства.

Перевірка точності простої формули серединного перерізу як найбільш простої і зручної показала, що помилки бувають різні і залежать від деревної

породи та індивідуальної особливості форми стовбурів. Найкращі результати отримуються, якщо стовбури мають середню форму (q_2 = 0,70) і висоту 20-25 м. При таксації збіжистих стовбурів формула занижує дійсні об'єми, і навпаки - при визначенні об'ємів повнодеревних стовбурів помилки отримуються з додатним знаком.

Численні дослідження авторів з перевірки точності простої формули серединного перерізу виявили, що помилки при застосуванні цієї формули залежать перш за все від наближення форми окремих деревних стовбурів до форми параболоїда II порядку. Кращі результати отримуються для стовбурів дерев без кори, а також для дерев з рівномірною товщиною кори вздовж усього стовбура (смерека, ялиця, бук та інші). Помилки зростають для стовбурів, які мають потовщення кори у відземковій частині і різке зменшення товщини у напрямі до вершини (сосна, модрина). Для окремих стовбурів помилки коливаються в межах 15-20%, але інколи можуть досягати і більш значних величин.

Питання для самоперевірки

1. На які основні частини поділяється дерево?
2. Які основні таксаційні показники дерева, як вони позначаються і у яких одиницях та з якою точністю вимірюються?
3. Як вимірюються діаметри дерев?
4. З яких частин складається мірна вилка і яким вимогам вона повинна відповідати?
5. Як здійснюється розмітка мірної вилки?
6. Як здійснюється вимірювання діаметрів?
7. Які існують прилади для вимірювання діаметрів?
8. Якими приладами вимірюють діаметри ростучих дерев на недосяжних для безпосереднього вимірювання висотах?
9. Форма поперечних перерізів стовбурів та способи її визначення.
10. На яких принципах базуються конструкції висотомірів?
11. Які висотоміри базуються на тригонометричному принципі? Як визначаються висоти дерев і з якою точністю?
12. Висотоміри, що базуються на геометричному принципі.
13. Висотоміри, що базуються на оптичному принципі.
14. Як вимірюється висота дерева за допомогою мірної вилки?
15. Дзеркальний реласкоп Біттерліха, його застосування і точність вимірів.
16. Збіг стовбура та його види.
17. Коефіцієнти і класи форми, їх визначення.
18. Яким показником характеризується повнодеревність стовбура і як він визначається?
19. Які видові числа визначаються іншими шляхами?
20. Які взаємозв'язки видових чисел з коефіцієнтами форми?
21. Використання видових чисел у лісогосподарській практиці.

22. Твірна стовбура дерева та її апроксимація.
23. Теорії формоутворення стовбурів дерев.
24. Форма повздовжніх перерізів стовбурів дерев.
25. Прості стереометричні формули для визначення об 'єму стовбура, їх точність та застосування.
26. Складна формула серединних перерізів.
27. Складна формула середніх перерізів.
28. Складна формула трьох перерізів.
29. Фізичні способи визначення об'єму деревини, їх застосування і точність.
30. Ваговий метод визначення об 'єму деревини.

3. ТАКСАЦІЯ РОСТУЧИХ ДЕРЕВ ТА ЇХ СУКУПНОСТЕЙ

3.1. Наближене визначення об'єму стовбура зростаючого дерева

3.1.1. Визначення об'єму стовбура за основною формулою об'ємів

На виробництві інколи потрібно визначати об'єми ростучих дерев. Окомірне визначення об'ємів вимагає практичного досвіду, спричиняє певні труднощі у виконавців і супроводжується суттєвими помилками.

При можливості вимірювання діаметрів ростучих дерев на різних висотах їх об'єми можна було б визначати значно точніше за допомогою стереометричних формул.

Внаслідок того, що ростучі дерева не можуть обмірюватися на різних висотах так само, як зрубані, доводиться обмежуватися найпростішими обмірами, хоч це супроводжується зменшенням точності результатів. Способи обміру ростучих дерев базуються на вченні про форму стовбурів дерев. **У** цьому відношенні вже розглянуті такі показники стовбуря як збіг, коефіцієнти форми і видові числа.

Практичне значення видових чисел полягає, головним чином, у тому, що за їх допомогою можна визначити об'єми стовбурів за об'ємами циліндрів.

Якщо: $\boldsymbol{f} = \frac{V_{ст.}}{V_{ц.}} = \frac{V_{ст.}}{g_{1,3}H}$, то $\boldsymbol{V_{ст.} = g_{1,3}H*f}$ (3.1)

Це основна формула лісової таксації для визначення об'єму стовбура.

Для визначення об'ємів стовбурів за цією формулою необхідно виміряти діаметри на висоті грудей та висоти дерев, а видові числа визначити за однією з раніше розглянутих нами формул або за таблицями проф.Ткаченка**.** Об'єми стовбурів визначаються наближено.

Наприклад, треба визначити об'єм стовбура сосни, що характеризується діаметром $\mathbf{d_{1,3}}$ - 36,0 см і висотою **h** = 24 м. Об'єм циліндра буде дорівнювати $\mathbf{V_{ц.}}$ = 0,1018*24=2,44 м^3. За таблицями Ткаченка визначаємо, що при середньому коефіцієнті форми $\mathbf{q_2}$=0,66 видове число дорівнює **f=**0,452, звідси об'єм стовбура буде рівний $\mathbf{V_{ст.}}$ = 2,443*0,452 = 1,106 м^3.

Об'єм стовбура, визначений у такий спосіб, буде так чи інакше приблизним, оскільки він визначений за середнім коефіцієнтом форми.

Відомо, що $\mathbf{q_2}$ у складі насадження коливається в середньому у межах ± 5%, а видове число дещо більше, то як наслідок, об'єм стовбура обчислений за середнім коефіцієнтом форми, може мати середню помилку не менше 5-6%, а максимальна помилка може сягати 15-18%.

Користуючись видовими числами, таблицю об'ємів циліндрів можна перетворити у таблицю об'ємів стовбурів. Для цього слід використати середній коефіцієнт форми для кожної деревної породи та за його значенням для різних висот визначити видові числа. Ці видові числа і використовуються для перерахування об'ємів циліндрів в об'єми стовбурів. Таким чином, отримується таблиця об'ємів стовбурів для певної деревної породи при середньому коефіцієнті форми.

Такі таблиці можна скласти для різних деревних порід, прийнявши середні коефіцієнти **форми для** сосни 0,67, смереки, ялиці - 0,70, дуба -0,68, бука - 0,66, берези - 0,66, осики - 0,70. Ці таблиці називають об'ємними таблицями з двома входами: один вхід – діаметр $\mathbf{d_{1,3}}$, другий – висота Н.

Якщо такі таблиці скласти для кожної породи, застосовуючи декілька коефіцієнтів форми (наприклад низький, середній і вищий), то отримаємо таблиці з трьома невідомими, бо об'єми стовбурів у таких таблицях будуть вже залежати від трьох показників: від діаметра на висоті грудей ($\mathbf{d_{1,3}}$), висоти (Н) і від коефіцієнта форми ($\mathbf{q_2}$).

3.1.2. Наближені формули для визначення об'ємів ростучих дерев

Ґрунтуючись на формулі $V_{cm.} = g_{1,3}*h*f$, німецький лісівник Денцін вивів спрощену формулу для наближеного визначення об'єму ростучого дерева. Він припустив, що добуток $hf = \frac{\pi d^2}{4} = 12{,}74$ (що справедливо при h = 26 м і f = 0,5), тоді формула набуває такого вигляду:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{40}{\pi} = 10d^2.$$

А оскільки діаметри вимірюються в сантиметрах, тобто в 0,01 м, то d^2 = 0,0001 м. Підставивши це значення до попередньої формули об'єму стовбура отримуємо:

$$V = 10d^2*0{,}0001 = 0{,}001d_{1,3}^2.$$

(3.2)

Щоб визначити об'єм ростучого дерева, треба виміряти діаметр на висоті 1,3 м в сантиметрах, піднести його до квадрата, у добутку відокремити три десяткових знаки справа наліво й отримати об'єм стовбура у кубічних метрах.

За дослідженнями Денціна, ця формула справджується для стовбурів сосни, які мають висоту 30 м, смереки – 26 м, ялиці – 25 м, дуба, бука – 26 м. На кожний метр різниці від базової висоти стовбура треба вносити поправку в отриманий за формулою об'єм: для сосни, ялини, ялиці – ±3%, дуба і бука –

±5%, причому при більшій висоті поправка вводиться зі знаком“+”, і зі знаком “-” при меншій.

Наведена формула не дає великої точності і тому може бути застосовуватися лише для наближеного визначення об'єму стовбура.

Сподіваючись уточнити приблизні формули, Н.Н.Дементьєв запропонував формулу, яка включає, крім $d_{1,3}$ ще й висоту стовбура. Встановивши, що при q_2=0,65 видове число може бути прийнятим за 0,425, він підставив цю величину до загальної формули об'єму ростучого дерева й отримав:

$$V_{ст.} = ghf = \frac{\pi d^2}{4} H 0.425 = \frac{3{,}14 \cdot 425 d^2 h}{4} = 0{,}333 d^2 h = d^2 * \frac{H}{3}$$

Тобто $V = d^2 * \frac{H}{3}$ (3.3)

Для стовбурів, які мають інші коефіцієнти форми, у формулу до висоти стовбура вноситься поправка у розмірі 3 м висоти на кожні 0,05 відхилення коефіцієнта від прийнятого автором, якщо коефіцієнт більший від середнього, то поправка вноситься зі знаком "плюс" і навпаки. Так, для стовбурів, у яких q_2=0,70, поправка становить +3 м, при q_2=0,75 поправка вже становить +6 м, а при q_2=0,60 поправка вноситься зі знаком мінус, тобто -3 м. Формула набуває вигляду:

$$V = d_{1,3}{}^2 \times \left(\frac{h \pm 3}{3} \right)$$ (3.4)

Порівняння об'ємів, отриманих за цією формулою, з даними об'ємних таблиць показало, що значення об'ємів майже співпадають.

Проф. Шустов, вивчаючи форму деревних стовбурів на великому фактичному матеріалі, знайшов, що в формулі V = g*h*f добуток " g*f " можна замінити величиною 0,534 $d_{1,3}d_{1/2}$ і, відповідно до цього, запропонував формулу:

$$V = 0{,}534 * d_{1,3} * d_{1/2} * h,$$ (3.5)

Ця формула дає точніші результати, ніж проста формула серединних перерізів.

Проф. Третьяков, вважаючи, що в більшості випадків на долю верхньої частини стовбура припадає близько 1/5 об'єму стовбура, вирішив при виведенні формули об'єму стовбура використовувати діаметри, які характеризують нижню частину стовбура:

$$V = 0{,}00005795 * h * d_{1/4} * \sqrt{d_{1/4}} * d_{1/2}.$$ (3.6)

У цій формулі діаметри виражаються у сантиметрах, а висоти стовбура - у метрах.

У 1951 році лісівник І.Чащин, використовуючи об'ємні таблиці різних авторів (Тюрін, Товстолес, Захаров, Шустов та ін.), запропонував формулу для наближеного визначення об'ємів стовбурів ростучих дерев:

$$V = d_{1,3}{}^2 (0.33h + 1.1)$$ (3.7)

Ця формула, за твердженням автора, може бути використана для визначення об'ємів стовбурів сосни, смереки, берези, вільхи, дуба, осики, починаючи з висоти 12 м та вище. Точність визначення об'ємів не перевищує ±4-10%.

Інший автор, Н.НЛіванов, досліджуючи форму стовбурів дерев і порівнюючи їх з правильними тілами обертання, запропонував формулу:

$$V = 0.37\, d_{1.}32\, h \qquad (3.8)$$

Ця формула даї результати близькі до попередньої формули.

М.П.Анучін запропонував для визначення об'єму стовбурів використовувати номограму, для чого необхідно знати $d_{1,3}$, h, q_2.

Приблизно визначити об'єми ростучих дерев можна за масовими об'ємними таблицями за діаметром дерева на висоті грудей і висотою, а також ще і за формою стовбура, тобто за таблицями з двома або трьома входами.

Знаючи середні величини коефіцієнтів форми q_2, можна за формулами або за таблицями М.Е. Ткаченка знайти видові числа f для стовбурів різних розмірів. Помноживши ці видові числа на відповідні об'єми циліндрів, отримують об'єми стовбурів дерев різних розмірів. Такі обчислення можна звести у таблиці для визначення об'ємів стовбурів.

3.1.3. Визначення об'єму сучків і кори

При визначенні об'єму ростучого дерева інколи потрібно визначити об'єм стовбура, сучків та кори. Об'єм сучків при точних дослідженнях на зрубаних деревах можна визначити фізичними способами вимірювання. У таксаційній практиці об'єм сучків ростучих дерев визначається за масовими таблицями, у яких об'єм сучків дається у відсотках стосовно об'єму стовбура (таблиці збігу).

Відсоток об'єму сучків зі збільшенням коефіцієнта форми стовбура дерева однієї і тієї ж породи зменшується. Зі збільшенням діаметра дерев при одній і тій самій висоті спостерігається збільшення відсотка об'єму сучків.

У зрубаних дерев об'єм кори може бути визначений як різниця між об'ємом стовбура у корі і об'ємом без кори.

При таксації ростучих дерев користуються масовими таблицями, у яких об'єм стовбура наводиться у корі та без кори. Об'єм кори, як і об'єм сучків, часто виражається у відсотках від об'єму стовбура у корі (табл. 3.1)

Таблиця 3.1. Залежність між діаметром дерева і відсотком кори

Порода	Відсоток кори при діаметрі на 1.3 м						
	16	20	24	28	32	36	40
Дуб	21	21	19	17	17	16	16
Сосна	13	13	13	13	12	12	12
Смерека	11	11	10	10	10	10	9

Середній відсоток кори від об'єму стовбура у корі становить :

сосна	13	смерека	10
дуб	18	береза	15

вільха	8	осика	14
липа	14		

Із погіршенням лісорослинних умов відсоток кори дещо збільшується.

Зі збільшенням коефіцієнта форми при тих самих висотах і діаметрі відсоток кори зменшується. Багато дослідників і практиків відзначають, що зі збільшенням діаметра дерева відсоток кори зменшується.

3.2. Масові таблиці об'ємів стовбурів

3.2.1. Поняття про масові об'ємні таблиці

У практиці ведення лісового господарства сьогодні все частіше доводиться мати справу з таксацією не окремого дерева, а сукупності дерев, які об'єднуються у порівняно однорідні за розмірами і формою стовбурів групи. Тому для таких однорідних груп застосовують метод середніх величин об'ємів стовбурів, отриманих з великої кількості вимірів, при цьому загальний запас сукупності дерев визначається вже не як сума об'ємів окремих дерев, обчислених математичними способами, а шляхом визначення їх за готовими таблицями, які називають масовими, або об'ємними.

Такі таблиці вже складені для основних деревних порід в залежності від діаметра на висоті грудей, висоти і форми стовбура. У лісовій таксації їх прийнято називати таблицями з трьома входами, а таблиці, складені за висотою і діаметром - таблицями з двома входами. Масові таблиці складаються на основі матеріалів обмірів великої кількості дерев для кожної деревної породи. Об'єми кожного дерева обчислюються за складною формулою серединного перерізу, або, як її ще прийнято називати, за складною формулою Губера.

Всі масові таблиці поділяються на загальні та місцеві. Якщо при складанні таблиць були використані матеріали, які були зібрані у лісах визначеного району, наприклад регіон, область, держлісгосп, то такі таблиці називають місцевими. Таблиці, які побудовані на матеріалах, отриманих при дослідженнях з великої лісової території, називають загальними масовими таблицями. Але слід відзначити, що таблиці, складені для невеликого регіону, дають більшу точність при визначенні запасів сукупності окремих дерев, тому знайдуть ширше застосування у практиці ведення лісового господарства.

Масові таблиці об'ємів деревних стовбурів є рядом цифрових даних, що розміщені у певній послідовності, за якими визначаються середні об'єми стовбурів для різних деревних порід за трьома входами: діаметром на висоті грудей, висотою стовбура та його формою або повнодеревністю.

3.2.2. Методи складання масових об'ємних таблиць

На основі співвідношень основних таксаційних показників для визначення об'єму стовбура існуючі масові таблиці об'ємів поділяються на такі види.

Баварські масові таблиці. Ці таблиці з'явилися в 1846 році і були першими за часом їх складання. Матеріалом для побудови були дані обміру в лісах Баварії більше сорока тисяч стовбурів різних деревних порід. Матеріали досліджень

були статистично оброблені, визначено середні величини з наступним їх згладжуванням, яке здійснювалося графічним способом.

Матеріали досліджень у процесі їх обробки групувалися за породами, діаметрами на висоті грудей, висотами і віковими категоріями: середньовікові – до 60 років, пристигаючі – 60-90 років, стиглі – більше 90 років. Спочатку були розроблені таблиці для середніх видових чисел за вищенаведеним групуванням, за допомогою яких об'єми стовбурів визначалися за описаною вище формулою: $V = g*h*f$.

При таксації групи дерев на площі однорідних ділянок лісу немає необхідності вимірювати висоти кожного окремого дерева. Використовуючи закономірності співвідношень між діаметрами і висотами, на основі вимірів висот дерев для кожного ступеня товщини будуємо графік висот, за яким визначаємо висоти для кожного окремого ступеня товщини. Це дає змогу спростити використання таблиць такого типу.

На основі даних переліку дерев кожної породи за ступенями товщини і ступенями висот, взятих з побудованої кривої висот, визначаємо запаси цієї сукупності дерев за масовими таблицями об'ємів.

Питомі масові таблиці А. Крюденера були складені протягом 1904-1913 років у Росії лісничим А.Крюденером на основі значного фактичного матеріалу. Було обміряно більше 108 тисяч модельних дерев різних деревних порід. Методика складання таблиць подібна до Баварських таблиць. Відмінним є те, що тут передбачається вплив на об'єм і збіг стовбурів природно-історичних факторів. Нові складені таблиці мали 20 окремих томів.

Структура таких таблиць надзвичайно складна. Об'єми стовбурів визначалися на основі семи факторів: породи дерева, області росту, типу насаджень, типу дерев, віку, висоти, діаметра на висоті грудей.

Таблиці А.Крюденера були еклалені у російських старих мірах, тому не знайшли широкого використання на виробництві у зв'язку з введенням на той час метричної системи вимірювання. Таблиці були побудовані на даних дуже великої кількості фактичних обмірів дерев, тому їх використовують при таксаційних дослідженнях як контрольний матеріал для вивчення форми і розмірів стовбурів. Довготривалий досвід застосування масових таблиць показав, що кращими і зручнішими є таблиці, які складені на основі даних про діаметр, висоту і повнодеревність стовбура. За такими масовими таблицями можливо отримати близькі до істинних об'єми деревних стовбурів.

Масові таблиці об'ємів, складені за розрядами висот, передбачають здійснювати визначення об'ємів стовбурів на основі обмірів діаметрів на висоті грудей, віднесення групи дерев до одного розряду висот при попередньо встановленому співвідношенні між діаметрами і висотами та середньої форми стовбура, яка передбачена при складанні цих таблиць.

Після здійснення таких попередніх робіт для групи дерев, яку таксують, висота для кожного окремого ступеня товщини не встановлюється, а цілий об'єкт таксації відносять до одного з розрядів висот, який попередньо встановлюється за таблицями. У таблицях, складених за розрядами висот, співвідношення між діаметрами і висотами наведено у вигляді попередньо

визначених кривих висот за кількістю встановлених для конкретної породи розрядів.

У таблицях для кожного ступеня товщини визначена така кількість об'ємів для стовбурів, скільки розрядів висот встановлено в таблицях при складанні їх для відповідної породи. Кількість встановлених розрядів висот для кожної породи різна, тому таблиці включають 3, 4, 5 та більше розрядів висот.

До таблиць такого типу належать російські тимчасові масові таблиці, таблиці за розрядами висот, які раніше називали таблицями об'ємів за бонітетами, ряд таблиць зарубіжних країн.

Російські тимчасові масові таблиці складені внаслідок невідповідності структури баварських масових таблиць практиці російського лісового господарства. За цих обставин понад сто тридцять років тому виникла необхідність складання масових об'ємних таблиць на основі матеріалів, які були зібрані при дослідженнях, здійснених у російських лісах. Для практики лісового господарства необхідні були таблиці за можливістю простіші за своєю будовою, придатні для практичного використання у маловивчених і лише частково відомих російських лісах.

Тому через ці причини в умовах таких лісів широке застосування знайшли об'ємні таблиці, складені за розрядами висот. Таблиці були опубліковані в 1886 році, використовувалися протягом сорокарічного періоду і були відмінені лише у 1926 році. У таблицях для стовбурів дуба було прийнято чотири розряди висот, а для інших порід - три розряди. Об'єми наводилися для стовбурів середньої форми.

Таблиці об'ємів були доповнені даними збігу стовбурів, тому на основі цих даних були також складені прості сортиментні таблиці, які давали можливість здійснювати матеріальну і грошову оцінку лісу на пні.

За своєю будовою російські масові таблиці значно простіші за баварські, в яких лише для одного діаметра дерева дається до тридцяти висот. У цих таблицях поділ насаджень за розрядами не спричиняє труднощів при користуванні ними, а також не вимагає обмірів великої кількості дерев.

Бонітетні таблиці вперше були опубліковані в 1912 році професорами *М.М.* Орловим та *Б.А.* Шустовим для стовбурів сосни. Відмінними ознаками таблиць за бонітетами є те, що співвідношення між діаметрами і висотами в таблицях побудовані на основі їх характеру для цієї породи в насадженнях різних класів бонітету і віку, а також те, що кількість розрядів висот у них встановлена за кількістю основних класів бонітету. Вибирати відповідну таблицю рекомендувалося за середньою висотою і віком насадження, тобто для одного класу бонітету передбачалася одна крива, яка характеризує співвідношення діаметрів і висот.

Складені проф. *М.М.* Орловим таблиці об'ємів стовбурів за бонітетами для сосни та інших деревних порід мали ряд методичних і технічних недоліків, що було причиною для критичної їх оцінки в літературі з таксації лісів. Відтак вони перероблялися, але основна структура їх побудови збереглася.

Масові таблиці об'ємів Союзліспрому були побудовані за розрядами подібно до російських тимчасових масових таблиць, але кількість розрядів була

більшою, та, крім цього, для кожного розряду висот складалися три таблиці замість однієї (залежно від форми стовбурів).

Необхідність складання таких єдиних масових таблиць для основних лісотвірних порід було спричинено великими масштабами заготівлі деревини в 30-ті роки, невеликою точністю наявних таблиць та переходом на нову метричну систему. Необхідно було скласти такі таблиці, які б забезпечили точність визначення запасу на рівні ± 5%.

Складання таблиць було доручено видатним вченим з лісової таксації проф. Д.*П.* Товстолісу, В.К. Захарову, *Б.А.* Шустову, *А.*В. Тюрину. Для складання масових таблиць були використані обміри окремих дерев: сосни – *2716* моделей, смереки – 4838, дуба – 5542, берези – 998, осики – 478. Таблиці були кінцево підготовані та опубліковані у 1931 році. Початково таблиці були складені за класами бонітету і трьома розрядами коефіцієнтів форми: для сильнозбіжистих, середньозбіжистих і повнодеревних.

При складанні таблиць були використані наступні основні положення методик використання і складання масових таблиць.

Аналізуючи фактичні дані про розміри дерев, встановлювалася кількість розрядів таблиць. Висоти кожного з прийнятих розрядів для окремих ступенів товщини визначалися графічним способом.

Для дерев, які мають різні діаметри на висоті грудей і висоти, прийняті для кожного розряду, обчислювалися коефіцієнти форми стовбура.

Використовуючи зв'язок коефіцієнтів форми з видовими числами, знаходилися видові числа для дерев з різними діаметрами і висотами. Перемножуючи їх на об'єми циліндрів, які мають однакові діаметри і висоти з встановленими розмірами дерев різних розрядів, одержували об'єми стовбурів. Цей метод визначення об'ємів стовбурів прийнятий як основний для складання масових таблиць.

Для окремих розрядів висот стосовно ступенів товщини, тобто діаметра стовбура на висоті грудей і висоти стовбура, знаходилися діаметри стовбура на перерізах біля його основи, на чверті, половині і трьох чвертях висоти стовбура. Відповідно до цих діаметрів і висоти стовбура будувалася крива, яка показує зміну товщини стовбура від його основи до вершини.

За цим графіком знаходилися діаметри для стовбурів різних розмірів на висоті 1, 3, 5, *7,* 9 метрів та вище від основи стовбура, які приймалися за середини двометрових секцій. Об'єми секцій знаходилися за таблицями об'ємів циліндрів, додавалися об'єми всіх секцій та об'єм вершини й отримувалися об'єми цілих стовбурів для окремих висот і окремих ступенів товщини.

У масових таблицях Союзліспрому для окремих деревних порід встановлено таку кількість розрядів висот: для сосни - 8, для дуба - *7,* для смереки - 7, для берези - *6,* для осики - 5.

Використовуючи дані масових таблиць Союзліспрому, багато дослідників склали сортиментні таблиці, якими протягом останніх трьох десятиріч користувалися для обліку запасів деревини у лісах. Виробничі матеріали з таксації лісосік показують, що при правильному використанні масових таблиць Союзліспрому запаси визначаються з точністю, яка повністю задовільняла

запити практики. Кількість розрядів від 5 до 8 дозволяла знайти в таблицях близькі дані для найрізноманітніших насаджень.

3.2.3. Складання масових таблиць об'ємів за методикою професора В.К.Захарова

Основою методики є визначення форми деревних стовбурів на відносних висотах і встановлення закономірностей зміни середнього відносного збігу окремих деревних порід залежно від діаметра на 0,1 висоти стовбура. Дані для складання масових таблиць збираються в однорідних за таксаційними показниками деревостанах.

Камеральна обробка матеріалів досліджень здійснюється таким чином. На основі обмірів будується графік і проводиться криву співвідношень між діаметрами і висотами. Діаметр на 0,1 висоти кожного обміряного дерева приймається за 100%, визначаються відсотки збігу на інших відносних висотах. Потім будується графік зміни абсолютних діаметрів на відносних висотах залежно від діаметра на висоті грудей, при цьому виявляється лінійний характер зміни діаметрів, згладжування яких здійснюється рівнянням прямої лінії.

Визначають середні відсотки збігу для всіх відносних висот і порівнюють ці середні величини за ступенями товщини для того, щоб переконатися, що ні ступені товщини, ані висоти не впливають на їх значення. Відтак визначають середній загальний відсоток збігу для кожної відносної висоти. Кінцево отримується характеристика збігу у відсотках на відносних висотах, що є основним матеріалом для складання масових об'ємних таблиць.

Потім встановлюється співвідношення між ступенями товщини за діаметром на висоті грудей, з одного боку, і діаметрами на 0,1 і 0,5 висоти стовбура, з другого боку. Встановлена лінійна залежність між ними повинна бути відображена лінійним рівнянням. Особливе значення набуває зв'язок між діаметрами на 1,3 м і діаметрами на 0,1 і 0,5 висоти.

Обчислені лінійні рівняння між діаметрами на 1,3 м, 0,1 та 0,5 висоти стовбура мають такі параметри:

$d_{0,1H} = 0,8\ d_{1,3} + 2,08$

$d_{0,5H} = 0,64\ d_{1,3} + 0,90$

Якщо підставити в рівняння замість діаметра на 1,3 м абсолютні величини, то отримуються діаметри стовбура на 0,1 та 0,5 висоти і тому можна вже обчислити величину коефіцієнта форми:

$$q_{0,5/0,1} = \frac{d_{0,5}}{d_{0,1}}$$

Видове число можна визначити на основі встановлених за розрядами висот співвідношень між діаметрами і висотами в кожному ступені товщини за формулою Шіффеля або за таблицями загальних видових чисел на основі висоти стовбура і другого коефіцієнта форми.

Добуток площі поперечного перерізу на висоту і на видове число визначить об'єм стовбурів для кожного розряду висот.

3.2.4. Користування масовими таблицями об'ємів

Для визначення об'ємів стовбурів за масовими таблицями необхідно визначити розряд насадження, що таксується. Вимірюються висоти дерев різних ступенів товщини, будується графік висот, на якому на осі абсцис відкладаються діаметри, а на осі ординат - відповідні висоти. На графіку отримується ряд точок, між якими проводять увігнуту криву так, щоб сума відхилень точок від кривої догори та донизу була приблизно однаковою. За отриманою кривою висот для кожного ступеня товщини визначаються висоти і їх значення порівнюються з табличними даними. На основі таких порівнянь насадження відноситься до того розряду, висоти якого для більшої частини ступенів товщини будуть найближчими до визначених за графіком висот.

За встановленим розрядом висот знаходять відповідну таблицю, за якою визначають об'єми стовбурів для кожного ступеня товщини, перемножують їх на кількість стовбурів у кожному ступені і визначають об'єми стовбурів кожного ступеня підсумовуючи ці дані, визначають загальний об'єм усіх стовбурів, які таксують.

При використанні таблиць, які поділені за класами форми, необхідно встановлювати**,** яку з них треба застосовувати у кожному окремому випадку. З цією метою необхідно зрубати модельні дерева, заміряти діаметри стовбурів на половині їх висоти, обчислити другий коефіцієнт форми $\mathbf{q_2}$ і встановити, до якого класу форми належать ці дерева. Але при масовій таксації звичайно користуються таблицями, які складені для стовбурів середньої форми.

Проф. В.К.Захаров встановив закономірний розподіл кількості стовбурів насадження за класами форми, створив теоретичну передумову, яка дозволила відмовитися від таксації стовбурів за класами форми і користуватися лише таблицями для середнього класу.

Слід зауважити, що такі таблиці застосовуються для визначення об'ємів сукупності дерев, які вибираються при здійсненні вибіркових або доглядових рубань, тому що таблиці враховують індивідуальні особливості росту окремих дерев за висотою. При здійсненні обліку дерев на площах у кожному ступені товщини здійснюється ще додатково розподіл дерев за ступенями висот, заокруглюючи їх до цілого метра. При визначенні об'єму одного дерева за відповідною таблицею враховують величину ступеня товщини та в його межах додатково ще й ступінь висоти. Такі об'ємні **магові** таблиці за діаметрами **і** висотами можуть також використовуватися для визначення об'єму окремих стовбурів у насадженнях.

Питання для самоперевірки

1. Визначення об'єму стовбура за основною формулою об'ємів, її точність і застосування.

2. Наближене визначення об'єму стовбура зростаючого дерева, наведіть формули.
3. Як визначається об'єм сучків і кори?
4. Масові таблиці об'ємів стовбурів та їх використання.
5. Методи складання масових об'ємних таблиць.
6. У чому полягає суть складання масових об'ємних таблиць за методикою проф. В.К. Захарова?
7. Яке призначення масових об'ємних таблиць і як ними користуватися.

4. ТАКСАЦІЯ ПРИРОСТІВ ЗРУБАНИХ І ЗРОСТАЮЧИХ ДЕРЕВ

4.1. Поняття про приріст і фактори, які на нього впливають

Кожного року на периферії стовбура дерева, а також гілок і коренів ростучого дерева внаслідок життєдіяльності камбію упродовж вегетаційного періоду відкладається новий шар деревини. Меристематичні клітини верхівкової бруньки дерева утворюють річний пагін, внаслідок чого розміри дерева за висотою збільшуються. Природне збільшення розмірів дерева за діаметром, висотою і, як наслідок, за об'ємом називається приростом.

На величину приросту стовбура окремого дерева впливають біологічні особливості деревної породи, її походження, вік, повнота, лісорослинні умови, санітарний стан насаджень, здійснені лісогосподарські заходи тощо.

З початком вегетаційного періоду на деревах починає відкладатися весняна частина річного шару деревини, а влітку нарощується друга частина річного шару, який складається з більш ущільнених елементів деревини. Різна щільність будови річного шару, весняного та літнього, добре помітна на поперечних зрізах деревних стовбурів. За підрахунком кількості цих річних шарів деревини можна найбільш точно визначити вік дерева. Для визначення віку дерева необхідно підрахувати кількість річних шарів на поперечному перерізі біля основи стовбура, тобто на перерізі, який зроблений на кореневій шийці.

Ріст окремих деревних порід внаслідок їх біологічних особливостей неоднаковий. У молодому віці деякі породи ростуть швидко (модрина, псевдотсуга, тополя, акація, верба, осика, ясен, береза, вільха), тому їх називають швидкорослими; інші (смерека, ялиця, бук, дуб насіннєвий) ростуть поволі, але з віком ріст їх пришвидшується і вони доганяють швидкорослі дерева. Деякі породи (сосна) мають помірний ріст протягом усього життя.

Дерева насінневого походження у молодому віці мають менший приріст за всіма таксаційними показниками, ніж порослеві. Але дерева насінневого походження живуть значно довше, і загальний їх приріст більший, ніж у порослевих. Внаслідок цього дерева насінневого походження мають більшу продуктивність, ніж насадження порослевого походження.

Здійснення лісогосподарських заходів у лісі спрямовано на покращення стану насаджень та підвищення їх продуктивності, що врешті позначається на збільшенні приросту. Доглядовими рубками, внесенням добрив, здійсненням

меліоративних робіт, доцільним підбором деревних порід та спеціальними заходами догляду за лісом можна значно підвищити приріст окремих дерев у насадженнях.

У ростучих дерев приріст за діаметром визначається приростними буравами. Бурав є порожнім циліндром, на якому в одному кінці є різьба, а на другому ручка, накладена на чотиригранний кінець. Бурав вкручують у деревину і, викручуючи назад, витягують зі стовбура циліндрик деревини (керн). Приріст за діаметром визначається вимірюванням ширини річних шарів на взятій пробі деревини (керні) лінійкою з міліметровими поділками або точнішими вимірювальними приладами, наприклад мікрометричною лупою або пристроєм оптичним таксаційним. У деяких випадках для визначення радіального приросту використовують приросний молоток, робочим органом якого слугує порожній загострений наконечник. Стовпчик деревини видаляють з дерева ударом молотка по дереву. За цим стовпчиком деревини визначають радіальний приріст.

Прирости за висотою визначають замірами довжини стовбура у різні періоди життя дерева.

Приріст - це зміна таксаційних показників у часі. Тому визначення приросту таксаційних показників пов'язано із встановленням віку дерев. Внаслідок цього точне визначення віку дерев набуває особливого значення.

Вік зрубаних дерев визначається за кількістю річних шарів на поперечних зрізах стовбура біля кореневої шийки. Кількість шарів на зрізах відповідає віку зрубаного дерева.

У хвойних і твердолистяних деревних порід річні шари добре проглядаються, але краще їх можна бачити на гладко зроблених косих зрізах, які треба робити у вигляді канавок через серцевину деревини за двома взаємно перпендикулярними напрямками. Для отримання точних даних підрахунок річних шарів необхідно здійснювати в напрямку від серцевини до периферії стовбура, позначаючи на зрізах десятки шарів. На кожному радіусі повинна бути однакова кількість річних шарів.

У молодих ростучих дерев хвойних порід вік можна визначити за кількістю мутовок на стовбурі. Для інших ростучих деревних порід вік дерев може бути визначений тільки приблизно за зовнішніми ознаками з урахуванням біологічних особливостей деревних порід, лісорослинних умов, розмірів стовбура (діаметра і висоти) та за іншими ознаками (за формою крони, її будовою, товщиною кори, кутом прикріплення гілок до стовбура тощо).

4.2. Визначення приростів окремого дерева

Для характеристики росту дерева важливо знати не тільки величину якогось його таксаційного показника (D, H, V та ін.), але також його зміну за визначений період часу.

Величина зміни таксаційних показників дерева з віком називається приростом (Z).

Приріст стовбура визначається за відповідними таксаційними показниками без кори. Залежно від урахування їх у часі розрізняють поточний і середній прирости.

Поточний приріст показує зміну абсолютних значень величини будь-якого таксаційного показника дерева за визначений проміжок часу (за рік, за останній період, за все життя). Залежно від періоду, за який визначається приріст, розрізняють річний, періодичний та загальний, або повний, поточні прирости.

1. Поточний річний приріст $Z^{пот.р.}$ - величина зміни якогось таксаційного показника за один рік.

2. Поточний періодичний приріст $Z^{пот.пер}$ - величина зміни якогось таксаційного показника за якийсь період життя дерева (5 або 10 років). Він встановлюється шляхом виміру таксаційного показника тепер та 5 або 10 років тому і визначається за формулою:

$$Z_m^{пот.пер.} = T - t. \quad (4.1)$$

3. Поточний загальний, або повний, приріст $Z^{пот.заг.}$ - зміна таксаційного показника за період усього життя дерева А.

Середній приріст показує зміну величини таксаційного показника в середньому за один рік всього життя чи певного періоду життя дерева. Розрізняють середній періодичний та середній загальний прирости.

1.Середній періодичний приріст $Z^{с.пер.}$ - це середня величина зміни таксаційного показника за 1 рік певного періоду життя дерева (5 або 10 років). Обчислюється діленням поточного періодичного приросту на n років періоду.

$$Z^{с.пер.} = \frac{T - t}{n}. \quad (4.2)$$

2.Середній загальний приріст $Z^{с.заг.}$ - це середня величина зміни таксаційного показника за 1 рік протягом усього життя дерева. Обчислюється діленням загальної величини таксаційного показника Т на вік дерева А.

$$Z^{с.заг.} = \frac{T}{A}. \quad (4.3)$$

Усі види приростів можуть бути виражені в абсолютних (см, м, $м^3$) і відносних (%) величинах.

4.3. Відносний приріст

У практиці лісового господарства з метою порівняння для характеристики дерев за енергією росту звичайно визначають такі відносні прирости:

1.Відсоток середнього періодичного приросту $P_т^{с.пер.}$ за формулою Пресслера:

$$P_m^{с.пер.} = \frac{200}{n}\left(\frac{T-t}{T+t}\right), \quad (4.4)$$

2. Відсоток середнього загального приросту $P_т^{с.заг.}$

$$P_m^{с.заг.} = \frac{100}{A} . \quad (4.5)$$

Відсоток приросту використовують для характеристики швидкості зміни таксаційних показників, а також для порівняння енергії росту дерева.

4.4. Визначення приростів за об'ємом

Усі прирости за об'ємом Z_v визначаються за даними об'ємів стовбура без кори тепер і 10 років тому, які отримані за складною формулою серединного перерізу (точність визначення: абсолютні - до 0,0001 м3, відносні - до 0,01%).

Найважливіше практичне значення для виробництва має значення величини періодичного поточного приросту дерева за об'ємом. Величина періодичного приросту за об'ємом дорівнює різниці абсолютних величин об'ємів на цей час та n років тому, тобто вона дорівнює об'єму тієї деревини, на яку збільшився об'єм стовбура за відповідний проміжок часу.

$$Z_v = V_a - V_{a-n} . \quad (4.6)$$

Об'ємний приріст зрубаних дерев визначають за допомогою наближених і точних методів, тобто коли об'єми стовбурів обчислюють з використанням простих або за допомогою секційних формул. Найточніше приріст за об'ємом визначається за складною формулою серединного перерізу.

Поточний середній періодичний приріст за об'ємом з використанням складної формули серединного перерізу визначають за формулою:

$$Z_v^{сер.пер.} = \frac{V - V_n}{n} , \quad (4.7)$$

де $Z_v^{сер.пер.}$ - середній періодичний приріст за об'ємом, м^3;

V - об'єм стовбура тепер без кори, м^3;

V_n - об'єм стовбура 10 років тому, м^3;

n – кількість років у періоді, дорівнює 10 рокам.

Співвідношення між процентами середнього періодичного приросту за діаметром на висоті грудей, площею перерізу на цій же висоті та об'єму теоретично повинно бути таким:

$P_d : P_g : P_v = 1 : 2 : 3.$

Поточний середній періодичний приріст за об'ємом з використанням простої формули визначається з наближенням. Якщо приріст дерева за висотою незначний,то можна припустити, що висота у цей час приблизно дорівнює висоті n років тому. Спочатку визначаються діаметри тепер і 10 років тому посередині стовбура на одній і тій же висоті $\left(\frac{H - Zh}{2}\right)$ шляхом інтерполяції. За таблицями визначаються площі поперечного перерізу $g_{1/2}$ та $g_{1/2\ n\ років}$. Середній періодичний приріст обчислюється за формулою:

$$Z_v^{сур.пер.} = \frac{\left(g_{1/2} - g_{1/2n}\right)\cdot\left(H - Z_h\right)}{n}. \quad (4.8)$$

Відсотки приросту використовуються для характеристики швидкості зміни таксаційних показників, а також для порівняльної оцінки енергії росту дерев.

Для визначення відсотка середнього періодичного приросту за об'ємом з використанням простої формули серединного перерізу необхідно врахувати об'єми стовбурів тепер і 10 років тому ($V = (H-Z_h)g_{1/2}$, $V_n = (H-Z_h)g_{1/2n}$ і підставити їх значення у формулу:

$$P_v^{сер.пер.} = \frac{200}{n}\left(\frac{V - V_n}{V + V_n}\right). \quad (4.9)$$

Відсоток загального середнього приросту визначається за формулою:

$$P_v^{сер.заг.} = \frac{100}{A}. \quad (4.10)$$

4.5. Визначення відсотка середнього періодичного поточного приросту за об'ємом на стовбурах зростаючих дерев

За сумою відсотків приростів g, h, f.

За цим способом відсоток приросту за об'ємом визначається за формулою, яка враховує наступний взаємозв'язок:

$P_v = P_g + P_h + P_f$.

Ця залежність дається з деяким наближенням, тому А.В.Тюрін рекомендує спрощену формулу: оскільки $P_g = 2P_d$, тоді $P_v = 2P_d + P_h + P_f$. Для стиглих дерев видове число за останні 10 років можна прийняти незмінним, тоді $P_v = 2P_d + P_h$.

$$P_v = \frac{2\cdot Z_d \cdot 100}{d\cdot n} + \frac{Z_h \cdot 100}{h\cdot n}, \quad (4.11)$$

де Z_d - поточний періодичний приріст за діаметром на висоті грудей за 10 років;

Z_h - поточний періодичний приріст за висотою за 10 років;

d - діаметр на висоті грудей без кори тепер;

h - висота дерева;

n - кількість років, дорівнює 10.

Спрощена формула відсотка приросту має такий вигляд:

$$P_v = 2P_d + 0{,}7P_h. \quad (4.12)$$

За кількістю шарів в останньому сантиметрі радіуса стовбура на висоті грудей.

Відсоток приросту за об'ємом визначається за формулою Шнейдера:

$$P_v = \frac{K}{d\cdot n}, \quad (4.13)$$

де К - коефіцієнт, який залежить від довжини крони та інтенсивності росту дерева у висоту, встановлюється за таблицею;

d - діаметр на висоті грудей без кори;

n - кількість шарів в останньому сантиметрі радіуса на висоті грудей.

Таблиця 4.1. Притримки для встановлення інтенсивності росту дерев

Інтенсивність росту дерева у висоту	Приріст дерева у висоту за 10 років, м
Припинився	<0,5
Слабкий	0,5-1,0
Помірний	1,1-2,0
Добрий	2,1-3,0
Дуже добрий	3,1-4,0
Чудовий	>4,1

Таблиця 4.2. Значення величини коефіцієнта К

Протяжність крони дерева	**Ріст дерева у висоту**					
	Припинився	**Слабкий**	**Помірний**	**Добрий**	**Дуже добрий**	**Чудовий**
Нижче ½ висоти	**400**	**470**	**530**	**600**	**670**	**730**
Між ½ і ¾ висоти	**400**	**500**	**570**	**630**	**700**	**770**
Вище ¾ висоти	**400**	**530**	**600**	**670**	**730**	**800**

Наприклад: $d_{1,3}$ = 24,2 см, приріст у висоту за 10 років - 2,4 м, кількість шарів в останньому сантиметрі радіуса - 8, протяжність крони – між ½ і ¾ висоти дерева. Тоді К = $\frac{630}{24,2 \cdot 8}$ = 3,25%.

За відносним діаметром (спосіб Пресслера).

Для ростучого дерева відносний діаметр визначається на висоті грудей за формулою:

$$R = \frac{d_{1,3}}{Z_{d1,3}}, \qquad (4.14)$$

де R - відносний діаметр;

$d_{1,3}$ - діаметр дерева на висоті грудей без кори;

$Z_{d1,3}$ - приріст за діаметром на висоті грудей за останні 10 років.

Відносним діаметром називають відношення діаметра дерева без кори до його приросту за *n* років.

Спочатку необхідно визначити висоту прикріплення крони та інтенсивність росту дерева у висоту, потім групу приростів дерева (II, III, IV, V). За групою і величиною відносного діаметра з таблиці визначають відсоток середнього періодичного приросту за об'ємом за n років, поділивши цей процент на кількість років, отримують величину приросту за один рік.

Для визначення величини відсотка приросту за відносним діаметром у ростучого дерева заміряють мірною вилкою діаметр на висоті грудей без кори, а

потім за допомогою приростного бурава визначають приріст за діаметром на висоті грудей за 10 років Z_d. Крім того, визначають висоту прикріплення крони за допомогою висотоміра і ріст дерева у висоту.

Наприклад: діаметр на висоті грудей дорівнює 24,2 см, приріст за діаметром за останні 10 років - 2,6 см, тоді $R = \frac{24,2}{2,6} = 9,3$. Крона міститься між ½ та ¾ висоти, ріст дерева помірний - дерево за даними таблиці дня визначення групи росту дерев (табл. 4.3) належить до III ½ групи. Тоді величина відсотка об'ємного приросту на стовбурі зростаючого дерева визначається за таблицею 4.4 і становить: за 10 років $P_v = \frac{30,1+33,8}{2} = 31,9\%$, за один рік $P_v = \frac{31,9}{10} = 3,19\%$.

Для зрубаного дерева відносний діаметр визначають на половині висоти дерева, яка була 10 років тому, як відношення діаметра дерева на цей час до приросту за діаметром за 10 років за формулою:

$$R = \frac{d_{1/2}}{Z_{d1/2}}, \qquad (4.15)$$

де $d_{1/2}$ - діаметр стовбура без кори на половині висоти дерева, яка була 10 років тому $\left(\frac{H - Z_h}{2}\right)$;

$Z_{d1/2}$ - поточний періодичний приріст за діаметром на тій же висоті $\left(\frac{H - Z_h}{2}\right)$ за 10 років.

