

## ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ

В данной главе излагаются основные сведения по лесной таксации, необходимые лесоводу в повседневной его работе. При этом мы исходим из того, что читатель уже овладел основными знаниями в данной отрасли и приобрел некоторые навыки в практическом применении их с использованием имеющихся различных вспомогательных таблиц.

### Таксационные измерения и инструменты

Единицей учета древесины по объему является кубический метр ( $m^3$ ). Различают: плотный куб. метр, представляющий куб, все три измерения которого равны по 1 м, сплошь заполненный древесиной; складочный куб. метр, который включает не только объем древесины, но также и воздушные пустоты между отдельными ее частями. Плотными куб. метрами учитывается вся древесина на корню, а также заготовленные деловые сортименты. Складочными куб. метрами учитываются дрова, хворост, пни, корни и частично деловое коротье (рудстойки, фанерный краж и т. п.).

Единицей длины принимают погонный метр с различной точностью измерений; единицей толщины—сантиметр, веса—килограмм, тонну (1000 кг); площади поперечных сечений—в квадратных метрах ( $m^2$ ).

Длина измеряется при помощи мерной ленты, рулетки, складочного метра, мерного шеста. Толщина измеряется при помощи мерной вилки, мерной скобы, складного метра.

Результаты измерений получаются с некоторыми неизбежными погрешностями, для которых устанавливаются известные пределы в зависимости от характера учитываемой древесины.

Объемы древесины получаются на основе измерений длины в м и толщины в см; поэтому существенно важно проанализировать влияние погрешностей измерения длины и толщины на объем древесного ствола.

Влияние погрешности измерения длины (l) на объем (v) дает следующую величину в проц. (P<sub>v</sub>):

$$P_v = \frac{l \cdot 100}{L} \quad (1)$$

*Пример.* Фактическая длина ствола L=20 м. При измерении допущена погрешность l=2 м. Имеем

$$P_v = \frac{2 \cdot 100}{20} = 10 \text{ проц.}$$

Влияние погрешности измерения диаметра (d) на объем ствола устанавливается по формуле:

$$P_v = \frac{200 \cdot d}{D} = \frac{2 \cdot 100 d}{D} = 2P_d \quad (2)$$

*Пример.* Фактический диаметр дерева D=20 см, допущена погрешность при измерении d = ± 2 см. Имеем

$$P_v = \frac{200 \cdot 2}{20} = 20 \text{ проц.,}$$

т. е. погрешность в объеме равна удвоенному проценту погрешности в измерении диаметра (2P<sub>d</sub>) и обратно пропорциональна величине D.

Из формул (1 и 2) можно видеть, что процент погрешности объема (P<sub>v</sub>) при одинаковой величине погрешности измерений (l и d) будет увеличиваться с уменьшением длины (L) или диаметра (D), следовательно, короткие стволы с малым диаметром должны измеряться с большей точностью по сравнению с более длинными и толстыми. Задаваясь определенной точностью получения P<sub>v</sub>, нетрудно установить и величину допустимой погрешности измерения (l и d).

Например, при заданном P<sub>v</sub>=5 проц. формулу (2) можно написать так:

5 проц. =  $\frac{200 \cdot X}{20}$ ; откуда X =  $\frac{200 \cdot 5}{20} = 0,5 \text{ см}$ , т. е. допустимая погрешность измерения диаметра 0,5 см.

Приведенные по формулам (1) и (2) погрешности относятся к отдельному измерению; при большом числе измере-

ний погрешности со знаками  $+$  и  $-$  равновероятны и конечные результаты улучшаются.

Лесная таксация оперирует преимущественно со средними величинами, точность которых определяется числом измерений и степенью варьирования исследуемого признака, устанавливаемого методами вариационной статистики.

Применение технических приемов вариационной статистики для лесных таксационных исследований покажем на следующем цифровом примере.

Получены следующие результаты измерения диаметров с вычислением среднеарифметического их значения.

$$\text{Средн. } d = M = \frac{7+6+5+9+7+10+5}{7} = \frac{49}{7} = 7 \text{ см.}$$

Вычислим отклонения  $\alpha = d - M$ , т. е. между полученными измерениями диаметров ( $d$ ) и их средней величиной ( $M$ )

$$\begin{array}{l} \alpha \quad \left\{ \begin{array}{l} 0-1-2+2+0+3-2 \\ \Sigma \alpha^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} 0+1+4+4+0+9+4 = 22 \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array}$$

Средняя квадратическая ошибка ( $\sigma$ ) вычисляется по формуле:

$$\text{муле: } \sigma = \sqrt{\frac{\Sigma \alpha^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{22}{6}} = \pm 