Таблиця 4.3. Шкала для визначення групи росту дерев

Протяжність крони дерева	**Ріст дерева у висоту**		
	Слабкий	**Помірний**	**Добрий**
Нижче ½ висоти	**II**	**III**	**IV**
Між ½ і ¾ висоти	**II ½**	**III ½**	**IV ½**
Вище ¾ висоти	**III**	**IV**	**V**

Таблиця 4.4. Відсоток об'ємного приросту на стовбурах зростаючих дерев (за Пресслером)

Відносний діаметр	**n-річний процент приросту за групами росту**				**Відносний діаметр**	**n-річний процент приросту за групами росту**			
	II	**III**	**IV**	**V**		**II**	**III**	**IV**	**V**
8	**31**	**35**	**40**	**44**	**26**	**9,1**	**10,2**	**12,5**	**13,0**
9	**27**	**31**	**35**	**39**	**28**	**8,5**	**9,7**	**11,0**	**12,0**
10	**25**	**28**	**31**	**35**	**30**	**7,9**	**9,0**	**10,0**	**11,0**
11	**22**	**25**	**28**	**31**	**32**	**7,4**	**8,5**	**9,5**	**10,0**
12	**20**	**23**	**26**	**29**	**34**	**7,0**	**7,9**	**8,9**	**10,0**

13	**19**	**21**	**24**	**26**	**36**	**6,5**	**7,5**	**8,4**	**9,3**
14	**17**	**20**	**22**	**25**	**38**	**6,2**	**7,1**	**8,0**	**8,9**
15	**16**	**18**	**21**	**23**	**40**	**5,9**	**6,8**	**7,6**	**8,5**
16	**15**	**17**	**19**	**21**	**42**	**5,6**	**6,4**	**7,2**	**8,0**
17	**14**	**16**	**18**	**20**	**44**	**5,4**	**6,1**	**6,9**	**7,8**
18	**13**	**15**	**17,5**	**19**	**46**	**5,1**	**5,9**	**6,6**	**7,4**
19	**12,5**	**14**	**16**	**18**	**48**	**4,9**	**5,6**	**6,3**	**7,0**
20	**12**	**13,5**	**15**	**17**	**50**	**4,7**	**5,4**	**6,1**	**6,8**
21	**11,5**	**13**	**15**	**16,5**	**52**	**4,6**	**5,2**	**5,9**	**6,5**
22	**11**	**12**	**14**	**16**	**54**	**4,4**	**5,1**	**5,7**	**6,3**
23	**10,5**	**11,5**	**13**	**15**	**56**	**4,3**	**4,9**	**5,5**	**6,1**
24	**10**	**11**	**13**	**14**	**58**	**4,2**	**4,7**	**5,3**	**5,9**
25	**9,5**	**10,5**	**12,5**	**13,5**	**60**	**4,0**	**4,5**	**5,1**	**5,7**

За величиною значення відносного діаметра за таблицею знаходять відповідний відсоток об'ємного поточного приросту на стовбурах зрубаних дерев за період n років, поділивши це значення на тривалість періоду n отримуємо приріст за 1 рік.

Наприклад: стовбур довжиною 25,4 м має приріст за висотою за останні 10 років 2,4 м. Відносний діаметр визначається на половині висоти дерева, яка була 10 років тому: $\frac{H-h}{2} = \frac{25,4-2,4}{2}$ = 11,5м. Діаметр на половині висоти тепер дорівнює 19,2 см, а 10 років тому - 17,0 см, приріст за діаметром за 10 років становить 19,2 - 17,0 = 2,2 см. Величина відносного діаметра дорівнює: R = $\frac{19,2}{2,2}$ = 8,7. За таблицею 4.5 визначаємо періодичний відсоток поточного приросту за 10 років при R = 8,7, який дорівнює 24,4%. Річний відсоток об'ємного приросту на стовбурах зрубаних дерев становить: 24,4/10 = 2,44%.

Таблиця 4.5. Відсоток об'ємного приросту на стовбурах зрубаних дерев

Віднос-ний діаметр	**n-річний % приро-сту**	**Віднос-ний діаметр**	**n-річний % прирос-ту**	**Віднос-ний діаметр**	**n-річний % приро-сту**	**Віднос-ний діаметр**	**n-річний % приро-сту**
2,0	**120,0**	**9,0**	**23,5**	**26,0**	**7,8**	**50,0**	**4,0**
2,4	**98,4**	**10,0**	**21,0**	**28,0**	**7,3**	**54,0**	**3,8**
2,8	**83,0**	**11,0**	**19,1**	**30,0**	**6,8**	**58,0**	**3,6**
3,2	**71,6**	**12,0**	**17,3**	**32,0**	**6,4**	**62,0**	**3,3**
3,6	**62,9**	**13,0**	**16,0**	**34,0**	**6,0**	**64,0**	**3,2**
4,0	**56,0**	**14,0**	**14,8**	**36,0**	**5,6**	**68,0**	**3,0**
4,4	**50,3**	**15,0**	**13,8**	**28,0**	**5,3**	**72,0**	**2,8**
4,8	**45,9**	**16,0**	**12,9**	**40,0**	**5,1**	**76,0**	**2,6**

5,0	**43,9**	**18,0**	**11,4**	**42,0**	**4,8**	**80,0**	**2,5**
6,0	**36,1**	**20,0**	**10,2**	**44,0**	**4,6**	**90,0**	**2,2**
7,0	**30,6**	**22,0**	**9,3**	**46,0**	**4,4**	**100,0**	**2,0**
8,0	**26,6**	**24,0**	**8,5**	**48,0**	**4,2**	**110,0**	**1**,8

4.6. Аналіз ходу росту стовбура

Для ведення лісового господарства важливо знати достовірну зміну основних таксаційних показників насаджень та окремих дерев із віком у різних лісорослинних умовах для основних регіонів України, або, як це заведено у лісовій таксації, простежити їх хід росту.

Ріст дерев залежить від біолого-лісівничих властивостей порід, від їх походження, віку, кліматичних і лісорослинних умов географічних зон, інтенсивності господарської діяльності людини та багатьох інших факторів. Всі ці фактори спричиняють різний ріст і розвиток окремих дерев та насаджень. Вивчення росту та відображення його у кількісних одиницях має значення для планування і вирішення завдань лісового господарства.

Вивчити хід росту дерева - означає простежити протягом усього його життя динаміку таксаційних показників. Ці дані наводяться у вигляді таблиць і графіків ходу росту основних таксаційних показників дерева. Така форма характеристики ходу росту зручна для практичного використання, а цифрові дані, розташовані у певній послідовності, показують зміну кількісних характеристик дерева з віком, звичайно через кожні 5-10 років. На основі аналізу цих даних простежуються особливості ходу росту дерев у певні періоди його життя і за ними можна зробити висновки і дати пропозиції щодо покращення здійснення лісогосподарських заходів при вирощуванні насаджень.

Аналізом ходу росту стовбура дерева називають спеціальні дослідження на зрубаних деревах, які здійснюються з метою отримання даних про зміну у часі таксаційних показників дерева.

Дослідження ходу росту дерева складаються з двох частин: польових робіт з відбору, обміру, рубання дерева, розкряжування стовбура для наступного аналізу, що здійснюються безпосередньо у лісі, та камеральної обробки даних польових матеріалів.

Відповідно до мети досліджень підбирається ділянка лісового насадження, у якій закладається пробна площа з її повним описом та відбираються дерева для аналізу. Залежно від мети досліджень вибирається або середнє для досліджуваного насадження дерево (модельне дерево), або декілька дерев потрібних розмірів, або найтовстіше і найвище дерево. Важливо зазначити, що вибирається не випадкове дерево, а дерево потрібних та попередньо обчислених розмірів, яке задовольняє поставлену мету досліджень.

До рубання відібраного для аналізу дерева необхідно його описати на пні:

- визначити клас росту дерева;
- виміряти розміри проекції крони і визначити її форму;

- заміряти відстань до найближчих чотирьох-п'яти сусідніх дерев, визначити породу, діаметри і висоти і зарисувати схему їх розташування стосовно модельного дерева зображенням проекції їх крон;

- позначити на дереві місце кореневої шийки і висоту 1,3 м горизонтальними лініями і вертикальною лінією вздовж стовбура північний напрямок (крейдою, фарбою, різцем тощо);

- заміряти на висоті 1,3 м два взаємно перпендикулярні діаметри у напрямках Пн-Пд і Зх-Сх.

Усі дані заносяться до бланку аналізу стовбура.

Дерево зрізується на кореневій шийці, дотримуючись правил із техніки безпеки. Якщо зріз можливо зробити лише вище кореневої шийки, то необхідно точно визначити вік дерева підрахунком річних кілець на кореневій шийці або на пні з урахуванням віку на висоту пня. Важливо не пошкодити нижній зріз та зберегти усі частини дерева при його падінні.

Визначений і записаний до бланку вік дерева є основою для встановлення періодів дослідження ходу росту (трьох-, п'яти-, десятирічних).

На зрубаному дереві вимірюється висота стовбура, відстань від основи дерева до першого мертвого і першого живого сучків, тобто до початку крони, протяжність крони, після чого стовбур очищується від сучків. Мірна стрічка поділкою 1,3 м прикладається до відповідної відмітки на стовбурі, що була заздалегідь зроблена до рубання, і вимірюється довжина усього стовбура, довжина ділової частини, приріст у висоту за останні n років. Приріст у висоту за n років у хвойних порід визначається за мутовками або шляхом поступового відрізування вершини до наявності на зрізі n річних кілець. Відстань від цього зрізу до верхівки дерева буде дорівнювати приросту дерева у висоту за останні n років. Для визначення коефіцієнтів форми на стовбурі позначаються місця ¼, ½, ¾ довжини стовбура та вимірюються діаметри в корі та без кори.

Стовбур дерева розмічається на секції, на серединах секцій і біля основи вершинки робляться позначення (рис. 4.1). Для стовбурів довжиною 15 м і більше довжина секцій приймається рівною 2 м, при менших висотах – 1 м.

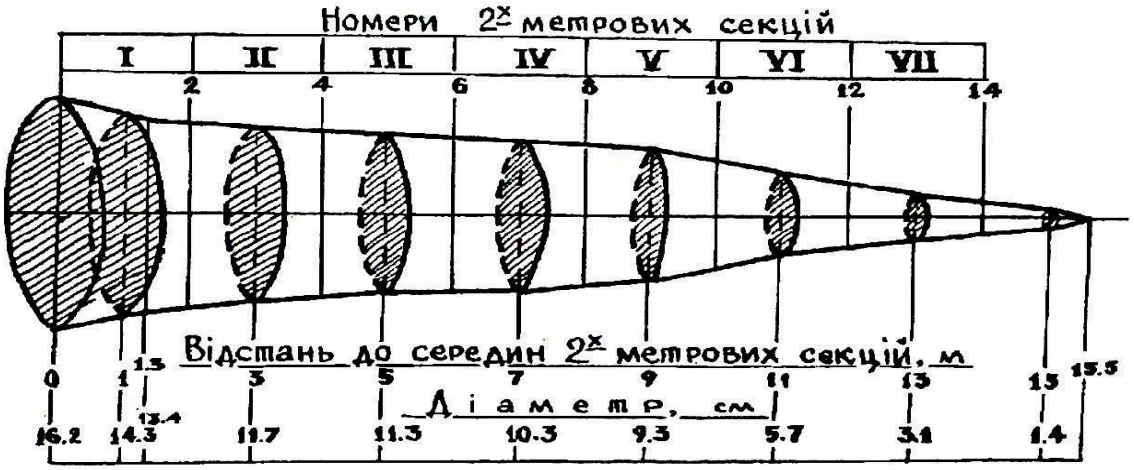


Рис. 4.1. Схема розмітки стовбура дерева на 2 метрові секції

Для здійснення аналізу ходу росту стовбура дерева вирізаються кружки біля основи дерева, на висоті 1,3 м, посередині кожної секції та на кінці останньої секції, яка є основою вершини. Кружки вирізаються товщиною 2-4 см від основи до вершини. Якщо місце зрізу припадає на сук або мутовку, то кружок випилюється, відступаючи від них до вершини.

Верхній бік кружка залишають чистим для підрахунку річних кілець. На нижньому боці стрілкою позначають північний напрям до вирізування кружка, орієнтуючись до поміток, які були зроблені на стовбурі до його рубання. На цьому ж боці записом у вигляді дробу позначається таке:

№ пробної площі 5-1 № модельного дерева

Висота вирізу 3-4 № кружка від основи дерева

Підрахунок річних кілець на кружках і вимірювання діаметрів бажано здійснювати відразу після їх випилювання або після 1-2-денного підсушування, щоб запобігти усушуванню, розтріскуванню або деформації.

Робоча поверхня кружків повинна мати гладкий зріз, щоб можна було краще бачити річні кільця. Для цього також на кружках у двох напрямках північ-південь, схід-захід гострим ножем вирізують два жолобки. Кружки хвойних порід і дуба для проявлення річних кілець можна змочувати водою.

Для кращого проявлення річних кілець на зрізах у розсіяносудинних порід (осика, береза, граб, клен та інші) поверхню кружка слід змочувати гліцерином. У берези річні кільця краще проглядаються відразу після нанесення гліцерину пензликом через шар рідини. Ефективно проявляються річні кільця після дво-триразового змочування деревини слабим розчином акварельних фарб у гліцерині.

В осики для проявлення річних кілець зрізи можна фарбувати рожевим розчином марганцевокислого калію або біхромату калію чи натрію. У граба річні кільця проявляються слабким розчином індігокарміну, концентрація якого підбирається дослідним шляхом і залежить від вологості зрізу деревини.

Для підрахунку річних кілець на кожному кружку проводяться дві взаємно перпендикулярні лінії через серцевину в напрямках північ-південь і схід-захід. Підрахунок річних кілець і розмітка зрізів за прийнятими віковими періодами з їх відміткою здійснюється на кожному з чотирьох радіусів. На кожному радіусі зрізу повинна бути однакова кількість річних кілець.

Прийнято підрахунок річних кілець здійснювати за такими періодами: для дерев віком до 10 років - за однорічними; 10-25 років - дворічними; 25-45 років - п'ятирічними; понад 45 років - за десятирічними періодами. При підрахунках останнє зовнішнє річне кільце кожного періоду обводиться олівцем або пастою як замкнутий круг.

Підрахунок річних кілець починають здійснювати на нульовому зрізі від центру, тобто серцевини, до периферії (рис. 4.2). Кожний період на усіх радіусах відзначається рискою і позначається вік, наприклад 5; 10; 15; 20; 25. В останньому періоді біля периферії, тобто біля кори, кількість річних кілець

може бути рівною прийнятому періоду або меншою. Загальна кількість річних кілець на нульовому зрізі дорівнює віку дерева.

На решті зрізів підрахунок і розмітка річних кілець здійснюється від периферії зрізу до серцевини (рис. 4.2). Спочатку від периферії відкладається від кори останній період, який може бути переважно неповним і становити меншу кількість річних кілець за прийнятий період. Наприклад, для п'ятирічного періоду може становити від 1 до 4 років, для десятирічних – від 1 до 9 років. Далі підрахунок здійснюється за повними періодами, а в останньому періоді біля серцевини кількість річних кілець може також бути різною. Загальну кількість річних кілець записують на кожному кружку і дані заносяться до відповідних граф бланку аналізу стовбура.

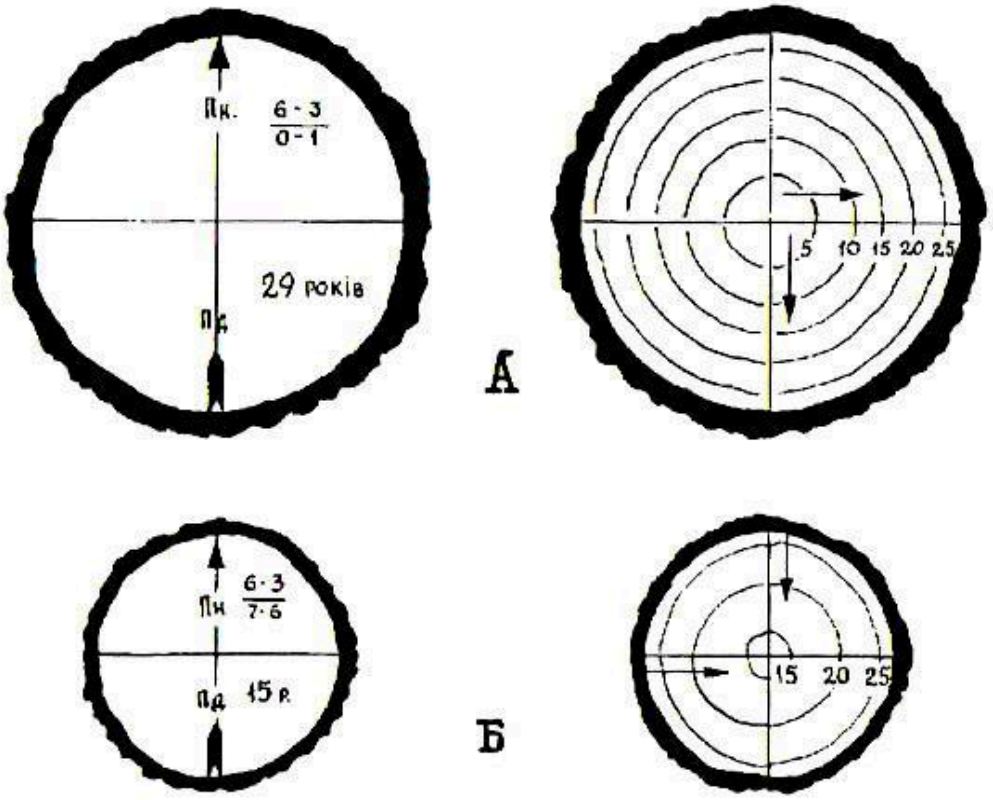


Рис. 4.2. Порядок підрахунку річних кілець на кружках, випиляних на нульовому зрізі – кореневій шийці (А) та на висоті 7 метрів (Б).

Перевірка правильності підрахунку річних кілець на усіх зрізах здійснюється побудовою графіка ходу росту у висоту. Для цього на осі абсцис відкладається вік, в якому стовбур досяг відповідної висоти (0, 1, 3, 5, 7 і т.д.), а на осі ординат - ці висоти. На графіку повинна отриматися ламана висхідна лінія, що свідчить про правильність підрахунку кількості річних кінець на усіх зрізах. Якщо крива має різкий нехарактериний вигин, то це показує, що на цій висоті не точно визначена кількість річних кілець, тому їх кількість треба перевірити повторним підрахунком.

На кожному зрізі вимірюються діаметри у кожному періоді, наприклад у 5, 10, 15, 20, 25 і т.д. років, у двох напрямках Пн-Пд і Сх-Зх з точністю до 0,1 см і дані записуються у таблицю бланку аналізу стовбура. За даними вимірів визначається середнє значення діаметра із заокругленням до 0,1 см.

Для вивчення ходу росту дерева за висотою спочатку визначається вік, у якому стовбур досягав висот, на яких були вирізані кружки, тобто на висотах 0, 1, 3, 5, 7 і т.д. метрів. Цей вік визначається як різниця між кількістю річних кілець на шийці кореня і кількістю кілець на зрізах на відповідних висотах. Знаючи вік, у якому стовбур досягав певної висоти, можна побудувати графік, де на осі абсцис відкладається вік, а на осі ординат - висоти зрізів, яких стовбур досягав у цьому віці. Точки на графіку з'єднуються прямими - отримується ламана крива ходу росту за висотою, за якою визначаються висоти стовбура у відповідні періоди життя (5, 10, 15, 20, 25 і т.д. років). Дані заносяться у бланк.

З метою наочного уявлення про форму стовбура дерева у різні періоди його життя, для зручності визначення довжини вершин, діаметрів їх основ та діаметрів на різних висотах (наприклад на половині довжини стовбура) будується повздовжній переріз досліджуваного стовбура дерева. На графіку на перпендикулярній до основи дерева лінії, яка позначає вік стовбура, у визначеному масштабі відкладають відстані від нульового зрізу до висоти вирізаних кружків і проводять паралельні до основи лінії, на яких по обидва боки від осі відкладають півдіаметри у корі та без кори за прийнятими віковими періодами. Діаметри стовбурів кожного вікового періоду з'єднуються прямими лініями. Кінці діаметрів верхнього зрізу останньої секції (основи вершини) з'єднуються із точкою на осьовій лінії, що показує висоту дерева у кожному періоді. Таким чином отримується повздовжній переріз стовбура у кожному віковому періоді. Розміри вершини за висотою обчислюються як різниця між висотою дерева і довжиною секцій, а діаметрами основи вершини є діаметри на кінці останньої секції.

Об'єми стовбурів у кожному періоді визначаються за складною формулою серединного перерізу.

За величиною виміряних діаметрів на серединах кожної секції для стовбурів у кожному періоді за допомогою таблиць площ поперечних перерізів кругів знаходяться площі поперечних перерізів і записуються до таблиці бланку у відповідні графи. Для кожного віку дерева окремо (5, 10, 15, 20 і т.д. років) обчислюються суми площ поперечних перерізів посередині усіх секцій, а множенням отриманих результатів на довжину секцій, тобто 1 або 2 метри, обчислюються їх об'єми. Об'єми вершин стовбура у кожному віковому періоді обчислюються за формулою об'єму конуса, тобто 1/3 добутку площі основи вершин на їх довжину. Об'єм стовбура кожного вікового періоду визначається як сума об'ємів секцій і об'ємів вершин.

За даними ходу росту стовбура за діаметром, висотою і об'ємом визначаються середній і поточний прирости у різні вікові періоди його життя, тобто вивчається динаміка зміни цих таксаційних показників, на основі якої даються висновки про ріст стовбура і можливості його покращення.

Середній приріст за таксаційними показниками обчислюється за формулою:

$$Z_T^{сер.} = \frac{T}{a}, \quad (4.16)$$

де $Z_T^{сер.}$ - середній приріст за таксаційним показником;

T- таксаційний показник;

a - вік стовбура, у якому визначається приріст.

При визначенні середнього приросту за діаметром на висоті грудей (1,3м) вік визначається за кількістю річних кілець на висоті грудей, тобто за той вік, протягом якого зростав діаметр на висоті 1,3 м. Стовбур спочатку повинен досягти висоти грудей за певну кількість років і лише потім він починає приростати за діаметром на цій висоті. Формула для середнього приросту за діаметром на висоті 1,3 м має наступний вид:

$$Z_{d1,3}^{сер} = \frac{d_a}{a - a_1}, \quad (4.17)$$

де a_1 - вік, у якому стовбур досягнув висоти 1,3 м.

Поточний приріст визначається за формулою:

$$Z_T^{пот.} = \frac{T_a - T_{a-n}}{n}, \quad (4.18)$$

де T_a - таксаційний показник у віці а років;

T_{a-n} - таксаційний показник n років тому;

n - кількість років у періоді, за який визначається приріст.

Відсоток поточного приросту за об'ємом визначається за формулою Пресслера:

$$P_v = \frac{V_a - V_{a-n}}{V_a + V_{a-n}} \cdot \frac{200}{n}, \quad (4.19)$$

де P_v - відсоток поточного приросту за об'ємом;

V_a - об'єм стовбура у певний час;

V_{a-n} - об'єм стовбура n років тому;

n - кількість років, за яку визначається приріст.

Відсоток поточного приросту за об'ємом для зрубаного дерева обчислюється за формулою:

$$P_v = 2P_d + 0,7P_h. \quad (4.20)$$

Послідовність та правила визначення відсотка об'ємного приросту за відносним діаметром (4.14) описано вище.

Видові числа у різні вікові періоди росту стовбура обчислюються за формулою старого видового числа, що описана вище. Для обчислень використовуються відповідні значення об'єму стовбура у різні вікові періоди та діаметрів і висот дерев для обчислення об'єму одномірного циліндра.

Наочне уявлення ходу росту дерева дають графіки ходу росту стовбура за висотою, за діаметром на висоті грудей, за об'ємом та повздовжній переріз стовбура. При побудові кривих росту на осі абсцис відкладається вік, а на осі

ординат - відповідний таксаційний показник. З'єднані прямими лініями точки нанесених даних утворюють криву ходу росту за таксаційним показником. Вона наочно показує зміни таксаційнил показників із віком. На основі здійсненого аналізу кривих ходу росту даються висновки про особливості росту стовбура, а різкі відхилення кривих від нормального ходу росту потребують встановлення та пояснення причин, які спричинили ці зміни.

Питання для самоперевірки

1. Поняття про приріст та його класифікація.
2. Наближені способи визначення приростів за об'ємом.
3. Визначення відсотка середнього періодичного приросту за об'ємом.
4. Визначення відсотка середнього періодичного приросту на зрубаних і ростучих деревах.
5. Як і з якою метою здійснюється аналіз ходу росту стовбура?
6. Як здійснюється розмітка стовбура дерева на секції, підрахунок річних кілець і перевірка правильності його виконання?
7. Як визначаються середні і поточні прирости за основними таксаційними показниками дерев?
8. Визначення відсотка поточного приросту за об'ємом за відносним діаметром.

5. ТАКСАЦІЯ ЗАГОТОВАНОЇ ЛІСОПРОДУКЦІЇ

5.1. Класифікація лісопродукції

В Україні щорічний розмір заготівлі деревини для національної економіки від здійснення головного користування та рубань, пов'язаних із веденням лісового господарства, становить близько 17,5 млн.м^3, ліквідна деревина становить 12,7 млн.м^3 (Бобко А., Дурдинець П., 1994). Заготовлена деревна сировина має такі види: деревний хлист, ділова деревина (сортименти), жердини, деревина дров'яна для технологічних потреб, дрова, хворост та інше.

При розробці лісосік заготовляють різні види лісової продукції безпосередньо на лісосіках або на найближчому складі шляхом первинної механічної обробки.

Деревна сировина - це повалені дерева, деревні хлисти, круглі і колоті лісоматеріали, пенькова і подрібнена деревина, а також відходи лісозаготівель, лісопиляння і деревообробки, призначені для перероблення чи використання як палива.

Деревним хлистом називається стовбур поваленого дерева, відокремлений від кореневої частини, очищений від гілок, верховіття і пенькової частини.

Лісоматеріали - це деревні матеріали, одержані поділом на частини повалених дерев або їх частин поздовжнім або поперечним розрізуванням для подальшого використання чи перероблення.

Сортимент - це лісоматеріал цільового призначення.

Ділова деревина - усі круглі або колоті лісоматеріали, що використовуються для подальшого оброблення, крім дров.

Жердини - тонкомірний сортимент товщиною у верхньому відрізі від 3 до 5 см для хвойних і від 3 до 7см для листяних порід деревини.

Деревина дров'яна для технологічних потреб - це дров'яна деревина, призначена для використання у вигляді технологічної сировини при виробництві деревних плит, пакувальної стружки, товарів культурно-побутового та господарського вжитку, продукції виробничо-технічного призначення, а також у гідролізному виробництві.

Дрова - це круглі або колоті сортименти, заготовані з неділової частини стовбура і крони, які за розмірами і якістю використовуються як паливо.

Хворост - молоді деревця і лісоматеріали діаметром менше 4 см і довжиною до 6 м, що складаються з тонких стовбурів, зрізаного верховіття, гілок та сучків дерев, зрубаних на пні.

Ліквідна деревина - це об'єм ділової деревини без кори і дров'яної деревини у корі. Залежно від розмірів ділова деревина поділяється на класи і категорії.

За ступенем обробки і способами вироблення сортименти поділяються на такі класи:

1. Круглі ділові - бокова поверхня яких зберегла форму деревного стовбура;
2. Дрова - круглі або колоті частини стовбура;
3. Пиляні лісоматеріали - виготовлені шляхом повздовжнього розпилювання круглих лісоматеріалів;
4. Колоті і тесані лісоматеріали;
5. Стругані лісоматеріали;
6. Лущені лісоматеріали;
7. Лісоматеріали з кореневих і прикореневих частин дерев;
8. Лісоматеріали з кори деревних і чагарникових порід.

5.2. Круглі лісоматеріали

Провідне місце у планах виробництва ділової деревини на відведених у рубання лісосіках посідає круглий ліс, який є частинами деревних стовбурів, які різні за товщиною і довжиною, якістю деревини і виробничим використанням.

За призначенням круглі ділові лісоматеріали поділяються на групи:

1. Сортименти для використання в круглому виді (будівельні колоди /піч дерев'яного суднобудування, свай, мостів, стовпів повітряних ліній зв'язку, гірничі стояки, підтоварник, жердини та інше);
2. Круглі сортименти для розпилювання: пиловник і кряж (авіаційний, клепочний, колодочний, котковий, лижний, олівцевий, палубний, резонансний, рушничний, тарний, шпальний);
3. Круглі сортименти для переробки розколенням (кряжі для вироблення клепки, обода, колісної шпиці, санного полозу тощо);
4. Круглі сортиметни для переробки струганням та лущенням (кряжі та чураки для виробництва струганої фанери, для стружкового виробництва, кряжі

та чураки для вироблення лущеного фанерного, сірникового, акумуляторного та іншого шпону);

5. Сортименти для целюлозно-паперової промисловості (баланси), хімічної переробки (виробництва дубильних екстрактів, для випалювання вугілля, сухої перегонки).

Лісові сортименти повинні відповідати державним і галузевим стандартам, у яких визначені вимоги до породи, розмірів, якості деревини, характеру оброблення, способів обліку і зберігання.

За якістю деревини та наявністю вад круглі лісоматеріали поділяються на чотири категорії.

До лісоматеріалів I сорту належать сортименти високої якості, заготовлені в основному з прикореневої частини стовбура і призначені для виробництва спеціальної високоякісної продукції (резонансних і авіаційних пиломатеріалів, лижних і рушничних заготовок). Більшість вад не допускається (пасинки, трухлява гнилизна) або обмежується (грибні ядрові плями, тріщини, нахили волокон).

Лісоматеріали II сорту призначаються для виробництва пиломатеріалів, заготовок, целюлози, деревної маси, використання в круглому виді. Можуть мати деякі вади (гниль, сучки) у більших розмірах, ніж для I сорту.

Лісоматеріали III сорту призначаються для виготовлення більшості деревної продукції. Вади, що не допускаються у I-II сортах, допускаються з обмеженням (заболонна гниль, червоточина).

Безсортні лісові матеріали можуть мати такі вади: грибні забарвлення, заруби, запили без обмежень; сучки з незначними обмеженнями.

Деревина гіршої якості відноситься до дров.

Товщина ділових сортиментів вимірюється у тонкому кінці без кори у сантиметрах як відстань між двома паралельними дотичними. До **тонких** ділових сортиментів належать ті, які мають товщину від 6 до 13 см включно з градацією в 1 см, до **середніх** - від 14 до 24 см включно з градацією 2 см, до **грубих** - від 26 см і більше з градацією 2 см.

Довжина круглих лісоматеріалів вимірюється у метрах за найменшою відстанню між торцями з точністю до 1 см, припуски за довжиною не враховуються. За довжиною лісоматеріали поділяються на короткі – довжиною до 2,0 м включно, середні – довжиною 2,1-6,5 м, довгі – довжиною понад 6,5 м.

У виробничій практиці визначаються об'єми великої кількості круглих лісоматеріалів, які зберігаються на складах у стосах (штабелях). При ринковій економіці визначення ціни залежить великою мірою ще і від діаметра без кори у тонкому кінці сортиментів, особливо коли вони призначаються для виробництва пиломатеріалів і шпону. Тому були розроблені способи обліку круглих лісоматеріалів за вимогами виробництва для великих партій сортиментів з урахуванням величини збігу.

Лісничий А.А.Крюденер (1910-1913) склав таблиці об'ємів колод для семи різних деревних порід окремо заготованих з відземкової частини та решти стовбура з поділом на п'ять розрядів збігу. Пізніше він склав єдину таблицю без диференціації і перевів її у метричну міру.

У 1944 році ці таблиці були графічно згладжені і доповнені (М.П.Анучін), а в 1975 році дані таблиць, вирівняні аналітично і повніше диференційовані, стали основою діючого стандарту для визначення об'ємів круглих лісоматеріалів. У таких таблицях об'ємів круглих лісоматеріалів встановлена довжина колод від 2,0 до 9,5 м з градацією у 10 і 25 см і товщиною 6-60 см та додатково довжиною 10,0-13,5 м з градацією у 0,5 м при діаметрах 8-38 см. Ці таблиці об'ємів круглих лісоматеріалів відповідають нормальному збігу стовбурів - в 1 см на 1 м довжини.

Облік сортиментів заготованих з верхньої частини стовбура, показав, що об'єми таких сортиментів, визначені за цими таблицями занижуються на 25-33% внаслідок їх більшого збігу. Для таксації вершинних колод були складені спеціальні таблиці об'ємів у вигляді доповнення до складених раніше таблиць (табл. 5.3).

До вершинних належать лісоматеріали довжиною від 2 до 7 метрів і товщиною від 3 до 15 см, які мають збіг більше 1 см на 1 м довжини, підвищену кількість сучків і потовщень навколо них.

При таксації колод довжиною більше 9,5 м рекомендується розмічати їх за довжиною на дві, а при довжині більше 19 м - на три відрізки з обмірами діаметрів у верхніх частинах, знаходити об'єми окремих частин, додавати їх і отримувати загальний об'єм таких довгих колод.

За вимогами стандарту в окремі стоси укладають сортименти однакової довжини, призначення та груп порід. При обмірах сортиментів у партії при кількості понад 100 шт. у стосі діаметр вимірюється в одному визначеному напрямку, при меншій кількості - у двох напрямках (найбільший і найменший або два взаємноперпендикулярні).

При транспортуванні лісу торці колод нерідко оббиваються, а при зберіганні на складах розтріскуються. Отримані з таких колод дошки, бруси та інші пиломатеріали необхідно оторцьовувати, тобто відпилювати пошкоджені кінці колод. Щоб пиломатеріали після оторцювання колод мали повну стандартну довжину, встановлюють припуски до довжини колод, які в середньому становлять близько 1% їх довжини.

Припуски за довжиною у 3-5 сантиметрів робляться для оторцювання сортиментів. При вимірюванні довжини ці припуски не враховуються. При недотриманні довжини встановленої градації об'єм сортименту визначається за ближчим розміром у меншу сторону від встановленої стандартної довжини.

Діаметри круглих лісоматеріалів вимірюються у цілих сантиметрах, тому їх округлюють. При прийнятій градації в 1 см частки сантиметра менше 0,5см відкидаються, а частки 0,5см і більше прирівнюються до цілого сантиметра. при вимірюванні діаметрів з градацією у 2 см частки одного непарного сантиметра до розрахунку не беруться, а частки, які рівні непарному сантиметру і більші, прирівнюються до найближчого парного числа.

Поштучно обмірюються й обліковуються у щільних кубічних метрах ділові сортименти довжиною більше 2,0 м, дров'яні довжиною понад 3,0 м та деякі ділові сортименти довжиною до 2,0 м включно, які призначені для лущення, стругання, виготовлення авіаційних пиломатеріалів, лижних і ложевих

заготовок, лісоматеріали із цінних деревних порід (горіха, дуба, бука, ясена, явора, каштана, черешні, груші, яблуні, береста, ільма). Діаметри у тонкому кінці ділових сортиментів вимірюють без кори, дров'яних – у корі.

Лісоматеріали зберігаються на лісових складах у стосах (штабелях). В окремі стоси укладають колоди однакової довжини так, щоб торці колод задньої сторони стосу розташувалися за можливістю в одній площині. Таке ретельне укладання колод дозволяє при прийманні лісоматеріалів вимірювати довжину 1-3 колод і результати вимірів застосувати на всі колоди стосу, хоча стандарти вимагають обов'язкової перевірки довжини кожної колоди. Розрізняють стоси (штабелі) рядові з підкладками, які найбільш розповсюджені, рядові без підкладок, кліткові, пачкові.

Облік та обмір лісоматеріалів у стосах здійснюють два виконавці - перший вимірює товщину сортиментів, а другий заповнює відомість обліку (табл. 5.1).

Об'єми ділових сортиментів визначаються таблицями ГОСТ 2708-75 за діаметрами у верхньому відрізі і довжиною (див. додаток). Слід пам'ятати, що ці таблиці складені для таксації великої кількості сортиментів, тому при визначенні об'єму окремого сортименту можуть давати великі помилки - до 30%.

Таблиця 5.1. облікова відомість

Діаметр у верхньому відрізі, см	Фанерний кряж, довжина 4 м			Пиловник, довжина 4 м		
	Кількість, шт	Об'єм одного сортиме-нта, $м^3$	Запас сортиментів, $м^3$	Кількість, шт.	Об'єм одного сорти-мента, $м^3$	Запас сортиментів, $м^3$
Стос № 4						
16	-			: :/5	0,095	0,475
18	-			: : : :/14	0,120	1,680
...	...	...	...	...	...	...
38	: : : : : :/26	0,53	13,78	: :/9	0,53	4,770
40	: : : : ./21	0,58	12,18	: :/4	0,58	2,320
Разом	68	-	38,46	72	-	22,145

Підсумовуючи наведене вище, можна зробити висновок про те, що точність таблиць для визначення об'єму круглих лісоматеріалів у межах ±3-5% можна вважати задовільною і достатньою відповідно до вимог лісогосподарського виробництва на сучасному рівні його розвитку.

Технічним комітетом України зі стандартизації лісових ресурсні (ТК-18 “Лісові ресурси”), Українським державним проектно-вишукувальним інститутом лісового господарства (Укрдіпроліс), Національним аграрним університетом розроблено стандарт pr EN 1309-2:1998 “Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Круглі лісоматеріали (*Round and sawn timber. Method of measurement of dimensions. Part 2: Round timber*)”. Цей стандарт встановлює методи обмірювання та визначення об'ємів круглих лісоматеріалів листяних і хвойних порід та доповнений

національними додатками, які містять таблиці для визначення об'ємів круглих лісоматеріалів без кори за серединним діаметром колод з корою.

Для вимірювання довжини і діаметра колод має використовуватися калібрований та градуйований з точністю до одного сантиметра вимірювальний інструмент, який має бути обумовлений в контракті.

Електронна та оптична системи або інше обладнання для автоматичного обмірювання повинні бути атестовані до використання. Автоматична система має бути відкалібрована таким чином, щоб результати давала такі самі, як у разі ручного вимірювання.

В Україні для вимірювань колод використовують металеві рулетки згідно з ГОСТ 7502 та металеві лінійки згідно ГОСТ 427, лісову вимірювальну вилку за чинним нормативним документом, а таком системи автоматичного вимірювання.

Довжину прямих круглих лісоматеріалів вимірюють як найкоротшу відстань між двома паралельними площинами, що розташовані на кожному з торців колод. Довжину колоди з простою кривизною необхідно вимірювати як для прямих колод. Довжину колод із складною кривизною слід вимірювати за допомогою окремих відрізків, для чого такі колоди умовно поділяються на прямі відрізки, або відрізки з простою кривизною. Кожний відрізок повинен бути найменшої можливої довжини відповідно до стандарту. Довжину колод з підпилом або скосом пропилу необхідно вимірювати від середини поверхні підпилу або скосу пропилу на відповідному торці колоди.

Діаметр вимірюється посередині довжини колоди. При неможливості вимірювання діаметра посередині довжини колоди - вимірюють верхній діаметр, за значенням якого визначається еквівалент серединного діаметра з урахуванням поправки на збіг. Допускається вимірювання діаметра з корою або без кори, але, як правило, використовується діаметр без урахування кори. При обчисленнях об'ємів колод без кори з використанням даних вимірів діаметрів колод з корою, для перетворення діаметрів колод з корою у діаметри колод без кори застосовують такі методи:

1. Результат вимірювання зменшують на подвійну очікувану товщину кори у місці вимірювання діаметра;
2. Використовують поправку на кору, яка письмово погоджена між покупцем і продавцем;
3. При відсутності погодження між покупцем і продавцем використовують відповідні поправки на кору, що наводяться в таблицях або правилах, що опубліковані у країні-постачальниці.

Діаметр колоди посередині її довжини вимірюють вимірювальною вилкою при серединних діаметрах до 20 см один раз посередині колоди, з діаметрами понад 20 см - у двох взаємно перпендикулярних напрямах. При використанні автоматичної системи застосовується метод, який відповідає ручному вимірюванню. У випадку наявності незаперечної вади форми посередині довжини колоди, діаметр повинен вимірюватися у двох місцях по обидва боки вади на однаковій відстані від середини довжини.

Вимірювання верхнього діаметра колоди здійснюється вимірювальною вилкою на відстані 5-10 см від верхнього торця для колод з діаметром до 20 см один раз у місці, що відповідає усередненому діаметру торця, а при діаметрах понад 20 см - у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Металевою лінійкою діаметр вимірюється впоперек верхнього торця колоди так, щоб вимір лінійкою проходив через геометричний центр і був орієнтований на усереднений діаметр торця колоди.

При запису результату вимірювання діаметра у разі одного вимірювання результат наводиться у сантиметрах із заокругленням до найближчого цілого значення. У разі двох вимірювань діаметра кожний результат наводиться у сантиметрах із заокругленням до найближчого цілого значення та обчислюється середньоарифметичне двох вимірювань і результат наводиться у сантиметрах із заокругленням до найближчого цілого значення.

Визначення серединного діаметру при використанні вимірів верхнього діаметра здійснюється з використанням значення коефіцієнту збігу, які використовуються у країні-постачальниці.

об'єм колоди визначається за формулою:

$$\mathbf{V} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2{}_c \cdot L \cdot 10^{-4}, \qquad (5.1)$$

де V - об'єм у кубічних метрах з трьома знаками після коми;

d_c - серединний діаметр у сантиметрах;

L - довжина колоди у метрах;

π - константа, заокруглена до чотирьох знаків після коми (3,1416)

При використанні автоматичної системи колода вимірюється коротшими інтервалами, у межах яких обчислюються об'єми кожного відрізка. Загальний об'єм колоди визначається додаванням об'ємів цих відрізків

При використанні таблиць за серединним діаметром об'єм визначається за довжиною і серединним діаметром. Сьогодні лісогосподарські підприємства вже мають у користуванні складені таблиці для визначення об'ємів круглих лісоматеріалів без кори за серединним діаметром з корою (див. додаток) для колод сосни, ялини, ялиці, берези, осики, вільхи, дуба, бука, ясена, граба і таблиці за серединним діаметром колод без кори (див. додаток).

5.3. Облік круглих лісоматеріалів у складаній кубічній мірі

Ділові лісоматеріали довжиною до 2,0 м включно, за винятком деяких особливо цінних коротких ділових сортиментів перелічених вище, а також дров'яні до 3 м включно підлягають обміру та обліку в складній кубічній мірі з переведенням у щільну міру за перевідними коефіцієнтами. До коротких сортиментів належать гірничий стояк; баланси; сірникова, олівцева, бондарна плашка; столярні, фанерні, лижні кряжі; вагонні стояки тощо.

Об'єм стосу в складній мірі визначається як добуток трьох вимірів. Висота стосу визначається як середньоарифметична величина, заміряна на кожному

метрі його довжини, але кількість замірів повинна бути не меншою за три. Довжину стосу вимірюють у метрах з точністю до другого десяткового знаку. Ширина приймається рівною довжині вкладених у стос лісоматеріалів без урахування припусків.

Гірничий стояк для кріплення гірничих виробок заготовляється з хвойної деревини, очищеної від сучків урівень з боковою поверхнею і грубо обкорованої, а взимку необкорованої. Для кам'яновугільної промисловості стояків з ялиці допускається у партії не більше 30%, гірничорудної промисловості - не більше 10%, марганцеворудної - ялицеві стояки не допускаються. Довжина гірничого стояка для гірничорудної промисловості – від 0,5 м до 4,0 метрів з діаметром від 7 до 22 см; гірничорудної – довжина від 1,5-6,5 м і товщина 12-32 см, при цьому кожній довжині повинна відповідати певна товщина сортименту.

Гірничий стояк на складах зберігається у стосах, у які вкладаються сортименти однієї довжини і двох-трьох ступенів товщини. Стояк довжиною більше 2,0 м враховується у штуках, об'єм визначається за таблицями об'ємів круглих лісоматеріалів у щільних $м^3$.

Баланси є сировиною для целюлозно-паперової промисловості. Вони заготовляються в круглому і коленому виді з деревини хвойних і деколи з м'яколистяних порід. При заготівлі баланси очищуються від сучків, кори і луба. Вимоги визначаються стандартами.

Обліковуються баланси у складаних кубічних метрах з переводом у щільну міру за допомогою перевідних коефіцієнтів, які для безпідкладкових стосів для сортиментів довжиною до 2,0 м становлять 0,65-0,79.

Для виготовлення тріски тонкомірна деревина хвойних і листяних порід заготовляється довжиною від 1,0 м до 3,0 м із градацією 0,5 м і товщиною 2-6 см. Облік здійснюється у складній кубічній мірі, при переведенні у щільну міру встановлюють перевідний коефіцієнт, величина якого становить 0,54-0,44 залежно від групи деревних порід і довжини.

5.4. Таксація дров і дрібних сортиментів

Деревне паливо є традиційним джерелом енергії людства, і його роль у світі як відновного енергетичного ресурсу постійно зростає. Як паливо близько половини населення світу використовує деревину або деревне вугілля, енергетичні потреби забезпечуються на 25% за рахунок дров у 67 країнах з 41% населення світу (Шитков, Крилов, 1987, за даними ФАО ООН). Використання деревини як палива буде підвищуватися і в наступні роки, тому розробляється програма задоволення потреб у деревині створенням “енергетичних” лісів на малопродуктивних сільськогосподарських землях швидкорослими і генетично покращеними породами (евкаліпти, деякі види сосни та альбіції) (Девяткин, Самойлова, 1988).

Дрова - це лісові сортименти, заготовлені з неділової частини стовбура або товстих гілок і коренів дерев, що використовуються для опалювання або технологічної переробки.

Заготівля дров практично можлива з будь-якої частини деревних стовбурів усіх порід, але з метою раціонального використання деревини дрова заготовляють з неліквідної частини стовбура, з якої через наявність вад деревини не можна отримати ділових сортиментів.

За стандартом дрова заготовляють у корі чи без кори в круглому чи розколеному вигляді, діаметр у верхньому відрізі у корі повинен становити більше 3 см. На лісосіках і складах дрова зберігають у стосах і обліковують у складаних метрах кубічних (скл. куб. м).

Залежно від теплотвірної здатності дрова для опалення різних деревних порід поділяються на три групи:

1. Береза, дуб, ясен, граб, клен, модрина;
2. Сосна, вільха;
3. Ялина, ялиця, кедр, осика, липа, тополя, верба.

Дрова, заготовлені з деревних порід однієї групи, вважають **однорідними**, а з порід різних груп – **змішаними**. Дрова з деревини дуба заготовляються при неможливості використання цієї деревини для виготовлення дубильних екстрактів.

Паливні властивості дров залежать від їх вологості. За вологістю дрова розподіляються на:

- **повітряно сухі** (вологи не більше 25%);
- **напівсухі** (від 25 до 50% вологи);
- **сирі** (вологи більше 50%).

Вологість відображається показником, що показує відсоток вологи стосовно маси висушеної деревини, визначається лабораторним шляхом.

Розміри полін дров обумовлюється стандартом. відповідно до гос-ту 3243-88 поліна заготовляються довжиною 0,25; 0,33; 0,50; 0,75; 1,0 м (для організацій - 1,25; 1,5; 2,0; 2,5 і 3,0 м), а на вимогу споживача допускається заготівля дров кратної довжини.

За товщиною дрова поділяють на:

- **тонкі** (діаметром 3-10 см);
- **середні** (діаметром 11-14 см);
- **товсті** (діаметром 15 см і більше).

Поліна довжиною 1,0 м товщиною від 3 до 15 см заготовляються в круглому виді, при товщині 16-26 см розколюються на дві, а від 26 см до 42 см – на чотири частини. Товстіші поліна розколюються на стільки частин, щоб найбільша лінія розколу уздовж торця не перевищувала 22 см.

Вади у дровах не обмежуються, за винятком гнилизни. Зовнішня струхлявіла гнилизна не допускається, внутрішня гнилизна у дровах для опалення допускається розміром не більше 65% площі торця поліна, кількість полін з такою гнилизною у партії не може перевищувати 20%.

При заготівлі дров допустимі відхилення за довжиною становлять ±2 см, граничні відхилення допускаються від -5 см до +10 см. Сучки на полінах повинні бути обрубані і не виступати більше ніж на 3 см.

При заготівлі і зберіганні дрова складаються на підкладках у стоси правильної прямокутної форми, розсортовані за призначенням, вологістю і

довжиною полін. Стоси укладають на сухих та рівних місцях, кінці стосів закріплюються кілками або клітками. Дрова укладаються у стоси висотою 1,0; 1,5; 2,0 м і довжиною декілька метрів. При укладанні дров вологістю понад 25%, тобто свіжозаготованих, дається надбавка на усадку та всихання у висоту розміром 3%.

На складах дрова вкладаються подвійними стосами висотою 2 м з проходами між ними не менше 0,8 м. Лицевий бік стосу вирівнюється таким чином, щоб торці полін у стосі були в одній площині. Існує два способи укладання дров у стоси - **щільний** та **пухкий** (рис. 5.1).

Дрова довжиною до 3 м обліковуються у складаних кубічних метрах із наступним переведенням при необхідності у щільні метри кубічні.

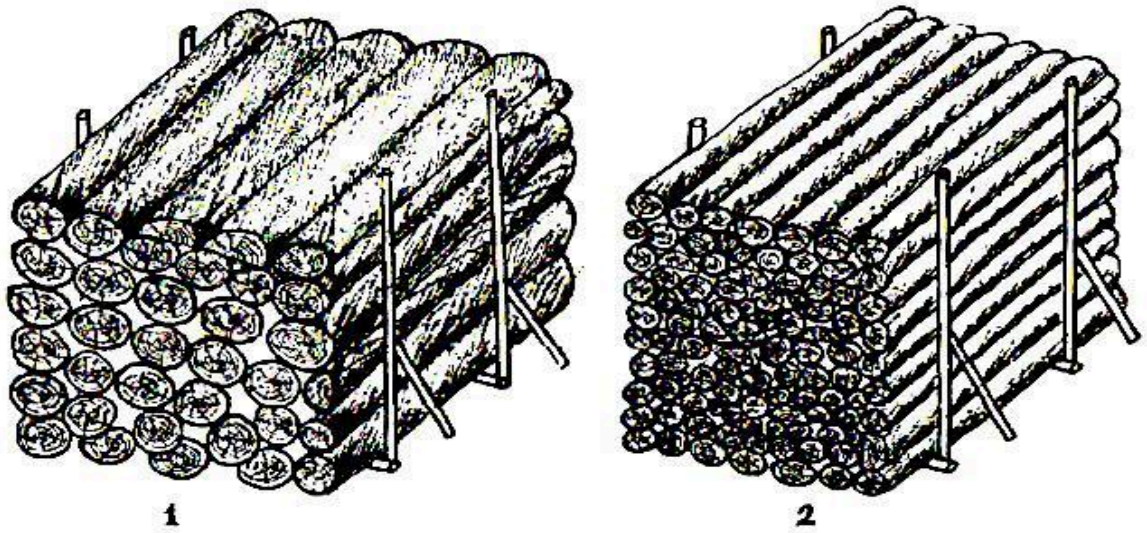


Рис. 5.1. Пухкий (1) та щільний (2) спосіб укладання дров

Для визначення об'єму стосу дров у складаній мірі необхідно виміряти довжину, ширину і висоту стосу і знайти добуток трьох вимірів. Довжину стосу вимірюють на середині його висоти, ширину приймають рівною номінальній довжині вкладених полін, за висоту приймають середнє значення з трьох вимірів від підкладки до верху стосу дров.

Об'єм щільної деревини в складаному об'ємі стосу визначають за коефіцієнтом повнодеревності стосу. Точність обліку дров в окремих стосах - до 0,1 м^3.

Кількість щільної деревини в складаному об'ємі стосу визначають через коефіцієнт повнодеревності. При укладанні полін у стос між ними неминуче виникають порожнини. Тому об'єм деревини у складаному кубічному метрі буде меншим за щільний кубічний метр.

Відношення щільного об'єму деревини у стосі дров до його складаного об'єму називається коефіцієнтом повнодеревності стосу і визначається з точністю до 0,01.

$$\mathbf{K} = V_{\text{деревини щільн.куб.м}} / V_{\text{деревини у складаних.куб.м}}. \qquad (5\text{-}2)$$

Якщо в 1 скл.м^3 дров міститься 0,7 м^3 щільної деревини стосовно геометричного об'єму дров, складаних у стос, то коефіцієнт повнодеревності

становить 0,7, відповідно на порожнини між полінами припадає 0,3 м^3 об'єму стосу. Об'єм щільної деревини у складаній кубічній мірі залежить від розмірів полін, кривизни, сучкуватості, способу укладання дров та ін. при здійсненні наукових досліджень найточніше величина коефіцієнта повнодеревності встановлюється ксилометричним способом.

На виробництві застосовують середній єдиний коефіцієнт повнодеревності для хвойних дров - 0,70, для листяних - 0,68, хоча стандартом дозволяється застосовувати єдиний коефіцієнт повнодеревності при масовому обліку дров - тобто не менше 1000 скл.м^3.

При зменшенні довжини полін довгих дров повнодеревність стосу збільшується, тому що короткі поліна вкладаються у стос щільніше, ніж довгі. При перерізуванні двометрових дров середньої товщини на однометрові їх складана міра зменшиться на 5%, при перерізуванні на півметрові – на 8-10%.

Зменшення складаного об'єму стосу дров після перерізування довгих полін на коротші називається упилом.

При збільшенні товщини полін повнодеревність стосу дров збільшується. При зменшенні товщини полін їх кількість у стосі буде більшою і, відповідно, буде більше порожнин між ними. Якщо товсті поліна розколоти навпіл і скласти знову, то складаний об'єм стосу дров збільшиться. При розколюванні полін навпіл середня норма збільшення складаного об'єму становить 5%, залежить від товщини чураків і породи.

Збільшення складаного об'єму стосу дров внаслідок їх розколювання називається приколом.

За допомогою таблиць ГОСТу 3243 залежно від породи (хвойні, листяні, суміш), товщини (тонкі, середні), форми полін (круглі, колоті) визначається коефіцієнт повнодеревності для переведеня складаної міри у щільну (табл. 5.2). Цей спосіб практично найбільш простий і точний.

Таблиця 5.2. Коефіцієнти повнодеревності стосів дров

Довжина полін, м	Коефіцієнт повнодеревності стосу, складеного з полін							
	Хвойних порід				Листяних порід			
	круглих		поколених	суміш	круглих		поколених	суміш
	тонких	середніх			тонких	середніх		
0,25	0,79	0,81	0,77	0,77	0,75	0,80	0,76	0,76
0,33	0,77	0,79	0,75	0,73	0,72	0,78	0,74	0,74
0,50	0,74	0,76	0,73	0,73	0,69	0,75	0,71	0,71
0,75	0,71	0,74	0,71	0,72	0,65	0,72	0,69	0,69
1,00	0,69	0,72	0,70	0,70	0,63	0,70	0,68	0,68
1,25	0,67	0,71	0,69	0,69	0,61	0,68	0,67	0,67
1,50	0,66	0,70	0,68	0,68	0,60	0,67	0,65	0,66
2,00	0,64	0,68	0,66	0,67	0,58	0,65	0,63	0,65
2,50	0,62	0,67	0,64	0,66	0,56	0,63	0,62	0,64
3,00	0,61	0,66	0,63	0,65	0,55	0,62	0,60	0,63

Спосіб діагоналі є найбільш розповсюдженим. На лицьовій стороні стосу дров позначають прямокутник висотою, яка дорівнює висоті стосу, та довжиною більше 8 м (рис. 5.2). З одного кута прямокутника до другого натягують уздовж діагоналі стрічку рупетки і взловж неї по торцях полін крейдою наводять лінію, яка повинна перетинати не менше як 60 полін. Вимірюється довжина діагоналі та сума протяжності торців полін, які перетнули діагональ. Коефіцієнт повнодеревності визначається діленням суми довжин перетнутих діагоналлю торців полін на довжину діагоналі прямокутника з точністю до 0,01.

$$K = \frac{\sum l_{торців}}{L_{діагоналі}}. \qquad (5.3)$$

При постачанні круглих дров стандарт дозволяє здійснювати перевірку щільності укладання дров за **способом площі торців полін**. На лицьовій стороні стосу позначають прямокутник площею 4 м^2, у якому вимірюють діаметри усіх торців полін і визначають площу перерізів всіх торців. Коефіцієнт повнодеревності визначається діленням суми площ перерізів полін на площу прямокутника, тобто на 4 м^2.

Спосіб об'ємів циліндрів застосовують для круглих дров. У стосі заміряються діаметри кожного поліна на його середині і групують за ступенями товщини. Визначають площу перерізу одного поліна кожного ступеня, за кількістю полін у ступені визначають суму площ перерізів ступенів та усіх полін стосу. Об'єм щільної деревини у стосі визначається як добуток суми площ перерізів полін на їх довжину, тобто застосовується проста формула серединного перетину. Діленням об'єму щільної деревини на складаний об'єм стосу дров визначається коефіцієнт повнодеревності.

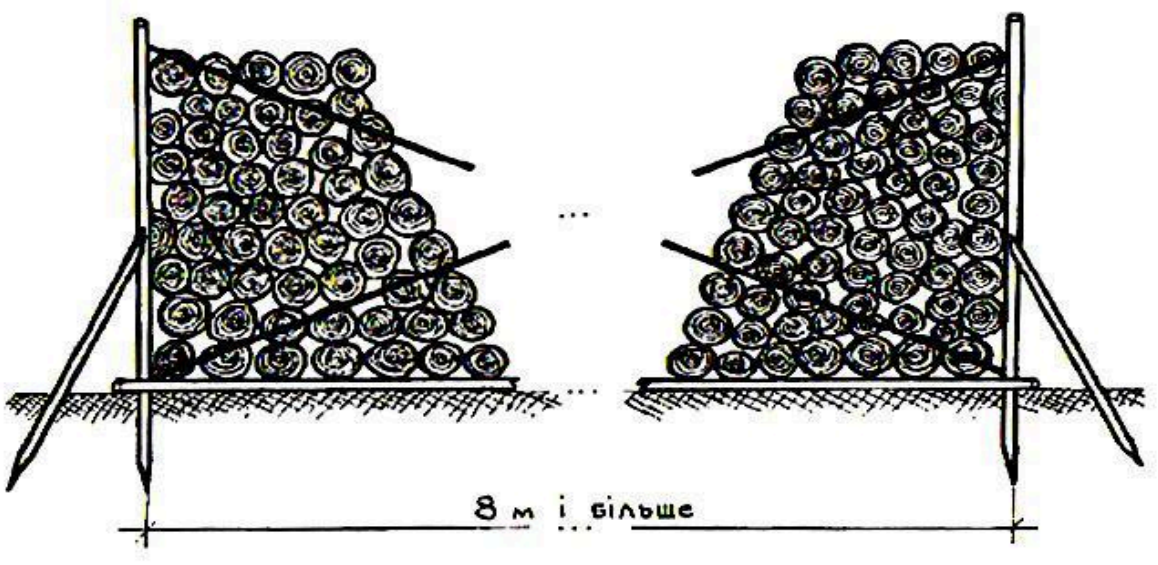


Рис. 5.2. Визначення коефіцієнта повнодеревності стосу дров за способом діагоналі

Виробництво деревного вугілля поширене у деяких країнах Африки та Європи. Вугілля випалюють у печах або вогнищах, об'єм дров, що вкладається у печі, визначається як добуток трьох вимірів, а вогнищ - за формулою параболоїда:

$$V = 0{,}5\ gh, \qquad (5.4)$$

де g - площа основи параболоїда, $м^2$;

h - висота вогнища, м.

Коефіцієнт виходу деревного вугілля при пічному виробництві становить 0,59-0,70, а при вогнищному - 0,45-0,60. Насипний кубічний метр вугілля має масу 120-170 кг.

На лісосіках у вигляді пнів залишається 1-4% стовбурної деревини, та 4-10% об'єму дерева у вигляді коренів. При заготівлі пнів та коренів для палива чи обсмолу їх укладають у купи прямокутної форми. Складані об'єми переводять у щільні за коефіцієнтом повнодеревності, рівним 0,4-0,5.

Дрова-рубанці (дрова, заготовані з товстого очищеного хворосту і гілок, товщиною 2-5 см і довжиною 1-2 м) переводяться у щільну міру за коефіцієнтом 0,4-0,5.

5.5. таксація пиляних лісоматеріалів

Основними сортиментами лісопильної промисловості є пиломатеріали, які мають важливе значення для національної економіки.

Пиломатеріали - це сортименти, отримані при повздовжньому розпилюванні колод.

За формою поперечного перерізу пиломатеріали поділяються на пластини, четвертини, бруси дво-, три-, чотирикантні, бруски, дошки необрізні та обрізні, шпали, обапіл (рис. 5.3).

Пиломатеріали, у яких всі сторони пропиляні за всією довжиною або не менше ніж на половину, називаються **обрізними**, у яких кромки не пропиляні або пропиляні менше ніж на половину довжини - **необрізними**. Широкі сторони дощок та брусків називають **пластю**, вузькі - **кромками**, лінії перерізу між ними - **ребрами**, поперечні перерізи - **торцями** (рис. 5.3).

Пластини отримуються при розпилюванні колод уздовж повздовжньої осі на дві симетричні частини, **четвертини** - при розпилюванні пластин на дві симетричні частини уздовж повздовжньої осі.

Брусами називаються пиломатеріали товщиною більшою 100 мм і шириною, не більшою подвійної товщини. Відповідно до кількості пропиляних сторін розрізняють дво-, три-, чотирикантні бруси.

Бруски - це пиломатеріали, товщина яких не перевищує 100 мм, а ширина - подвійної їх товщини.

Дошки - це пиломатеріали товщиною до 100 мм і шириною у два рази і більше товщини.

Обапіл є випиляною зовнішньою частиною колоди, яка є необробленою і має поперечний переріз у вигляді сегмента.

Шпали є особливим видом пиломатеріалів, які мають крупний поперечний переріз і використовуються як опори для рейок залізничної колії. За формою поперечного перерізу шпали поділяються на обрізні і необрізні, за видом - на три типи за розмірами.

Паркет - дрібні дощечки, випиляні з твердих листяних порід, які використовуються для настилання підлоги; враховується у квадратних метрах.

Гонт - додатковий вид лісопильної промисловості, це клиновидні дощечки з пазом у товстій частині, які використовуються як покрівельний матеріал.

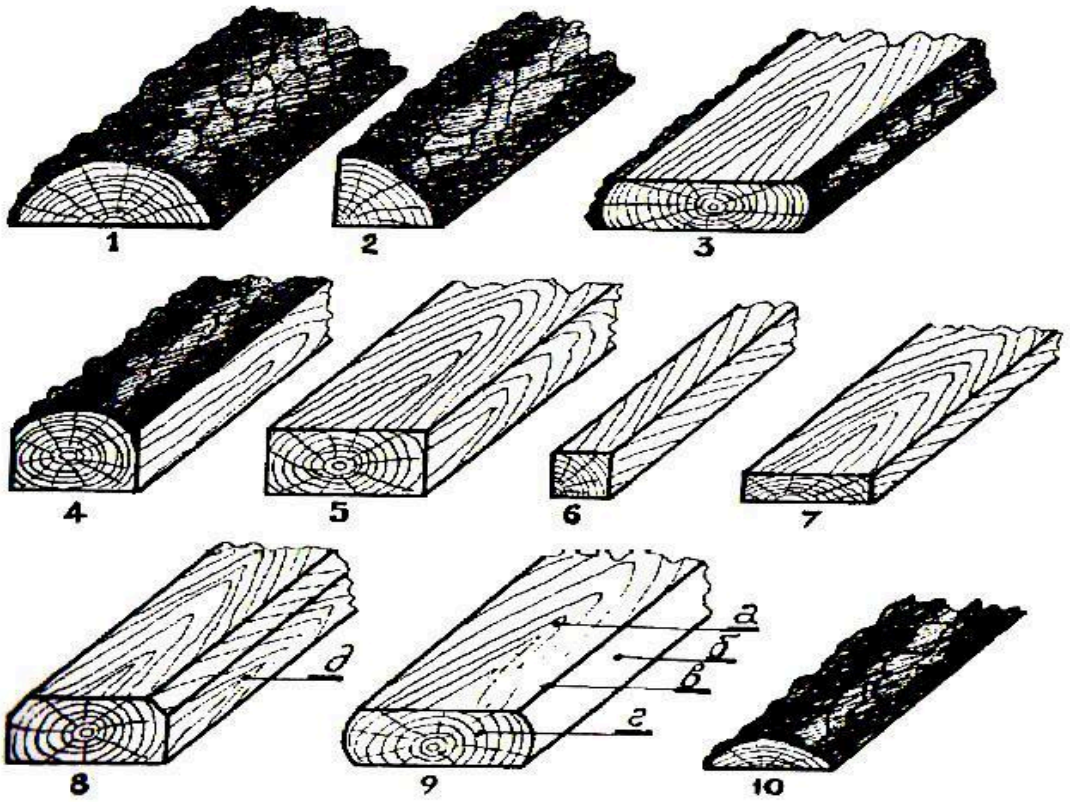


Рис 5.3. Пиломатеріали: пластини (1), четвертини (2), бруси дво- (3), три- (4), чотирикантний (5), брусок, дошка, шпала обрізна (8) і необрізна (9), обапіл (10). Елементи пиломатеріалів: пласть (а), кромка (б, д), ребро (в), торець (г)

Пиломатеріали найчастіше мають геометрично правильну форму.
Їх об'єм обчислюється шляхом множення довжини, ширини і товщини:

$$V = l\ a\ t, \qquad (5.5)$$

де V – об'єм пиломатеріалу, м^3;

l – довжина пиломатеріалу, м;

a – ширина пиломатеріалу, м;

t – товщина пиломатеріалу, м.

Облік пиломатеріалів здійснюється у щільних метрах кубічних. У необрізних дощок, внаслідок збігу, ширину визначають як півсуму ширини верхньої та нижньої пластей, виміряних посередині довжини дощок.

На виробництві використовуються таблиці для таксації обрізних дощок, в яких наводяться об'єми пиломатеріалів довжиною від 0,3 до 7,0 м, шириною від 40 до 250 мм, товщиною від 7 до 250 мм. Відмінним від описаного вище способу при визначенні об'єму необрізних дощок за цими таблицями є те, що

ширина дощок обчислюється як половина суми ширини двох пластей посередині дошки.

Обапіл обліковується у складаних метрах кубічних з наступним переведенням у щільні метри кубічні за коефіцієнтом повнодеревності, який коливається в межах 0,48-0,74. В окремих випадках облік здійснюється у штуках з визначенням його розмірів. Об'єм обапола обчислюється за формулою:

$$\mathbf{V} = \frac{2lat}{3}. \qquad (5\text{-}6)$$

де V — об'єм обапола, м^3,

a - ширина основи обапола, м;

l - довжина обапола, м;

t - товщина обапола, м.

Обмір ширини основи і товщини обапола здійснюється на 0,4 довжини від товстого кінця.

Відповідні стандарти визначають форму, розміри та якість деревини пиломатеріалів і заготовок різного призначення, а за якістю деревини вони поділяються на сорти. Стандартами встановлені припуски у довжину, ширину і товщину в розмірі 12,7-7,0 % на усушку та обторцювання для виготовлення виробів необхідних розмірів.

Об'єм **гострокантних брусів**, площі поперечних перезів яких прямокутні або квадратні, визначаються за довжиною, шириною і товщиною бруса.

Тупокантні бруси не мають у поперечному перерізі вершин кутів, тому площа цих перерізів менша за відповідний прямокутник або квадрат. При визначенні поперечного перерізу тупокантного бруса перемножують його ширину і товщину, а від отриманого добутку віднімають площу відсутніх чотирьох трикутників, у яких одна сторона l є катетом. Площа цих трикутників дорівнює l^2. Об'єм тупокантного бруса буде дорівнювати:

$$V = (a\,t - l2)\,L, \qquad (5.7)$$

де V - об'єм бруса, м^3;

a - ширина, м;

t - товщина бруса, м;

L - довжина, м;

l - катет відсутнього трикутника, м.

Для визначення об'єму **обрізних і прямокутних шпал** застосовуються наведені вище формули об'ємів брусів. Об'єми брускових шпал визначаються за простою формулою перерізу. Для визначення площі поперечного перерізу торцевий зріз поділяють на трапецію і два сегменти, а площі цих фігур включаються у формулу визначення об'єму:

$$V = \left(0{,}5(a + b)t + \frac{4lh}{3}\right)L, \qquad (5.8)$$

де V - об'єм шпали, м^3;

a, b - ширина верхньої та нижньої пластей, м,

t - товщина шпали, м;

L - довжина шпали, м;
l - ширина сегмента, м;
t - товщина бокових сегментів, м.

5.6. Таксація розколених, тесаних, струганих і лущених лісоматеріалів

До розколених сортиментів належить клепка, болванка, обід, шпиці, санний полоз і бруски для спеціальних сортиментів.

Клепка бондарна - це прямокутні у перерізі дощечки для виготовлення бочок, діжок, кадовбів. Розміри клепки різні, передбачені стандартами. Облік здійснюється у штуках або щільних метрах кубічних. Вихід коленої клепки становить близько 30-40 % від об'єму сировини.

Болванка рушнична - відрізки стовбура, форма і розміри яких визначаються стандартом. Болванки рушничні поділяються на 8 типів, виготовляються з деревини берези і бука. Облік здійснюється у штуках.

Обід колісний - це дерев'яна частина колеса, яка охоплює спиці. Обід може бути суцільногнутий, тобто виготовлений з одного витесаного бруска, та косяковий, складений з декількох виколених брусків. Обід і **шпиці** виготовляються з твердолистяних порід, розміри і технічні вимоги визначені стандартом. Облік гнутих заготовок для ободу ведеться станами (на чотири колеса), прямокутник для обода та маточин - в метрах кубічних, шпиць і косяків - у штуках. Вихід обода становить 20-25%, колісних шпиць близько 50% від об'єму кряжу.

Санний полоз виготовляють з обтесаних пластин із наступним пропарюванням і вигинанням з деревини дуба, ясена, клена, берези та інколи з вільхи і осики. За формою поперечного перетину буває круглий, пластинчатий і брусковий. Розміри по довжині становлять 3,2-3,6 м і в товщину 10,5-16,0 см. Заготовки зв'язуються і обліковуються комплектами по дві штуки. Вихід санного полоза із сировини становить близько 65 %.

Стругані лісоматеріали - це стругана фанера, яка отримується шляхом стругання чураків на фанерностругальних станках і призначена для облицювання меблів та внутрішнього оформлення приміщень. Виготовляються з деревини порід, які мають гарну текстуру. Висушені листи струганого шпону укладаються за видами і сортами у пачки. Довжина листів фанери становить 1,0 м і більше з градацією 0,1 м, мінімальною шириною 80 мм, товщиною 0,4-1,0 мм. Враховується у квадратних метрах.

Лущені лісоматеріали виробляються на спеціальних лущильних станках шляхом зрізування смуги шпону з чурака, який обертається. Лущені лісоматеріали представлені **шпоном і клеєною фанерою**. Враховуються у кубічних і квадратних метрах. Площа окремого листа фанери враховується з точністю до 0,01 м^2, площа партії листів - до 0,5 м^2. Результати обмірів записують у вигляді дробу: в чисельнику - об'єм листа з точністю до 0,00001 м^3, у знаменнику - площа листа з точністю до 0,01 м^2.

Шпон акумуляторний призначений для виготовлення сепараторів свинцевих акумуляторів.

Технологічна тріска враховується у насипних метрах кубічних з переведенням у щільні метри кубічні за допомогою перевідних коефіцієнтів (0,36-0,42). Розміри технологічної тріски встановлені стандартом.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація лісопродукції.
2. Круглі лісоматеріали та їх класифікація за призначенням та якістю.
3. Як проводиться обмір та облік круглих лісоматеріалів?
4. Як і для яких ділових лісоматеріалів проводиться облік у складаній кубічній мірі?
5. Як визначаються об'єми круглих лісоматеріалів та сортиментів за таблицями гост 2708-75 ?
6. Особливості таксації коротких і довгих круглих лісоматеріалів.
7. Класифікація, складання та обмір дров.
8. Як встановлюється коефіцієнт повнодеревності стосу дров?
9. Класифікація і таксація пиломатеріалів.
10. Таксація хворосту і хмизу.
11. Визначення об'єму пнів, коренів, і кори.
12. Визначення об'єму брусів і шпал.
13. Таксація розколених і тесаних лісоматеріалів.
14. Таксація струганих і лущених лісоматеріалів.

6. ТАКСАЦІЯ НАСАДЖЕНЬ

6.1. Таксаційні показники насаджень

6.1.1. Загальні поняття про ліс

Лісова площа - це територія, призначена для вирощування лісу. Для здійснення господарської діяльності у лісах території лісового фонду її поділяють на лісгоспи, територія яких ділиться на лісництва, майстерські дільниці, обходи. У межах кожного лісництва для зручності обліку, організації і ведення господарства територія поділяється на квартали і урочища.

Квартал є основною постійною обліковою і господарською одиницею лісового фонду у межах господарських частин, а квартальна сітка використовується для орієнтування у лісі при здійсненні лісовпорядкувальних робіт та лісогосподарських заходів. Кожен квартал має свій порядковий номер і межі, його площа, залежно від лісорослинних та економічних умов, досягає десятків або сотні гектарів. Територія кожного ксарталу відмежована квартальними просіками та природними межами. Поділ на квартали полегшує інвентаризацію лісового фонду, орієнтування у лісі, сприяє охороні лісу, обліку і контролю користувань лісом, плануванню лісогосподарських заходів, заготівлі та вивезенню деревини.

Ліс, що зростає на цих площах, навіть у межах окремого кварталу, досить різний за походженням, породним складом, віком, розміром і густотою стояння дерев, за запасом і якістю деревини, лісорослинними умовами та іншими показникам.

Одним із головних завдань лісової таксації є виділення у лісових масивах однорідних частин (насаджень) та їх опис.

Насадження **- це ділянки лісу, однорідні за будовою і помітно відмінні від сусідніх частин, у визначених межах, зайняті деревною і супутньою їй іншою лісовою рослинністю.**

Насадження - це єдність рослинності та лісорослинних умов, оскільки між ними існує тісним взаємозв'язок і взаємодія. За зовнішніми ознаками в насадженнях виділяють деревостан, підріст, підлісок, надґрунтовий покрив.

Лісорослинні умови характеризуються типом грунту, рельєфом місцевості, гідрологічними і кліматичними особливостями.

Найважливішою складовою частиною насадження є деревостан.

Деревостан **- це сукупність дерев, які утворюють більш або менш однорідну лісову ділянку і взаємопов'язані та взаємозумовлені у своєму рості і розвитку.**

Поняття "насадження" і "деревостан" хоч і близькі між собою, але не тотожні. Насадженням називають лісову ділянку, однорідну не тільки за будовою верхнього ярусу (намету), але і за характером деревної, чагарникової і трав'янистої рослинності, тобто поняття "насадження" значно ширше, ніж поняття "деревостан".

У практиці лісового господарства при поділі території на окремі лісові ділянки вирішальне значення надають будові верхнього намету, тобто деревостану. Однак і деревостан буває неоднорідним: він може складатися з дерев не однієї, а кількох деревних порід (змішаний деревостан), що значно відрізняються за віком (різновіковий деревостан), висотою, утворюючи не один, а два і більше ярусів у насадженні (складний деревостан). Такі деревостани дуже складні як об'єкт таксації, тому їх потрібно поділяти на більш прості і однорідні частини - елементи лісу. Це поняття було введене професором Третьяковим у 1927 році.

Елемент лісу **- це чисте одновікове насадження або частина змішаного, складного і різновікового насадження, яке складається з дерев однієї породи, розташованих в одному ярусі, за віком віднесених до одного покоління, які мають однакові умови розвитку і місцезростання.**

До одного покоління лісу належать дерева деревостану, які мають різницю у віці більше, ніж на два класи віку.

Якщо в окремих частинах однорідного деревостану спостерігається різниця в підрості, підліску і надґрунтовому покриві, то це ще не є основою для розподілу його на кілька деревостанів. Тому з практичної точки зору поняття "насадження" рівнозначне поняттю "деревостан".

6.1.2. Основні таксаційні показники для характеристики насаджень

Усі насадження, що існують у природі, є поєднанням окремих елементів лісу. У змішаних одноярусних насадженнях елементів лісу буде стільки ж, скільки порід входить до його складу. У складних насадженнях, де кожний ярус складається з кількох порід і вікових поколінь, кількість елементів лісу дорівнює кількості ярусів, порід і поколінь.

Наприклад, двоярусне насадження з характеристикою першого ярусу 4Сз(150) 3Сз(90) 3См(90) і другого ярусу 10 См(50) складається з чотирьох елементів лісу. Той елемент лісу, який має більшу питому вагу за запасом, у формулі складу стоїть на першому місці і називається основним.

Таксація насаджень починається з розподілу його на елементи лісу. Такий порядок першопочаткового розподілу насаджень полегшує та уточнює його характеристику. У межах елементу лісу легше вивчити і пояснити різні зв'язки і природні закономірності росту і будови насаджень, що становить теоретичну основу лісової таксації.

Для розподілу лісових масивів на окремі однорідні частини, або насадження і таксаційні виділи, та їх наступного опису застосовують систему особливих кількісних та якісних характеристик - таксаційних показників. За допомогою цих таксаційних показників для кожного насадження складають таксаційну характеристику, яка відображає особливості будови лісу, його господарську і промислову цінність.

При таксації лісу в окрему таксаційну ділянку виділяють одне насадження і складається таксаційний опис, в якому дається повна його характеристика за наступними таксаційними показниками:

1. *Походження насаджень*: штучне або природне, насіннєве або порослеве;
2. *Форма*: проста (одноярусні насадження, в яких крони дерев утворюють один намет) або складна (багатоярусні насадження, в яких крони дерев утворюють кілька наметів);
3. *Склад*, показує співвідношення деревних порід, які утворюють насадження;
4. *Середня висота* в цілому та окремих деревних порід;
5. *Вік* насадження та окремих його частин (за породами, ярусуми);
6. *Елементи лісу*, які є деревостаном, однорідним за висотою, віком і породою;
7. *Бонітет* - показник, який характеризує ріст та потенційно можливу для цих природних лісорослинних умов продуктивність насаджень;
8. *Повнота* в цілому та окремих його частин — показник ступеня щільності стояння дерев на зайнятій ними території;
9. *Середній діаметр* дерев, що утворюють насадження в цілому, та окремих його частин (ярусів, окремих порід);
10. *Запас*, або кількість деревини, на одиниці площі насадження в цілому та окремих його частин (ярусів, окремих порід);
11. *Клас товарності* насадження або його частин, який характеризує якісний стан деревного запасу і його придатність для отримання лісової продукції;

12. *Тип лісу* — показник, який характеризує природно-історичні лісорослинні умови цього насадження;
13. *Підріст і підлісок.*

Зведена відомість, де для насаджень встановлені основні таксаційні показники, називається ***таксаційним описом***. У ньому дається характеристика лісу, особливості його будови, дані про наявність деревини та її виробничу цінність. Використовуючи таксаційний опис для вирішення господарських питань, зникає необхідність оглядати насадження у природному стані на місцях їх зростання.

6.1.3. Походження

За походженням насадження поділяються на **природні і штучні** (лісові культури) насіннєвого і порослевого походження.

Частина території нашої країни вкрита природними лісами, які виникли на зайнятих ними площах шляхом природного поновлення без втручання людини у цей процес. Але, разом із тим, є значні площі лісів, які створені штучним шляхом, тобто за активного втручання людини. В останні десятиріччя в основному створюються штучні насадження методом посіву або садіння, причому садінням створюються насадження на 80% площ. Створені людиною насадження називають лісовими культурами. Зімкнуті лісові культури належать до вкритих лісовою рослинністю земель, незімкнуті враховуються окремо.

Насадження штучного походження характеризуються більшою однорідністю за складом і формою, одним віком, рівномірним розміщенням дерев на площі і значно інтенсивнішим ростом у молодому віці. Але до віку стиглості ріст і продуктивність природних і штучних насаджень вирівнюються.

Хвойні насадження, як правило, насіннєвого походження, листяні можуть бути і насіннєвого, і порослевого. При таксації таких насаджень походження встановлюють за перевагою кількості дерев того чи іншого походження.

Дерева насіннєвого походження найчастіше мають прямий стовбур, у дерев порослевого походження нижня, найцінніша, частина стовбура завжди викривлена, розташовані вони групами, тому що виникають із сплячих бруньок на пнях.

Технічна якість деревини насіннєвих насаджень вища за порослеві, що забезпечує заготівлю в них цінних і високоякісних сортиментів. Порослеві дерева більше вражаються різними хворобами, переважно внутрішньою гниллю, і тому фаутність таких насаджень вища, ніж у насіннєвих.

Порослеві насадження у молодому віці ростуть інтенсивніше, ніж насіннєві, але рости перестають раніше за насіннєві. Через більш раннє припинення росту та фаутність порослевих насаджень їх стан є, звичайно, гірший, ніж насіннєвих насаджень, тому їх потрібно призначати у рубку в більш ранньому віці.

Порослеві насадження з віком зріджуються швидше, запас деревини у пристигаючих і стиглих насадженнях менший, порослеві дерева відмирають значно раніше, ніж дерева в насіннєвих насадженнях. У листяних порослевих

насадженнях з віком спостерігається збільшення частини дерев насіннєвого походження.

Як правило, загальна продуктивність порослевих насаджень менша, ніж насіннєвих, тому при таксації лісів потрібно розподіляти насадження за походженням, а для штучних - ще додатково визначати спосіб їх створення.

6.1.4. Форма

За формою насадження поділяють на **прості і складні**. Основою для виділення окремих ярусів є різниця в середній висоті і запасі окремих категорій дерев, які утворюють деревостан. Другий ярус виділяють, якщо середня висота ярусу, який виділяють, не менша 1/4 середньої висоти основного ярусу і різниця становить не менше 20%, запас - не менший 30 $м^3$/га і повнота - не менша 0,3.

Деревна, чагарникова і трав'яниста рослинність утворюють в окремих насадженнях кілька ярусів або наметів. Ярусність насаджень є наслідком різниці біологічних властивостей лісової рослинності і лісорослинних умов. Кожний ярус має визначений видовий склад. Підріст і підлісок за яруси не приймають.

Верхній намет займають дерева, інколи вони розташовуються у два яруси: перший - зі світлолюбних дерев, наприклад сосни, другий - з тіневитривалих, наприклад липи. Наступний ярус становлять чагарники і молоде покоління дерев. Нижній ярус, який вкриває ґрунт, складається з трав і мохів.

Якщо дерева мають приблизно однакову висоту, то такий деревостан називають **одноярусним**, або **простим**. Такі дерева мають горизонтальну зімкнутість, утворюючи один намет. Типовим прикладом простого одноярусного насадження є деревостан, який складається з одного елементу лісу. Одноярусні насадження утворюють світлолюбні породи, наприклад сосна, модрина.

При різній висоті дерев, коли їх крони розміщуються у кількох ярусах, деревостан;: називають **багатоярусними**, або **складними**. Часто утворюють складні, багатоярусні насадження тіневитривалі породи (смерека і ялиця, дуб і граб). У такому випадку у верхньому ярусі розташовані дерева старшого віку, а в другому і у всіх наступних - молодші.

Складні насадження утворюються при спільному зростанні світлолюбних і тіневитривалих порід. У такому насадженні світлолюбні породи (сосна, модрина) розташовуються у верхньому ярусі, а тіневитривалі (смерека, ялиця) - у нижньому, другому ярусі.

Типовим двоярусним насадженням є дубово-грабове: у переважаючому наметі росте дуб, у другому ярусі - граб.

Поділ насаджень на яруси має господарське значення тому, що для окремих ярусів необхідно здійснювати спеціальні лісогосподарські заходи, які з економічної точки зору не доцільно здійснювати в ярусах з малими запасами деревини.

Ярус, запас якого становить найбільшу частину запасу насадження, називають **основним**, інші яруси називають **другорядними**.

При описі форми насаджень необхідно виділяти підріст і підлісок, що набуває особливого значення для наступного мисливського впорядкування при встановленні типів мисливських угідь.

Підростом **називають молоде покоління деревних рослин, яке розташоване під наметом основного деревостану, здатне з віком повністю або частково замінити його.**

Підріст не потрібно плутати з деревним ярусом, його слід вважати новим поколінням лісу. Звичайно до підросту зараховують природне поновлення під наметом лісу у віці від 5 років і вище, яке не досягло 1/4 середньої висоти основного ярусу. При окомірній оцінці вказують такі показники: склад, середній вік, середню висоту, густоту (густий, середній або рідкий), або кількість екземплярів на 1 га (тис.шт.), розміщення (рівномірне, групове) і благонадійність. У таксаційному описі ці показники записують у вигляді короткої формули скороченими позначеннями: Пдр.10Ялє, благ., 5-10р., Н-1,5 м., сер.густ. (4 тис.шт./га), рівномірний.

Підліском **називають чагарники і деревні породи, які набули вигляду чагарників, що ростуть під наметом лісу і нездатні утворювати деревостан у цих лісорослинних умовах.**

Підлісок має велике лісівниче і господарське, а також кормове і захисне значення для диких тварин, тому його опис при таксації лісу обов'язковий.

У характеристиці підліску вказують основні види деревних і чагарникових порід, характер їх розміщення і густоту. Притримки для густоти: густий - більше 5 тис.шт./га; середній - 2-5 тис.шт./га.; рідкий - менше 2 тис.шт./га.

Далі дається опис надґрунтового покриву (вкриття), рельєфу та інших особливостей. Живе надґрунтове вкриття характеризується основними видами трав і чагарників, визначаючи насамперед індикатори лісорослинних умов. Ґрунт описують, визначаючи його тип, механічний склад, вологість і ступінь опідзолення. Для характеристики рельєфу вказують місцерозташування насадження (пойма, вододіл, схил), форму рельєфу (рівний, горбистий, гірський). У гірських умовах вказують експозицію і крутизну схилів у градусах.

Слід зазначити, що складні насадження мають деякі переваги порівняно з простими: вони відзначаються більшою продуктивністю і більшою різноманітністю деревних і недеревних продуктів, стійкіші до шкідників та хвороб лісу, менше терплять від стихійних лих.

6.1.5. Склад

Під складом насадження розуміють перелік деревних порід, які утворюють деревостан, з вказівкою частки участі кожної породи у загальному запасі.

Чистими називають насадження, якщо вони складаються з однієї породи або домішки інших порід не перевищують 10% загального запасу, і **змішаними**, якщо вони складаються з двох або кількох порід.

Склад деревостану характеризується формулою, в якій вказується назва породи та її участь у загальному запасі в десятих частках одиниці. Сума всіх коефіцієнтів дорівнює 10.

Згідно з лісовпорядною інструкцією деревні породи позначаються початковими буквами їх назви: Сз - сосна звичайна, Скє - сосна кедрова європейська, Ялє - ялина європейська, Яцб - ялиця біла, Мдє - модрина європейська, Дз - дуб звичайний, Дчр - дуб червоний, Дс - дуб скельний, Бкл - бук лісовий, Клг - клен гостролистий, Яв - явір, Яз - ясен звичайний, Вгл - в'яз гладенький, Гз - граб звичайний, Бз - береза звисла, Бп - береза пухнаста, Аб - акація біла, Лпд - липа дрібнолиста, Ос - осика, То - тополя біла, Врк - верба козяча, Вхч - вільха чорна.

Наприклад, формули складу чистого соснового, дубового, букового, вільхового деревостанів мають такий вигляд: 10Сз, 10Дз, 10Бкл,10Вхч.

У змішаних деревостанах доля участі кожної породи визначається за співвідношенням їх запасів або сум площ перерізів. Якщо в насадженні із загальним запасом 350 м^3/га на складові породи припадає дуба 210 м^3, клена - 60 м^3 і граба - 80 м^3, то доля участі кожної породи в загальному запасі становитиме: дуб - 60%, клен - 17%, граб - 23%. Заокруглюючи отримані значення до десятків, отримуємо долю участі кожної породи в складі насадження: 6, 2 і 2. Формула складу цього насадження буде мати такий вигляд: 6Дз2Клг2Гз. У молодняках до 10 років породний склад визначається за співвідношенням кількості стовбурів, а не за запасом; підлісні породи у формулу породного складу не включаються, а описуються окремо.

У складних насадженнях склад кожного ярусу записується окремо. Якщо запас деревної породи у складі ярусу становить до 5% загального запасу, то у формулу породного складу вона записується без цифрового коефіцієнта, а з додаванням знаку плюс "+".

Для правильного віднесення насадження до господарств при характеристиці складу важливе значення має правильне визначення у них переважаючої і головної породи.

Переважаючою вважається порода, яка представлена у змішаному насадженні найбільшим запасом (основного ярусу).

Головною породою вважається та, яка найбільше відповідає меті господарства, має найбільше господарське значення і в цих лісорослинних умовах є найбільш перспективною.

На першому місці у формулу складу ставиться основний елемент лісу.

Переважаюча порода у формулі складу записується на першому місці, а якщо в деревостані з двох порід обидві займають однакову долю участі, переважаючою вважають ту, яка визнана головною. У пристигаючих, стиглих і перестиглих насадженнях переважаючою вважається порода, якщо доля її участі у запасі становить не менше 50 % загального запасу деревостану (в ярусі). Дуб, бук, ясен, ялиця, псевдотсуга, явір, горіх грецький, враховуючи їх господарське значення, належать до переважаючих навіть при долі їх участі у складі не менше 40 % загального запасу насадження.

Наприклад, для змішаного насадження, у складі якого 40% за запасом дуба, 50% осики і 10% липи, формулу складу потрібно записувати: 4Дз50с1Лпд.

За наявності у складі насадження кількох цінних у господарському відношенні порід його потрібно відносити до того господарства (хвойне, твердолистяне), сумарний запас порід якого становить не менше 50%. Головною породою вважають ту, яка має найбільший запас, а при рівних запасах - більшу цінність.

При лісовпорядкуванні формула складу визначається окомірно, що вимагає певного досвіду і тренування на пробних площах. За притримку при візуальному встановленні коефіцієнтів складу рекомендується таке. Прийнявши загальний запас деревостану за 10 одиниць, потрібно прикинути на око, яка доля цього запасу припадає на кожну складову породу. За вихідний початок береться співвідношення кількості дерев складових порід. Потім в отримане співвідношення вноситься поправка на різницю в об'ємах дерев окремих порід, які зумовлені різницями в їх діаметрах і висотах.

Для перевірки окоміру у визначенні складу в типовому для насадження місці можна підрахувати кількість найближчих до спостерігача дерев за породами і встановити співвідношення між ними. Якщо це зробити в різних місцях насадження і вивести середнє співвідношення, то можна отримати близьку до дійсності формулу складу.

Для підвищення точності визначення складу при окомірній таксації можна виміряти суми площ перерізів окремих деревних порід, що становить деревостан, за допомогою спеціальних приладів (повнотомір Біттерліха, призма Анучіна). Коефіцієнти складу при цьому встановлюють за співвідношенням сум площ перерізів кожної складової породи.

Але найточніше склад встановлюють за даними суцільного переліку з розподілом дерев за ярусами, а в межах їх - за породами і поколіннями. Склад встановлюють за співвідношенням сум площ перерізів, а ще точніше - запасів, який визначають за об'ємними таблицями або модельними деревами. Також можуть бути використані номограми (тобто графіки), які склав Н.П.Анучін.

6.1.6. Вік

Вік деревостану є таксаційним показником, який характеризує його загальний стан.

Усі основні лісогосподарські заходи (доглядові рубки, рубки головного користування) призначаються і здійснюється з обов'язковим урахуванням визначених вікових етапів у житті деревостану.

Окремі дерева в деревостані звичайно розподіляються за віком, тому, характеризуючи деревостан, розрізняють переважаючий і середній вік.

Переважаючим називають вік, який має більша частина дерев деревостану.

Середній вік визначається як середньозважена величина пропорційно до участі у запасі деревостану окремих вікових груп дерев за формулою:

$$\mathbf{A_{ср.}} = \frac{A_1M_1 + A_2M_2 + ... + A_nM_n}{M_1 + M_2 + ... + M_n} \qquad (6.1)$$

де $\mathbf{A_1, A_2,...A_n}$ - вік окремих груп або поколінь дерев;

$\mathbf{M_1, M_2, …M_n}$ - їх запаси.

Визначення запасу насаджень - робота важка і трудомістка, і, враховуючи, що запаси прямо пропорційні до сум площ перерізів, формулу можна записати так:

$$\mathbf{A_{ср.}} = \frac{A_1G_1 + A_2G_2 + ... + A_nG_n}{\sum G} \qquad (6.2)$$

де $\mathbf{G_1,G_2, ... G_n}$ - суми площ перерізів в окремих групах дерев або поколіннях.

Суми площ перерізів визначаються за даними суцільного переліку або підрахунком кількості дерев на кругових пробних площах.

Якщо вік дерев майже однаковий, середній вік можна визначити як середньоарифметичне з віку окремо зрубаних дерев. Для визначення віку можна використати вікові бурави, підрахувати кількість річних кілець на пнях, для молодих дерев сосни (до 50-60 років) підрахувати кількість мутовок на стовбурі. У змішаних і складних насадженнях вік визначають окремо для кожного елементу лісу.

При лісоінвентаризаційних роботах за одиницю виміру віку деревостану приймають не рік, а період, який називають ***класом віку***. Для букових і хвойних насаджень у горах, які відзначаються більшою довговічністю, тривалість класу віку прийнята такою, що дорівнює 20 рокам, для хвойних порід на рівнині, твердолистяних і м'яколистяних порід - 10 рокам. Для швидкорослих порід (тополя, акація, верба) класи віку встановлюються такими, що дорівнюють 5 рокам. Класи віку позначають римськими цифрами (I, II, III, IV, V і т.д.).

Якщо окремі дерева деревостану мають різницю у віці, яка не перевищує тривалості одного класу віку, то такий деревостан вважається **одновіковим**, за більшої різниці - **різновіковим**. Деревостани зі світлолюбних порід частіше бувають одновікові, а з тіневитривалих - різновікові.

У лісотаксаційній практиці середній вік деревостанів часто визначають візуально за зовнішніми ознаками дерев: кольором хвої, формою крони, кольором та будовою кори, кутом прикріплення гілок до стовбура, висотою та діаметром з урахуванням лісорослинних умов.

У старих дерев хвойних порід колір хвої дещо світліший, ніж у молодих. У старих дерев, що припинили ріст у висоту, крона має заокруглену шапкоподібну і куполоподібну форму, нижня частина стовбура має товсту розтріскану кору, вкриту наростами зеленого і жовтого кольору. Для молодих дерев характерна шпилеподібна форма крони, гладка глянцева кора, хвоя насиченого темно-зеленого кольору, гілки прикріплені до стовбура під гострим кутом.

При обліку лісового фонду з метою вирішення практичних завдань класи віку об'єднують у вікові групи: молодняки, середньовікові, пристигаючі, стиглі і перестиглі. Розподіл насаджень на групи віку здійснюють залежно від встановленого для господарської секції віку головної рубки і тривалості класу віку. Цей розподіл використовується при здійсненні обчислень для визначення розміру головного користування лісом.

6.1.7. Середній діаметр

Для кількісної характеристики деревостану визначають середній діаметр ***Dсер.*** і середню висоту ***Hсер.*** дерев. Ці два таксаційні показники перебувають у тісній залежності, яка виражається у тому, що із збільшенням діаметрів дерев збільшується їх висота. Ця залежність виражається опуклою кривою типу параболи другого порядку, а також добре передається логарифмічною кривою.

В однорідному деревостані, який складається з однієї породи та одного віку, товщина, а також висота і форма дерев різні. Кількість дерев, яка стосується окремих ступенів товщини, неоднакова: найбільше дерев середніх ступенів товщини, а вдуже тонких і дуже товстих їх звичайно значно менше.

Способи визначення цих показників ґрунтуються на закономірностях у будові насаджень за діаметром і висотою. Залежно від мети, яка вимагає тієї чи іншої точності, способи їх визначення можуть бути різні. При лісоінвентаризаційних роботах середні діаметри і висоти та інші таксаційні показники визначають візуально. При закладанні пробних площ і таксації лісосік, коли потрібна більша точність, здійснюють спеціальні вимірювання, тобто виконують суцільний перелік дерев і заміри висот модельних дерев.

Для характеристики товщини дерев визначають їх **середній діаметр** середню товщину деревних стовбурів на висоті 1,3 м від шийки кореня дерева (на висоті грудей чоловіка середнього зросту). Розрізняють **середньоарифметичний і середньоквадратичний діаметри**.

Середньоарифметичний діаметр визначається як частка від ділення суми добутків діаметрів усіх дерев елементу лісу кожного ступеня товщини та їх кількості у ступенях на загальну кількість дерев:

$$\mathbf{D_{ср.}} = \frac{d_1 n_1 + d_2 n_2 + ... + d_n n_n}{n_1 + n_2 + ... + n_n} = \frac{\sum d_n}{N} \qquad (6.3)$$

Середньоквадратичний діаметр (середній діаметр деревостану елемента лісу) визначають за площею поперечного перерізу середнього дерева. Для цього спочатку обчислюють суму площ перерізів усіх дерев деревостану за даними суцільного переліку дерев як суми добутків площ перерізів одного дерева кожного ступеня на їх кількість у цих ступенях:

$$\mathbf{G = g_1 n_1 + g_2 n_2 + \ldots + g_n n_n,} \qquad (6.4)$$

де $g_1, g_2, \ldots g_n$ - площа поперечного перерізу одного середнього дерева кожного ступеня товщини;

$n_1, n_2, \ldots n_n$ - кількість дерев у ступенях товщини.

Якщо поділити суму площ поперечних перерізів усіх дерев на загальну їх кількість, то визначимо площу перерізу (площу перерізу середнього дерева), яку має одне дерево середньої товщини:

$$\mathbf{g_{ср.}} = \frac{\sum G}{N} . \qquad (6.5)$$

За визначеною площею поперечного перерізу середнього дерева встановлюють його діаметр на основі залежності:

$$\mathbf{g_{ср.}} = \frac{\pi \cdot d^2_{сер}}{4}, \text{ звідки: } \mathbf{d_{ср.}} = \mathbf{2}\sqrt{\frac{g_{сер}}{\pi}} . \qquad (6.6)$$

Діаметр, обчислений за цією формулою, буде середнім діаметром елементу лісу. З усіх способів визначення середнього діаметра цей спосіб є найточнішим, оскільки дерево, яке має середньоквадратичний діаметр, буде близьким до середнього і за іншими таксаційними показниками, тобто за висотою, формою та об'ємом.

З метою спрощення обчислень з визначення середнього діаметра суму площ поперечних перерізів визначають за спеціальними таблицями сум площ перерізів, а діаметр середнього дерева визначають також за таблицями площ поперечних перерізів кругів на основі площі перерізу середнього дерева, яку визначили завдяки обчисленням, визначаючи який діаметр відповідає обчисленій площі перерізу.

При таксації лісів середній діаметр визначається з градацією 2 см (при середньому діаметрі деревостану до 32 см) і 4 см (при більшому середньому діаметрі). У пристигаючих, стиглих і перестиглих деревостанах середній діаметр встановлюють окремо для кожного елементу лісу, у молодняках і середньовікових - тільки для переважаючої породи.

Середнє дерево у деревостані у загальному ряді розподілу дерев за ступенями товщини посідає чітко визначене місце. У деревостані, який складається з одного елементу лісу, середній діаметр становить 60% діаметра найтовстішого дерева і приблизно у 2-2,3 рази більший за діаметр найтоншого, тобто 60% загальної кількості дерев деревостану мають діаметр, менший за середній, а 40% - більший за нього. У деревостанах із розподілом дерев за ступенями товщини, близьким до нормального, середній діаметр (Dcep.) розташований між ступенем із найбільшою кількістю дерев і наступним ступенем товщини.

Окомірно середній діаметр можна визначити при значному практичному досвіді. При відсутності досвіду його обчислюють як середньоарифметичне з діаметрів не менше 15 дерев, відібраних механічним способом і виміряних мірною вилкою. При вже набутому досвіді можна обмежитися заміром діаметрів трьох дерев з числа середніх за товщиною.

6.1.8. Середня висота

Середня висота деревостану (Нсер.) є важливим таксаційним показником, вона служить для цифрової характеристики (у співвідношенні з віком, діаметром, повнотою) стану і продуктивності як самого деревостану, так і якості лісорослинних умов. Середня висота є основою для побудови багатьох нормативно-довідкових матеріалів для таксації лісу - бонітетних шкал, таблиць стандартних значень сум площ перерізів і запасів, встановлення розрядів висот тощо.

Середню висоту деревостану елементу лісу доцільно визначати точнішими методами (до 0,1м), які засновані на вимірюванні висот і діаметрів значної кількості модельних (облікових) дерев із наступною побудовою графіка висот або обчисленням середньоарифметичної чи середньозваженої висоти.

Для побудови графіка висот (рис. 6.1) вимірюють висоти 15-25 модельних дерев, які підібрані методом пропорційного представництва. Отримані дані наносять на графік, де на осі абсцис відкладають діаметри за ступенями товщини, а на осі ординат - відповідні їм висоти. У результаті графічною вирівнювання отримуємо плавну опуклу криву, яку називають **кривою висот.** Вона показує залежність висот дерев від їх діаметрів при переході від тонких дерев до товстих.

При побудові кривої важливо, щоб вона проходила посередині між нанесеними на графік точками і ближче до них, відхилення точок догори та донизу від кривої має бути майже однаковим.

Щоб визначити середню висоту, за графіком на осі абсцис визначають місце середнього діаметра і з цієї точки проводять перпендикуляр до перетину з кривою висот. Значення ординати в точці перетину збільшене відповідно до прийнятого масштабу і буде величиною **середньої висоти.**

Для визначення **середньоарифметичної висоти** для кожної деревної породи методом випадкової вибірки вимірюють висоти 12-15 дерев ступенів товщини, які відібрані механічним способом. Дані вимірів додають і ділять на кількість моделей. Виходячи з коефіцієнта варіації висоти, яка для усіх порід становить 8%, помилка у визначенні висоти становить не більше ±3%. З метою зменшення кількості вимірів дерев до 5-9 рекомендують підбирати моделі тільки з центральних ступенів товщини, звертаючи увагу на те, щоб висоти цих дерев дуже не відрізнялися від середніх висот цих ступенів товщини.

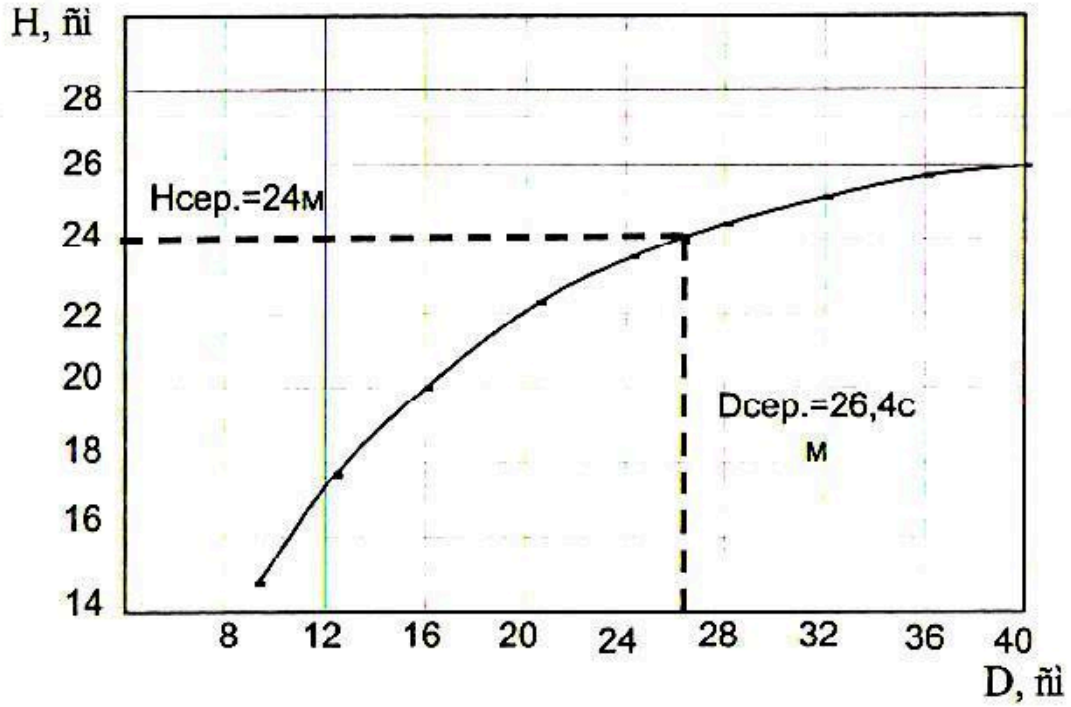


Рис. 6.1. Графік висот

Визначення **середньозваженої висоти** за методом професора Т.Лорея (1901 р). вимагає переліку дерев і даних виміру висот модельних дерев за ступенями товщини. Обчислення здійснюється проводиться за формулою:

$$\boldsymbol{H_{ср.}} = \frac{h_1 g_1 + h_2 g_2 + ... + h_n g_n}{g_1 + g_2 + ... + g_n} = \frac{\sum hg}{\sum g}, \qquad (6.7)$$

де $\mathbf{h_1, h_2, ... h_n}$ - середньоарифметичні висоти модельних дерев окремих ступенів товщини;

$g_1, g_2, \ldots g_n$ - суми площ перерізів дерев кожного ступеня товщини.

Недоліком цього способу є залежність величини середньої висоти деревостану від інтенсивності вибірки дерев з нього при здійсненні доглядових рубок. Якщо доглядові рубки виконуються низовим методом, середня висота після здійснення рубок збільшується, а при верховому методі, відповідно, зменшується.

У зв'язку з можливістю таких механічних змін величини середніх висот при таксації деревостанів для вирішення практичних завдань визначають **верхню висоту.** Вона визначається як середньоарифметична величина найкрупніших дерев (які за висотою і діаметром переважають середні розміри дерев) елементу лісу. Верхня висота використовується для класифікаційної оцінки лісорослинних умов деревостанів, є основою для розробки відповідних бонітетних шкал, а також використовується для вирішення інших практичних завдань.

Між середньою ($H_{сер.}$) і верхньою ($H_{верх.}$) висотами є закономірний зв'язок, який дозволяє визначити середню висоту за значенням верхньої висоти.

Наприклад, для штучних соснових деревостанів Полісся емпіричне рівняння таке:

$$\mathbf{H_{сер.} = H_{верх.}/(1{,}028+2{,}866/(A+6{,}15)),} \quad (6.8)$$

де А - вік деревостану;

$H_{сер.}$ - середня висота деревостану;

$H_{верх.}$ - верхня висота деревостану.

Середню висоту ярусу змішаного деревостану обчислюють за значеннями середніх висот кожного елементу лісу в ярусі як середньозважену величину, враховуючи коефіцієнти складу кожної деревної породи у загальному запасі ярусу. Формула має такий вигляд:

$$\mathbf{H_{сер.яр.} = (h_1k_1 + h_2k_2 + \ldots + h_nk_n) / \sum k,} \quad (6.9)$$

де $\mathbf{h_1, h_2, \ldots, h_n}$ - середня висота елементів лісу у ярусі;

$\mathbf{k_1, k_2, \ldots, k_n}$ - коефіцієнт складу у запасі ярусу.

6.1.9. Бонітет

Бонітет **- це показник якості лісорослинних умов, показує потенційно можливу для цих умов продуктивність деревостанів визначеної деревної породи, віку і висоти.**

Ріст і продуктивність насаджень однієї породи залежить від якості лісорослинних умов. У гірших умовах росту дерева однієї породи ростуть повільніше і в однаковому віці мають меншу продуктивність (тобто запаси), ніж в кращих умовах, де ріст дерев значно кращий. Ці деревостани відрізняються між собою за таксаційними показниками: кількістю дерев та запасом, розмірами і товарною структурою стовбурів тощо. Тому для вирішення теоретичних і практичних завдань лісового господарства важливо правильно класифікувати насадження за рівнем їх продуктивності.

Термін **"бонітет"** походить від латинського слова "***bonitas***" - доброякісність. Відмінності якості умов місцезростання у лісовій таксації характеризуються ***класами бонітету*** деревостанів і позначаються римськими цифрами у зростаючому порядку: від найбільш продуктивних до найменш продуктивних деревостанів.

Бонітет - це показник, за яким судять про ріст і продуктивність насаджень, він характеризує не фактичну, а потенційно можливу для цих умов продуктивність насаджень, ця продуктивність визначається за середнім віком і висотою насадження.

Встановлено, що найкращим таксаційним показником, який відображає продуктивність лісорослинних умов, є висота насаджень у визначеному віці: чим вона більша, тим кращі умови росту і, як наслідок, вища продуктивність насаджень.

Бонітування насаджень за рівнем їх продуктивності здійснюється за шкалою класів бонітету. Ця загальнобонітетна шкала розроблена проф. М.М. Орловим у 1911 році для деревостанів високостовбурних (хвойні і листяні насіннєвого походження) і низькостовбурних (листяні порослевого

походження). Деревостани поділяються на п'ять основних класів бонітету та два додаткові літерні класи $I^а$ і $V^а$. Згодом для характеристики крайніх лісорослинних умов додалися індексні класи $I^б$ і $V^б$. Загальна кількість класів бонітету становила дев'ять.

В основу загальнобонітетної шкали при її побудові М.М. Орловим покладена амплітуда коливань середньої висоти 100-річних соснових насаджень із різницею висоти в суміжних класах бонітету заокруглено до 4м:

$I^б$	$I^а$	I	II	III	IV	V	$V^а$	$V^б$	
35	31	27	24	20	16	13	9	8	метрів.

Вказані значення висот показують найменші висоти деревостанів для кожного класу бонітету.

Бонітетна шкала проф. М.М. Орлова (1911) для насінєвих та порослевих насаджень була розширена, інтерпольована і аналітично вирівняна К.Е. Нікітіним та А.В. Поляковим (1985) з використанням розкладу по непарних ортогональних многочленах Чебишева. Параметри многочленів вирахувані для шести тимчасових рядів (меж між класами бонітетів шкали М.М. Орлова): $I^а$- I, V-$V^а$, продовжених до 200 - і 140 років відповідно, вирівняних лінійно (для отримання рівних інтервалів класів бонітетів) і екстрапольованих до I^f - $V^б$ класів бонітетів.

Шкала врахувала і різницю у швидкості росту насаджень насіннєвого і порослевого походження. Таким чином, входами до цієї шкали є три ознаки: походження, середня висота і вік насадження.

Головним недоліком цієї шкали для бонітування деревостанів є те, що вона не враховує особливостей ходу росту деревних порід, внаслідок чого протягом їх життя спостерігаються випадки переходу насаджень з одного класу бонітету в інші, чого не повинно бути. Тобто при використанні цієї шкали для визначення класу бонітету інколи спостерігається його зменшення або підвищення з віком.

Перевагою загальнобонітетної шкали є простота її застосування і можливість порівняти результати. Шкала є також системою вимірювання, яка дозволяє оцінювати та порівнювати якість природних лісорослинних умов незалежно від деревних порід, які ростуть у цих умовах.

6.1.10. Повнота

Повнота **- це ступінь щільності стояння дерев деревостану, який характеризує використання ними зайнятого простору.**

Дерева у деревостанах мають різну густоту стояння. В одних місцях вони розташовані так щільно, що їх крони дотикаються між собою і навіть перекриваються, в інших місцях формують такі широкі просвіти, що утворюються галявини. Характер розташування дерев на площі, а також їх густота залежать від деревної породи (світлолюбні, тіневитривалі), умов росту (класи бонітету), розмірів дерев і стану деревостану. Дерева світлолюбних порід утворюють менш щільні деревостани порівняно з тіневитривалими. При однакових розмірах дерев насадження у кращих умовах росту мають на одиниці площі більше стовбурів, ніж ті, що ростуть у гірших умовах. Деревостани, в

яких здійснювалися доглядові рубки, як правило, більш зріджені, ніж деревостани, де ці рубки не здійснювалися.

Цифрові показники для характеристики повноти визначають, наскільки повно використаний простір, зайнятий деревами, які утворюють насадження. Якщо щільність стояння дерев настільки велика, що у просвіти між ними неможливо помістити дерева таких самих розмірів, повнота насадження вважається найвищою і позначається 1,0. Якщо до дерев на зайнятому ними просторі можна долучити таку ж кількість дерев тих самих розмірів, щоб вони нормально росли та розвивалися, то повноту приймають рівною 0,5.

У виробничих умовах при переліковій та вимірювальній таксації частіше визначають відносну повноту, яка виражається у десятих долях одиниці через порівняння сум площ перерізу таксованого і нормального повного деревостану того ж складу, віку і класу бонітету.

За одиницю приймають повноту зімкнутого насадження на 1 га, яка для цієї породи, віку і лісорослинних умов є максимальною. Такі насадження називають **нормальними**. У таких насадженнях не повинно бути зайвого дерева чи дерева, якого бракує - намет дерев тут повністю зімкнутий, крони повністю прикривають ґрунт і не дозволяють на цій площі рости більшій кількості таких самих дерев.

Суми площ перерізів на 1 га в м^2 для нормальних деревостанів головних порід визначаємо за таблицями ходу росту або за стандартними таблицями сум площ перерізів і запасів деревостанів при повноті 1,0.

Повноту насадження визначаємо за такою простою формулою:

$$\mathbf{P} = \frac{\sum G_{такс.}}{\sum G_{норм.}}, \qquad (6.10)$$

де $\mathbf{G_{такс.}}$ - сума площ перерізів насадження, яке таксують, м^2;

$\mathbf{G_{норм.}}$ - сума площ перерізів нормального повного деревостану, м^2.

Методично найправильніше встановлювати повноту деревостану шляхом порівняння його таксованого запасу із запасом нормального деревостану. Але визначення запасу - робота доволі складна і важка. У таким спосіб визначення повноти на практиці майже не здійснюється внаслідок того, що між запасом і сумою площ перерізів у деревостані спостерігається тісна залежність: відносна повнота середніх за густотою насаджень, визначена за запасом і за сумою площ перерізів, практично однакова.

Абсолютна повнота насаджень виражається у квадратних метрах на 1га як сума площ перерізів на висоті грудей усіх дерев елементу лісу або як загальна площа горизонтальних проекцій крон цих же дерев.

Повнота, встановлена за сумою площ перерізів, називається ***таксаційною***, за ступенем зімкнутості крон - ***лісівничою***. Таксаційна повнота використовується для наступного визначення запасу, а лісівнича - для призначення господарських заходів.

Густота деревостану - це кількість дерев на одиниці лісової площі. Вона дає кількісну характеристику щільності стояння дерев у деревостанах, але не

завжди служить надійним показником його повноти. У деревостанах з однаковим віком і кількістю дерев повнота нижча в деревостанах із затриманим ростом, особливо в молодих насадженнях і культурах різної густоти. У густих непроріджених насадженнях зімкнутість пологу близька до одиниці, а повнота, визначена за відношенням запасу цього насадження до запасу нормального, виявляється меншою одиниці. Тому при визначенні повноти різними способами часто отримують різні значення повноти. У середніх за густотою насадженнях між повнотами, визначеними за сумою площ перерізів і за запасами, спостерігаються невеликі розходження.

Важче визначити повноту складних, багатоярусних насаджень. Для цього спочатку уявляють, як виглядало б насадження, якщо б у ньому залишити лише один ярус, який будуть таксувати, а всіх інших ярусів не було б. Оцінку повноти здійснюють для першого ярусу і потім аналогічно для всіх інших. Повнота кожного окремого ярусу називається ***частинною***, цілого складу насадження - ***загальною***. При встановленні загальної повноти треба частинну повноту основного ярусу збільшити згідно з долею запасу нижчих ярусів.

Напрпклад: перший ярус має частинну повноту 0,5 і запас 250 м^3, запас другого ярусу - 100 м^3. Отже, на кожну десяту повноти першого ярусу припадає 50 м^3 запасу, звідси випливає, що 100 м^3 запасу другого ярусу еквівалентні 0,2 повноти основного ярусу. Тоді загальна повнота всього насадження, що таксується, буде дорівнювати: 0,5+0,2=0,7.

Правильне визначення відносної повноти залежить від точності визначення даних про суму площ перерізу або запасів. Найточніше сума площ перерізу деревостану (тобто його абсолютна повнота) визначається шляхом суцільного переліку дерев, але ця робота трудомістка. Значно швидше і доволі точно вона може бути визначена вибірковимірювальним методом - шляхом закладання кругових, або так званих ***реласкопічних*** площадок за допомогою спеціальних приладів, які називають повнотомірами.

Термін ***"реласкопічні методи таксації"*** введений австрійським ученим В. Біттерліхом (1955), під яким слід розуміти методи оцінки середніх таксаційних показників деревостанів, які ґрунтуються на врахуванні співвідношень величини таксаційного показника дерева з відстанню від цього дерева до спостерігача. Під ***"реласкопічною площадкою"*** слід розуміти пробні площадки, на яких обліковуються тільки ті дерева, для яких відношення таксаційного показника дерева та відстань від дерева до спостерігача перевищують зумовлену критичну величину.

Повнотомір Біттерліха (1948) є дерев'яною рейкою метрової довжини, до одного кінця якої перпендикулярно до довжини закріплено шаблон з вирізом шириною 2 см.

Техніка виміру суми площ перерізів на 1 га зводиться до наступного. У деревостані, що таксують, вибирають типове місце і стають у центрі площадки, яка закріплена колом. Спостерігач притулює вільний від шаблона кінець рейки до ока і, прийнявши якесь помітне дерево за початок відліку, повертається навколо, візуючи через шаблон почергово на діаметри (на висоті груді) навколишніх дерев. Проріз шаблона наводять по черзі на стовбур кожного

дерева і підраховують ті дерева, які цілком перекривають його. Площу перерізу кожного дерева, діаметр якого перекриває проріз шаблона, приймають за 1 м^2; ті, які точно закривають проріз — за 0,5 м^2, інші дерева, які не перекривають ширини візирного прорізу, не враховуються. Кількість врахованих дерев дорівнює сумі площ перерізу на 1 га деревостану у місці, де він таксується. Сума площ перерізів виражається у квадратних метрах на 1 га.

Наприклад: при закладанні кругової пробної площі кількість дерев, які перекрили проріз повнотоміра, становить 30, тих, що точно закривають проріз - 7. Сума площ перерізів усіх дерев на 1 га становить: G=30+(7·0,5)=33,5 м^2.

Винахід повнотоміра став великим досягненням у лісовій таксації, що значно спростило і полегшило визначення повноти деревостанів та облік їх деревних запасів. Цей спосіб отримав широке розповсюджений у нашій країні при лісоінвентаризаційних роботах і при таксації лісового фонду.

Щоб повнотомір був компактнішим, його інколи виготовляють менших розмірів (наприклад довжиною 0,5 м і прорізом шаблона 1 см) або застосовують замість нього прилади, засновані на оптичному принципі: реласкоп Біттерліха або таксаційний приціл (призму) Н.П.Анучіна.

Слід зазначити, що для точнішого визначення сум площ перерізів на 1 га в м^2 потрібно закласти декілька реласкопічних (кругових) площадок внаслідок нерівномірного розміщення дерев на площі і мінливості їх діаметрів у деревостані.

6.1.11. Клас товарності

Клас товарності **деревостанів встановлюється за процентом виходу ділової деревини від загального запасу.** Однак при візуальній таксації процент виходу ділової деревини встановити доволі важко, тому як притримку використовують співвідношення між кількістю ділових і дров'яних дерев. Це неважко визначити візуально або шляхом підрахунку кількості ділових і дров'яних дерев на пробних площах. Н.П. Анучіним деревостани були поділені на три класи товарності, і цей поділ широко застосовується на практиці.

Таблиця 6.1. Класи товарності насаджень

Класи товарності	Вихід ділової деревини, % / Частки ділових дерев, %							
	Хвойні	Дуб	Бук	Ясен	Граб	Береза	Осика	Вільха
1	>85	>70	>81	>70	>55	>61	>61	>60
	>95	>95	>90	>80	>80	>80	>80	>80
2	59-84	51-69	46-80	31-69	26-54	41-60	36-60	21-59
	85-94	75-94	70-89	60-79	50-79	60-79	60-79	50-79
3	до 59	до 51	до 46	до 31	до 26	до 41	до 36	до 21
	до 85	до 75	до 70	до 60	до 50	до 60	до 60	до 50

Чинними нормативами встановлено три класи товарності (табл. 6.1), які ві пристигаючих, стиглих і перестиглих насадженнях визначаються для кожного елементу лісу окремо.

Якість насаджень, які ростуть на ґрунтах однакової продуктивності, може бути різною: поряд з нормально розвинутими здоровими насадженнями можуть траплятися сучкуваті, пошкоджені грибними захворюваннями, з різними вадами. Тому вихід товарної продукції при розробці таких деревостанів буває неоднаковим, що й відображає клас товарності. Ділянки лісу, пошкоджені хворобами та шкідниками, з виходом ділової деревини 20 % і менше виділяють окремо.

6.1.12. Підріст

Підростом **називають молоде покоління деревних рослин, яке зростає під наметом основного деревостану, здатне з віком повністю або частково замінити його, тобто вийти у верхній ярус.**

Підріст не треба ототожнювати з деревним ярусом, його слід вважати новим поколінням лісу. Звичайно до підросту зараховують природне поновлення під наметом лісу у віці від 5 років і старше, яке не досягло 1/4 середньої висоти ярусу.

Підріст здатний рости під наметом лісу певний період часу, який залежить від породи: береза й осика - 1-2 роки, сосна - 2-3 роки, смерека, бук, ялиця - до 60 років, не підростаючи інколи вище одного метра.

Виявлення та опис стану підросту здійснюється окомірно або вибірковими методами. При окомірній оцінці стану підросту враховують такі показники: склад за процентним співвідношення кількості життєздатних стовбурців складових порід, середній вік, середню висоту, кількість екземплярів у тис. шт. на 1 га або густоту (густий, середній, рідкий), розташування (рівномірне, групове, куртинне), благонадійність. На основі цих даних за спеціальними нормативними шкалами дається загальна оцінка підросту і в таксаційному описі записуються його характеристики у вигляді короткої формули із скорочених позначень показників. Наприклад: Пдр: 10 См., благ., 5-10 років, Н=1,5 м; сер. густ. (4 тис. шт./га), рівномірний.

При здійсненні спеціальних обстежень успішності природного поновлення облік та оцінка підросту виконується шляхом закладання пробних площадок, які рівномірно розташовані на обстежуваній площі. Кількість площадок має становити 15-20, на яких визначають вищенаведені показники шляхом переліку та іншими вимірюваннями.

За станом підріст поділяють на благонадійний - здоровий, що зможе замінити старий ліс, і неблагонадійний - що відстає у рості, має механічні пошкодження, заражений шкідниками.

6.1.13. Підлісок

Підліском **називають чагарники і низькорослі деревні породи, які зростають під наметом деревостану і нездатні утворити деревостан, тобто нездатні вийти у верхній ярус.**

Підлісок має лісівниче і господарське значення, тому при таксації лісу його опис обов'язковий. У характеристиці підліску вказують основні види деревних та чагарникових порід, характер їх розміщення і густоту. Градації густоти такі: густий - понад 5 тис. кущів на 1 га, середньої густоти - 2-5 тис. кущів, рідкий - менше 2 тис. кущів. Для плодово-ягідних і технічних чагарників вказується порода, вік із градацією у 5 років, середня висота із градацією 0,5 м і кількість екземплярів на 1 га.

Велике значення має підлісок під наметом лісу, особливо світлолюбних порід - він захищає ґрунт від задерніння, зменшує витрату ґрунтової вологи на випаровування, збагачує ґрунт своїм опадом, зменшує поверхневий стік та оберігає його від розмиву.

Чагарники служать місцем для гніздування багатьох корисних комахоїдних птахів, джерелом отримання харчових продуктів (ягід, горіхів, інших плодів), лікарської сировини, а також кормовою базою і місцем перебування для численних лісових звірів і птахів, тобто суттєво впливають на чисельність мисливської фауни.

Підлісок сприяє формуванню стовбурів та очищенню їх від гілок, різноманітно впливає на навколишнє та внутрішнє середовище (ґрунт, вологість і мікроклімат приземного шару стромосфери) тощо. Підлісковий ярус посилює естетичні властивості лісу у пору цвітіння навесні, при дозріванні плодів та зміні кольору листя восени. Густий підлісок у приміських лісах і лісопарках зменшує кількість відвідувачів і цим послаблює рекреаційні дигресивні процеси в насадженнях.

Негативна роль підліску полягає у затримці росту сходів і підросту деревних порід, утрудненні лісовідновлення, звалювання і трелювання дерен.

6.1.14. Запас

Запас **- важливий таксаційний показник, що характеризує сумарний об'єм стовбурної деревини дерев, які становлять ту частину насадження, що росте.**

Запас виражається у щільних кубометрах на одиницю площі ($м^3$/га). Залежно від мети таксації запас визначається різними способами, які відрізняються за точністю і трудовитратами. При таксації деревного запасу можуть застосовуватися перелікові, вимірювальні та окомірні методи. Як правило, більш складні і трудомісткі методи забезпечують отримання точніших результатів. У широкій лісотаксаційній практиці переважно визначають запас наявних дерев деревостану $\mathbf{M_A}$, який відображає лише частину загальної продуктивності насадження, яку мають дерева, що зростають, на час здійснення таксації.

При перелікових методах таксації, основою яких є суцільний або частковий перелік дерев у деревостані, запас визначається з використанням масових і сортиментних таблиць; за модельними чи обліковими деревами, взятими за ступенями чи класами товщини, способом середньої моделі або за принципом пропорційного представництва; за графіком кривої або прямої об'ємів, видових

висот чи видових чисел. Особливістю цих перелікових методів є визначення запасу дерев у деревостані як суми добутків кількості дерев в окремих ступенях чи класах товщини на середні об'єми стовбурів цих ступенів або класів. Об'єми цих стовбурів визначаються за об'ємними таблицями або таксацією зрубаних модельних чи облікових дерев з використанням відповідних формул для визначення об'ємів стовбурів.

Вимірювальні методи визначення запасу засновані на використанні статистичних співвідношень величини таксаційного показника дерева, яке спостерігають, з відповідною відстанню від дерева до спостерігача. Таким способом можна визначити суму площ перерізів дерев, середню висоту, середній діаметр і середній запас деревостану.

Візуальні методи таксації лісових масивів вимагають практичного досвіду та уміння, яке набувається тренуванням на пробних площах з використанням допоміжних матеріалів: таблиць ходу росту і таблиць сум площ перерізів та запасів на 1 га при повноті 1,0 деревостанів різних по рід.

Визначення запасу ґрунтується на загальновідомій у лісовій таксації формулі:

$$M = V \cdot N = G \cdot H \cdot F \cdot N, \qquad (6.11)$$

де **M** і **N** - запас і кількість дерев деревостану;

V, G, H, F - середні об'єм, сума площ перерізів, висоти і видові числа дерев деревостану.

Для візуального визначення запасу запропоновані емпіричні формули. У нормальних деревостанах з віком сума площ перерізів **G·N** збільшується, а середнє видове число **F** зменшується. Гердінґ і Борґґреве виявили, що добуток цих таксаційних величин **N·G·F** змінюється у невеликих межах: для сосни, бука - від 14 до 18 (сер. 16), для смереки, ялиці — від 16 до 22 (сер. 18). Згідно з основною формулою, запас нормального насадження з повнотою 1,0 буде рівний для сосни, бука 16*H*, для смереки, ялиці – 18*H*. Якщо помножити отриманий запас на повноту **P** цього деревостану, можна визначити його запас.

Якщо позначити **N·G·F** літерою **O**, то формула Гердінґа - Борґґреве для визначення запасу деревостану буде мати вигляд:

$$M = O \cdot H \cdot P. \qquad (6.12)$$

Третьяков Н.В. на основі аналізу таблиць ходу росту запропонував визначати запас деревостану за формулою:

$$M = O \cdot (H - a) \cdot P, \qquad (6.13)$$

a - поправочний коефіцієнт, що коректує середню висоту.

Він запропонував такі формули для окремих порід:

сосна, модрина M=17,5(H-2)P, (6.14)

смерека M=23,3(H-6)P, (6.15)

дуб, клен, ільм M=20,0(H-6)P, (6.16)

бук M=21,0(H-5)P, (6.17)

береза M=17,5(H-6)P, (6.18)

осика, вільха M=22,5(H-7)P. (6.19)

Недоліком цих формул є складність їх застосування при здійсненні обчислень, які важко виконувати в пам'яті, тому таксатори користуються ними доволі рідко.

Анучін Н.П. вивів формули для визначення запасу, які на його думку, досить прості і точні:

$M_1 = 10\ NG + 0{,}40\ NG(H - 22)$ для ***С, Мд, Вх, Ос, Б,*** (6.20)

$M_2 = 10\ NG + 0{,}40\ NG(H - 21)$ для ***См, Яц, Д, Бк, Яс,*** (6.21)

Розрізняють такі категорії запасу:

- ***експлуатаційний запас*** - це та частина запасу деревини, яка за своїми розмірами і якісно придатна для отримання сортиментів для національної економіки;
- ***ліквідний запас*** - це частина експлуатаційного запасу без відходів у вигляді пнів, вершин дерев, частин дерев, пошкоджених гниллю, кори ділових сортиментів;
- ***запас за чистими породами*** - це диференціація деревних запасів за породами, тобто запас елементів лісу.

6.2. Визначення запасу деревостанів

6.2.1. Методи визначення запасу деревостанів

Запас деревостанів з господарської точки зору є важливим таксаційним показником, який характеризує сумарний об'єм деревини стовбурів дерев, що становлять насадження. Запас виражається у щільних кубічних метрах на одиниці площі ($м^3$/га), визначається залежно від мети таксації різними за точністю і трудомісткістю методами, які можна поділити на три групи:

1. переліковий;
2. вимірювальний;
3. візуальний (окомірний).

Перелікові методи застосовуються при вирішенні науково-дослідних і деяких виробничих завдань, наприклад при таксації невеликих (до 2-5 га) лісосік, коли необхідне точне визначення запасу. Особливістю перелікових методів є здійснення суцільного або часткового переліку дерев, тобто встановлення їх кількості з розподілом за ярусами, деревними породами, ступенями товщини, а у випадку необхідності і за категоріями технічної придатності (ділові, напівділові, дров'яні дерева). Перелік може бути суцільним на всій площі ділянки лісу, що таксують, або частковий, коли перелік здійснюється тільки на визначеній частині площі ділянки.

Запас дерев на площі може визначатися з використанням масових і сортиментних таблиць, за модельними або обліковими деревами, за побудовою графіків кривої та прямої об'ємів, за видовими висотами та іншими методами.

Запас обчислюється за формулою:

$$\boldsymbol{M = \sum GHF}, \quad (6.22)$$

де $\sum \mathbf{G}$ - сума площ перерізів усіх дерев, визначена за даними суцільного переліку;

H і F - середні висота і видове число, які визначаються вимірюванням спеціально підібраних зрубаних або ростучих дерев.

При здійсненні суцільного переліку дерев з розподілом їх за ступенями товщини встановлюють розряд висот (умовно прийняте співвідношення діаметрів і висот) та визначають запас насаджень за розрядними об'ємними таблицями.

Найточніші результати при визначенні запасів отримують при суцільному переліку, коли він здійснюється на всій площі ділянки. Ця робота відповідальна і трудомістка: треба відмежувати у натурі ділянку лісу, виконати на ній суцільний перелік дерев, зробити відповідні обчислення, зрубати моделі та здійснити їх вимірювання, тому метод може бути рекомендований для визначення запасу на невеликих площах насаджень.

Особливістю перелікових методів визначення запасів є визначення запасу дерев як суми добутків кількості дерев в угрупованнях (ступенях товщини або у класах товщини) на середні об'єми стовбурів для цих угруповань, які визначають за модельними або обліковими деревами чи за об'ємними масовими таблицями.

Вимірювальні методи визначення запасу не вимагають здійснення суцільного переліку дерев та рубання моделей. Метод заснований на використанні статистичних співвідношень величини таксаційного показника дерева з відповідною відстанню дерева до спостерігача. За цим способом можуть визначатися суми площ перерізів дерев, середня висота, середній діаметр, запас. Запас можна визначити як добуток суми площ перерізів на видову висоту. Точність обчислення запасу визначається типовістю і кількісно закладених у насадженні облікових площадок. Запас також можна знаходити за формулами, таблицями ходу росту, стандартними таблицями і номограмами.

Візуальний метод визначення запасу базується на окомірному визначенні таксаційних показників насаджень. Для цього здійснюється тренування окоміру на пробних площах, які раніше протаксовані, та використовується досвід при роботах з інвентаризації лісів, як допоміжний матеріал використовуються також правильно підібрані таблиці ходу росту, таблиці сум площ перерізів, видових висот і запасів деревостанів різних деревних порід залежно від їх середніх висот.

Основою для визначення запасу є загальновідома у лісовій таксації формула:

$$M = NV = NGHF, \qquad (6.23)$$

де **M** - запас деревостану;

N - кількість дерев;

V, G, H, F - середні об'єми, суми площ перерізів, висоти і видові числа дерев деревостану.

Орієнтовні формули для візуального визначення запасу запропоновані Ґердінгом-Боргґреве (1891), Третьяковим (1925,1928), Анучіним (1971).

Якщо необхідно визначити запас на великих площах, то бажано застосовувати методи часткового переліку, коли перелік здійснюється лише на невеликій частині ділянки або закладаються пробні площі. За даними

таксаційних показників, які визначені за даними часткового переліку, дається характеристика великих площ насаджень. Таким чином, ціле характеризується за його частиною.

6.2.2. Закладання пробних площ

Пробна площа – це відмежована у найтиповішому місці частина ділянки лісу, таксаційні показники якої середні для усього насадження, на якій здійснено детальну перелікову таксацію і яка використовується як еталон для характеристики усього насадження цієї ділянки лісу.

Методи закладання пробних площ регламентовані ОСТом 55-69-83. Метою їх закладання є точне визначення запасу та вирішення інших наукових і виробничих завдань: вивчення ходу росту, будови, сортиментної і товарної структури насаджень, тренування окоміру у визначенні таксаційних показників, виявлення таксаційних дешифрувальних ознак, вивчення ефективності здійснення доглядових і поступових рубань та інших лісогосподарських заходів. Матеріали пробних площ використовують для розробки нових, перевірки та удосконалення наявних лісотаксаційних нормативів та їх районування.

При такому методі вся ділянка лісу характеризується за показниками пробної площі. Отримані на пробній площі результати переводять на всю площу ділянки. Тому ця частина має бути середньою і типовою для цілого. Пробна площа повинна закладатися у місцях найтиповіших (середніх) для усієї ділянки лісу і мати однакову з нею характеристику за усіма так саційними показниками: складом, віком, типом лісу, повнотою, бонітетом тощо.

Для того щоб вибрати місце для закладання пробної площі, попередньо треба ознайомитися з матеріалами лісовпорядкування, підшукати за таксаційним описом необхідну ділянку та на основі вивчення таксаційної характеристики насадження прийняти рішення про доцільність закладання проби на цій ділянці лісу. Потім знайти цю ділянку у лісі та обстежити її на всій території, яку вона займає. При цьому треба запам'ятати усі її характерні особливості і підшукати в ній таку частину, яка найбільш повно і точно характеризує усі особливості насадження на цій ділянці. У невеликих та однорідних ділянках лісу значно легше вибрати місце для закладання пробної площі, ніж у складному насадженні та на великій площі ділянки, де деревостан, який таксують, має складну характеристику. Тому підбір найтиповішого місця для закладання пробної площі справа складна, вимагає професійних навиків та дещо суб'єктивна.

Точність отриманих результатів для характеристики насаджень може бути нижчою, порівняно з даними суцільного переліку. Підвищення точності отриманих результатів досягається закладанням кількох пробних площ, які рівномірно розміщені на всій площі ділянки, з наступним визначенням їх середніх таксаційних показників. Найточніші результати можуть бути отримані тільки при суцільному рубанні модельних дерев на пробній площі.

Постійні пробні площі закладаються з метою наукових спостережень, які здійснюються протягом довгого часу (для вивчення ходу росту, визначення

ефективності здійснення лісогосподарських заходів, лісових меліорацій). На цих пробних площах переліки здійснюються періодично через визначені проміжки часу - 5 або 10 років, що дозволяє простежити динаміку запасів за минулий період. Всі дерева наносять на план, здійснюється їх нумерація олійною фарбою, на висоті грудей (1,3 м) на деревах наводять горизонтальну риску, щоб закріпити постійне місце для вимірів діаметрів. Залежно від завдань, які необхідно вирішувати, на пробних площах здійснюють значно більшу кількість вимірів (навіть детальну характеристику кожного дерева). Звичайно, рубання моделей на цих постійних площах не дозволяється, у разі потреби їх можна зрубати за межами пробної площі на суміжних та однорідних з нею ділянках лісу.

Тимчасові пробні площі закладають для одноразового обміру з метою визначення основних таксаційних показників насадження. Визначають запас, склад, середні діаметр і висоту, середній вік, повноту, вихід сортиментів, приріст та інші показники. Такі проби закладаються також для тренування окоміру при здійсненні лісовпорядкування, для контролю за якістю таксації, з метою здійснення наукових досліджень, для перевірки, коректування та складання різних таксаційних нормативів і для багатьох інших цілей.

Форма пробних площ може бути різною, але найчастіше їх закладають у вигляді квадрата або прямокутника, у вигляді смуги шириною 5-10 м, витягнутої вздовж візира за усією довжиною виділу. Якщо пробні площі не можуть вміститися у межі ділянки лісу, де здійснюється закладання проби, то вони можуть приймати форму багатокутника або круга. Але треба прагнути до простішої форми, оскільки це полегшує закладання самої проби та дозволяє точно визначити її площу. Пробна площа повинна бути однорідна, розташована не ближче 20 м до узлісся, дороги, широкої просіки, канави, галявини. Краще закладати пробні площі прямокутної форми розміром 100х100, 50х100, 50х50, 50х40 м.

Розмір пробної площі залежить від породи, віку насадження, повноти і лісорослинних умов. Виходячи з точного визначення таксаційних показників насаджень, мінімальна кількість дерев на пробі повинна бути: у молодняках - 300-400, середньовікових - 200-300, у стиглих і перестійних насадженнях - 150-200. При такій кількості дерев середній діаметр деревостану визначається з помилкою до ±3%. Ці висновки зроблені на основі вивчення ступеня варіації діаметрів однорідного деревостану та встановлення його середнього значення, тому величина проби обумовлюється наявністю на ній 200-225 дерев породи, яку досліджують.

При закладанні пробної площі в гірських умовах (на схилах з нахилом більше 10°) з метою приведення її площі до горизонтальної проекції вноситься лінійна поправка (в сторону збільшення) на довжину сторін, які йдуть вздовж схилу. Величина поправки визначається з довідника і залежить від крутизни схилу та довжини лінії: чим крутіший схил і довша сторона проби, тим більша величина поправки. Наприклад, при нахилі схилу 30° та довжині лінії 100 м величина поправки становить 13,4 м, тобто довжину сторін пробної площі, які

йдуть вздовж схилу, треба збільшити на 13,4 м. Якщо це не враховувати, то таксаційна характеристика пробної площі буде визначена з грубими помилками.

Відмежування пробної площі від суміжних ділянок лісу здійснюється на місцевості за допомогою бусолі та мірної стрічки. Відмежування проби здійснюється прорубуванням візирів, напрям яких задається за допомогою кутомірних приладів. Візири прорубуються шириною 0,7-1,0 м, на них встановлюються віхи через 10-15 м, прибираються при цьому підріст, підлісок та дерева товщиною до 16 см, які заважають. Віхи мають бути довжиною 1,5 м, з обкорованим верхом. Дерева, які зростаютьуздовж країв візира та не належать до проби, відзначають крейдою у вигляді хреста, щоб краще була помітна межа проби. При проходженні навчальних практик у лісництвах ніяких зарубок на деревах у межах пробних площ та біля неї не можна робити.

Промір межових ліній здійснюється мірною стрічкою. На кутах пробної площі ставлять стовпи товщиною 12-16 см та висотою 0,7 м над поверхнею землі, закопані на глибину 0,5 м. Верх стовпа зарубують на чотири скати. У верхній частині стовпа вирубують щоку, яку розміщують уздовж діагоналі проби. На щоці олійною фарбою наносять номер, цільове призначення проби, площу та рік закладання.

У натурі та на абрисі пробної площі, який є кресленням на міліметровому папері в масштабі, робиться прив'язка проби до квартальної чи візирної мережі прорубаними та зазнятими візирами з метою легкого пошуку проби у подальшій роботі. За даними прив'язки пробну площу наносять, на планово-картографічні матеріали (планшети, плани лісонасаджень).

Визначають таксаційні показники для насадження на пробній площі, які заносяться до спеціальної картки. На першу сторінку заносять загальні відомості (назва лісгоспу, лісництва, квартал, виділ, номер та площа проби юіцо), дані візуальної і перелікової таксації проби. На інших сторінках заноситься дані суцільного переліку та вимірювання висот, опис ґрунтового розрізу, облік природного поновлення.

Суцільний перелік дерев здійснюється для кожного елементу лісу (породи) за ступенями товщини з розподілом дерев на категорії технічної придатності. Сухостійні та поодинокі дерева враховують окремо та не включають до обчислень середніх показників пробної площі.

Перелік дерев здійснюють у встановленому порядку так, щоб не пропустити при виконанні переліку дерев або не врахувати їх два рази. Звичайно цю роботу здійснюють три особи; ***перший*** мірною вилкою вимірює діаметри на висоті 1,3 м від кореневої шийки, встановлює породу і категорію технічної придатності, оголошує результати вимірів (сосна, ділова, 32); ***другий*** позначає враховані дерева крейдою або фарбою (якщо деревостан призначений до рубання, відмітки можна робити різаком або сокирою у вигляді легких зарубок); ***третій*** (звичайно керівник робіт) заповнює перелікову відомість і контролює, щоб усі дерева були заміряні і робота здійснювалася якісно.

Кожне взяте до переліку дерево відзначають у переліковій відомості крапкою або рискою так, щоб цілі десятки отримали форму конвертів. Перелік здійснюють на пробах смугами шириною 7-10 м, які паралельні короткій

стороні пробної площі. На деревах наносять позначки у напрямку загального руху переліку таким чином, щоб їх можна було добре бачити при зворотному русі за наступною смугою. Працівник, який заповнює відомість переліку, рухається уздовж уявної межі смуги, стежить, щоб усі дерева були взяті до переліку, і не дозволяє мірнику переходити межу уявної смуги, на якій здійснюється обмір дерев.

Перелік дерев здійснюється за односантиметровими ступенями товщини при середньому діаметрі до 6 см, за двосантиметровими ступенями товщини, якщо середній діаметр не перевищує 16 см, та за чотирисантиметровими ступенями при більших середніх діаметрах, починаючи здійснювати перелік дерев з 4 або 8-сантиметрового ступеня товщини відповідно. При цьому середній діаметр на висоті 1,3 м деревостану на пробній площі встановлюється окомірно.

Віднесення дерев до різних категорій технічної придатності здійснюється відповідно до вимог стандартів на круглі лісоматеріали за зовнішнім оглядом кожного стовбура та врахуванням ступеня розвитку наявних на ньому вад деревини за зовнішніми ознаками (сучкуватості, кривизни стовбура, наявності на стовбурі плодових тіл грибів, ознак гнилей та інших вад). Тому необхідно мати практичний досвід, щоб розпізнавати на ростучих деревах вади деревини і ступінь їх розвитку, визначати вплив їх на вихід і сортність сортиментів, які заготовляють із цих дерев.

За технічною придатністю дерева розподіляються залежно від довжини ділової частини стовбура у нижній половині на такі категорії:

- **ділові** - загальна довжина ділових сортиментів становить 6,5 м і більше, у дерев з висотою до 20 м вона має бути не меншою 1/3 їх висоти незалежно від наявності дров'яної частини у відземку або середині стовбура;
- **напівділові** - довжина ділової частини стовбура у відземковій частині від 2 до 6,5 м, у дерев з висотою до 20 м - від 2 м до 1/3 його висоти;
- **дров'яні** - у нижній половині стовбура ділова деревина відсутня або становить менше 2 м в останній частині нижньої половини стовбура.

Залежно від категорії технічної придатності на стовбурах дерев умовними позначками на корі позначаються: ділові дерева - однією рискою, напівділові - двома, дров'яні - трьома. Окремою графою враховують сухостійні дерева. У разі необхідності при переліку виділяють дерева, з відземкової частини яких можна заготовити сортименти спеціального призначення (авіаційний пиловник, лижний кряж) довжиною не менше 2,5 м. Такі дерева позначають хрестом, нумерують і заносять у спеціальну відомість. У складних насадженнях перелік здійснюється окремо за ярусами та поколіннями лісу.

При здійсненні суцільного переліку дерев необхідно дотримуватися таких основних правил:

1. Обмір стовбурів здійснюється одним мірником (виконувати перелік двома мірними вилками не дозволяється) вздовж короткої сторони проби (лісосіки) із захопленням смуги для переліку не ширше 10 м;

2. Мірна вилка повинна торкатися стовбура двома ніжками та мірною лінійкою, бути перпендикулярною до його осі;
3. Відлік за лінійкою слід брати з мірної вилки, яка ще не знята з дерева;
4. Називати при визначенні відліку треба той ступінь товщини, який є найближчим до внутрішньої грані рухомої ніжки мірної вилки;
5. Товщину дерева-двійчатки при роздвоєнні стовбура нижче висоти 1,3 м заміряють як для двох стовбурів окремо, а вище (на висоті 1,3 м) - як діаметр тільки одного стовбура;
6. Обліковець повинен здійснювати контроль за ходом виконання робіт і спостерігати за правильним розподілом дерев за елементами лісу та категоріями технічної придатності.

Вимірювання висот дерев здійснюється висотомірами або екліметрами для встановлення розряду висот насадження. Для цього вимірюють висоти декількох ростучих дерев та визначають середню висоту для кожної деревної породи окремо за ярусами та віковими поколіннями. Підбирають дерева для трьох центральних ступенів товщини (по три дерева для кожного ступеня) так, щоб вони були близькими до середніх. Якщо участь породи у складі насадження не перевищує трьох одиниць складу, то заміряють висоти тільки п'яти дерев з одного середнього ступеня товщини.

Для замірів висот дерева підбирають рівномірно на усій площі ділянки, для зручності їх можна відбирати за діагоналлю проби. У дерев мірною вилкою заміряють діаметри на висоті грудей із заокругленням до 0,1 см і висоту з точністю до 0,5 м. Можна також використовувати для вимірів зрубані на візирах дерева.

Дані обмірів діаметрів дерев на висоті грудей та їх висот за ступенем товщини записують у відомість переліку.

З метою підвищення точності визначення середньої висоти переважаючої породи вимірюють 10-15 висот дерев, відібраних пропорційно кількості дерев в окремих ступенях товщини. За отриманими даними будують графік висот, за яким визначається середня висота для породи. Для дерев, які в деревостані представлені менше ніж однією одиницею складу, висоти визначають окомірно, для елементів лісу, представлених у деревостані однією або двома одиницями складу, заміряють висоти у 3-5 середніх за діаметром дерев.

Пробні площі в гірських лісах закладають з таким розрахунком, щоб вони перетинали таксаційний виділ на можливо більшій протяжності вздовж схилу перпендикулярно до горизонталей. Використовують також стрічкові переліки, які точніше відображають структуру запасу гірських лісів.

Стрічкові пробні площі шириною не менше 20 м з наявністю на них потрібної кількості дерев поділяють на рівні секції довжиною не менше 100 м на схилах крутизною до 25° і 50 м на більш стрімких схилах. На кожній секції окремо здійснюють перелік і будують графік висот, що дає можливість у межах пробної площі виявити зміну таксаційних показників залежно від нахилу схилу або висоти над рівнем моря в межах таксаційно го виділу.

При наземній інвентаризації лісу здійснюють стрічкові переліки вздовж довгої сторони виділу з двох сторін візира, який прорубаний у середній частині

виділу на відстані, як правило, 5 м, тобто ширина стрічки сягає 10 м. У низькоповнотних насадженнях ширина стрічки може бути більшою - 20 м.

У межах пробної площі копають ґрунтовий розріз, враховують підріст і підлісок, дають опис надґрунтового вкриття і типу лісорослинних умов.

6.2.3. Способи визначення запасу за модельними деревами

Залежно від кількості моделей, техніки їх відбору та за даними суцільного переліку розрізняють найпоширеніші способи визначення запасу за модельними деревами.

Спосіб середньої моделі

Для визначення запасу цим способом необхідно встановити розміри середнього дерева деревостану.

Дерево, у якого діаметр на висоті грудей, висота і видове число дорівнюють середньому діаметру, висоті та видовому числу деревостану, називають ***середньою моделлю***. Запас деревостану у цьому випадку визначається за формулою:

$$M = V \cdot N \qquad (6.24)$$

Тобто запас дорівнює добутку об'єму середнього дерева на кількість дерев у деревостані. Об'єм середньої моделі визначають за формулою:

$$V = g_{сер} h_{сер} f_{сер}, \quad \text{тоді } M = (g_c h_c f_c)\, N \qquad (6.25)$$

Розміри середньої моделі попередньо обчислюють за діаметром і висотою. Підібрану за цими показниками середню модель зрубують, виконують необхідні заміри на стовбурі та визначають її об'єм за складною формулою серединних перерізів.

У випадку, коли фактичні розміри модельного дерева ідеально точно відповідали розрахунковим, то запас на пробній площі можна було б визначити шляхом множення об'єму цієї середньої моделі на загальну кількість дерев на пробі. Але підібрати точно таке дерево в насадженнях надзвичайно важко.

Тому в насадженні підбирають як модель дерево, яке за своїми розмірами найближче відповідає розмірам, що обчислені для середньої моделі. Допускається відхилення розмірів дійсної моделі від розмірів обчисленої за діаметром не більше половини ступеня товщини та за висотою не більше ±5%. Модельні дерева також повинні бути характерними за формою стовбура і параметрами крон.

Запас на пробній площі визначається за формулою:

$$M = V_{мод.} \cdot \frac{G}{g_{мод.}}, \qquad (6.26)$$

де M - запас деревостану, м^3;

G - сума площ поперечних перерізів дерев деревостану, м^2;

$V_{мод.}$ - об'єми зрубаних моделей, м^3;

$g_{мод.}$ - площі перерізів моделей, м^2.

Але внаслідок різної форми, повнодеревності стовбурів та варіації інших таксаційних показників дерев визначення запасу деревостану за однією

моделлю може давати значні помилки (до ±20%). Для усунення таких помилок та підвищення точності визначення запасу деревостану необхідно брати не одну, а кілька (найчастіше 3 або 5) моделей, близьких до теоретичної середньої моделі. У такому випадку формула буде мати такий вигляд:

$$M = \sum V_{мод.} \cdot \frac{\sum G}{\sum g_{мод.}}, \qquad (6.27)$$

При вдалому відборі модельних дерев помилка у визначенні запасу не перевищує ±3-5%.

Кількість моделей встановлюється на основі варіації коефіцієнта форми $\mathbf{q_2}$, яка становить у середньому 5% та зумовлює величину видового числа **f**. При точності 2% кількість моделей **n** становитиме:

$$n = \frac{\omega^2}{p^2} = \frac{5^2}{2^2} = 6 \text{ моделей.} \qquad (6.28)$$

Спосіб середньої моделі простий, але має суттєвий недолік - не визначає запасу дерев за ступенями товщини, що не дозволяє визначити сортиментну структуру деревостану. Рекомендують застосовувати його як контрольний прийом для перевірки точності таксації запасів деревостанів іншими способами.

Спосіб за ступенями товщини

Цей спосіб більш трудомісткий, ніж за середньою моделлю, але дозволяє отримати точніші дані про запас та відомості про вихід сортиментів. Особливість способу полягає у тому, що модельні дерева підбираються середніми не для усього деревостану, а для кожного ступеня товщими за принципом: для кожного ступеня однакова кількість моделей пропорційна кількості дерев у ступені. Для правильного підбору моделей за висотою необхідно попередньо побудувати графік висот, щоб визначити середню висоту кожного ступеня товщини.

Для визначення запасу здійснюється суцільний перелік дерев, вимірюються висоти 10-15 дерев. Розміри моделей за діаметром для кожного ступеня товщини - це величина ступеня (8, 12,..., 36, 40), а за висотою - це висота, встановлена за графіком висот для кожного ступеня товщини. У деревостані підбирають по 2-4 середніх для кожного ступеня товщини модельних дерева, їх зрубують, визначають об'єми за складною формулою серединного перерізу. Запас деревостану обчислюють як суму запасів кожної ступені товщини за формулою:

$$M = \sum V_1 \cdot \frac{\sum G_1}{\sum g_1} + \sum V_2 \cdot \frac{\sum G_2}{\sum g_2} + \ldots + \sum V_n \cdot \frac{\sum G_n}{\sum g_n}, \qquad (6.29)$$

де $\sum V_1, V_2, \ldots V_n$ - суми об'ємів модельних дерев для кожного ступеня товщини, м^3;

$\sum g_1, g_2, \ldots g_n$ - суми площ перерізів моделей для кожного ступеня товщини, м^2;

$\sum G_1, G_2, \ldots G_n$ - суми площ перерізів дерев ступенів товщини, м^2.

Для визначення сортиментної структури деревостану перелік дерев здійснюють з розподілом їх за категоріями технічної придатності, а модельні дерева розкряжовують на сортименти. Вихід ділової деревини, дров, відходів визначають з ділових стовбурів за способом середньої моделі для кожного ступеня товщини. З дров'яних дерев отримують тільки дрова. Додаючи запаси, отримані для кожного ступеня товщини, визначають загальний запас деревостану, запаси ділової деревини, окремих сортиментів, дров та відходів.

Помилка у визначенні запасу деревостану за способом ступенів товщини не перевищує ±3-4%.

Спосіб пропорційного представництва

При цьому способі моделі підбирають пропорційно кількості дерев у кожному ступені товщини, тобто враховується характер розподілу дерев деревостану за ступенями товщини. Внаслідок цього запас центральних ступенів товщини визначається точніше, ніж у крайніх ступенях.

Загальна кількість моделей і кількість моделей, взята для окремих ступенів товщини, приймається за однаковий відсоток (наприклад 5% або 10%). Оскільки кількість дерев за переліком в окремих ступенях товщини різна, то, як наслідок, і кількість моделей, яка має відповідати заданому відсотку, також буде різною для окремих ступенів товщини. Більше буде моделей у центральних ступенях, де дерев згідно з переліком більше, та значно менше у крайніх ступенях.

Наприклад: за даними суцільного переліку у 80-річному сосновому насадженні I класу бонітету з повнотою 0,8 для 5% представництва кількість моделей за ступенями товщини буде такою:

Ступені товщини, см		12	16	20	24	28	32	36	40	44
Кількість дерев,	%	1,8	4,6	10,6	19,6	22,4	20,6	11,9	6,1	2,4
	шт.	9	24	55	101	116	107	62	32	12
Кількість моделей, шт,		1	1	2	5	6	5	3	2	1

Загальна кількість дерев - 518 шт., кількість моделей - 26 шт.

Загальний запас при такому способі обчислюється за формулою:

$$M = \sum V_{мод.} \cdot \frac{\sum G_{проби}}{\sum g_{моделей}}, \qquad (6.30)$$

де $\sum G$ - площа перерізів на пробній площі;

$\sum g_{мод.}$ - площа перерізів модельних дерев;

$\sum V_{мод.}$ - об'єми модельних дерев.

Цей спосіб дозволяє здійснювати спільну обробку моделей усіх ступенів товщини, скорочуючи об'єм трудомістких обчислювань. Середня точність визначення запасу при правильному підборі моделей - ±2%. Недолік - внаслідок заокруглень дрібних чисел розподілу дерев за ступенем товщини та використання загальних моделей для крайніх, кількісно мало представлених дерев у ступенях товщини не завжди дотримується принцип пропорційності у визначенні кількості моделей, що призводить до невеликих помилок.

Спосіб за класами, які мають однакову кількість дерев

Спосіб середньої моделі можна використати не тільки до всього деревостану, але і до його окремих частин, які можуть включати дерева кількох суміжних ступенів товщини. Усі дерева ділять на класи, а для кожного класу беруть середню модель, яка характеризує середній об'єм дерев цього класу.

Деревостан поділяють на класи, які мають однакову кількість дерев. Деякі ступені товщини входять до того чи іншого класу повністю, а інші - лише частково, розподіляючись між двома сусідніми класами.

Хід обчислення запасу зводиться до такого. Спочатку здійснюють суцільний перелік за ступенями товщини і вимірюють висоти дерев різних ступенів товщини. Загальна кількість дерев за переліком поділяється на попередньо визначену кількість класів, найчастіше - на п'ять. Для кожного класу з однаковою кількістю дерев обчислюють суми площ перерізів, потім визначають середній діаметр і середню висоту розрахункової моделі для кожного класу товщини.

Кожний клас розглядають як окремий деревостан, для якого знаходять фактичні моделі, зрубують їх і визначають таксаційні показники цих фактичних моделей. Запас кожного класу обчислюють за формулою:

$$M = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5) \frac{G_{проби}}{\sum g_{мод.}} \qquad (6.31)$$

Перевага цього способу полягає у тому, що за його допомогою можна точніше визначити загальний запас деревостану і наближений вихід сортиментів. Спосіб трудомісткий. Помилка визначення запасу при п'яти і більше облікових деревах не перевищує 5% і залежить від якості підбору дерев.

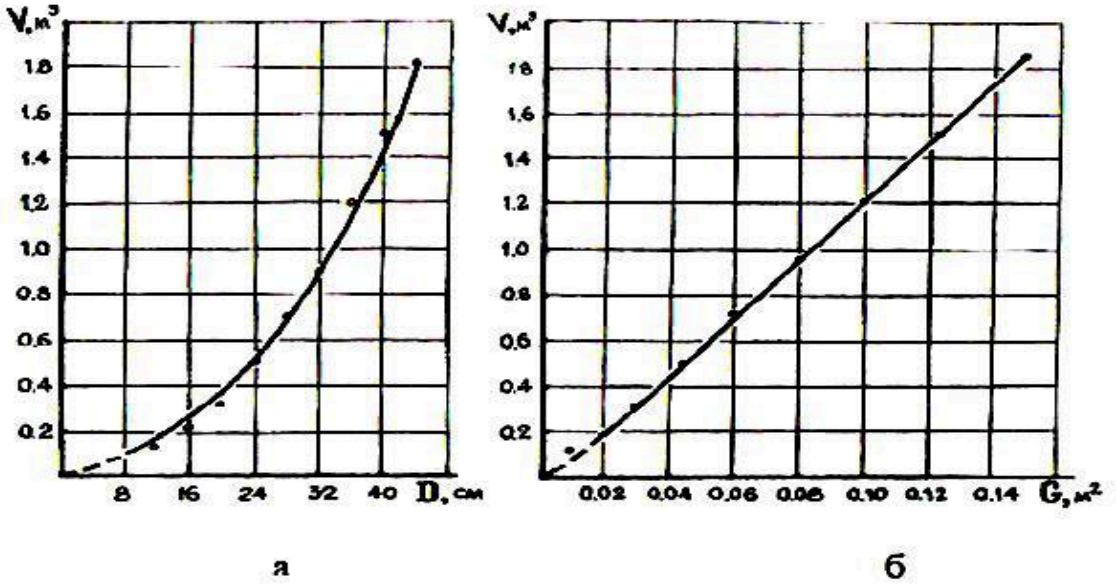
Графічні способи визначення запасу

Спосіб заснований на закономірностях у будові насаджень, тобто на наявності стійкого зв'язку між об'ємами дерев та їх діаметрами (спосіб кривої об'ємів Шпейделя) або з площами перерізів (спосіб прямої об'ємів Копецького).

Для визначення запасу здійснюють суцільний перелік дерев та заміряють висоти з побудовою графіка висот 10-15 штук вибирають довільно, тобто попередньо не обчислюють їх розмірів. Але моделі повинні характеризувати весь деревостан, бути відібрані пропорційно кількості дерев у ступенях товщини, бути близькими за висотою і формою стовбура для дерев відповідного діаметра. Від середніх ступенів товщини необхідно зрубати більше облікових дерев, ніж від крайніх. При виборі дерев особливу увагу приділяють типовості їх форми для всього деревостану. Діаметри дерев заміряють з точністю до 0,1 см, висоти - до 0,1 м, об'єми визначають за складною формулою серединного перерізу. Отримані дані служать основою для побудови графіків, за якими визначають об'єми дерев (рис. 6.2).

Графік кривої об'ємів будують на міліметровому папері, де на осі абсцис відкладають діаметри дерев на висоті грудей, а на осі ординат - їх об'єми. Ряд точок, отриманих на графіку, вирівнюють ввігнутою кривою так, щоб вона проходила поміж точками і відхилення точок від кривої догори та донизу були

майже однаковими. Особливу увагу треба приділяти правильності проведення кривої у середній її частині, тобто для середніх ступенів товщини, де міститься найбільше дерев за переліком.



а б

Рис. 6.2. Крива (а) і пряма (б) об'ємів

З графіка за кривою для кожного ступеня товщини визначають об'єми одного дерева. Запас кожної ступені товщини визначають як добуток об'єму дерева ступеня на кількість дерев у ступені за переліком дерев, а загальний запас деревостану дорівнює сумі запасів всіх ступенів (табл. 6.2).

На графіку прямої об'ємів на осі абсцис відкладають площі поперечного перерізу дерев, а на осі ординат - відповідні їм об'єми. Цей метод запропонував Р. Копецький для усунення труднощів при проведенні кривої об'ємів, які виникають при малій кількості зрубаних дерев.

Таблиця 6.2. Визначення запасу деревостану за кривою і прямою об'ємів

Ступені товщини	**Площа перерізу одного дерева, м²**	**Кількість дерев, шт.**	**За кривою об'ємів**		**За прямою об'ємів**	
			Об'єм одного дерева, м³	**Запас, м³**	**Об'єм одного дерева, м³**	**Запас, м³**
12	0,0113	10	0,130	1,300	0,105	1,050
16	0,0201	45	0,215	9,675	0,190	8,550
20	0,0314	65	0,330	21,450	0,325	21,125
24	0,0452	85	0,495	42,075	0,505	42,925
28	0,0616	58	0,690	40,020	0,710	41,180
32	0,0804	20	0,925	18,500	0,950	19,000
36	0,1018	11	1,205	13,255	1,215	13,365
40	0,1257	5	1,525	7,625	1,520	7,600
44	0,1520	3	1,830	5,490	1,850	5,550
Разом	-	302	-	159,390	-	160,345
На 1 га	-	604	-	319	-	321

Ряд точок, який нанесений на графік, значно легше вирівнюється прямою лінією. Для дерев тонких ступенів товщини лінійна залежність не

спостерігається внаслідок зменшення видових висот, тому у ступенях товщини 8 та 12 пряма переходить у криволінійну залежність. Ця крива прагне до початку координат.

За площею поперечного перерізу одного дерева кожного ступеня товщини з прямої лінії визначають об'єм одного древа ступеня. Аналогічно до попередніх обчислень визначають запаси кожного ступеня товщини і запас деревостану.

Способи кривої та прямої об'ємів прості та при взятті 10-15 модельних дерев забезпечують точність визначення запасу деревостану в межах ±2-5%. Їх перевагою слід вважати те, що не потрібно здійснювати обчислення для визначення розмірів модельних дерев, для економії часу в польових умовах. Способи дозволяють визначати вихід сортиментів, що дає можливість застосовувати їх на виробництві.

6.2.4. Визначення запасу за таблицями

Серед усіх розглянутих способів визначення запасу деревостанів визначення запасу за таблицями найменш трудомістке, найпростіше, тому дуже широко застосовується на виробництві. Дослідження і практика довели, що стовбури деревних порід при однакових діаметрах, висотах та формі стовбура мають доволі однакові об'єми. Ґрунтуючись на цих положеннях, були складені масові об'ємні таблиці, за якими можна визначати запаси деревостанів з точністю, яка задовольняє виробництво.

Визначення запасу за розрядними таблицями

Цей спосіб визначення запасу застосовується для деревостанів з середніми коефіцієнтами форми та з відповідним співвідношенням діаметрів та висот, що спостерігається в малопорушених деревостанах, в яких ще спостерігаються закономірності будови.

У деревостанах здійснюється суцільний перелік дерев та вимірюються висоти. У складних, змішаних та різновікових насадженнях кожний ярус, породу та покоління розглядають як окремий деревостан і визначають запас за окремими таблицями.

Розряд висот, тобто певне співвідношення діаметрів та висот, можна визначати для кожного ступеня товщини або середній для деревостану. Розряд висот визначається порівнянням співвідношень діаметрів та висот за спеціальною допоміжною таблицею. Якщо розряди висот в окремих ступенях товщини не однакові, то обчислюють середній розряд висоти для деревостану як середньозважену величину.

Можливо визначити розряд висот за даними вимірів висот у трьох центральних ступенях товщини, тобто у тих ступенях, в яких міститься найбільша кількість дерев за переліком. Для кожного центрального ступеня встановлюють розряд висот, якщо вони для ступенів різні, то визначають розряд висот для всього деревостану як середньозважену величину.

За таблицями визначають об'єми одного дерева кожного ступеня товщини, знаходять запас ступеня як добуток об'єму на кількість дерев. Запас деревостану обчислюється як сума запасів усіх ступенів товщини.

Точність визначення запасу становить ±5% при умові правильного встановлення розряду висот та вибору масових таблиць. Бажано використовувати місцеві масові об'ємні таблиці, які дають точніші дані для лісорослинних умов, у яких зростають деревостани.

Визначення запасу за таблицями з двома входами

Для визначення запасу сукупності дерев, які вибирають при здійсненні доглядових або вибіркових рубань, застосовують таблиці, у яких враховані індивідуальні особливості росту дерев за висотою.

При здійсненні суцільного переліку дерев на площах передбачається у кожному ступені товщини зробити розподіл дерев за ступенями висот, заокруглюючи їх до цілого метра.

Для визначення запасу деревостану з відповідної таблиці визначають об'єм одного дерева залежно від ступеня товщини, а в межах його і від ступеня висоти. Запас кожного ступеня товщини визначається як сума запасів дерев відповідних ступенів висоти в цьому ступені товщини. Загальний запас визначається як сума запасів окремих ступенів товщини.

Об'ємні масові таблиці за діаметрами і висотами можуть використовуватися також для визначення об'ємів окремих стовбурів.

Визначення запасу за таблицями ходу росту

При здійсненні лісоінвентаризаційних робіт запаси насаджень визначають окомірно. Точність визначення запасу залежить від досвіду та кваліфікації таксатора, його знань закономірностей і зв'язків запасів з таксаційними показниками. Запаси деревостанів визначаються з використанням відповідних таблиць ходу росту або стандартних таблиць сум площ перерізів і запасів.

Спосіб визначення запасу передбачає визначення сум площ деревостану за допомогою повнотомірів із закладанням кругових реласкопічних площадок, 3-відсоткова точність визначення сум площ перерізів деревостану вимагає закладання 5-7 реласкопічних площадок.

Для визначення запасу за допомогою таблиць ходу росту необхідно визначити середню висоту, вік та суму площ перерізів на 1 га та за бонітетною шкалою встановити клас бонітету. За таблицями ходу росту визначають суму площ перерізів і запас деревостану на 1 га при повноті 1,0. Відносна повнота визначається діленням суми площ перерізів деревостану, що таксують, на суму площ перерізів нормального (при повноті 1,0) деревостану, яку визначили за таблицями ходу росту деревостанів. Перемноживши запас деревостану при повноті 1,0 на відносну повноту таксованого деревостану знаходимо його запас.

Визначення запасу деревостану за стандартними таблицями сум площ перерізів і запасів

Стандартні таблиці сум площ перерізів і запасів насаджень при повноті 1,0 (див. додатки) побудовані з використанням теорії Ейгорна, згідно з якою в межах окремої деревної породи сума площ перерізів і запаси нормальних насаджень можуть визначатися за висотою незалежно від інших таксаційних ознак, умов зростання та географічних районів. Вхідними даними для використанням таких таблиць є деревна порода та середня висота деревостану.

Використання місцевих стандартних таблиць сум площ перерізів і запасів нормальних (з повнотою 1,0) деревостанів забезпечує задовільну точність визначення запасу. Для визначення запасу необхідно спочатку встановити суму площ перерізів таксованого деревостану при повноті 1,0 на 1 га за таблицями на основі деревної породи і середньої висоти деревостану. У таблицях запас нормального деревостану розглядається як функція суми площ перерізів та середньої висоти.

Запас реальних деревостанів можна визначити за формулою:

$$M_{реальн.} = M_{норм.} \cdot \frac{\sum G_{такс.}}{\sum G_{норм.}}, \qquad (6.32)$$

де $M_{реальн.}$ - запас реального деревостану, що таксують;

$M_{норм.}$ - запас нормального деревостану за стандартними таблицями, встановлений на основі середньої висоти деревної породи;

$G_{такс.}$ - сума площ перерізів деревостану, що таксують, встановлена шляхом вимірювань;

$G_{норм.}$ - сума площ перерізів деревостану, що встановлена за стандартними таблицями.

Запас деревостану, що таксують, обчислюється як добуток запасу деревостану, визначений за стандартними таблицями при повноті 1,0, та відносної повноти.

Відносна повнота найчастіше встановлюється окомірно, тому стандартні таблиці можуть використовуватися для тренування окоміру при визначенні повнот та запасів деревостанів, а також при здійсненні лісоінвентаризаційних робіт.

Розглянемо це на конкретному прикладі. За результатами здійснених вимірювань у 80-річному деревостані I класу бонітету при середній висоті 26,3 м сума площ перерізів на кругових реласкопічних пробних площадках становить 37,5 м^2. За результатами місцевих стандартних таблиць сума площ перерізів становить 47,7 м^2, а запас - 561 м^3/га.

Запас деревостану, що таксується, дорівнює:

$$M = 561 \cdot \frac{37,5}{47,7} = 441 \text{м}^3/\text{га}.$$

6.3. Сортиментація запасу деревостану

6.3.1. Основні поняття про сортиментацію лісу

Вимоги планового забезпечення національної економіки деревиною визначеного сортиментного складу зумовили опрацювання наукових методів сортиментації запасів на пні. У процесі лісорозробки треба прагнути, щоб кожний стовбур був раціонально поділений на окремі частини, тобто сортименти, з урахуванням його якісних та кількісних показників.

Вихід сортиментів з деревного стовбура зумовлений вимогами виробництва; таксаційними ознаками стовбура - породою, розмірами за діаметром, довжиною і збігом; якісною характеристикою стовбура.

Таксаційні ознаки легко піддаються обліку. Значно важче встановити якісну характеристику стовбура через приховані вади, наявність яких у стовбурі нелегко виявити і які мають вирішальне значення при визначенні виходу сортиментів.

Раціональна розробка стовбурів відповідно до діючих вимог ставить за мету найповніше використати деревину лісосічного фонду з підвищенням загального виходу ділових та високоякісних сортиментів.

Сортиментація запасів на пні - це розподіл та визначення виходу сортиментів з незрубаних окремих дерев і деревостанів, які можуть бути отримані у результаті лісорозробок насаджень, які призначені до рубки.

Найбільш якісні сортименти повинні бути отримані з відземкової частини стовбура, в якій зосереджено близько 80% загального об'єму стовбура. Тому раціональне розкряжування стовбура буде зумовлене правильним використанням нижньої частини стовбура. При розряжуванні стовбура слід попередньо розмітити його на сортименти, враховуючи розмір і форму стовбурів (діаметри, кривизну, збіг тощо); розміщення і ступінь розвитку вад (гнилі, сучкуватість тощо); вимоги до сортиментного складу виробництва.

Об'єктами сортиментації лісу на пні можуть бути окремі стовбури, які призначаються до вибіркових рубок, та ділянки лісу, які відводяться на невеликих площах під суцільні рубки.

Тому такі об'єкти мають особливості при здійсненні сортиментації лісу на пні і виробництво передбачає такі методи:

1) подеревна індивідуальна сортиментація;
2) сортиментація запасу за модельними деревами;
3) сортиментація запасу за даними пробних площ;
4) сортиментація за таблицями середнього збігу;
5) використання сортиментних таблиць;
6) сортиментація за товарними таблицями.

Вибір того чи іншого методу залежить від поставленої мети, вимогам точності облікових даних для наступного використання заготовлених сортиментів.

6.3.2. Подеревна індивідуальна сортиментація

Це найдавніший метод сортиментації. Його суть полягає у тому, що таксатор при здійсненні переліку дерев, які призначаються до рубки, після вимірів діаметра на висоті грудей і висоти визначав форму стовбура і враховував особливості кожного стовбура за характером крони, якістю стовбура, наявністю зовнішніх вад. Потім встановлював вихід сортиментів, визначаючи їх довжину, діаметр у верхньому відрізі і сортність. Отримані дані заносив до перелікової відомості.

Цей метод відображає результати суб'єктивної оцінки стовбурів виконавцем відповідно до його кваліфікації. На точність результатів впливає ступінь фаутності деревостану, порода, частка участі окремих сортиментів у загальному запасі. Хвойним породам властива менша фаутність, тому результати сортиментації точніші. За наявності кількох порід і великої кількості сортиментів записи стають громіздкими та складними для польових умов.

Метод може знайти застосування при обліку виходу спеціальних сортиментів на попередньо відібраних стовбурах при вибіркових рубках, а також при лісоінвентаризаційних роботах особливо цінних насаджень, коли рубка моделей не допускається.

6.3.3. Сортиментація запасу за модельними деревами

Для визначення виходу сортиментів використовують метод відбору моделей за ступенями товщини. Кількість моделей, які відбираються для кожного ступеня товщини, повинна бути пропорційною кількості дерев у цих ступенях. Модельні дерева повинні відповідати середнім розмірам дерев у ступенях товщини та якісним показникам (ділові, напівділові, дров'яні).

Зрубані моделі розкряжовують на сортименти, об'єми їх знаходять за об'ємами 2-метрових секцій. Визначивши об'єми сортиментів з модельних дерев відповідного ступеня товщини, можна визначити вихід сортиментів для дерев ступеня:

$$V_{сорт.} = (V_1 + V_2 + \ldots + V_n) \frac{\sum g_{ступен.}}{\sum g_{моделей}} \qquad (6.33)$$

де $\mathbf{V_{сорт.}}$ - вихід окремих сортиментів з дерев ступеня товщини;

$\mathbf{V_1 \ldots V_п}$ - вихід цього сортименту з окремих моделей, які взяті для цього ступеня;

$\sum \mathbf{g_{ст.}}$ - сума площ перерізів ступеня товщини;

$\sum \mathbf{g_{мод.}}$ - сума площ перерізів моделей для цього ступеня товщини.

Додаючи об'єми усіх сортиментів за ступенями товщини, отримуємо вихід сортиментів деревостану.

Головні сортименти для основних деревних порід заготовляються з найбільш високоякісної частини стовбура. Термін **"сортиментація лісу на пні"** означає розподіл запасів деревини за виробничими ознаками на групи певних однорідних сортиментів, які передбачають отримати відповідно до напрямку раціональної комплексної розробки для задоволення потреб національної економіки. Тому деревний запас може мати різні варіанти сортиментної структури залежно від завдань лісозаготівель.

Метод модельних дерев може застосовуватися для сортиментації запасів цінних деревостанів зі складною сортиментною структурою при здійсненні наукових досліджень із встановлення товарності деревостанів. У виробничих умовах цей метод може бути застосований за відсутності сортиментних і товарних таблиць.

Точність визначення виходу сортиментів залежить від кількості моделей, а також від того, як відібрані моделі відображають середні якісні показники стовбурів. Для однорідного елементу лісу при взятті 10-15 моделей точність виходу основних сортиментів становить ± 10 %.

6.3.4. Сортиментація лісу за методом пробних площ

Метод широко застосовується для вивчення товарності деревостанів, наприклад при складанні товарних таблиць. Метод дозволяє отримати достовірніші дані про вихід сортиментів при розробці усіх дерев, що дозволяє врахувати вплив на вихід сортиментів особливостей будови деревостану, фактичний його якісний стан, наявність прихованих вад та інші специфічні особливості. Перевага таксації за пробними площами порівняно з методом розробки модельних дерев на сортименти полягає у тому, що розробляються дерева кращої, середньої і гіршої якості. При розробці усіх дерев виявляється вплив вад деревини на вихід сортиментів різного призначення та якості.

Метод пробних площ вимагає правильного вибору місць для їх закладання. Проби слід закладати в таких ділянках, які є найхарактернішими для визначених категорій насаджень. Можливо також пробні площі розміщувати за методом механічного відбору, наприклад через однакову відстань. На пробах треба здійснювати ретельний суцільний перелік дерев за ярусами, породами, віковими поколіннями, ступенями товщини і категоріями технічної придатності. Вихід провідних сортиментів треба враховувати з більшою точністю, ніж супутніх з малою часткою участі в загальному запасі. Розробку дерев на сортименти слід здійснювати так, щоб можна було точно встановити середні виходи сортиментів за всіма категоріями дерев.

Точність методу залежить від точності визначення запасу деревостану і частки участі окремих сортиментів у загальному запасі, а також від правильності розкряжування окремих дерев на сортименти з урахуванням технічних умов державних стандартів на готову лісову продукцію.

Метод пробних площ трудомісткий, застосовується при здійсненні науково-дослідних робіт і складанні товарних таблиць, передбачає використання для збору польових матеріалів даних розробки лісосік лісозаготівельниками.

6.3.5. Сортиментація за таблицями середнього збігу

Теоретичною основою методу є закономірності розподілу стовбурів за ступенями товщини, а також за коефіцієнтом форми $\mathbf{q_2}$. Встановлено, що розподіл кількості стовбурів за ступенями товщини має закономірний характер, який спостерігається як у деревостані, так і в межах ступеня товщини.

Закономірний розподіл стовбурів за коефіцієнтом форми характеризується кривою нормального розподілу Гаусса-Лапласа, за якою найбільша кількість стовбурів представлена середньою формою та близькою до неї, а стовбури збіжисті та повнодеревні з віддаленням від середньої величини вліво та вправо

симетрично представлені меншою кількістю дерев. Таблиці об'єму та збігу, складені за розрядами висот, також відображають цю закономірність, тобто кількісна характеристика дається для стовбурів середньої форми. Це дозволяє застосовувати таблиці об'єму та середнього збігу для сортиментації. Тому, знаючи середній коефіцієнт форми, можна використати його для визначення виходу сортиментів. Таблиці наче замінюють модельні дерева і все спрощується ще й тим, що встановлені також залежності між $\mathbf{q_1}$, $\mathbf{q_2}$, $\mathbf{q_3}$. Це дає можливість таблиці збігу за породами і ступенями товщини застосовувати за аналогією з методом модельних дерев.

Техніка визначення виходу сортиментів зводиться до наступного. На відведеній ділянці здійснюється перелік дерев за породами, ступенями товщини та категоріями технічної придатності. Заміряють висоти дерев у ступенях товщини для встановлення розряду висот, а також висоти до крон і до товстих гілок. Бажано здійснити розкряжування 1-2 дерев.

На основі переліку і розкряжування моделей здійснюють обчислення виходу сортиментів за ступенями товщини, використовуючи таблиці середнього збігу за розрядами висот. При необхідності зміни сортиментної структури за таблицями об'ємів та збігу можна здійснити будь-який варіант розкряжування стовбура для отримання необхідних сортиментів відповідних діаметрів і довжини. Перевага методу полягає у простоті та відносній швидкості виконання робіт. Відносно легко здійснюється контроль якості роботи. Визначення кількості виходу сортиментів базується на таблицях середнього збігу, що усуває суб'єктивну оцінку таксатора.

При зміні завдань можна здійснити перерахунок виходу інших сортиментів. Отримані результати сортиментації близькі до даних фактичних розробок лісосік. Кращі результати отримують для хвойних порід внаслідок меншої наявності у них прихованих вад, порівняно з листяними породами.

Важливо знати, чи таблиці збігу відповідають дійсності, для чого треба визначати $\mathbf{q_2}$ насадження. На точність впливає суб'єктивна оцінка якісних категорій стовбурів та кваліфікація таксатора.

6.3.6. Сортиментація лісу за товарними таблицями

Для визначення виходу сортиментів на великих площах без здійснення суцільного переліку дерев застосовують товарні таблиці. Товарні таблиці містять дані про сортиментний склад деревостанів, наведений у таблицях у відсотках залежно від породи, середнього діаметра і класу товарності. Таблиці складені для простих чистих насаджень або для частини складного насадження, яке представлено однією породою та ярусом. В основі товарних таблиць закладені закономірності розподілу кількості дерев за ступенями товщини залежно від середнього діаметра.

У товарних таблицях, складених М.П. Анучіним для деревостану залежно від породи, середнього діаметра та класу товарності, наводиться вихід ділової та дров'яної деревини, відходів. Також наводиться вихід ділової деревини за категоріями товщини та за промисловими сортиментами.

Для використання таблиць необхідно визначити середній діаметр, загальний запас та клас товарності. Середній діаметр деревостану визначають окомірно. Для більшої точності визначення діаметра можна заміряти діаметри декількох середніх за товщиною дерев у деревостані. Для визначення класу товарності на кількох кругових площадках визначають співвідношення ділових та дров'яних дерев. Якщо у хвойних насадженнях на кожні 15-20 ділових дерев припадає одне дров'яне дерево, то такий деревостан слід відносити до першого класу товарності.

Запас деревостану визначають методом вимірювальної таксації з використанням таблиць ходу росту або стандартних таблиць.

Визначення сортиментної структури за товарними таблицями відрізняється простотою при мінімальних витратах часу та засобів, не вимагає обов'язкового переліку дерев. Достовірність результатів таксації залежить від якості таблиць, кількості класів товарності, правильністю підбору таблиць, ступеню диференціації сортиментів.

При визначенні товарності окремої ділянки товарні таблиці дають лише орієнтовне уявлення про вихід сортиментів з деревостану і тільки з найбільшою ймовірністю можна визначити вихід ділової деревини та дров.

Використання товарних таблиць можна рекомендувати для використання при перспективному плануванні лісового господарства.

6.3.7. Використання сортиментних таблиць

Сортиментні таблиці - це форма розташування лісотаксаційних матеріалів, у яких дається розподіл об'ємів стовбура різних деревних порід за встановленими розмірами на окремі сортименти.

У практиці лісового господарства використовують таблиці різних видів. Найвідомішими є сортиментні таблиці, які показують вихід деревини за сортиментами у щільних кубічних метрах. У сортиментно-сортних таблицях М.В. Третьякова і П.В. Горського показники виходу сортиментів вказані у відсотках від об'єму стовбура.

Сортиментні таблиці в основному складаються з трьох частин. У першій частині подаються дані про об'єм стовбурів у корі і без кори залежно від розмірів - діаметра і висоти. У другій частині показані дані розподілу ділових стовбурів на ділову деревину трьох категорій за товщиною, вказується вихід дров та відходів; окремо показується вихід дров'яної деревини з дров'яних дерев. У третій частині наводяться дані про розподіл деревини ділових стовбурів на промислові сортименти, які можливо отримати при розкряжуванні стовбурів. Сортиментні таблиці Логутова і Моїсеєнка, Анучіна показують вихід сортиментів промислового призначення для кожного ступеня товщини, а діючі на сьогодні сортиментні таблиці показують вихід промислових сортиментів у відсотках від запасу ділової деревини залежно від величини середнього діаметра деревостану для кожного елементу лісу.

Для полегшення визначення виходу сортиментів у таблицях передбачено вихід сортиментів для 1-9 стовбурів. Перенесенням коми у даних виходу сортиментів вправо можна отримати дані для десятків і сотень стовбурів.

Для використання сортиментних таблиць необхідно в насадженнях здійснити суцільний перелік дерев за елементами лісу, ступенями товщини та категоріями технічної придатності (ділові, напівділові, дров'яні дерева). Замірюються висоти для встановлення розряду сортиментних таблиць.

Перелік дерев здійснюється, як правило, за 4-сантиметровими ступенями товщини, починаючи перелік зі ступеня товщини 8. Кількість дерев за переліком поділяється на ділові та дров'яні, напівділові дерева після переліку розподіляються порівну між діловими та дров'яними.

Для точного визначення виходу сортиментів насадження поділяють на розряди. Під розрядом висот слід розуміти умовно прийняте співвідношення діаметрів та висот. Складено спеціальні таблиці для встановлення розрядів для основних лісотвірних порід, а для кожного розряду складено сортиментну таблицю, у яких показаний вихід сортиментів для кожного ступеня товщини.

Для встановлення розряду сортиментних таблиць у трьох центральних ступенях товщини основного елементу лісу необхідно встановити висоти і за шкалою визначити розряди. Якщо розряди у трьох ступенях співпадають, тобто є однаковими, то для всього елементу лісу приймається цей розряд. Якщо ступені товщини будуть належати до різних розрядів, то для цілого деревостану він встановлюється як середньозважена величина. Для цього показник розряду множать на кількість дерев відповідного ступеня і суму добутків трьох ступенів товщини ділять на загальну кількість дерев цих ступенів.

Для елементів лісу, які мають участь у складі насаджень три і менше одиниці, розряд висот встановлюється за висотою середнього ступеня товщини за шкалою для відповідної породи.

При визначенні висот дерев для наступного визначення розряду сортиментних таблиць необхідно вибирати типові і середні дерева деревостану. Виміри висот необхідно здійснювати точно з використанням приладів - висотомірів. Дерева, висоти яких заміряються, у насадженнях позначають фарбою або зарубками. У разі необхідності точнішого визначення висот здійснюють рубку модельних дерев і точно вимірюються їх висоти.

Розряд дає кількісну і якісну характеристику розмірів дерев за товщиною і висотою. Чим вищий розряд висот, тим більший загальний запас, вихід сортиментів і сортність. Помилка у встановленні розряду на одну градацію спричиняє неточність визначення загального запасу до ±15 %, і, як наслідок, до помилки у визначенні виходу сортиментів.

Точність визначення загального запасу і виходу сортиментів залежить від точності вимірів діаметрів, розподілу на категорії технічної придатності, точного виміру висот та вибору таблиць відповідно до встановленого розряду висот. У більшості випадків застосування сортиментних таблиць дає задовільні результати, помилка у визначенні виходу сортиментів не перевищує ±10 %, що задовольняє сьогодні потреби виробництва.

6.4. Закономірності таксаційної будови насаджень

6.4.1. Ряди розподілу кількості дерев за товщиною

Вивчення будови насаджень призвело до встановлення теоретичних і практичних висновків про закономірності їх будови. У кожному деревостані при їх рості і розвитку спостерігаються закономірності у будові: у розподілі кількості дерев за їх товщиною, висотою, площею, об'ємом та іншими таксаційними показниками. Ці закономірності найчіткіше проявляються у простих за формою, чистих, одновікових і незайманих рубаннями нормальних насадженнях або в деревостанах одного елементу лісу.

Ряд розподілу кількості дерев за товщиною є основним показником і дає загальне уявлення про будову насадження. Розподіл характеризує ступінь участі дерев кожного ступеня товщини в утворенні насадження. Усі інші основні таксаційні показники (середній діаметр, $\boldsymbol{D_{сер.}}$, середня висота, $\boldsymbol{H_{сер.}}$, та ін.) залежать від цього розподілу дерев за товщиною.

Наприклад, у результаті суцільного переліку був встановлений такий розподіл дерев елементу лісу за ступенями товщини:

Ступені товщини, см	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	Разом
Кількість дерев, шт.	8	23	52	97	110	102	59	31	14	4	500
Кількість дерев, %	1.6	4,6	10,4	19,4	22,0	20,4	11,8	6,2	2,8	0,8	100

Уявлення про будову насадження буде найбільш наочним при побудові графіків (рис. 6.4, 6.4). Якщо нанести дані переліку на графік, де за горизонталлю відкласти ступені товщини, а за вертикаллю - кількість дерев, то можна відзначити, що отримана крива піднімається від тонких ступенів до середніх, досягає тут максимуму, а потім знову знижується. Такий розподіл дерев за товщиною характеризується симетричною, одновершинною лінією, яку називають ***кривою нормального розподілу***. Ця загальна закономірність свідчить про те, що найбільша кількість дерев припадає на середні ступені товщини, а менша - на крайні, тобто найтонші і найтовстіші.

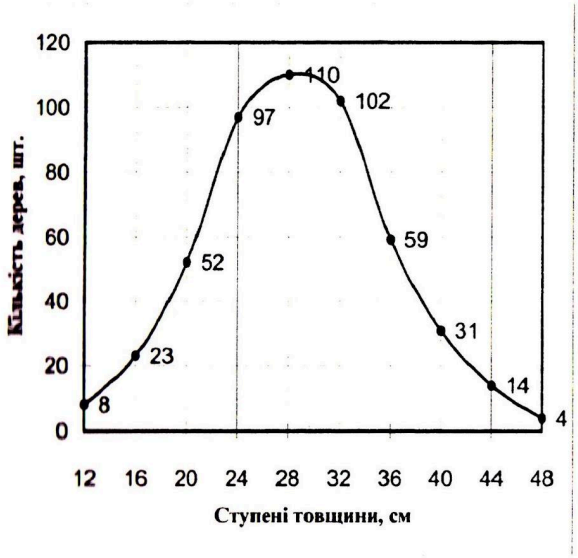


Рис. 6.3. Крива нормального розподілу кількості дерев

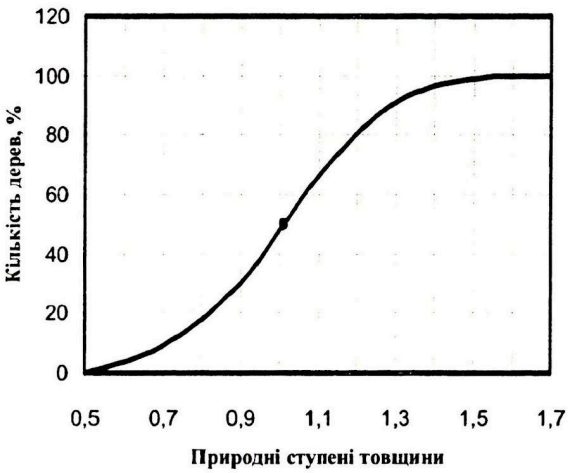


Рис. 6.4. Кумулята кількості дерев

Такий розподіл дерев характерний для нормальних насаджень, які складаються з одного елементу лісу, створених посівом або садінням і мали однаковий догляд до змикання крон. Для насаджень складних, змішаних, різновікових і пройдених рубаннями вигляд кривої змінюється. Для складних різновікових насаджень крива може мати дві вершини. У насадженнях, в яких здійснено доглядові рубання за низовим методом, крива зміщується вправо, а у насадженнях, в яких здійснено вибіркові рубання верховим методом, - вліво, тобто спостерігається асиметричний розподіл.

Графічна зміна в деревостані редукційних чисел діаметрів зі зміною рангів відображається кривою, яка отримала назву "огіва" Гальтона. Аналітично огіва відображається рівнянням параболи третього порядку:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3. \quad (6.34)$$

Найтонше дерево початкового ступеня товщини в деревостані елементу лісу має ранг **0**, а найтовстіше дерево кінцевого ступеня - **100**.

Знаючи редукційні числа діаметрів і ранги меж ступенів товщини, можна побудувати огіву. Для побудови огіви на осі абсцис позначають ранги, а на осі ординат - відповідні їм редукційні числа. Нанесені на графік точки з'єднують і отримують плавну огіву.

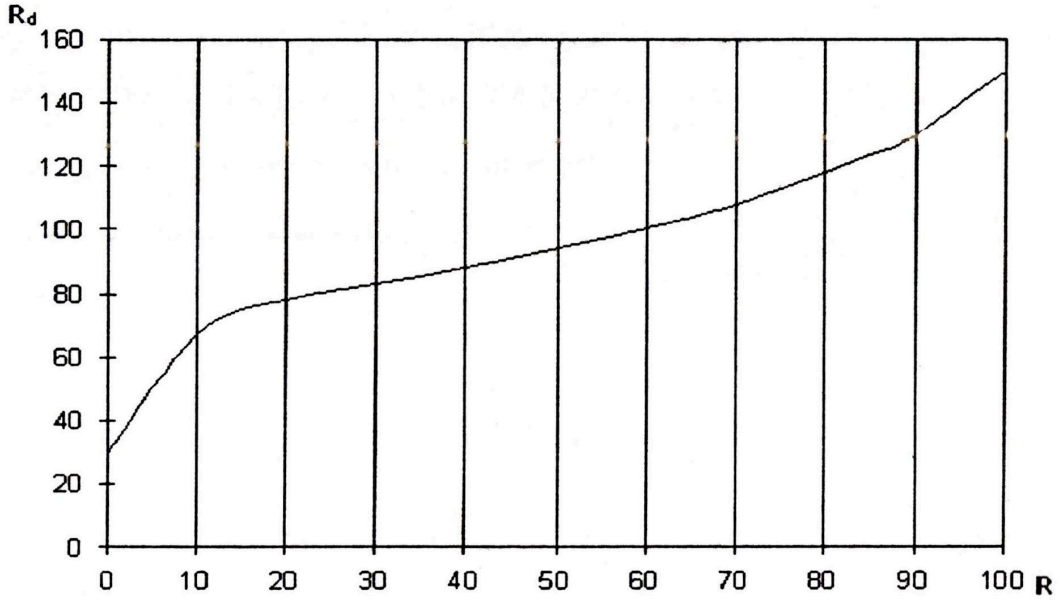


Рис. 6.5. Графік зміни редукційних чисел діаметрів деревостану залежно від рангів (огіва)

А.Шиффель замінив абсолютні величини діаметрів відносними величинами і визначав співвідношення діаметрів між ними таким чином. Середній діаметр приймав за одиницю 1. Діаметр ступенів товщини (d_i) ділив на середній діаметр ($D_{сер.}$) і отримував редукційні числа за діаметром (R_d):

$$R_d = \frac{d_i}{D_{сер}} \qquad (6.35)$$

Ступені товщини	Кількість стовбурів, шт.	Кількість стовбурів, %	Сума площ перерізів, м^2	Нарощення суми % кількості стовбурів	Редукційне число
				0	
12	8	1,6	0,091	1,6	0,35
16	23	4,6	0,462	6,2	0,46
20	52	10,4	1,612	16,0	0,58
24	97	19,4	4,365	36,0	0,70
28	110	22,0	6,820	58,0	0,82
32	102	20,4	8,160	78,4	0,94
36	59	11,8	6,018	90,2	1,05
40	31	6,2	3,906	96,4	1,17
44	14	2,8	2,128	99,2	1,29
48	4	0,8	0,724	100,0	1,40
Разом	500	100	34,286	-	-

$$D_{сер.} = \mathbf{34,2\ см.}$$

Редукційне число R_T - це відношення будь-якого таксаційного показника $\mathbf{T_n}$ до його середнього показника $\mathbf{T_{сер.}}$

$$R_T = \frac{T_n}{T_{сер.}}, \qquad (6.36)$$

де $\mathbf{T_n}$ - діаметр, висота, площа, об'єм та інше;

$\mathbf{T_{сер.}}$ - середній діаметр, висота, площа, об'єм та інше.

При обчисленнях редукційних чисел за діаметрами R_d величина його для найтонших дерев деревостану початкового ступеня товщини дорівнює 0,4, а для найтовстіших (максимального ступеня) - 1,7-1,8 (для молодняків - 2,0-2,5).

Ранг дерева R - це розташування дерева у ряду нагромадженого відсоткового розподілу загальної кількості дерев за ступенями товщини в порядку їх поступового збільшення. Місце середнього дерева за діаметром, тобто ранг дерева, у ряду розподілу міститься в ступені товщини з найбільшою кількістю дерев або поряд із ним. За кількістю нагромаджених дерев від найтоншого ступеня ряду розподілу воно розташоване на 60 %, якщо прийняти загальну кількість дерев за 100 % (у молодняках 65-75%).

6.4.2. З історії вивчення питань таксаційної будови насаджень

Німецький вчений В. Вейзе встановив, що середнє за товщиною дерево деревостану посідає строго визначене місце, кількість дерев, тонших за середній діаметр, становить 57,5% від їх загальної кількості, а товстіших - 42,5%. Австрійський лісівник А. Шиффель встановив, що незалежно від абсолютної величини середнього діаметра певному рангу дерева відповідають певні редукційні числа (це відношення абсолютного значення таксаційного показника дерев до їх середнього значення). Знаючи ці дані, можна знайти значення цих показників для будь-яких дерев, які посідають різні місця в деревостані, без даних натурних вимірювань.

Наприклад, у смерековому деревостані з $D_{сер.}$ = 40 см. Потрібно знайти діаметр дерева, яке знаходиться від найтоншого дерева в насадженні на 30%. Тоді $d_{30} = D_{сер.} \cdot R_d$ = 40·0,840 = 33,6 см, тому що R_d редукційне число за таблицею редукційних чисел за діаметром (R_d) смерекових насаджень, складеною Шиффелем, дорівнює 0,840.

Тюрін А.В. для виявлення закономірностей у будові деревостанів поділяв дерева не за процентним відношенням кількості стовбурів, а за ступенями товщини, які виражалися в десятих долях середнього діаметра деревостану. Такі ступені товщини, які є загальними для всіх насаджень і не залежать від конкретних діаметрів, Тюрін назвав **природними ступенями товщини**. Приймаючи значення таксаційного показника за одиницю, він простежив зміну за природними ступенями не тільки діаметрів, але й інших таксаційних показників деревостанів, і встановив, що відсотковий розподіл дерев за природними ступенями не залежить від породи, класу бонітету і повноти, а лише деякою мірою залежить від віку і більшою - від характеру доглядових рубань, які порушують закономірності у будові деревостану.

6.4.3. Закономірні взаємозв'язки між основними таксаційними показниками дерев у деревостанах

У цілому можна зробити такі висновки:

1. Якщо прийняти середній діаметр деревостану $d_{сер.}$ за 1.0, то редукційне число R_d найтонших його дерев дорівнює половині середнього діаметра 0,5 $d_{сер.}$, а найтовстіших - 1,7 $d_{сер.}$ (для молодняків - 2-2,5 $d_{сер.}$). Таким чином, уся кількість стовбурів, за даними Тюріна, вкладається в рамки 13 природних ступенів товщини. Знаючи абсолютну величину середнього діаметра деревостану і загальну кількість стовбурів з використанням таблиць розподілу кількості дерев за ступенями товщини можна скласти перелік дерев за абсолютними ступенями товщини.

2. Якщо послідовно додавати кількість стовбурів за природними ступенями товщини, починаючи з найтоншого, і за отриманими даними побудувати графік, то отримуємо криву, яка називається огівою. Вона показує залежність між діаметром дерев і їх місцем (тобто рангом) у насадженні за кількістю стовбурів, сумою площ перерізу і запасом. Якщо усі стовбури деревостану розподілити у ряд у порядку зростання їх товщини, то середнє за діаметром дерево буде міститися на 58 місці за відсотком кількості стовбурів, починаючи від найтоншого стовбура.

Ця закономірність може бути використана для визначення середнього діаметра за відомістю переліку дерев. Потрібно додавати відсотки кількості стовбурів від тонких ступенів до товстих, поки не набереться 58%, або заокруглено 60%.

Для вище наведеного ряду розподілу дерев елементу лісу середній діаметр належить до ступеня 28, оскільки сума відсотків кількості дерев від ступеня 12 до ступеня 28 становить 1,6+4,6+10,4+19,4+22,0=58%. До ступеня товщини 28 належать дерева з діаметром від 26,1 до 30,0 см. Оскільки до обчислення потрапляють усі дерева цього ступеня, то середній діаметр деревостану має дорівнювати його кінцевому значенню, тобто 30,0 см.

3. Дерево, яке має середній діаметр, має, відповідно, і середню висоту, середню площу перерізу, середній об'єм і т. д., тобто середнє за діаметром дерево в деревостані є також і середнім за іншими таксаційними показниками. Ця залежність використовується для визначення середніх таксаційних показників деревостану (метод середньої моделі).

4. Редукційні числа за площами перерізу і за об'ємом, так само як і ряди розподілу та огіви, дуже близькі. За площею перерізу найтонші дерева деревостану становлять 0,25, а за об'ємом - 0,22 від середнього дерева, а найтовстіші за цими показниками - 2,89. Це означає, що об'єм найтоншого дерева становить 22% об'єму середнього дерева, а об'єм найтовстішого дерева більший за об'єм середнього у 2,89 рази. Площа перерізу й об'єм найтоншого дерева у 12 разів менші, ніж найтовстішого.

Розподіл сум площ перерізів і запасів деревостанів у відсотках за природними ступенями характеризується кривою нормального розподілу.

Найбільший відсоток (18,1%) припадає на середній ступінь, а участь крайніх ступенів дуже мала (0,1-0,3%).

5. Між діаметром і висотою за природними ступенями товщини спостерігається визначене співвідношення. Якщо середню висоту деревостану прийняти за 1,0, то мінімальна висота становитиме 0,80, а максимальна - 1,15. У молодих деревостанах ці межі дещо більші, у старих менші. Знаючи абсолютну середню висоту деревостану і використовуючи відносні висоти дерев, можна легко обчислити абсолютні висоти ступенів товщини шляхом множення середньої висоти на відносні висоти.

6. Відносний збіг і повнодеревність стовбурів зменшується від тонких ступенів товщини до товстих. Зміна видових чисел за природними ступенями товщини виражається лінійним рівнянням.

Викладені основні закономірності будови деревостанів є теоретичною базою для визначення головного таксаційного показника деревостану - запасу. Складено спеціальні таблиці розподілу кількості дерев, сум площ поперечних перерізів і запасу для деревостанів із різними середніми діаметрами. За ними, не маючи даних суцільного переліку, на основі середнього діаметра деревостану можна розподілити загальний запас за окремими ступенями товщини. Подібні таблиці є основою для складання товарних таблиць, в яких наводиться розподіл запасу за сортиментами.

Наведені закономірності будови деревостанів характеризують чисті одновікові деревостани. Вони дозволяють мати уявлення про межі змін середніх значень окремих таксаційних показників деревостану і його окремих частин, полегшують вивчення лісу і служать основою для розробки раціональних методів його обліку. Закономірності будови насаджень є теоретичною основою визначення важливого таксаційного показника – запасу.

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення *"насадження"* та *"деревостану"*, яка між ними відмінність?
2. Дайте визначення *"елементу лісу"*? Наведіть приклад.
3. Дайте визначення *"лісового фонду держлісгоспу"*, яка його основна постійна облікова одиниця у межах господарських частин?
4. Які основні таксаційні ознаки насаджень?
5. Як характеризується деревостан за походженням?
6. У чому полягає різниця між деревами і насадженнями порослевого та насіннєвого походження?
7. Як оцінюється насадження за формою? Дайте приклад типових одноярусних та багатоярусних насаджень.
8. Що таке *"склад насадження "* та як він встановлюється?
9. Як встановлюється переважаюча і головна породи? Наведіть приклади.
10. Як характеризуються деревостани за віком і на які вікові категорії вони поділяються?
11. Дайте біометричну оцінку основних способів визначення середнього діаметра.

12. Охарактеризуйте найпоширеніший спосіб визначення середнього діаметра.
13. Якими способами встановлюється середня висота деревостану?
14. Який спосіб визначення середньої висоти найчастіше використовують на практиці? Дайте його характеристику та проілюструйте встановлення середньої висоти прикладом.
15. Як знаходиться верхня висота деревостану і які взаємозв'язки її з середньою висотою?
16. Що характеризує повнота, густота і зімкнутість у деревостані, які способи їх визначення використовують на практиці?
17. Як і з допомогою яких приладів визначається повнота при окомірній таксації?
18. Що характеризує бонітет насадження і як він визначається ?
19. Що закладено в основу загальнобонітетної шкапи, які переваги та недоліки цієї шкали?
20. За якими ознаками встановлюється клас товарності?
21. Що таке *"підріст"* і *"підлісок"*, як здійснюється їх таксаційний опис, і яку роль вони відіграють при веденні мисливського господарстві?
22. За допомогою яких основних методів визначається запас насаджень?
23. За яких основних методів знаходиться запас насаджень?
24. Що таке *"пробна площа "* і які вимоги існують до закладання пробних площ?
25. З якою метою закладаються постійні і тимчасові пробні площі, які вимоги до їх форми та розмірів?
26. Як здійснюється відмежування, перелік дерев, вимірювання висот та прив'язування пробних площ?
27. Які особливості закладання пробних площ у гірських умовах?
28. Охарактеризуйте встановлення запасу за способом середньої моделі.
29. Які способи знаходження запасу використовують для встановлення сортиментної структури деревостану, у чому полягає їх сутність?
30. На яких принципах базуються графічні способи знаходження запасу деревостану, які переваги та недоліки цих способів?
31. Які таблиці застосовуються для отримання запасу деревостану? Дайте коротку характеристику цих способів.
32. Що таке *"сортиментація лісу "* та з якою метою її здійснюють?
33. Які методи сортиментації лісу на пні застосовуються і від яких факторів залежить вибір того чи іншого методу?
34. Як здійснюється подеревна індивідуальна сортиментація?
35. Як здійснюється сортиментація запасу за модельними деревами?
36. Як здійснюється сортиментація лісу за методом пробних площ?
37. Як здійснюється сортиментація лісу за товарними таблицями, коли цей метод застосовується, які його переваги та недоліки?
38. Як здійснюється сортиментація запасів деревини на лісосіках, які способи сортиментації застосовуються?

39. Як застосовуються сортиментні таблиці для визначення виходу сортиментів?
40. Як встановлюється розряд сортиментних таблиць?
41. На які види сортиментів поділяється запас деревини за сортиментними таблицями?
42. Як поділяється ділова деревина за товщиною?
43. Як поділяється кількість дерев деревостану за товщиною?
44. Як обчислюють редукційні числа і ранги за діаметром?
45. Які вчені займалися виявленням закономірностей будови насаджень, і що вони встановили?
46. Які закономірні взаємозв'язки встановлені за діаметрами в деревостанах?
47. Які співвідношення спостерігаються між висотами дерев у деревостанах?

7. ПРИРІСТ І ХІД РОСТУ НАСАДЖЕНЬ

7.1. Приріст насаджень

Визначення приросту насаджень ускладнюється тим, що основна частина насадження, яка залишається для подальшого росту, внаслідок росту збільшує запас, а частина дерев поступово відмирає, зменшуючи запас насадження. Тому приріст - це величина додатна, а зміна запасу насадження може бути величиною від'ємною, особливо для перестійних насаджень.

Діючою класифікацією передбачені такі види приростів і змін запасів.

Загальний середній приріст за запасом - це збільшення загальної продуктивності деревостану в середньому за рік його життя, визначається діленням суми запасів ростучої частини деревостану, відпаду і проміжного користування на вік насадження за формулою:

$$Z_M^{с.заг.} = \frac{M_A + M_в}{A} = \frac{M_A^{заг.}}{A} \qquad (7.1)$$

де $Z_M^{с.заг.}$ - загальний середній приріст за запасом;

M_A - запас ростучої частини деревостану;

$M_в$ - запас відпаду та проміжного користування;

A - вік.

Середня зміна запасу - це частина середнього приросту, яка визначається діленням запасу ростучої частини насадження на вік:

$$\Delta_M^{сер.} = \frac{M_A}{A} \qquad (7.2)$$

Загальний поточний приріст за запасом - це збільшення загальної продуктивності деревостану або запасу деревостану за рік або за деякий період n років.

Поточний приріст деревостанів на постійних пробних площах методом повторних замірів визначається за формулами:

$$Z^{n.p.}_{M_{A-1}} = \boldsymbol{M_A - M_{A-1} + M_1^в}, \quad (7.3)$$

$$Z^{n.пер.}_{M_{A-n}} = \boldsymbol{M_A - M_{A-n} + M_n^в}, \quad (7.4)$$

$$Z^{n.сер.п.}_{M_{A-n}} = \frac{M_A - M_{A-n} + M_n^в}{n}, \quad (7.5)$$

де $Z^{n.p.}_{M_{A-1}}$ - річний поточний приріст;

$Z^{n.пер.}_{M_{A-n}}$ - періодичний поточний приріст;

$Z^{n.сер.п.}_{M_{A-n}}$ - середній періодичний поточний приріст.

Такі обчислення за наведеними формулами потребують визначення величини відпаду і проміжного користування, крім того, здійснення робіт на постійних пробних площах трудомістке і вимагає тривалого часу для здійснення спостережень. Тому в лісогосподарській практиці поточний приріст визначається за даними одноразових обмірів дерев на тимчасових пробних площах з використанням таких формул:

$$Z^{n.p.}_{M_{A-1}} = \boldsymbol{M_A - m_{A-1}}, \quad (7.6)$$

$$Z^{n.пер.}_{M_{A-n}} = \boldsymbol{M_A - m_{A-n}}, \quad (7.7)$$

$$Z^{n.сер.п.}_{M_{A-n}} = \frac{M_A - m_{A-n}}{n}, \quad (7.8)$$

де $\boldsymbol{m_{A-1}}$ і $\boldsymbol{m_{A-n}}$ - початкові запаси у віці ***A-1*** і ***A-n*** років тієї самої кількості дерев, які становлять ростучу частину насадження у час визначення приросту, тому він не враховує приросту дерев відпаду.

Поточна зміна запасу - це величина, на яку змінюється запас деревостану без урахування запасу відпаду за останній рік або за період ***n*** років. Розрізняють такі види поточної зміни запасів:

річна зміна запасу $\Delta^{n.p.}_{M_{A-1}} = \boldsymbol{M_A - M_{A-1}}, \quad (7.9)$

періодична зміна запасу $\Delta^{n.пер.}_{M_{A-n}} = \boldsymbol{M_A - M_{A-n}}, \quad (7.10)$

середньоперіодична зміна запасу $\Delta^{n.сер.п.}_{M_{A-n}} = \frac{M_A - M_{A-n}}{n}$. (7.11)

Річна поточна зміна запасу в межах періоду ***n*** є усередненою величиною і в старшому віці може бути від'ємною, що свідчить про зменшення запасу деревостану внаслідок великого відпаду дерев. У ці періоди життя деревостану

співвідношення між кількістю деревини, яка нарощується залишеними на пні деревами і масою відмерлих за цей час дерев, становить від'ємну величину.

У зв'язку з цим слід зазначити, що поточний приріст і поточна зміна запасу величини нерівнозначні, різниця між ними дорівнює відпаду, їх ототожнення призводить до помилок у вирішенні практичних завдань, наприклад при встановленні віку стиглості.

Приріст і зміну запасу визначають у відносних одиницях, тобто у відсотках для порівняльної характеристики енергії росту дерев за формулами:

$$P^{z_{M_A}} = \frac{Z_M^{n.cep.n.}}{M_A} \cdot 100, \qquad (7.12)$$

$$P^{\Delta_M} = \frac{\Delta_{M_{A-n}}^{n.cep.n.}}{M_A} \cdot 100. \qquad (7.13)$$

Багато способів визначення приростів передбачає першочергове встановлення відсотка приросту з наступним перерахуванням його в абсолютні величини за формулою:

$$Z_M = \frac{M_A \cdot P_{Z_M}}{100}. \qquad (7.14)$$

Приріст і запас є основними показниками продуктивності насаджень, які використовуються для планування лісового господарства: визначення віку стиглості, розміру головного користування, рубань, пов'язаних із веденням лісового господарства, оцінки ефективності здійснення лісогосподарських заходів, виявлення шкоди, заподіяної шкідниками і хворобами лісу, тощо.

7.2. Способи визначення приросту насаджень

Поточний приріст повторними обмірами обчислюється як різниця між другим і першим обмірами, до якої додають запас відпаду та запас вибраних дерев за період між цими обмірами (7.5).

Точність визначення приросту становить 7-8%. Спосіб трудомісткий, вимагає постійних спостережень, застосовується при науково-дослідних спостереженнях для вивчення ходу росту деревостанів.

Поточний приріст шляхом одноразових обмірів на тимчасових пробних площах визначається після рубання 10-20 модельних дерев, для яких визначають поточний приріст за об'ємом. При рубанні моделей для кожного ступеня товщини приріст деревостану обчислюється за формулою:

$$Z^{n}_{M_A} = \sum Z_1 \frac{\sum G_1}{\sum g_1} + \sum Z_2 \frac{\sum G_2}{\sum g_2} + \ldots + \sum Z_n \frac{\sum G_n}{\sum g_n}, \qquad (7.15)$$

де $\sum Z_1$, $\sum Z_2$ і т.д. - сума поточних приростів модельних дерев

кожного ступеня товщини;

$\sum G_1$, $\sum G_2$ і т.д. - сума площ перерізів дерев кожного ступеня товщини;

$\sum g_1$, $\sum g_2$ і т.д. - сума площ перерізів модельних дерев для кожного ступеня товщини.

Поточний приріст деревостану за модельними деревами визначається також графічним способом, застосовуючи принцип визначення запасу деревостану за способом кривої об'ємів Шпейделя або прямої об'ємів Копецького. На графіку на осі ординат відкладаються величини поточних приростів зрубаних модельних дерев і здійснюється вирівнювання цих значень проведенням кривої або прямої. Вирівняні величини приростів за об'ємом, отримані для ступенів товщини за графіком, множать на кількість дерев у ступені й отримують приріст за запасом кожного ступеня товщини та цілого деревостану.

Точність визначення поточного приросту на тимчасових пробних площах при рубанні 15 моделей становить ±10%, при цьому величина відпаду залишається неврахованою. Спосіб трудомісткий, має обмежене застосування у практиці, рекомендується для науково-дослідних робіт і для порівняльної оцінки простіших методів визначення поточного приросту. Спосіб неспроможний давати такої ж точності, як повторні переліки на постійних пробних площах.

Спрощені способи визначення відсотка поточного приросту базуються на вимірюванні радіального приросту на висоті 1,3 м у ростучих дерев, а перехід до відсотка об'ємного приросту здійснюється коректуванням відсотка приросту за діаметром на деякий коефіцієнт K з доповненням даних, що дозволяють враховувати приріст за висотою або видовою висотою.

Для ростучих модельних дерев відсоток об'ємного приросту визначається за формулою Боргреве, Турського або Шнейдера:

$$P_M = \frac{K \cdot \sum id}{\sum d^2}, \qquad (7.16)$$

де K - коефіцієнт, який визначається як середнє значення для моделей за допоміжною таблицею на основі енергії росту у висоту і протяжності крони;

i - середня ширина річного кільця в 1 см радіуса стовбура на висоті 1,3 м, яка визначається за допомогою приростного бурава у 10-15 модельних дерев;

d - діаметри моделей на висоті грудей без кори.

За формулами Турського або Шнейдера обчислюється середньоарифметичне значення P_V, яке приймають як відсоток приросту за запасом для деревостану.

Спосіб В.Джурджу передбачає попереднє визначення відсотка поточного приросту P_M, а за ним - абсолютного поточного приросту деревостану за формулами:

$$P_M = \frac{\sum Z_r K_d}{\sum d_{1,3}} + P_{HF}, \qquad (7.18)$$

де $\sum Z_r$ - сума річних приростів за радіусом на висоті 1,3 м, яка визначається на кернах деревини, що взяті приростним бураном у 10-15 ростучих дерев;

$\sum d_{1,3}$ - сума діаметрів моделей у корі;

K_d і K_M - коефіцієнти для переходу від діаметра і запасу у корі до діаметра і запасу без кори;

P_{HF} - відсоток приросту за видовою висотою, що залежить від породи, віку і класу бонітету, визначається за таблицями;

M - запас деревостану.

Спрощені способи прості, не вимагають закладання пробних площ і рубання модельних дерев, але при правильному підборі 10-20 модельних дерев забезпечують точність у межах 10-12 %.

За площею бічної поверхні стовбурів деревостану безпосередньо визначається абсолютна величина поточного приросту за запасом як добуток суми площ бічних поверхонь всіх стовбурів деревостану на середню ширину річного шару, яка визначається за вимірами радіального приросту на висоті 1,3 м у 10-25 ростучих моделей:

$$Z_M = S \cdot i_{сер.} \quad (7.19)$$

М.П. Анучін, який запропонував цей спосіб, склав таблиці площ бічних поверхонь (у тис. м^2) за породами, класами бонітету і віку на основі таблиць ходу росту насаджень при повноті 1,0. Пропорційно повноті насаджень площі бічних поверхонь зменшуються, і формула набуває такого вигляду:

$$Z_M = S_n \cdot i_{сер.} \cdot P, \quad (7.20)$$

де S_n - табличне значення площі бічних поверхонь дерев деревостану;

P - відносна повнота насаджень.

За таблицями для таксації поточного приросту насаджень його визначення є просте і не вимагає трудомістких вимірів та розрахунків.

Таблиці відсотків поточного приросту за запасом складені для основних лісотвірних порід проф. В.В. Антанайтісом. Входами до цих таблиць є порода, походження, бонітет, вік, середній діаметр і середня ширина річних шарів. Для користування таблицями обмірами 25-30 дерев визначається середній діаметр у корі і середня ширина річного шару, також визначається вік і клас бонітету. За даними таблиць визначається відсоток поточного приросту; помноживши його на запас, отримують абсолютну величину поточного приросту в метрах кубічних. Точність визначення приросту за запасом коливається у межах 12-15%.

Проф. Н.М. Науменко склав більш прості та зручні для використання таблиці поточного приросту залежно від породи, віку, класу бонітету і повноти. Складені таблиці придатніші для хвойних порід, а для листяних потребують уточнення. За оцінкою автора, помилки для окремих насаджень можуть становити ± 25%.

7.3. Хід росту насаджень

Ріст і продуктивність насаджень залежить від біолого-лісівничих властивостей деревних порід, кліматичних та лісорослинних умов, географічних районів, режиму та інтенсивності господарської діяльності людини у лісі та багатьох інших факторів, що є причиною різного росту і розвитку окремих насаджень.

Дослідження та встановлення динаміки росту таких насаджень у часі в однакових лісорослинних умовах, визначення кількісної характеристики цього процесу мають важливе значення для вирішення завдань, пов'язаних із веденням лісового господарства, і є одними із напрямків лісової таксації.

Динаміка таксаційних показників протягом життя насаджень може бути представлена у вигляді таблиць ходу росту. Таблична форма є найрозповсюдженішою завдяки зручності практичного використання. Ці таблиці є цифровими даними, які розташовані в певній послідовності і показують зміну кількісних величин таксаційних показників деревостанів насадження з віком, звичайно через кожні 10 років.

Таблиці ходу росту насаджень - це система кількісних показників, розташованих у послідовності за віком для кожного класу бонітету, які дають уявлення про кількісну характеристику деревостанів, що належать до однієї лінії росту та розвитку.

Дерева, які утворюють насадження, у таблицях ходу росту поділені на дві частини: ті, що залишаються, і ті, що вибираються.

Для дерев, що утворюють основну частину насадження, у таблицях ходу росту для віку з градацією через 10 років наведені середні висоти у метрах, середні діаметри на висоті грудей у сантиметрах, кількість стовбурів у штуках на 1 га, сума площ перерізів у квадратних метрах, видові числа, запас стовбурної деревини у кубометрах та зміна запасу. Для частини насадження, що вирубується, наводиться кількість стовбурів, сума площ перерізів, запас стовбурної деревини та сума запасів.

Таблиці ходу росту показують історію росту і розвитку насаджень різних деревних порід різної продуктивності. Порівнюючи дані цих таблиць, можна прогнозувати, як буде виглядати те чи інше насадження у певному віці.

За областю застосування розрізняють загальні та місцеві таблиці ходу росту, зона дії яких визначається територією, на якій здійснено збір дослідного матеріалу для побудови таблиць. Такі таблиці дають характеристику особливостей росту насаджень цього регіону.

За ступенем інформативності розрізняють скорочені таблиці, які називають ескізом таблиць ходу росту і в яких наводиться характеристика тільки основної частини насадження, тобто тієї частини, яка залишається для подальшого росту.

За способом класифікації насаджень таблиці ходу росту складають на бонітетній і типологічній основі.

Таблиці ходу росту є основою для характеристики росту, приросту і продуктивності насаджень, застосовуються для вирішення наукових і практичних завдань при здійсненні лісовпорядкувальних робіт і при веденні лісового господарства. Вони служать еталоном при таксації наявних насаджень для визначення відносних повнот і запасів, а таблиці ходу росту модальних,

тобто найрозповсюдженіших насаджень, використовуються для обґрунтування віку стиглості насаджень і встановлення віку головного рубання.

Таблиці ходу росту насаджень, у яких застосовувалися різні режими вирощування, використовуються для призначення відповідних лісогосподарських заходів та оцінки ефективності їх здійснення.

7.4. Методи складання таблиць ходу росту

Методи складання таблиць ходу росту практично однакові, спостерігається лише різниця у методах підбору основних об'єктів досліджень.

Наявні основні методи складання таблиць ходу росту полягають у такому:

1. **Метод повторних спостережень** за динамікою росту і розвитку насаджень на постійних пробних площах передбачає закладання пробних площ у насадженнях з моменту їх виникнення і наступного встановлення таксаційних показників через кожні 5 років. Отримані дані спостережень на пробних площах служать матеріалом для дослідження динаміки зміни таксаційних показників у різні вікові періоди життя насаджень і наступного складання таблиць ходу росту і розвитку насаджень у відповідних лісорослинних умовах.

Метод надійний і точний. Потребує значного періоду спостережень, які тривають десятиріччями. Упродовж такого тривалого часу забезпечити постійні спостереження та збереження об'єктів надзвичайно складно, а складання технічних нормативів для лісового господарства не можна розтягувати на такий довгий період. Внаслідок цих причин, таблиць ходу росту, складених за таким методом, практично немає або вони обмежені тільки невеликими періодами життя насаджень. Лісова таксація засновує вивчення динаміки росту і розвитку насаджень на методах хоч і менш точних, але таких, які дозволяють значно швидше скласти таблиці.

2. Іншим методом складання таблиць ходу росту насаджень є **статистичний метод (метод смужок)**, який був запропонований німецьким лісівником Бауером. Спочатку збирають масовий матеріал обміру і таксації нормальних повних насаджень різного віку, різних класів бонітету, визначеної породи. Потім складаються графіки. При побудові графіків на осі абсцис відкладають вік, на осі ординат - запаси. На графіку відкладаються точки, кількість яких дорівнює кількості протаксованих насаджень. Простір, зайнятий на графіку точками, зверху і знизу обмежується кривими лініями; їх проводять так, щоб вони з'єднували найбільшу кількість найвищих і найнижчих точок. Проведені криві приймають за межі першого та останнього класів бонітету. Відмежовану кривими лініями площу поділяють на рівні частини за кількістю встановлених класів бонітету. У результаті простір на графіку поділений на смужки, які характеризують динаміку зміни запасів відповідного класу бонітету. Посередині кожної смужки проводять серединну криву, і шляхом встановлення ординат цієї кривої для відповідного віку знаходять вирівняні запаси нормальних насаджень. Отримані результати заносять до таблиці.

За здійсненим розподілом насаджень на класи бонітету аналогічно для кожного з них встановлюють середню висоту та інші таксаційні показники шляхом побудови графіків.

Статистичний метод складання таблиць ходу росту має ряд недоліків. Дуже складно провести верхні і нижні криві, що обмежують простір нанесених точок. Неможливо проконтролювати побудову одного ряду росту і розвитку насаджень. Метод вимагає збору численного польового дослідного матеріалу з детальною таксацією насаджень на пробних площах.

3. Аналітичний метод розроблений у середині XIX століття трьома поколіннями лісівників Гартігів (Т. Гартіг,1847; Р. Гартіг, 1865) та доповнений працями багатьох закордонних вчених, зокрема, проф. Тюріним у 1931 році. Цей метод широко застосовується для складання таблиць ходу росту насаджень.

Особливістю методу є те, що пошук різних за віком насаджень для закладання пробних площ здійснюється не тільки за подібністю лісорослинних умов і режимів вирощування, але й за даними здійснених аналізів модельних дерев. Для цього у найстаршому та найбільш високоповнотному насадженні (вказівному), яке належить до типу лісу або класу бонітету, що досліджується, закладають пробну площу. На пробній площі методом переліково-вимірювальної таксації визначають таксаційні показники: середню висоту, середній діаметр, кількість стовбурів, суму площ перерізів та ін. При виборі моделей для аналізу стовбура переважно беруть дерева I класу розвитку, тобто найбільші. Ці дерева, у більшості випадків, у минулому не затримувались у рості, не відчували пригнічення крупніших дерев, тому мали нормальний хід росту, який залежав тільки від лісорослинних умов. На пробі зрубують 3-5 модельних дерев і здійснюють їх повний аналіз. За даними аналізів встановлюють хід росту моделей за таксаційними показниками. Внаслідок такої особливості метод називають аналітичним.

Вибір вказівних насаджень є найважливішим етапом робіт при застосуванні аналітичного методу складання таблиць ходу росту. Насадження, які відібрані, за умовами росту повинні бути середніми для класу бонітету, що досліджується.

Перевага цього методу полягає в об'єктивному виборі насаджень, які належать до одного природного ряду, та можливості у стислі терміни зібрати дослідні матеріали для складання таблиць ходу росту.

Недоліком можна вважати відсутність впевненості у правильному виборі вказівного насадження, що може потім вплинути на точність вибору інших об'єктів молодшого віку.

4. Типологічний метод складання таблиць ходу росту передбачає спочатку встановлення найрозповсюдженіших типів лісу для району, що досліджується. На підставі ґрунтово-кліматичних умов та найтиповішого трав'яного вкриття для кожного з виділених типів лісу закладають кілька пробних площ, які будуть характеризувати насадження різного віку.

Правильно підібрані пробні площі будуть еталоном для насаджень різного віку, які належать до одного природного ряду росту і розвитку.

Перевагою цього методу є одноразовість обмірів насаджень, які можна здійснити протягом літнього періоду. Однак ця перевага є одночасно і

недоліком, тому що одноразовий обмір не завжди гарантує вибір насадження, яке належить до одного типу росту і розвитку.

5. Метод ЦНДІЛГА, розроблений під керівництвом професора М.В.Третьякова, базується на закономірностях у будові насаджень. Для перевірки належності насаджень до одного природного ряду росту і розвитку використовують закономірності у ході росту насаджень, які узагальнюються рівняннями прямих ліній.

Основою методу є графічні побудови, за допомогою яких визначають належність насаджень до одного природного ряду, і таксаційні показники, які включають у таблиці ходу росту. Пробні площі, показники яких дають відхилення за висотою від прямої бонітету більш як на ±10%, за діаметром від прямої діаметрів - ±15% і за коефіцієнтом форми - ±6%, виключаються з матеріалів для складання таблиць ходу росту тому, що вони не належать до одного природного ряду. Першою ознакою належності насаджень до одного природного ряду є спільність типів лісу.

Для складання таблиць ходу росту необхідно збирати численний та однорідний матеріал досліджень у насадженнях одного типу лісу. За встановленими лінійними залежностями таксаційних показників від віку графічним методом визначаємо середні таксаційні показники у різні періоди життя насадження.

Основна перевага методу полягає у тому, що правильність вибору пробних площ перевіряється шляхом побудови графіків, однак цей метод припускає значні відхилення окремих точок від узагальненої прямої лінії.

Найнадійнішим методом складання таблиць ходу росту слід вважати комбінований, який поєднує у собі елементи методу вказівних насаджень та графічного методу.

7.5. Складання таблиць ходу росту за методом ЦНДІЛГА

Інтенсивне ведення лісового господарства вимагає вивчення росту і продуктивності насаджень для вирішення різних господарських завдань. Динаміку зміни таксаційних показників із збільшенням віку характеризують таблиці ходу росту насаджень. Аналізуючи дані цих таблиць, можна передбачити, як буде виглядати насадження у різному віці. Можливість простежити розвиток насаджень із віком за таблицями ходу росту використовують у лісовому господарстві для його планування та при здійсненні лісовпорядкувальних робіт.

Для складання таблиць ходу росту насаджень найпридатнішим є метод ЦНДІЛГА, який розроблено під керівництвом проф. М.В.Третьякова; він заснований на закономірностях у будові насаджень та є комбінацією типологічного і графічного методів.

Цей метод передбачає для кожного класу бонітету закладання 10-12 пробних площ у насадженнях 20-100-річного віку. При цьому більшу кількість пробних площ необхідно закладати у насадженнях середнього віку, які

відзначаються інтенсивнішим ростом. Насадження мають бути ланками одного природного ряду, одновіковими та чистими за складом.

Перевірка належності пробних площ до одного природного ряду здійснюється графічно, використовуючи закономірності ходу росту насаджень, які узагальнюються рівняннями прямих ліній.

Під природним рядом слід розуміти сукупність однорідних насаджень, які досягають однакових середніх висот в однаковому віці та характеризуються однорідністю розвитку і росту за іншими таксаційними показниками.

Основною ознакою належності насаджень до одного природного ряду є спільність типу лісу. Належність до одного природного ряду пробних площ перевіряється побудовою трьох прямолінійних залежностей, ґрунтуючись на тому, що у таких насадженнях добуток середньої висоти на вік, середнього діаметра на вік та середнього коефіцієнта форми на висоту, відкладені на графіку, повинні розміститися на прямих лініях. Про однорідність пробних площ свідчить ступінь наближеності вершин ординат AH, AD, Hq_2 до прямої лінії у різному віці.

Належність пробної площі до однієї лінії розвитку за висотою перевіряється побудовою графіка прямої бонітету. Для побудови графіка виписується середній вік і середню висоту кожної пробної площі і обчислюються добутки цих величин.

На графіку на осі абсцис відкладають середній вік пробних площ (A, років), а на осі ординат - відповідні їм добутки віку на їх висоти (AH). Нанесені на графік точки вирівнюють прямою лінією, яка відповідає рівнянню $AH = aA + b$.

Із графіка для кожної пробної площі за прямою знаходять вирівняні значення величини AH, приймають їх за 100% і обчислюють відхилення точок пробних площ у відсотках зі знаком "+" або "-". Якщо точки пробних площ розташувалися на графіку майже за прямою лінією та їх відхилення від прямої не перевищують ±10 %, то це свідчить про належність пробних площ до однієї лінії розвитку за висотою.

Однак слід зауважити, що такі лінійні ознаки залежностей таксаційних показників від віку можуть бути використані, починаючи з певної середньої висоти насаджень (не менше 12-14 м). Для початкового періоду росту насаджень вони неможливі для застосування, тому що прямолінійна залежність спостерігається у насадженнях з 20-30 років. До цього віку залежність є криволінійною. Крива лінія прямує до початку координат.

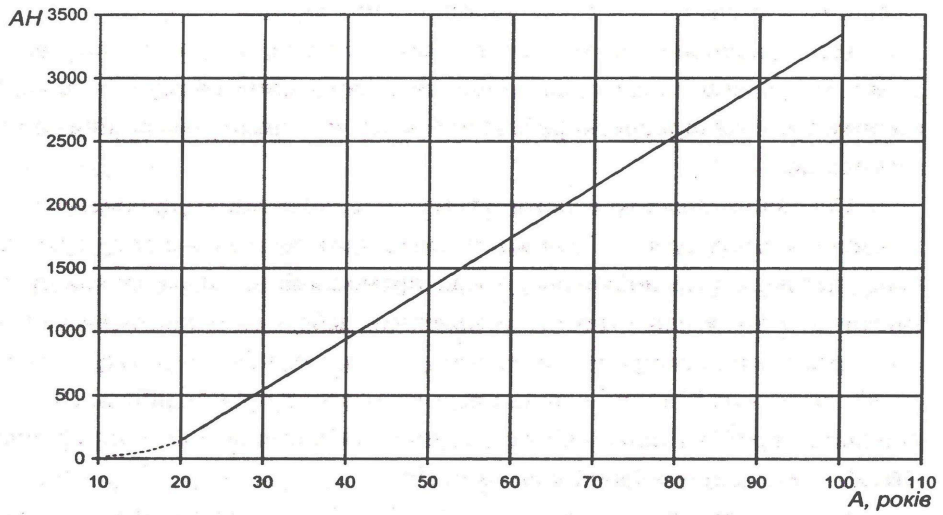


Рис. 7.1. Пряма бонітету

При здійсненні обчислень величина значення **АН**, взята з графіка прямої, визначається з точністю до цілого числа, а відхилення – до 0,1.

Аналогічно здійснюється перевірка належності пробних площ до однієї лінії розвитку за діаметром. На осі абсцис відкладаються вік (***A***, років), а на осі ординат - добуток віку на середні діаметри (***AD***). Проведена між нанесеними на графіку точками пряма лінія має відповідати рівнянню: ***AD = Aa+b***. Якщо точки, що відповідають пробним площам, мають відхилення від прямої не більше ±15%, то це свідчить про належність пробних площ до однієї лінії розвитку за середнім діаметром.

Належність насаджень пробних площ до однієї лінії розвитку за формою стовбурів доводиться побудовою прямої форми. На графіку на осі абсцис відкладаються висоти (***H***), а на осі ординат - добуток висоти на коефіцієнт форми (***q_2H***). Проведена між точками пряма лінія має відповідати рівнянню ***$q_2H=aH+b$***. Відхилення точок від прямої не повинно перевищувати ±6%, що стверджує спільність розвитку насаджень пробних площ за формою.

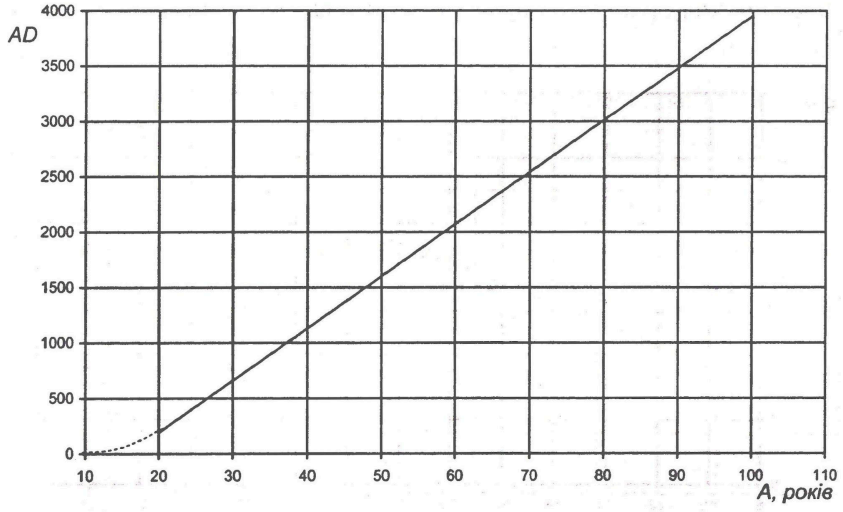


Рис. 7.2. Пряма діаметрів

Пробні площі, показники яких на графіках не перевищують допустимих значень, належать до одного природного ряду, тому за даними цих пробних площ можна складати таблиці ходу росту. У випадку, коли відхилення перевищують допустимі значення хоча б за одним показником, такі пробні площі виключаються з подальших обчислень або додатково перевіряються, що відзначається у висновках.

Хоча пробні площі закладаються в насадженнях з найбільшою повнотою для цих лісорослинних умов, повноти кожної проби не однакові. Тому повноти кожної пробної площі необхідно звести до однакової найвищої повноти для таких насаджень, тобто до умовної повноти 1,0 та визначити максимальну суму площ перерізів (***G***).

Для цього будується графік, де на осі абсцис відкладаються висоти (***H***), а на осі ординат - сума площ перерізів пробних площ (***G***). Орієнтуючись на найвище розташовані на графіку точки, що відображають пробні площі з найвищою повнотою, проводиться крива лінія, яка буде показувати максимальну умовну повноту 1,0 для насаджень, ріст яких досліджується. Для орієнтації та впевненості правильного проведення цієї криволінійної залежності попередньо слід побудувати аналогічну криву за даними таблиць ходу росту, які були складені раніше для подібних лісорослинних умов.

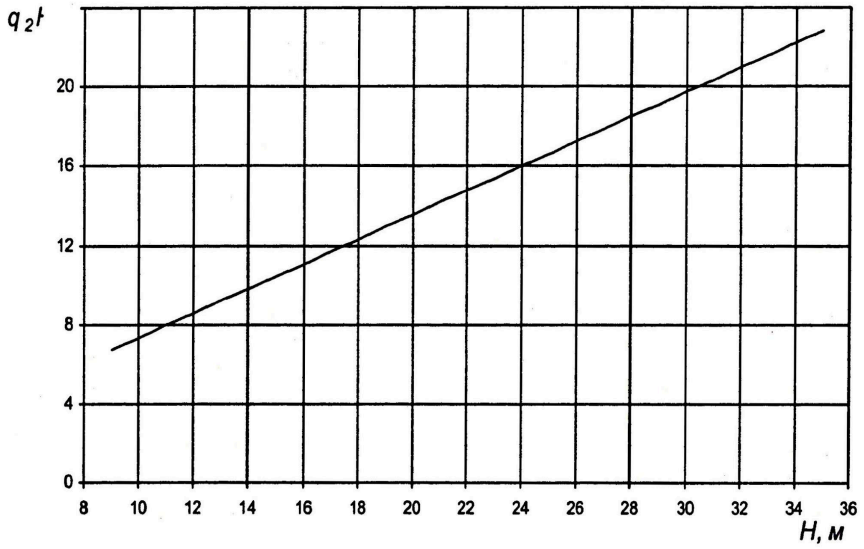


Рис. 7.3. Пряма форми

Ця крива, за даними таблиць ходу росту, наноситься пунктирною лінією і слугує орієнтиром для визначення характеру вигину кривої та її напрямку при зведенні повнот пробних площ до умовної повноти 1,0.

За наведеною дослідною кривою визначаються суми площ перерізів кожної пробної площі з точністю до 0,1 м^2 - зводять ці суми площ перерізів до умовної найвищої повноти 1,0. Оскільки ця повнота умовно приймається за найвищу (1,0), то, порівнюючи її з сумами площ перерізів пробних площ, визначається умовна повнота закладених пробних площ за формулою:

$$\boldsymbol{P_{проби}} = \frac{G_{проби}}{G_{з_графіка}} . \qquad (7.21)$$

Величина відносної повноти визначається з точністю до 0,01.

Запас пробних площ у перерахуванні умовної повноти 1,0 визначається діленням запасу пробної площі на її умовну повноту:

$$M_{1,0} = M_{проби} : P_{проби} \quad (7.22)$$

Для складання таблиць ходу росту вирівнювання таксаційних показників здійснюється графічним способом з віку 20 років, коли в насадженнях вже починають спостерігатися закономірності будови, та до найстаршого віку насаджень, які зростають у лісорослинних умовах, де були закладені пробні площі. Вирівнювання таксаційних показників здійснюється за десятиріччями.

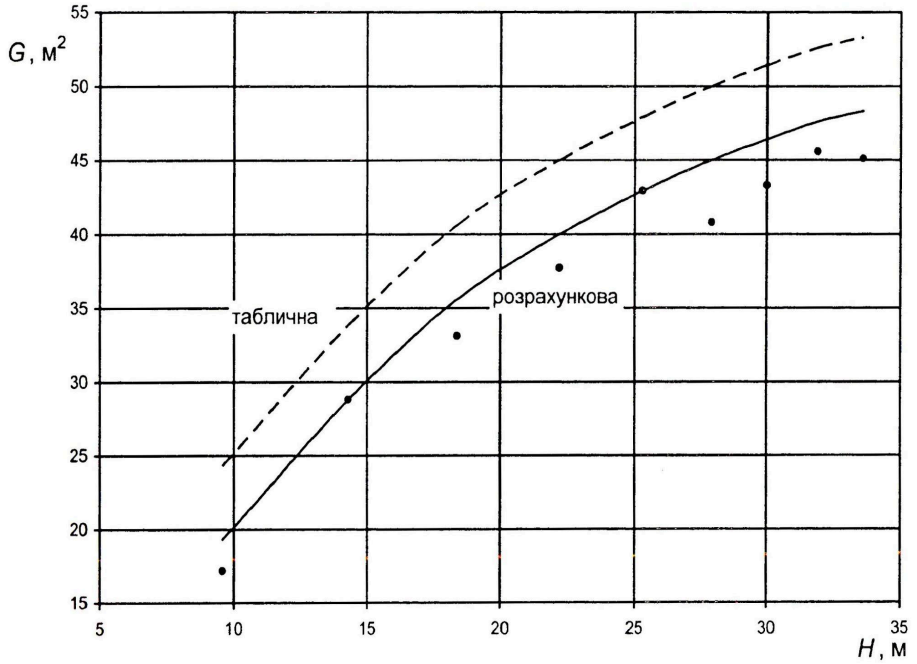


Рис. 7.4. Залежність між висотами і сумами площ поперечних перерізів

Для встановлення ходу росту насаджень за висотою будується графік ходу росту за висотою, на якому на осі абсцис відкладають вік (А, років), а на осі ординат - середні висоти пробних площ (Н, м). Точки, нанесені на графік, вирівнюють плавною опуклою лінією, яка проходить поміж точками так, щоб сума відхилень точок догори та донизу від кривої була однаковою. За цією наведеною кривою для кожного десятиріччя визначають вирівняні висоти.

Правильність проведення на графіку плавної кривої перевіряється побудовою графіка ходу росту за приростами за висотою. Обчислюються величини періодичного приросту для кожного десятиріччя та будується графік, де на осі абсцис відкладають вік (A), а на осі ординат - величину періодичного приросту за висотою (Z_h). Між точками проводять плавну криву, яка вирівнює прирости за висотою у кожному десятиріччі. При вирівнюванні даних плавна крива лінія між точками повинна проходити так, щоб сума відхилень від наведеної кривої догори і донизу була абсолютно однаковою. Із графіка, за наведеною кривою, визначаються для кожного десятиріччя величини остаточно вирівняних приростів.

Остаточне вирівнювання висот здійснюється у такий спосіб. Висоту першого десятиріччя, яка визначалася за кривою висот, заносимо з даних

таблиці (графа "висота з графіка") до графи "висота вирівняна". Висота в наступному десятиріччі визначається додаванням до висоти першого десятиріччя вирівняного значення приросту за 10 років. Таким чином, отримуємо остаточно вирівняну висоту у наступному десятирічному періоді. Так, послідовно додаючи прирости кожного десятиріччя до попередніх значень висот, здійснюємо кінцеве вирівнювання висот кожного десятиріччя.

Якщо вирівнювання здійснювалося правильно, то значення вирівняної висоти останнього десятирічного періоду повинно бути точно таким, яким воно було визначено за графіком.

Хід росту за сумами площ поперечних перерізів визначається аналогічно до ходу росту за висотою. Але для вирівнювання цих даних спочатку обчислюють добутки віку та сум площ перерізів кожної пробної площі Для обчислень необхідно використовувати вік та суми площ перерізів пробних площ, зведених до максимальної умовної повноти 1,0. На графіку на осі абсцис відкладають вік (***A***), а на осі ординат - добуток віку на суму площ перерізів (***AG***) і здійснюють вирівнювання даних прямолінійною залежністю. За цією прямою для кожного десятиріччя визначаються добуток (***AG***) і діленням цієї величини на вік отримують вирівняне значення суми площ перерізів для кожного періоду.

Правильність проведення прямої для вирівнювання даних перевіряється побудовою графіка ходу росту за приростами сум площ перерізів. На графіку на осі абсцис відкладають вік (***A***), на осі ординат - приріст за сумами площ перерізів кожного десятиріччя та, проводячи криву, за нанесеними точками пересвідчуються у правильності вирівнювання даних. Якщо потрібно, за вирівняними значеннями приростів і за сумами площ перерізів здійснюється кінцеве вирівнювання дослідних даних аналогічно до вирівнювання даних за висотою.

Для визначення ходу росту за запасом насаджень попередньо необхідно вирівняти видові висоти. Використовуються висоти пробних площ, а також їх суми площ поперечних перерізів та запаси, які зведені до максимальної умовної повноти 1,0.

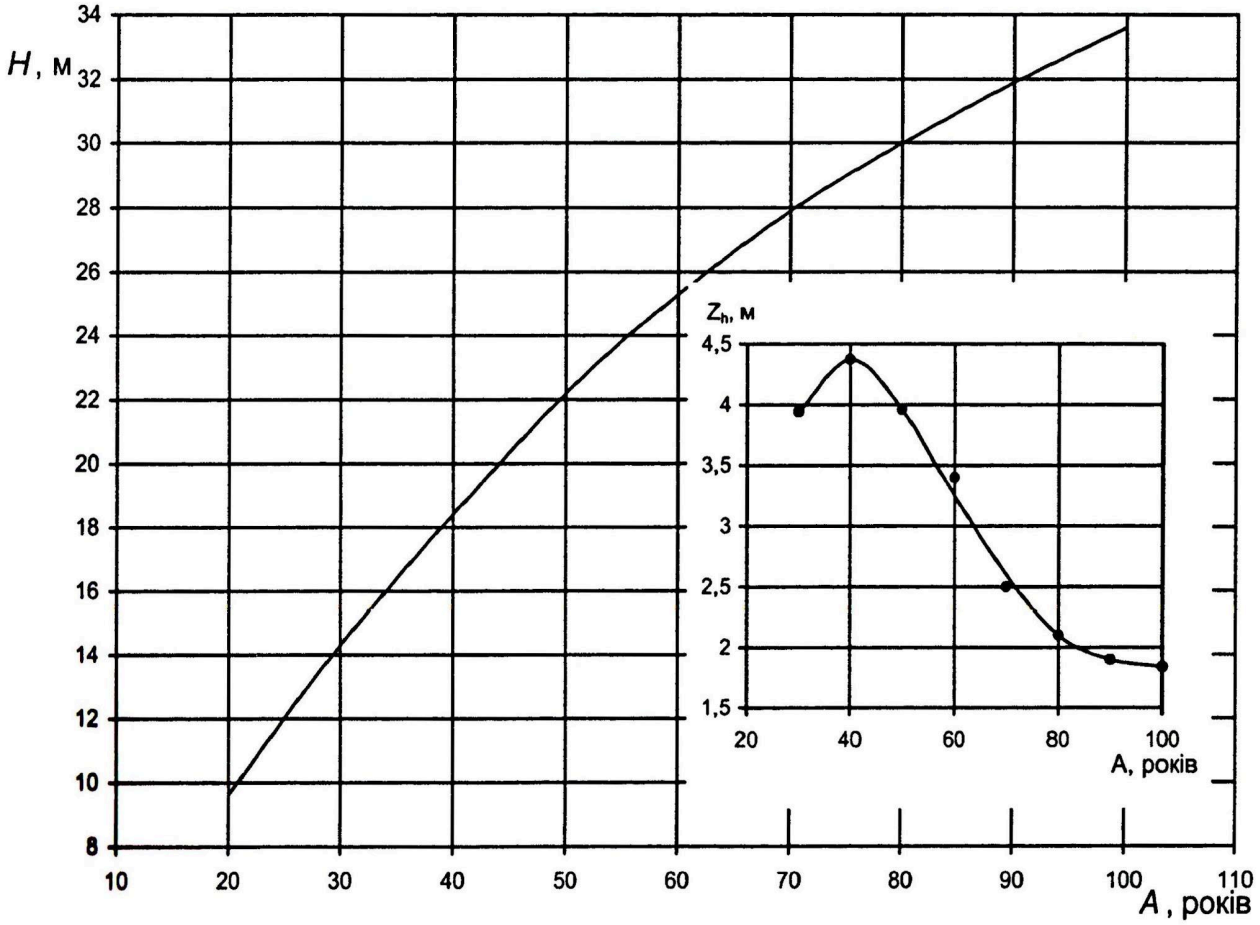


Рис. 7.5. Хід росту за висотою

Видові висоти (***HF***) визначаються діленням запасів пробних площ на їх суми площ перерізів: ***HF = M : G***, з точністю до 0,01.

За отриманими даними будується графік прямої видових висот, де на осі абсцис відкладаємо висоти (***H***), а на осі ординат - видові висоти (***HF***). Точки, нанесені на графік, вирівнюються прямою лінією. За цією прямою, наведеною на графіку, на основі вирівняних висот для кожного десятиріччя визначаються вирівняні значення видових висот. Ці значення потрібно визначати за графіком дуже точно (до 0,01), оскільки від цього буде залежати правильність вирівняння запасів насаджень.

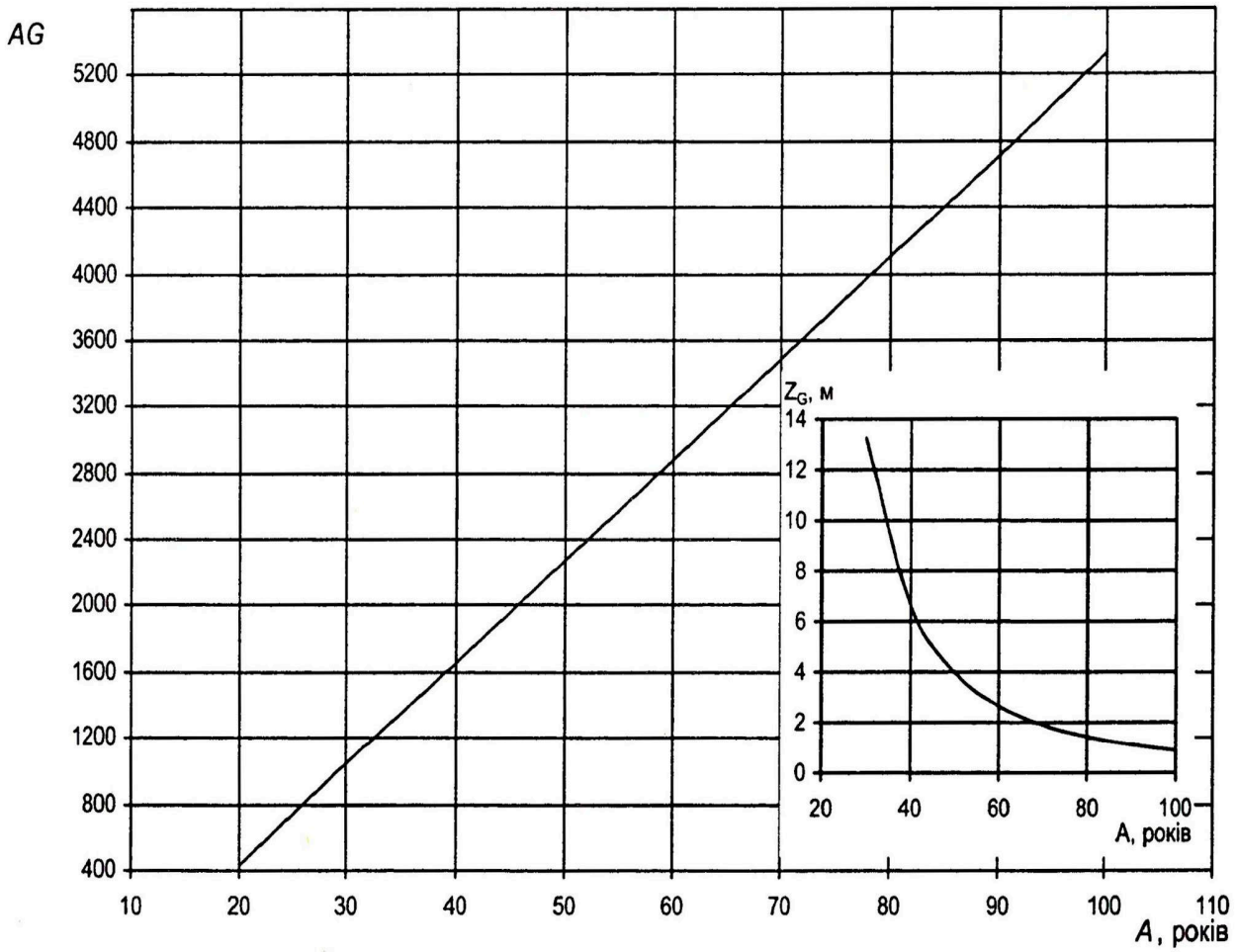


Рис. 7.6. Хід росту за сумами площ поперечних перерізів

Правильність попереднього вирівнювання видових висот перевіряється побудовою графіка ходу росту за видовими числами, які визначають діленням видової висоти на висоту: ***F = HF : H***, з точністю до 0,001. При побудові графіка плавна ввігнута крива лінія повинна з'єднувати усі точки, нанесені на графік, це переконливо свідчить про точне вирівнювання видових висот.

Запаси насаджень кожного десятиріччя визначаються за формулою: ***M=G·HF***, тобто як добуток вирівняних сум площ перерізів на видову висоту. За отриманими даними будується графік ходу росту за запасом. Якщо усі точки лежать на плавній опуклій кривій, яка з'єднує їх на графіку, то це підтверджує точність вирівнювання запасів та здійснених попередніх обчислень.

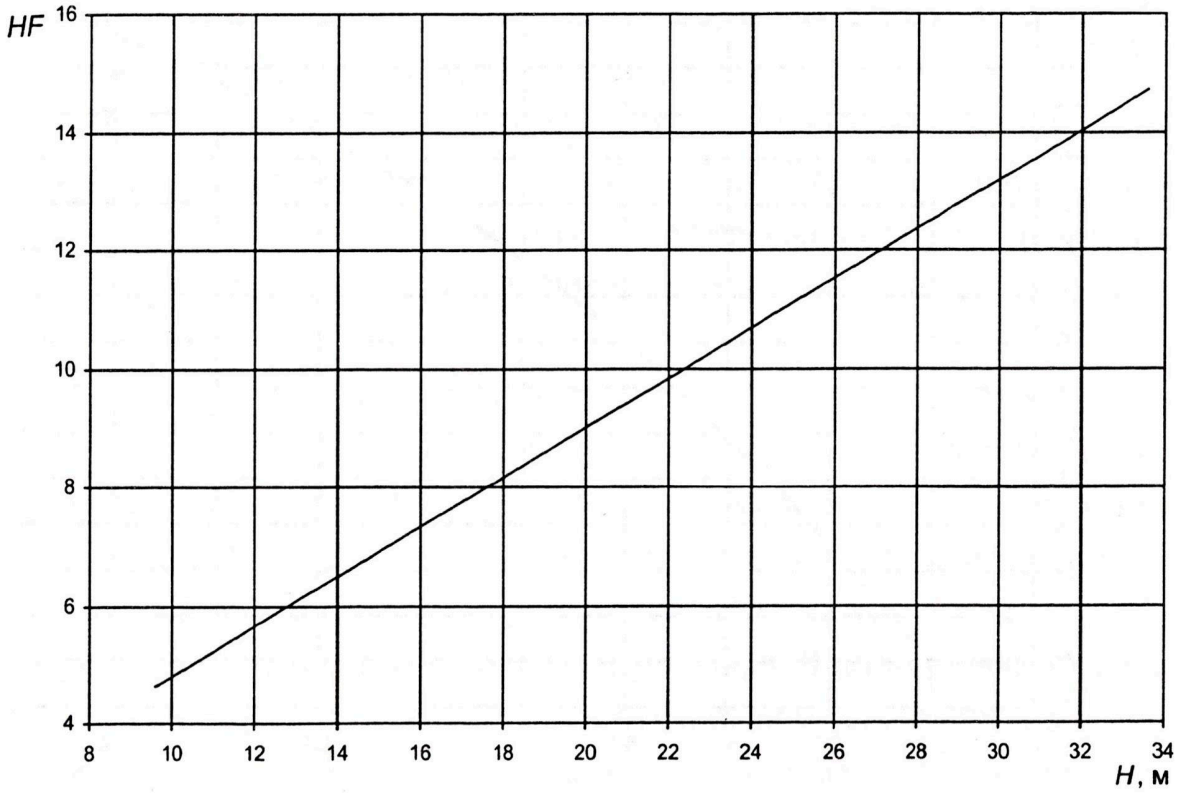


Рис. 7.7. Пряма видових висот

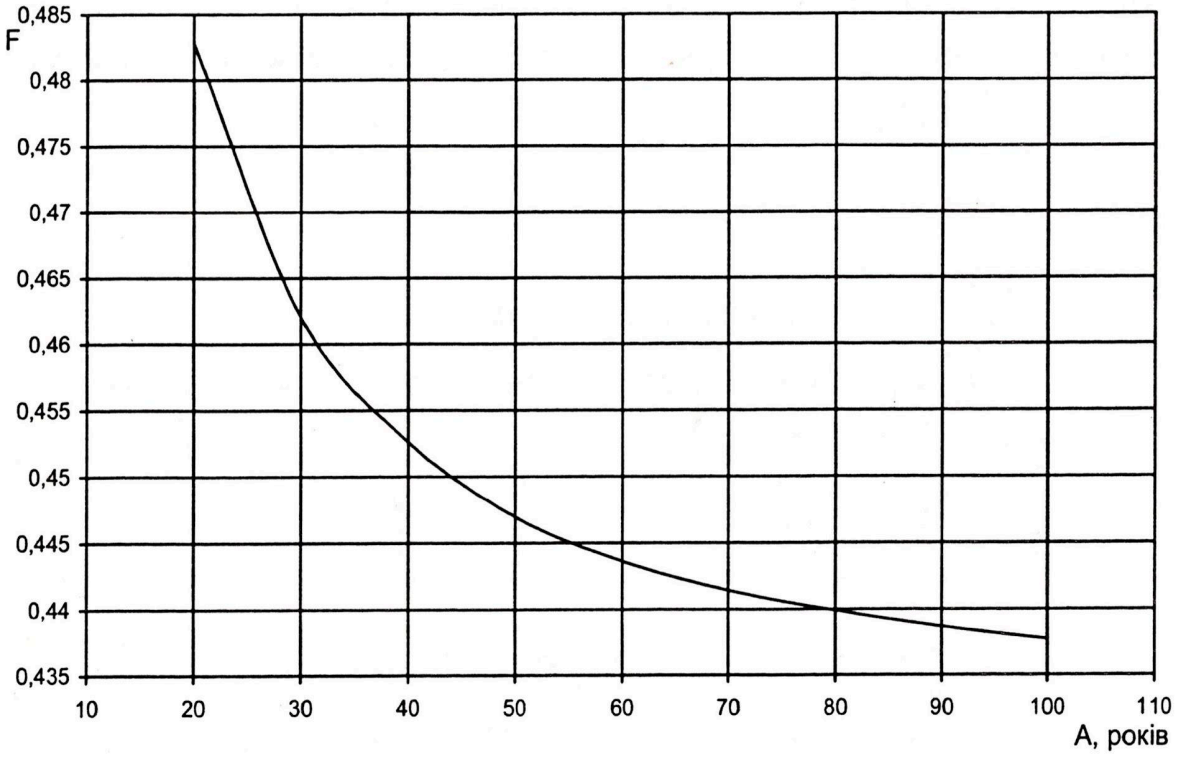


Рис. 7.8. Хід росту за видовими числами

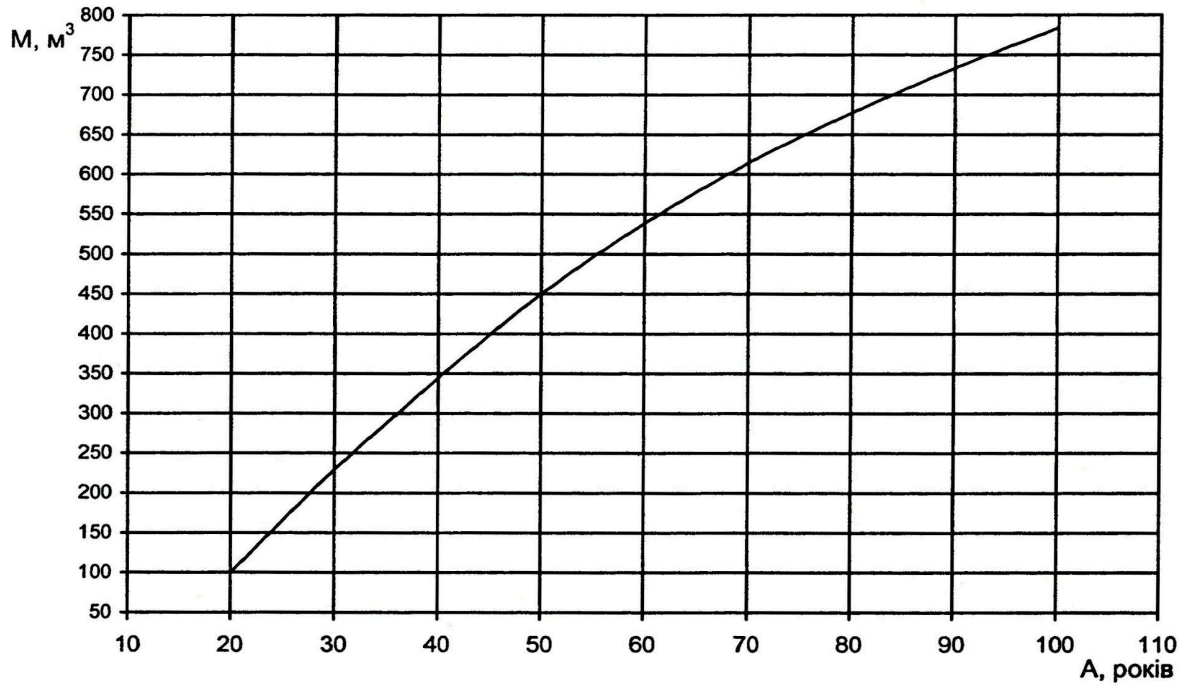


Рис. 7.9. Хід росту за запасом

Щоб остаточно переконатися у правильності вирівнювання запасів насаджень, кожного десятирічного періоду будується графік залежності середньої і поточної зміни запасів. Середню зміну запасу насадження визначають за формулою:

$$Z_M^{сер.} = \frac{M_A}{A}, \qquad (7.23)$$

де $Z_M^{сер.}$ - середня зміна запасу насадження;
M_A - запас насадження у певному віці;
A - вік насадження

Поточну зміну запасу визначаємо за формулою:

$$Z_M^{пот.} = \frac{M_A - M_{A-n}}{n}, \qquad (7.24)$$

де $Z_M^{пот.}$ - середня зміна запасу насадження;
M_A - запас насадження у певному віці;
M_{A-n} - запас насадження n років тому;
N - кількість років у періоді, звичайно 10 років.

На основі отриманих даних будується графік ходу росту за середньою і поточною змінами запасів. При побудові графіка на осі абсцис відкладається вік (A), а на осі ординат - зміни запасів Z_M.

Якщо точки, нанесені на графік, будуть лежати точно на плавних кривих лініях, які перетинаються у віці, коли величина середнього приросту досягає максимального значення, то це переконливо свідчить про правильність всіх попередньо здійснених обчислень та якісне графічне вирівнювання даних.

Точка перетину ліній динаміки середньої і поточної змін запасів показує вік настання кількісної стиглості насаджень, що використовується для встановлення віку рубання - це крайня межа, нижче якої вік головного рубання встановлювати не слід. Треба повністю використовувати найвищу потенційну продуктивну спроможність насаджень, тому що у цьому віці наступає найвищий приріст запасу деревини. З погіршенням лісорослинних умов точка перетину ліній динаміки середнього і поточного приростів посувається уздовж осі абсцис вправо, що вказує на підвищення віку кількісної стиглості.

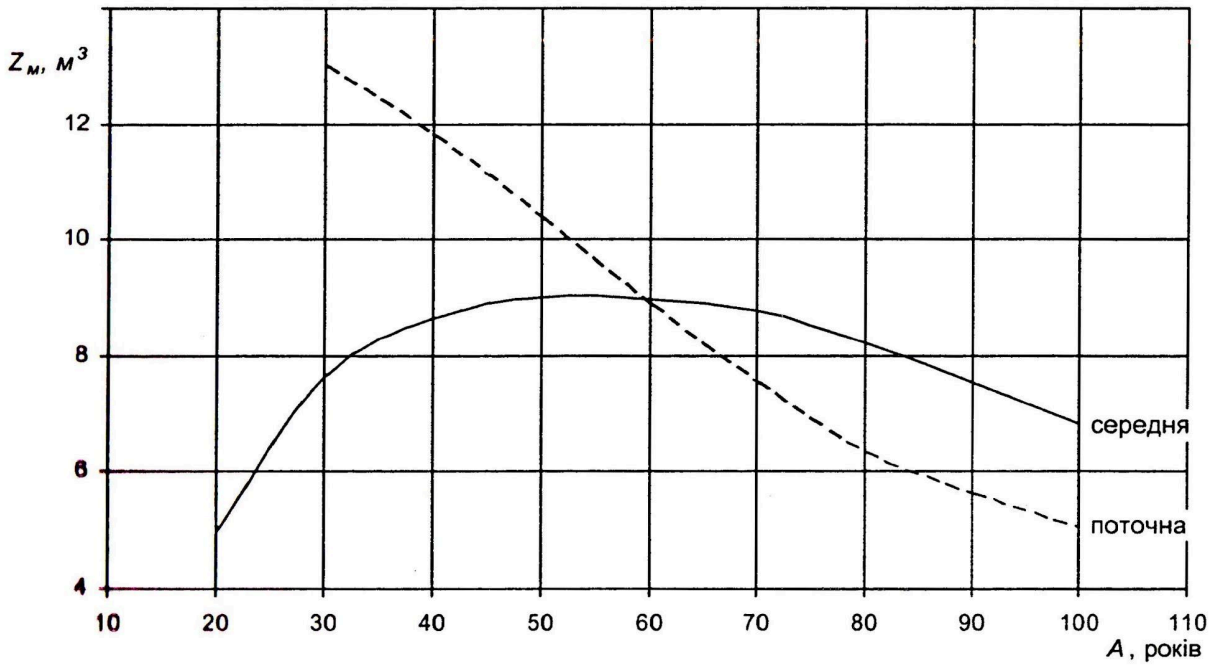


Рис. 7.10. Хід росту за середньою і поточною змінами запасів

Для дослідження ходу росту за середнім діаметром будується графік за даними пробних площ, на якому на осі абсцис відкладається вік (***A***), а на осі ординат - діаметри. Точки, нанесені на графік, вирівнюються плавною кривою лінією, яка проходить між ними так, щоб відхилення точок від кривої догори і донизу були однаковими. З кривої беруться відліки вирівняних значень діаметрів. Правильність вирівнювання перевіряється побудовою графіка за приростами за діаметром. Вирівнювання даних здійснюється аналогічно до вирівнювання висот. За даними вирівняних приростів за діаметром здійснюється остаточне вирівнювання діаметрів.

Вивчення ходу росту насаджень за кількістю стовбурів здійснюється на основі даних середніх діаметрів і сум площ перерізів кожного десятиріччя. За

таблицями визначається площа поперечного перерізу одного стовбура на основі середніх діаметрів. Кількість стовбурів визначається за формулою:

$$N = \frac{G}{g}, \qquad (7.25)$$

де N - кількість стовбурів у кожному десятилітті;

G - сума площ перерізів;

g - площа перерізу одного середнього дерева.

Будується графік ходу росту за кількістю стовбурів, на якому на осі абсцис відкладають вік (A), а на осі ординат - кількість стовбурів. Якщо точки лежать на плавній увігнутій кривій, то це свідчить про точне вирівнювання даних кількості стовбурів у кожному періоді.

Визначені таксаційні показники насаджень заносяться до таблиці ходу росту, у якій для кожного десятирічного періоду показана їх зміна. Ці дані характеризують зростаючу (головну частину) насаджень, яка залишається для подальшого росту. За даними складеної таблиці ходу росту насаджень можна мати уявлення про продуктивність насаджень у конкретних лісорослинних умовах та зміну з віком таксаційних показників.

Порівняння цих складених таблиць ходу росту з таблицями інших авторів, які склали подібні таблиці для аналогічних лісорослинних умов та їх опублікували, здійснюється з метою дослідження відповідності отриманих результатів та встановлення доцільності використання складених таблиць для певної деревної гюроди у розглянутих лісорослинних умовах. Знання особливостей росту насаджень необхідне для раціонального ведення господарства в них та для точного обліку їх продуктивності.

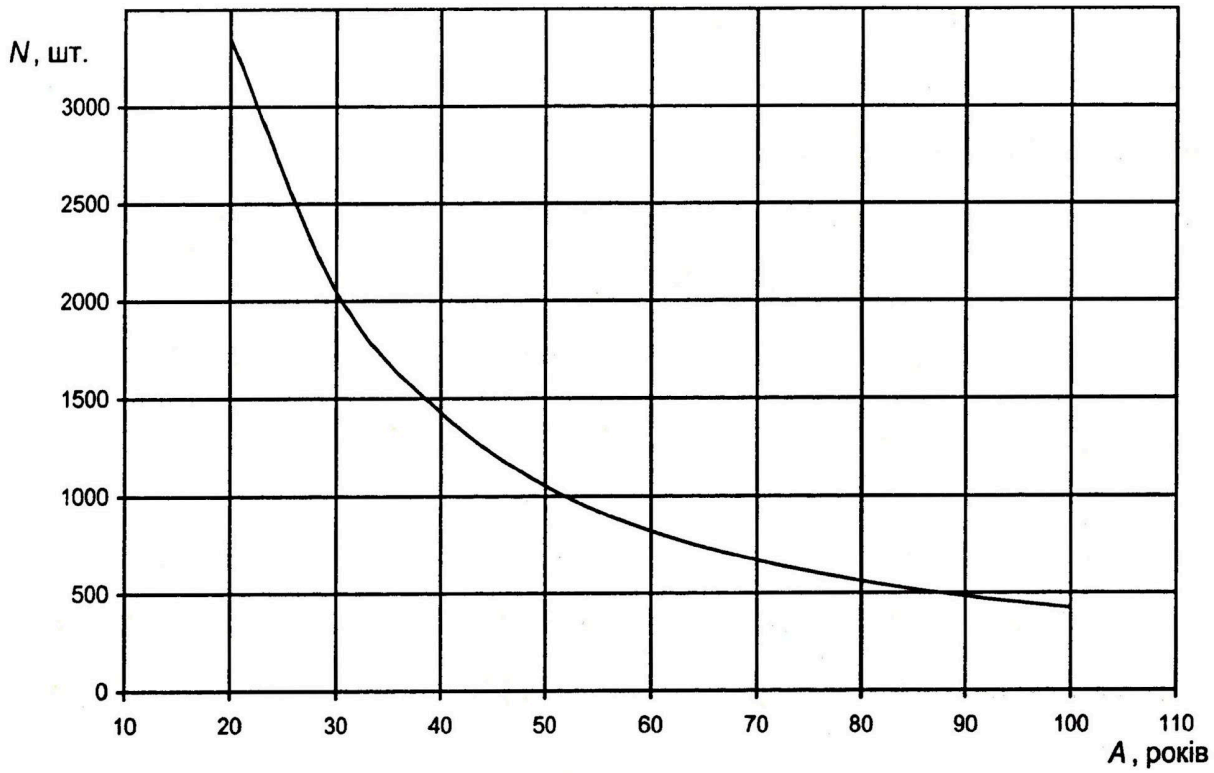


Рис. 7.11. Хід росту за кількістю дерев

Порівняння здійснюється за двома таксаційними показниками - висотою і запасом, які є основними показниками продуктивності насаджень. Відхилення встановлюються у відсотках зі знаком «+» або «-» із точністю до 0,1, приймаючи значення складених таблиць за 100%.

Кафедрою таксації та лісовпорядкування УкрДЛТУ здійснено ґрунтовні дослідження ходу насаджень основних лісотвірних порід Карпат, Прикарпаття та Полісся. Таблиці ходу росту таких насаджень, складені працівниками кафедри, опубліковані та рекомендуються для здійснення порівняння.

7.6. Застосування таблиць ходу росту

Таблиці ходу росту показують зміну таксаційних показників упродовж довгого періоду життя насаджень, тому мають теоретичне і практичне значення для вирішення наукових і практичних завдань лісовпорядкування та лісового господарства.

Таблиці використовуються для окомірної таксації насаджень при визначенні відносної повноти, запасів, приростів насаджень; для обгрунтування стиглості лісу і встановлення віку його головного рубання; дають притримки для організації і планування виконання доглядових рубань та оцінки їх ефективності; можуть застосовуватися для обчислень розмірів головного користування і рубань, пов'язаних із веденням лісового господарства, для

аналізу стану лісового фонду і виявлення використання потенційних можливостей лісорослинних умов при вирощуванні реальних насаджень.

Місцеві таблиці ходу росту служать експериментальним матеріалом для встановлення особливостей росту насаджень в окремих регіонах та розробки нормативно-довідкових матеріалів при здійсненні лісовпорядкувальних робіт.

При таксації складних насаджень їх необхідно поділити на однорідні частини, для яких встановлюються основні таксаційні показники, і визначити запаси. Запаси однорідних частин у сумі дають запас цілого насадження.

Використання таблиць розподілу кількості стовбурів, суми площ перерізів і запасів за ступенями товщини у відсотках дозволяє вирішувати технічні питання лісоексплуатації, що пов'язані з визначенням виходу сортиментів.

Визначення абсолютного поточного приросту насаджень за породами, віком, класами бонітету і повнотами при використанні таблиці. Н.М. Науменко передбачає застосування відповідних таблиць ходу росту. Це полегшує прогнозування величини поточного приросту насаджень господарства, що сприяє реальнішому плануванню виробництва на триваліший період.

Питання для самоперевірки

1. Поняття про приріст насаджень, види приростів і зміни запасів насаджень.
2. Середній і поточний прирости деревостану, як вони визначаються?
3. Яка різниця між поточним приростом і поточною зміною запасу?
4. Способи визначення приросту насаджень.
5. Визначення приростів деревостану шляхом повторних обмірів і на тимчасових пробних площах шляхом одноразових обмірів.
6. Спрощені способи визначення приростів деревостану.
7. Точність і трудомісткість визначення приростів деревостану різними способами.
8. Таблиці для визначення поточного приросту деревостанів.
9. Таблиці ходу росту деревостанів.
10. Види таблиць ходу росту й основні методи їх складання.
11. Складання таблиць ходу росту за методом ЦНДІЛГА.
12. Як здійснюється перевірка належності пробних площ до одного природного ряду?
13. Яким методом вирівнюються основні таксаційні показники?
14. Як і де застосовуються таблиці ходу росту?

ТАКСАЦІЯ ЛІСОСІЧНОГО ФОНДУ

8.1. Поняття про лісосічний фонд

Щорічно відповідно до завдань лісового господарства для задоволення потреб національної економіки в деревині, для підвищення продуктивності і стійкості насаджень, раціонального використання усіх корисних властивостей

лісу здійснюються різні види рубок лісу. Конкретна мета рубок на окремих ділянках може бути різною - це рубки стиглого лісу, догляд за створеними насадженнями, заходи щодо захисту насаджень від шкідників та грибкових захворювань, реконструкція малоцінних насаджень тощо.

У процесі рубок насаджень отримують деревину, яка застосовується в національній економіці.

При здійсненні головного користування та лісовідновних рубок заготовляють до 6,0 млн. $м^3$ ліквідної деревини, при цьому площі суцільних рубок становлять 27 тис. га, вибіркових - 4,8 тис. га. При здійсненні рубок, пов'язаних із веденням лісового господарства, заготовлюється 8,7 млн. $м^3$ деревини.

Дуже важливо ще до здійснення рубань знати скільки і якої якості деревини можна заготувати на ділянках, які призначені до рубок. З цією метою здійснюється робота з відведення і таксації лісосічного фонду.

Лісосічний фонд - сукупність ділянок лісу із запасами деревини, які відведені до рубки на найближчі роки.

Річна лісосіка - сукупність ділянок лісу, які відводяться до рубки на один рік у лісовому підприємстві і встановлюються лісовпорядкуванням.

Лісосіка - відмежована візирами і стовпами ділянка лісу, яка призначена до рубки.

Ділянка - частина лісосіки, відмежована візирами і стовпами, для якої робиться загальна матеріальна і грошова оцінка та виписується лісорубний квиток.

Загальний запас деревини - об'єми деревини, які заготовляють з деревних стовбурів та крони.

Ліквідний запас деревини - частина загального запасу за винятком відходів. До його складу входить запас ділової деревини без кори та дрова у корі.

Запас ділової деревини - запас круглих лісоматеріалів без кори.

Категорії товщини ділової деревини визначаються за діаметром сортиментів у верхньому відрізі без кори: велика - 25 см і більше, середня - 13-24 см, дрібна - від 3,0 см до 12,0 см.

Запас дров - запас відрізків стовбура і крони у корі, які призначені для опалення.

Запас дров'яної деревини для технологічних потреб - запас деревини зі стовбура та крони, який призначений для глибокої переробки. При таксації лісосік деревину для технологічних потреб слід відносити до дров.

Запас відходів - кора ділової деревини і вершина, а також об'єми припусків за довжиною ділових сортиментів.

Запас сучків - запас гілок з крони товщиною 3 см і більше.

Запас хворосту - запас тонких стовбурів дерев, вершин, сучків і гілок товщиною 2-4 см (хворост) і менше 2 см (хмиз).

Таксація лісосічного фонду полягає насамперед у встановленні загальних запасів деревини, яка надходить у рубання на відведеній ділянці, розподілі цих запасів за деревними породами, групами господарського застосування (ділова деревина, дрова, відходи), категоріями товщини ділової деревини. Таксація

лісосічного фонду передбачає визначення конкретного сортиментного складу деревини, яка надходить у рубання, тобто визначення кількісного і якісного складу лісоматеріалів, які можна заготовити. Визначення цих даних називають ***матеріальною оцінкою лісосік***.

Крім цього, для деревини з лісосік слід здійснити ***грошову оцінку*** – визначити таксову вартість деревини за існуючими таксами. При всіх видах рубань з лісозаготівельників береться ***коренева***, або ***попнева***, плата за деревину на пні. Грошова оцінка призначених до рубання запасів деревини дозволяє встановити порівняльну національноекономічну значущість цих запасів. Ця плата за деревину на пні береться з лісозаготівельників для відшкодування витрат на ведення лісового господарства, для будівництва й утримання доріг, для отримання прибутків, а також для примусу дотримання лісозаготівельниками ефективності використання ресурсів та самого лісосічного фонду.

Таким чином, до завдань таксації лісосічного фонду належить багатостороння матеріальна та грошова оцінка запасів деревини на лісосіках, яка може бути отримана при здійсненні рубань лісу, призначених на найближчі роки з лісівничих міркувань.

8.2. Підготовчі роботи

Роботи з підготовки лісосічного фонду поділяються на три стадії: підготовчі роботи, відмежування і закріплення лісосік у натурі та їх таксація, матеріальна і грошова оцінка лісосік.

Підготовчі роботи полягають у складанні плану відводу лісосічного фонду для кожного лісництва на календарний рік. Для цього в кожному лісництві визначають ділянки лісу, які підлягають рубанню, враховуючи побажання лісозаготівельників. Першочерговому включенню у лісосічний фонд підлягають перестійні і пошкоджені насадження, недоруби і початі рубанням лісосіки минулих років, деревостани, які вийшли з підсочування, деревостани на площах, які підлягають розчищенню у зв'язку з передачею їх для використання з іншою метою, насадження, які вимагають рубання за станом.

На ділянки, які планують до рубання, уточнюють планово-картографічні матеріали. Ділянки оглядають у натурі для виявлення відповідності матеріалів лісовпорядкування фактичному стану цих насаджень.

Складається план відведення лісосік із розподілом їх на головне користування (для кожної категорії лісів), лісовідновні рубки, рубки, пов'язані з веденням лісового господарства. Складений лісівничим і погоджений з лісозаготівельниками план відводу затверджується директором, після чого проектується територіальне розміщення лісосік і встановлюються способи таксації лісосік.

Набір ділянок лісу у рубку здійснюється відповідно до розроблених лісовпорядкуванням проектних відомостей.

Організація робіт з відведення лісосічного фонду забезпечується директором, головним лісничим та лісничими окремих лісництв, які забезпечують дотримання діючих нормативних документів.

8.3. Відведення лісосік

Лісогосподарські підприємства здійснюють відведення лісосічного фонду, його матеріальну і грошову оцінку за рік до рубання відповідно до інструкції з відведення і таксації лісосік у лісах України.

На всі види рубань відведення лісосік здійснюється ділянками, за винятком вибіркових санітарних і комплексних рубань, рубань насіннєвих і поодиноких дерев, куртин старого лісу серед молодняків, які відводяться кварталами або виділами.

Призначені до рубання ділянки лісу відмежовуються візирами, межами лісосік також можуть бути просіки, дороги, потоки, граничні лінії меж лісового фонду та природні рубежі. У рівнинних лісах лісосіки відводять, звичайно, прямокутної форми, а в гірських - межі і форма встановлюються залежно від характеру рельєфу місцевості. Якщо у межах лісосіки с неексплуатаційні ділянки лісу та невкриті лісовою рослинністю площі, то вони також відмежовуються візирами і виключаються з площі лісосіки.

Візири прорубують прямими лініями шириною до 1 м із вирубуванням усіх дерев товщиною до 16 см, підросту і підліску. Уздовж візирів на деревах, які прилягають до лісосіки, роблять затіски. Ділянки лісу, у яких здійснюються вибіркові санітарні рубання та прибирання насінників, візирами не відмежовують.

Геодезичне знімання та прив'язування до квартальної мережі здійснюється за допомогою бусолі або гоніометра з проміром ліній мірною стрічкою. Помилки при вимірюванні кутів не повинні перевищувати 30', а довжини ліній - 1 м на 300 м. Одна сторона лісосіки (або її кути) прив'язується до квартальної мережі шляхом прорубування додаткового візира і його заміру до квартальної мережі або до іншого добре помітного орієнтира, який позначений на плані або планшеті.

На кутах лісосік ставлять ділянкові стовпи діаметром не менше 16 см, висота стовпа над поверхнею землі має становити 1,3 м, а в землю його необхідно закопати на глибину 0,7 м. Поблизу доріг стовпи біля основи закріплюють хрестовиною. Верх стовпа на довжину 10 см затісують на два скати, під якими нижче на 6 см перпендикулярно напрямку гребеня вирубують щоку довжиною 16 см на глибину 2 см, де олійною фарбою робиться скорочений напис у три стрічки. У першій стрічці вказують номер кварталу - номер виділу, у другій - спосіб рубання - рік його здійснення, у третій - номер ділянки - експлуатаційну площу в га.

Стовпи встановлюють так, щоб його щока була спрямована у бік лісосіки за її діагоналлю. У місцях перетину візирів, які відмежовують неексплуатаційні ділянки всередині лісосік, ставлять також стовпи висотою 1 м і діаметром 8-10см. На щоках таких стовпів робиться напис "НЕ" (неексплуатаційні).

На відведену лісосіку складають польовий абрис, де вказують масштаб (звичайно 1:10000), румби і довжину межових ліній, прив'язку до квартальної мережі, розміщення внутрішніх візирів і меж таксаційних виділів, виділені всередині лісосіки неексплуатаційні ділянки, розташування насіннєвих куртин і ділянок з наявністю підросту і молодняку, розміщення пробних площадок і стрічкових переліків.

Нарізання лісосік головного користування у натурі здійснюють лісовпорядкувальні експедиції у зв'язку із введенням неперервного лісовпорядкування на територіях лісогосподарських підприємств. Інші лісосіки відводять працівники лісництв, контроль за правильністю відведення здійснюють спеціалісти підприємств лісового господарства.

8.4. Таксація лісосік

Після відмежування лісосік і поділу її в разі необхідності на ділянки здійснюється таксація лісосік. Спосіб здійснення таксації лісосік вибирається залежно від виду обліку деревини, способу рубання, величини площі лісосіки та особливостей насадження.

Суцільний перелік застосовують для лісосік площею до 3 га у високо- і середньоповнотних насадженнях та площею до 8 га у низькоповнотних.

Кругові площадки з вузькими стрічками переліку можуть бути використані при площах лісосік до 20 га.

Лінійна вибірка допускається, якщо величина лісосік становить більше 20 га.

Стрічковий перелік з шириною стрічки 10 м використовують при нешироких лісосіках на невеликих площах з наявністю густого підросту і підліску, низько опущених кронах дерев та в інших умовах, де неможливо використовувати повнотоміри.

Облік деревини за площею, який ґрунтується на перелікових і вимірювальних методах таксації, застосовується для суцільнолісосічних рубань. Цей спосіб таксації лісосік ґрунтується на суцільному переліку дерев за елементами лісу, ступенями товщини і категоріями технічної придатності дерев. Дані суцільного переліку дерев записують у перелікову відомість.

Облік дерев здійснюється за чотирисантиметровими ступенями товщини при середньому діаметрі деревостану більше 16 см, починаючи зі ступеня 8 см, та за двосантимстровими ступенями товщини при таксації молодняків, починаючи зі ступеня 4 см.

Довжина ділової частини стовбура визначається окомірно за результатами огляду стовбура з урахуванням вад деревини за зовнішніми ознаками (сучкуватість, сухобокість, кривизна, наявність плодових тіл грибів та ознак гнилей). До категорії ділових відносять дерева, у яких загальна довжина ділових сортиментів становить 6,5 м і більше, а у дерев з висотою до 20 м - не менше 1/3 його висоти. До напівділових належать дерева з довжиною ділової частини стовбура в окоренковій частині від 2 до 6,5 м, а у дерев з висотою до 20м - від 2 м до 1/3 його висоти. До дров'яних належать дерева з довжиною

ділової частини менше 2 м у відземку або менше 3 м в останній частині нижньої половини стовбура.

На стовбурах дерев умовними позначками на корі ділові дерева позначають однією рискою, напівділові - двома, дров'яні - трьома. Окремою графою враховуються сухостійні дерева. При переліку у разі необхідності виділяють дерева, з відземкової частини яких можна заготовити сортименти спеціального призначення довжиною не менше 2,5 м. Такі дерева позначають хрестом, нумерують і заносять в окрему відомість.

Для встановлення розряду сортиментних таблиць заміряють висоти дерев для різних ступенів товщини. На основі визначених для основного елементу лісу висот за шкалою встановлюються розряди сортиментних таблиць для трьох центральних ступенів товщини, значення яких використовують для обчислення середньозваженої величини розряду таблиць для всього елементу лісу. Якщо участь породи у складі насадження не перевищує трьох одиниць, то розряд сортиментних таблиць визначають за висотою середнього ступеня товщини на основі замірів п'яти дерев цього ступеня. Дерева, висоти яких вимірювали для встановлення розряду сортиментних таблиць, у насадженні позначають фарбою.

8.5. Облік деревини за об'ємом заготованої лісової продукції

Такий вид обліку здійснюється при відведенні лісосік під освітлення, прочищення, при відведенні вітровалів, буреломів, захаращених ділянок тощо. Призначення дерев до вирубування та власне їх рубання здійснюється одночасно відповідно до лісівничих міркувань і правил здійснення таких заходів.

Для встановлення запасу деревини, що підлягає вирубуванню, з наступним визначенням інтенсивності здійснення доглядових рубань закладають пробні площі, величина яких має становити 2-5 % площі ділянки, на якій плануються такі заходи. Об'єми круглих лісоматеріалів визначають за таблицями. Дрова, хворост та хмиз враховують у складаних кубометрах з переведенням у щільні кубометри. Дані пробних площ перераховуються на площу всієї ділянки, яка відведена під рубання.

8.6. Облік деревини за кількістю зрубаних дерен

Облікування деревини за кількістю зрубаних дерев застосовується при здійсненні поступових, вибіркових, прохідних і вибіркових санітарних рубок, проріджуваннях, розчищенні просік, доріг тощо.

При відборі дерев до рубання для кожного елементу лісу заміряються діаметри на висоті грудей із занесенням їх до відповідних ступенів товщини, встановлюється категорія технічної придатності. Для отримання точніших результатів при встановленні запасів деревини бажано при переліку здійснювати розподіл дерев за ступенями висот у кожному ступені товщини,

щоб можливо було застосовувати методи таксації сукупності окремо ростучих дерев із застосуванням масових об'ємних таблиць із двома входами.

Ділянки поступових і вибіркових рубань головного користування, вибіркових санітарних і комплексних рубань, а також доглядових та недорубів з вибіркою більше 25% таксують як ***сукупність окремо ростучих дерев***. Таксація полягає у відборі таких ділянок, обліку та переліку дерев, тавруванні та визначенні запасу деревини і виходу сортиментів. Дерева при таксації необхідно поділяти на ступені висоти, величину якої приймають 3 м. Висоти призначених до рубання дерев встановлюють окомірно після попереднього тренування. У перелікову відомість для кожного ступеня товщини заносяться дані розподілу відібраних до рубання дерев за ступенями висот і в їх межах - за категоріями технічної придатності.

Дерева одного ступеня товщини за висотами можуть належати до різних розрядів висот, тому запас і вихід сортиментів визначається відповідно до кожного встановленого розряду висот. Загальний запас визначається як сума запасів дерев різних розрядів висот для кожного ступеня товщини та як сума запасів усіх ступенів. У цьому полягає особливість таксації сукупностей окремо ростучих дерев.

Матеріальна оцінка лісосік передбачає визначення загального запасу деревини, що відведений до рубки, поділ цього запасу на ділову деревину, дрова, відходи, ліквід з крони та сучки, а також промислову сортиментацію запасу. Використовують сортиментні таблиці, складені для лісів України. Спочатку для кожного елементу лісу за шкалою встановлюють розряд таблиць, який характеризує розміри дерев та їх об'єми. При помилці у встановленні розряду на одиницю помилка у визначенні запасу буде становити 10-18%.

Дані суцільного переліку дерев заносять до відомості матеріально-грошової оцінки, при цьому напівділові дерева поділяють порівну між діловими та дров'яними; при непарній кількості дерев у ступенях товщини дерево, яке не ділиться, відноситься до дров'яних.

У сортиментних таблицях відповідної породи і розряду висот для ділових дерев показаний вихід ділової деревини (великої, середньої, дрібної, разом), дров і відходів, а для дров'яних дерев в окремій графі - вихід дров. З усіх дерев (ділових і дров'яних) передбачено отримання ліквіду з крони і сучків. У сортиментних таблицях розподіл деревини наведений для 1-9 дерев. Знаючи кількість дерев певної категорії, шляхом множення визначають запас сортиментів для дерев у кожному ступені товщини та усіх дерев. Слід зауважити, що дрова отримують з ділових дерев (невелика частка) та дров'яних дерев (з об'єму дров'яного стовбура отримують тільки дрова). У відомості обчислюються об'єми певних категорій деревини, які отримують від усіх дерев відповідно до суцільного переліку.

Вихід промислових сортиментів визначається за таблицями для кожного елементу лісу залежно від середнього діаметра. Вихід промислових сортиментів наведений у відсотках від загального запасу ділової деревини, за якими обчислюють вихід сортиментів у метрах кубічних, і результати заносяться у відомість матеріальної оцінки,

Грошова оцінка лісосічного фонду здійснюється у відомості матеріально-грошової оцінки на основі підсумків виходу деревини різної категорії та діючих такс на деревину лісових порід, що відпускається на пні. Вартість 1 м^3 деревини залежить від лісотаксового поясу, розряду такс, цінності породи та якості деревини (ділова, дрова, відходи, ліквід з крони, сучки).

Такси на деревину лісових порід, що відпускається на пні, застосовується під час відпуску будь-яким заготівельникам деревини лісових порід на пні при заготівлі леревини в порядку рубок головного користування, суцільних санітарних та лісовідновних рубок, рубок не пов'язаних з веденням лісового господарства.

У разі здійснення рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства (рубки догляду за лісом, санітарні рубки, рубки у зв'язку з реконструкцією малоцінних молодняків, прокладення просік, лісовідновні рубки в деревостанах, що втрачають захисні, водоохоронні та інші корисні властивості тощо), такси застосовують під час відпуску деревини на пні заготівельникам, які не є постійними користувачами ділянок лісового фонду, а також постійним лісокористувачам, що проводять ці рубки за рахунок коштів, одержаних від інших видів діяльності.

Усі ліси України належать до I лісотаксового поясу, крім гірських лісів Закарпатської, Івано-Франківської, Чернівецької областей та лісів гірської зони Львівської області, які належать до II лісотаксового поясу.

Лісотаксові розряди встановлюється для кожного кварталу (урочища) залежно від відстані вивезення деревини з центру кварталу до найближчого нижнього складу, пункту відвантаження деревини залізницею або до пункту споживання чи переробки деревини. Відстань визначається за картографічними матеріалами як найкоротша пряма від центру кварталу до пункту вивезення деревини з внесенням коефіцієнтів, які враховують рельєф місцевості: для рівнинних лісів - 1,10; у лісах з горбистим рельєфом чи наявністю площ боліт до 30 % - 1,25; у лісах з гірським рельєфом - 1,50.

Залежно від відстані перевезення деревини встановлено п'ять лісотаксових розрядів: до 10,0 км - 1 розряд; 10,1-25,0 - 2 розряд; 25,1-40,0 км - 3 розряд; 40,1-60,0 км - 4 розряд, 60,1 км і більше - 5 розряд.

Таксова вартість деревини на лісосіці визначається як сума добутків запасів різних категорій деревини на їх таксову вартість 1 м^3. У лісах, де порубкові рештки мають збут, береться плата за ліквід з крони в розмірі 40 відсотків, а за порубкові залишки - 20 відсотків такси дров'яної деревини відповідної лісової породи.

На деревину вибіркових рубок головного користування такси знижуються на 20 відсотків, а рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства та інших рубок - на 30 відсотків. Знижки у відсотках обчислюються з кожної такси окремо.

Якщо під час відпуску деревини на пні порубкові залишки мають збут, плата за них вилучається з такс на дров'яну деревину відповідної лісової породи.

Сумарні дані про запас і таксову вартість деревини усіх деревних порід на лісосіці заносяться у підсумкову таблицю на першій сторінці бланка матеріально-грошової оцінки. При заповненні цієї таблиці запаси деревини різних категорій заокруглюються до 1 $м^3$, а таксова вартість - до 1 грн.

8.7. Перевірка якості робіт із відводу і таксації лісосік

Якість робіт із відводу лісосік та їх таксації перевіряється в процесі їх виконання і після їх завершення. Перевіркою встановлюють:

- відповідність відведеного лісосічного фонду розрахунковій лісосіці в господарських секціях і категоріях лісів та за видами користування;
- правильність вибору способу таксації лісосік;
- дотримання діючих правил рубок (ширину та довжину лісосік, терміни примикання та інше);
- якість натурних робіт (візирів, стовпів, позначок на деревах і т. д.);
-доцільність підбору і застосування нормативно-довідкових матеріалів (сортиментних і товарних таблиць, таблиць видових висот);
- наявність актів перевірки даних лісовпорядкуванням;
- правильність здійснення матеріально-грошової оцінки.

Перевірка здійснюється робітниками лісгоспів у присутності виконавців цих робіт не менш як на 5% лісосік від їх кількості і 3% від їх площі.

Відведення лісосік і їх таксація визначається незадовільною, якщо при перевірці будуть виявлені:

-порушення діючих правил рубок;

-розходження в загальному запасі, запасі ділової деревині окремих деревних порід більше ± 10% ;

-менша кількість візирів;

-неправильне оформлення лісосік у натурі (нечіткі межі, відсутність стовпів, написів на них, неточність прив'язки);

-помилка в площі лісосік більше ніж на 3% ;

-неправильне встановлення розрядів висот і такс, а також помилки у відомості матеріально-грошової оцінки;

-таксація ділянок, які складаються з декількох виділів, без розподілу їх на такі таксаційні ділянки.

При контролі лісосік, які відводяться під несуцільні та доглядові рубки, ще додатково враховується доцільність відбору дерев до рубки (допускається розходження не більш ніж у 20% випадків) і дотримання технологічних схем розробки лісосік.

Роботу вважають незадовільною, якщо лісосіки з недопустимими відхиленнями становлять більше 5% від загальної їх кількості. За результатами перевірки складається акт, в якому дається загальна оцінка робіт, зазначаються недоліки, визначаються заходи щодо їх усунення.

8.8. Оформлення документації

Усі первинні документи з відводу і таксації лісосік, включаючи польові абриси лісосік, відомості переліків, відомості матеріально-грошової оцінки деревини на лісосіках, акти відведення лісосік до рубки, зберігаються в лісництвах.

На підставі цих документів складаються: у 2 примірниках та зберігаються в лісництвах і лісгоспах креслення лісосік (план лісосік) за кварталами, зброшуровані в альбоми за роками відводів і видами користування, відомості чергової річної лісосіки. У планшети і таксаційні описи вносить записи поточних змін.

Лісгоспи складають зведену відомість чергової річної лісосіки за лісництвами і передають в УЛГ. Ведуться книги розходу лісу, в яких для кожної лісосіки позначають фактичний об'єм заготованої деревини і результати освідчення лісосік на підставі актів огляду місць заготівлі деревини, інших продуктів лісу та використання корисних властивостей лісів. У лісництвах ведеться подібна "**Книга доглядових рубок**".

Огляд місць заготівлі деревини, інших продуктів лісу та використання корисних властивостей лісів здійснюється лісогосподарським підприємством з метою виявлення повноти і правильності розробки лісосік, здійснення підсочки, заготівлі другорядних лісових матеріалів, а також виявлення залишених недорубів, невивезеної деревини і другорядних лісових матеріалів та перевірки дотримання вимог лісового законодавства під час здійснення лісових користувань.

Книга розходу лісу ведеться за категоріями лісів і видами користування з річними підсумками. Для кожної ділянки записують запас деревини за лісорубним квитком і за фактичним відпуском. Площа ділянки вказується з точністю до 0,01 га, річний підсумок - до 1,0 га.

Передача лісосічного фонду лісозаготівельником здійснюється за актом в терміни, які встановлені Правилами відпуску лісу на пні в лісах України. За чотири місяці до початку рубки пред'являють лісокористувачам для попереднього ознайомлення відведені лісосіки і документи. Передача і приймання лісосік здійснюється у тижневий термін з дня отримання заявки від лісокористувача.

8.9. Документи на право рубки і вивезення лісу

Використання деревних ресурсів здійснюється за спеціальним дозволом - лісорубним квитком, який виписується підприємствами лісового господарства на підставі матеріально-грошової оцінки лісосіки й оплачений лісозаготівельниками у встановленому порядку.

Лісорубний квиток дає право лісокористувачам здійснювати заготівлю і вивезення деревини та другорядних лісових матеріалів, підсочку та осмолопідсочку. Він видається на рубки головного користування; рубки, пов'язані з веденням лісового господарства; інші рубки; заготівлю живиці.

Лісорубні квитки виписуються окремо для кожного лісокористувача, на кожну лісосіку. Видача лісорубного квитка одному лісокористувачу на кілька

лісосік дозволяється за умови, якщо до них застосовуються одні види користування, спосіб рубки і спосіб обліку деревини.

Лісорубний квиток є первинним основним документом, на основі якого:

1) здійснюється облік дозволених до відпуску запасів всієї деревини з розподілом її на ділову, дров'яну, хворост тощо, встановлюються строки здійснення лісових користувань та вивезення заготовленої продукції;

2) здійснюється облік сум плати, нарахованої на лісокористувача;

3) здійснюється контроль за виконанням лісокористувачами вимог щодо очищення лісосік, розробки деревини, дотримання встановлених строків здійснення різних операцій;

4) вирішуються суперечки між ЛГ і лісокористувачами з питань сум стягнень за порушення правил відпуску деревини на пні.

Ордери на дрібний відпуск деревини на пні видаються лісництвам тільки на заготівлю деревини на пні і другорядних лісоматеріалів, за кожним ордером - до 10 м^3.

До початку заготівлі і вивезення деревини та другорядних лісоматеріалів лісокористувач повинен пред'явити ліснику лісорубний квиток (ордер) і прийняти в натурі від нього лісосіку, про що робиться запис у розпорядженні ліснику. З моменту отримання лісорубного квитка передані лісокористувачу лісосіки здаються під його охорону.

Бланки лісорубних квитків, ордерів і розпоряджень ліснику єдиної форми виготовляються централізовано Держкомлісгоспом на папері з візерунком вкритим віддрукованою сіткою за буквеними серіями і номерами. Бланки є документами суворої звітності (обліку) і підлягають обліку і зберіганню у встановленому порядку в сейфах.

Лісгоспи, лісництва, що отримують лісорубні квитки, ордери на відпуск деревини та розпорядження ліснику, здійснюють їх облік і разом з річним звітом подають в обласні управління лісового господарства (**УЛГ**) звіт за формою. Облік цих документів у лісгоспах здійснюється в бухгалтерії за шнуровою книгою обліку бланків.

При видачі чи висиланні бланків лісгосп виписує накладну у двох примірниках: один - отримувачу, другий залишається у справах органу, який відпускає бланки. Якщо бланки висилаються поштою, то цього ж дня отримувачу посилається повідомлення .

Організація, яка отримує бланки, складає акт у двох примірниках: один цього ж дня відправляє органу, який відпустив документи, а другий залишається у справах.

Видані бланки списуються у витрати за шнуровою книгою обліку бланків. Списування бланків з підзвіту певного лісгоспу здійснюється згідно зі звітами про прихід і витрату бланків.

Зіпсовані бланки перекреслюються за діагоналями, списуються у витрати і зберігаються в окремій папці.

Комплект лісорубного квитка складається з 3 примірників:

- ***перший*** видається на руки лісокористувачу, який зберігається до закінчення вивезення деревини, другорядних лісових матеріалів і підсочки;

- ***другий*** скеровується лісничому і служить підставою для виписування розпорядження ліснику на допуск лісозаготівельника до заготівлі і вивезення деревини і здається у лісгосп разом з актом обстеження (огляду) місць рубок;

- ***третій*** залишається в лісгоспі і зберігається інженером, який відає відпуском деревини .

Акт обстеження місць рубок, підсочки і заготівлі другорядних лісорубних матеріалів складається за встановленою формою і додається до третього примірника лісорубного квитка. Огляд місць заготівлі деревини здійснюється безпосередньо після закінчення робіт, але не пізніше таких строків: місць рубань - протягом 30 днів з дня закінчення строку, встановленого для вивезення деревини; місць заготівлі другорядних лісових матеріалів - протягом 30 днів.

Комплект ордера на дрібний відпуск деревини на пні складається з ордера, дубліката і корінця:

-ордер видається на руки лісозаготівельнику;

-дублікат ордера видається ліснику як допуск до заготівлі деревини;

-корінець ордера залишається в лісництві до закінчення терміну заготівлі і вивезення деревини за лісорубним квитком, у рахунок якого виписали ордер.

Після заготівлі і вивезення деревини та складання на звороті ордери і дубліката ордера актів обстеження заготованої деревини, місць рубок, дублікат ордера здається лісником у лісництво.

Лісорубний квиток, виданий лісничому після заготівці і вивезення деревини, передається у лісгосп. Разом із ним передаються корінці і дублікати всіх виданих за цим квитком ордерів з актами обстеження заготованої деревини і місць рубок, документів, на підставі яких було здійснено дрібні відпуски деревини.

Бланк лісорубного квитка заповнюється чорнилом на всіх примірниках і нумерується номером статті, вказаної в шнуровій книзі обліку квитків, за якою списується у витрати комплект цього лісорубного квитка.

У статті ***«Вид користування»*** вказують: ***головне, рубки, пов'язані з веденням лісового господарства, санітарні рубки (суцільні, вибіркові)*** тощо.

У рядку ***«Спосіб рубки»*** - ***суцільне, вибіркове, поступове*** та інші, а при доглядових рубках після слова ***«вибіркове»*** вказують вид догляду ***(освітлення, прочищення, прорідження, прохідна рубка, санітарна рубка)***, а при інших рубках - ***розрубування траси лінії електропередачі, розчищення площі під будівництво, розрубування візирів*** та ін.

У рядку ***«Спосіб обліку»*** - ***за площею, кількістю, чи приблизною кількістю, за пробною площею і приблизною масою***.

Після ***«На підставі»*** вказується підстава для відпуску деревини ***(наряд відповідного органу лісового господарства області, наряд виконкому в рахунок виділення йому ліміту лісосічного фонду, плану фінансування на 1998 рік)***.

Після ***«Дозволяється»*** вказується повна назва лісозаготівельника.

У рядку ***«Зрубати в рахунок»*** лісосічного фонду 2008 р. вказується ***рік***, на який виділено лісосічний фонд, а також заготівля якої деревини дозволяється

(***сироростучої, ростучої, сухостійної, пошкодженої пожежею, вітровальної*** тощо).

Лісотаксовий пояс: І або ІІ.

Розряд такс: 1, 2, 3, 4, 5.

Скидка надається на підставі: підстава і розмір скидки.

«Забезпечити збереження підросту» - ***площа*** в га, на якій слід зберігати приріст у ***тис. шт./га*** відповідно до обліку при відводі.

«Маса деревини» в щільних куб.м. - з точністю до 1 м^3.

«Належить до оплати» - ***сума*** з урахуванням скидок чи ***безкоштовно*** і ***підстава***.

Якщо квиток виписується на кілька ділянок, то під таблицею робиться підсумок.

«Строки внесення в бюджетний план ...» - ***дати*** внесення і ***розмір*** внесків у % згідно з Інструкцією Мінфіну.

«Рубці не підлягають» насіннєві дерева чи куртини, певні породи, пам'ятки природи, дерева спеціального призначення, дерева, не відзначені до рубки, тощо.

«Місця тимчасових складів» - № кварталу і виділу.

«Вивіз дозволяється»:

а) при обліку за площею і пнями - ***одночасно із заготівлею;***

б) при відпуску за кількістю - ***після обстеження заготованої лісопродукції***.

«Достроковарубка дозволяється» - вказується ***дата і кількість***.

«Строки обкорування» - ***дата,*** проставляються ***строки,*** в які ці роботи повинні бути здійснені.

«Спосіб очищення або хімічної обробки» - збір у купи чи вали для промислового перероблення, спалювання на місці рубки, перегнивання, відпуску місцевому населенню, подрібнення і розкидання по площі рубки тощо.

«Особливі умови» - вказуються особливості щодо здійснення лісосічних робіт, а також умови, що не передбачено Правилами відпуску деревини (***період заборони рубки дуба, % збереження підросту*** тощо).

«Заходи з лісовідновлення» заповнюються після огляду лісосіки, як і ***«Збережено підросту»*** - ***площа***, де не потрібні ні заходи сприяння, ні лісові культури.

Ордер на дрібний відпуск деревини на пні виписується у 3 примірниках (ордер, дублікат, корінець) і номер статті, вказаний у шнуровій книзі обліку бланків, що списується за нею у виграти.

У текстовій частині ордера вказується ***дата***, ***серія і № лісорубного квитка, назва лісгоспу***. Після слова ***«дозволяється»*** - ***кому саме дозволяється заготівля відповідної лісопродукції, № обходу, квартал, виділ, площа, спосіб обліку, розряд висот, лісотаксовий пояс, розряд такс і категорія лісів***.

Таблиця бланка заповнюється відповідно до матеріально-грошової оцінки.

У стрічці ***«Відмітка про оплату грошей»*** вказують ***куди, кому і за яким документом внесена плата***.

«Рубці не підлягають» - які ***дерева, підріст*** та ін.

«Вивезення дозволяється» - записують ***<u>після огляду заготовленої лісопродукції</u>***.

«Строк закінчення вивезення» - дата.

На звороті ордера, дубліката і корінця складаються акти огляду заготованої продукції і місця рубки.

<u>Розпорядження лісничому</u> виписується в одному примірнику відповідно до даних лісорубного квитка. На ньому представник лісозаготівель підписується про прийом, а лісник - про здачу лісосіки.

Корінець розпорядження залишається у лісництві.

При відпуску деревини з обліком за кількістю в розпорядження лісничому після огляду заготованої деревини лісничим чи помічником робиться запис на дозвіл вивезення.

<u>Підчищення у документах не допускається</u>. Необхідні виправлення робляться червоним чорнилом, а неправильно написане закреслюється. Про виправлення робиться застереження за підписом осіб, які мають право підписувати ці документи, з прикладанням відповідної печатки.

Після закінчення розрахунків зі всіма лісокористувачами та оформлення актів огляду лісопродукції та лісосік другий і третій примірники лісорубних квитків, дублікати і корінці ордерів, розпорядження лісничому здаються в бухгалтерію лісгоспу. Бухгалтерія перевіряє закінчення розрахунків за білетами, приймає їх на зберігання протягом 3 років, після чого списується комісією за актом (Правила учета, хранения, заполнения и выдачи бланков лесорубочных билетов, ордеров на мелкий отпуск древесины на корню и распоряжений леснику. – М., 1984.).

<u>Усі записи в лісорубному квитку підписуються тільки директором лісгоспу або виконуючим його обов'язки. Всі зміни в лісорубному квитку заносяться червоним чорнилом (пастою) і завіряються підписом директора та печаткою лісгоспу.</u>

Заповнення всіх примірників бланків лісорубних квитків, а також розпоряджень лісничому повинно здійснюватись акуратно, чітко і чисто. Підчистки не допускаються!

Приймання від робітників заготовленої протягом дня ділової деревини і хлистів проводить відповідальна особа, яка повинна заміряти кожний хлист і сортимент, визначити об'єм у щільних кубічних метрах, зробити маркування (на торці хлиста - діаметр; на верхньому зрізі сортименту - сорт, діаметр) і здійснити клеймування. Заготовлені дрова приймаються у складаних кубометрах.

Відповідальна за приймання особа складає у двох примірниках ***Щоденник приймання робіт щодо заготівлі (вивезення) лісопродукції (форма ЛГ-4))***. Записи в щоденнику здійснюються на бригадира (робітника), перший примірник щоденника видається бригадиру (робітнику), а другий залишається у відповідальної особи, яка прийняла лісопродукцію. Матеріально відповідальна особа на підставі щоденника заповнює графу „Обсяг робіт виконано" у двох примірниках ***Наряду-акту на виконання робіт (форма ЛГ-1)***, який заповнюється після закінчення заготівлі лісопродукції на ділянці або при

настанні терміну нарахування заробітної плати. Бригадир (робітник) перевіряє правильність записаного в наряді-акті об'єму робіт, підписує його і разом зі щоденником здає в лісництво (цех).

Після перевірки і затвердження нарядів-актів на виконання робіт лісничим (начальником цеху) бухгалтерія здійснює нарахування заробітної плати робітникам.

Суворо забороняється відпуск неприйнятої від лісорубів, немаркованої, неклеймованої і непереданої у підзвіт матеріально-відповідальній особі лісопродукції, а також відпуск лісопродукції іншим посадовим особам, які не несуть за неї матеріальної відповідальності.

Вивезення лісопродукції від усіх видів рубань з усіх місць зберігання (франко-ліс, франко-проміжний склад (трель) та ін.) здійснюється із застосуванням первинної документації у наступному порядку її оформлення.

Вивезення лісопродукції на кінцеві склади свого підприємства (нижні склади, цехи переробки деревини та інші підрозділи, куди вивозиться лісопродукція з лісу) проводиться на підставі ***Товарно-транспортної накладної*** (типова форма №1-ТН, затверджена наказом Мінтрансу, Мінстату України від 29.12.1995 р. №488/346, див. взірець). Товарно-транспортна накладна виписується на кожну поїздку автомобіля чи іншого виду транспорту.

При вивезенні ***ділової деревини*** вказуються: ***порода, сортименти, сорт, довжина, діаметр у верхньому відрізі, кількість штук, об'єм у щільних кубометрах***.

При вивезенні ***хлистів*** вказуються: ***порода, кількість штук, довжина, об'єм у щільних кубічних метрах***.

При вивезенні ***дров*** вказуються: ***порода, кількість складаних кубометрів***.

На зворотній стороні накладної здійснюється поштучний перелік за кубатурою кожного відправленого сортименту чи хлиста.

Товарно-транспортна накладна виписується у чотирьох примірниках. ***Перший*** примірник залишається у відправника, ***другий*** - на кінцевому складі, ***третій*** і ***четвертий*** передаються водію (якщо транспорт найманий) або залишаються в бухгалтерії (якщо транспорт власний). ***Третій*** примірник додається до подорожнього листа і є підставою для обліку транспортної роботи на нарахування заробітної плати водію, а ***четвертий*** додається до звіту про рух лісопродукції.

Матеріально відповідальні особи повинні звірити відправлену (одержану) на кінцевий склад лісопродукцію, скласти ***Реєстр товарно-транспортних накладних (форма ЛГ-9)***. Реєстр товарно-транспортних накладних складається у трьох примірниках, ***перший*** із яких залишається в одержувача лісопродукції, ***другий*** видається відправнику, а ***третій*** разом зі звітом здається в бухгалтерію.

Розкряжування хлистів здійснюється в лісі, на проміжних і кінцевих складах.

Облік за породою, довжиною і діаметром, вказаним на торці, здійснює матеріально відповідальна особа.

Маркування одержаних сортиментів здійснюється відповідно до Держстандарту: при обліку вказується порода, сортимент, сорт, довжина, діаметр, кількість штук і об'єм.

Дрова оприбутковуються в складаних кубометрах за групами порід.

Після закінчення робочого дня (зміни) відповідальна особа на підставі переліку розкряжованих хлистів і отриманих сортиментів здійснює записи в ***Щоденник приймання робіт з розкряжування деревних хлистів (форма ЛГ-5)***. Щоденник складається щодня окремо на кожну бригаду (робітника) у 2 примірниках, один із яких є у бригадира (робітника), а другий - у відповідальної особи. Бригадир (робітник) і відповідальна особа за приймання продукції підписуються у двох примірниках щоденника.

Відповідальна особа на підставі щоденників приймання робіт з розкряжування хлистів заповнює графу „Обсяг робіт виконано" у двох примірниках ***Наряду-акту на виконання робіт (форма ЛГ-1)***; після перевірки правильності записаних об'ємів бригадир (робітник) підписує наряд-акт і повертає відповідальній особі свій примірник щоденника.

Лісництво (цех) після перевірки і затвердження нарядів-актів на виконання робіт здійснює нарахування заробітної плати робітникам.

На лісосіках, де здійснюється сортиментна заготівля лісопродукції, розкряжування хлистів окремо не оформляється.

Приймання лісопродукції на кінцевому складі (нижній склад, цех переробки та ін.) здійснюється завідуючим складом, майстром або іншою матеріально відповідальною особою від кожного водія на підставі товарно-транспортної накладної. Працівник складу звіряє записи у накладній з фактично привезеною лісопродукцією.

Якщо лісова продукція не отримана протягом 11 місяців, то одержувач втрачає право на лісопродукцію і гроші йому не повертаються.

На підприємстві створюють комісію і в присутності представника фінвідділу продукцію секвекстують і реалізують за ціною можливого використання. Виручені гроші перераховуються в дохід місцевого бюджету.

При реалізації продукції промислової діяльності як документ для перевезення використовується товарно-транспортна накладна, яка виписується у 4 примірниках. Одержувачу видається два примірники, у тому числі один - з печаткою.

Товарно-транспортна накладна містить такі реквізити:

1) ***номер;***
2) ***дата;***
3) ***номер і дата наряду, на підставі якого вона виписана;***
4) ***номер і дата довіреності, за якою одержується лісова продукція, або номер і дата прихідного касового ордера;***
5) ***марка і номер автомобіля, з якої він організації та прізвище водія;***
6) ***назва організації або прізвище одержувача;***
7) ***підписи і посади осіб, хто здав і прийняв лісопродукцію (<u>розбірливо</u>).***

8.10. Огляд місць заготівлі деревини

Лісові підприємства зобов'язані систематично контролювати здійснення лісозаготівельних робіт у місцях рубок. Мета цих перевірок - недопущення можливих порушень при розробці лісосік.

Після закінчення терміну вивезення деревини з лісосіки лісовою охороною здійснюється освідчення місць рубок з метою виявлення повноти і дотримання правильності розробки лісосік. За результатами освідчення лісосік складається акт відповідної форми. В акті зазначається кількість заготовленої деревини. Акт підписують представники лісового господарства (лісничий, майстри) і лісозаготівельники.

Термін заготівлі деревини встановлюється ***з 1 січня до 31 грудня включно того року, на який лісосіка призначена до рубки, строк вивезення - 1 травня наступного року***.

При наявності лісосік, на яких не закінчена рубка, лісозаготівельники маюсь право отримувати відстрочку заготівлі деревини, яка оформляється документально. За незаготовлену деревину збільшується плата в розмірі 1,5% від таксової вартості деревини, залишеної на пні незалежно від терміну відстрочки. Термін відстрочки заготівлі деревини не повинен перевищувати 5 місяців у разі розпочатої і не закінченої вчасно рубки. При оформленні відстрочки на вивезення деревини вона надається до 8 місяців при наявності заготовленої деревини, збільшення плати встановлюється у розмірі 1,5% таксової вартості деревини.

Після закінчення цих встановлених термінів незрубаний ліс і невивезена деревина переходять у розпорядження підприємств лісового господарства без відшкодування витрат лісозаготівельникам.

Після закінчення рубки і очищення ділянок від порубкових решток складається акт огляду місць рубок, на планшетах позначаються контури ділянок, зазначається вид рубок, площа і рік її здійснення. У таксаційному описі зазначається вік рубки і кількість заготовленої деревини.

Постійні лісокористувачі повинні:

- вести книгу рубок, до яких заносять дані про площу та іншу інформацію;
- своєчасно складати акти закладення пробних ділянок, акти відведення до рубки, креслення ділянок, відомості польові перелікові, відомості матеріально-грошової оцінки, технологічні карти, акти огляду місць рубок, вносити позначення в таксаційні описи і на планшети;
- здійснювати систематичну перевірку в натурі відведених до рубки ділянок, виконувати контрольні переліки дерев, оцінювати якість здійснених рубок.

За результатами перевірки складається акт, в якому дається загальна оцінка робіт, зазначаються виявлені недоліки, визначаються заходи щодо їх усунення. У разі невиконання вимог Правил органи лісового господарства, органи Мінекобезпеки та інші спеціально уповноважені на це державні органи мають право заборонити рубку до усунення встановлених порушень.

8.11. Майнові стягнення за порушення правил відпуску деревини на пні в лісах України

Правила відпуску деревини на пні і контроль господарської діяльності лісозаготівельників спрямований на збереження, збільшення і раціональне використання лісових багатств України.

За порушення правил відпуску деревини на пні встановлюються такі майнові стягнення:

- за знищення лісових культур, підросту і молодняку - п'ятикратний розмір нормативних витрат на вирощування знищеної лісової рослинності;
- за рубку дерев на непризначених для цього ділянках, рубку без лісорубного квитка і не тих дерев, що зазначені в матеріалах відведення - десятикратна таксова вартість незаконно зрубаної деревини;
- за рубку (розробку) буреломних, вітровальних, сухостійних дерев без лісорубного квитка - п'ятикратна таксова вартість зрубаної (розробленої) деревини;
- за заготівлю деревини на лісосіках до одержання лісорубного квитка, або після закінчення встановленого терміну заготівлі - трикратна таксова вартість зрубаної деревини;
- за залишення недорубів у вигляді групи дерев (площею до 0,5 га) і окремих дерев, що підлягають рубці - трикратна таксова вартість залишеної на пні деревини;
- за пошкодження, знищення межових, квартальних, ділянкових стовпів та інших натурних знаків - двократна вартість їх відновлення;
- за залишення зрубаних дерев у завислому стані - таксова вартість завислої деревини;
- за незадовільне або несвоєчасне очищення місць рубок від порубкового залишку - двократна вартість витрат на очищення;
- за невивезення деревини з лісу в установлений термін - двократна таксова вартість деревини;
- за залишення пнів вище 1/3 діаметра зрізу, а при рубці дерев діаметром зрізу до 30 сантиметрів - вище 10 сантиметрів - половина таксової вартості зрубаних з порушенням цієї вимоги дерев;
- за знищення клейм або номерів на деревах і пнях - половина таксової вартості деревини, на якій знищено ці знаки;
- за підсочування дерев і насаджень без лісорубного квитка - трикратна таксова вартість таких дерев;
- за заготівлю другорядних лісових матеріалів, здійснення побічних та інших лісових користувань - п'ятикратна ціна цих продуктів лісу та послуг.

Майнові стягнення нараховуються на підставі протоколу, а нарахування стягнень здійснюється за таксами, що діють на час виявлення порушення.

Розмір стягнень Правилами відпуску деревини на пні встановлюється окремо за кожним видом порушень. Суперечки і відмовлення з приводу штрафних санкцій розглядаються органами державного арбітражу і народними судами.

Питання для самоперевірки

1. Що таке "лісосічний фонд", "лісосіка", "ділянка"?
2. Для яких категорій деревини встановлюють запас на лісосіках?
3. Які роботи здійснюються при підготовці лісосічного фонду при відводах і таксації лісосік?
4. У чому полягають роботи з відведення лісосік?
5. Від яких факторів залежить вибір способу таксації лісосік? Дайте характеристику цим способам.
6. Як здійснюється облік деревини за об'ємом заготовленої лісової продукції?
7. Як таксують сукупність окремо зростаючих дерев?
8. Як здійснюється матеріальна оцінка лісосік?
9. Як здійснюється грошова оцінка деревини лісосічного фонду?
10. У чому полягає перевірка якості робіт з відводу і таксації лісосік?
11. Яка документація оформляється при відведенні лісосічного фонду?
12. Які документи дають право на рубку та вивезення деревини?
13. Як здійснюється огляд місць заготівлі деревини та які документи при цьому оформляються?
14. Які майнові стягнення накладаються на лісозаготівельників за порушення ними правил відпуску деревини на пні?
15. Яких основних правил відпуску лісу на пні потрібно дотримуватися лісозаготівельникам при розробці лісосік?

ЛІТЕРАТУРА

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. - М.: Лесная пром-сть, 1982. - 512 с.
2. Гром М.М. Лісова таксація: Підручник. - Львів: УкрДЛТУ, 2005. - 352 с.
3. Гром М.М. Таксація насаджень: Навчальний посібник. - Львів: УкрДЛТУ, 2002.- 187 с.
4. Гром М.М., Бусько М.М., Куриляк В.М. Складання таблиць ходу росту насаджень: Практикум. - Львів: УкрДЛТУ, 2002. - 67 с.
5. Гусев Н.Н. Современные методи перечислительной и измерительной таксации. - М.: ЦБНТИ, Гослесхоз СССР, № 2, 1980. - 40 с.
6. ДСТУ 3534-97. Знаки натурні лісовпорядкувальні і лісогосподарські. Загальні вимоги. - К.: Держстандарт України. - 20 с.
7. ДСТУ 4020-2-2001. Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Ч. 2. Лісоматеріали круглі. - К.: Держстандарт України. - 70 с.
8. К.Захаров В.К. Лесная таксация. - М.: Лесная промышленность, 1967. - 406 с.
9. Зеленський М.Н., Гром М.М. Таксація деревостану. (Методичні вказівки для студентів). - Львів: УкрДЛТУ, 1995. - 57 с.

10. Інструкція з обліку продукції лісозаготівель, лісопиляння і деревообробки на підприємствах Державного комітету лісового господарстваУкраїни/ Затверджена наказом Держкомлісгоспу України від 19.12. 2003 р., № 205. - 18 с.
11. Інструкція по впорядкуванню лісового фонду України. Проект. - К.: МЛГ України, 1994. - 276 с.
12. Лісовий Кодекс України. - Київ: Мінлісгосп України, 1994. - 56 с.
13. Модели роста и продуктивности оптимальних древостоев. - Киев: Изд-во УСХД, 1992. - 144 с.
14. Нормативні документи по відведенню лісосічного фонду. - К.: МЛГ України, 1984. - 11 с.
15. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. - К.: Урожай, 1987. - 559 с.
16. Правила відпуску деревини на пні в лісах України. - К.: КМУ, 1999. - 27с.
17. Про затвердження Правил відпуску деревини на пні в лісах України/ Постанова Кабінету Міністрів України від 29.07.1999 р. № 1378. - 26 с.
18. Про затвердження Правил рубок головного користування в лісах Укра-їни/ Постанова Кабінету Міністрів України від 2707.1995 р. № 559. - 17 с.
19. Робочі правила з впорядкування лісового фонду України. - (Частина перша. Польові роботи). - Ірпінь: ВО "Укрдержліспроект", - 67 с.
20. Сабан Я.А., Горошко М.П. и др. Строение, ход роста и динамика товарной структуры основных лесообразующих пород по типам леса и с лесоводственным районированием: Методические рекомендации для лесоустройства на типологической основе. - Львов: ЛЛТИ, 1977. - 103 с.
21. Сортиментные таблицы для таксации леса на корню. - К.: Урожай, 1984. -628 с.
22. Таблиці ходу росту і товарності насаджень деревних порід України. К.: Урожай, 1969. - 110 с.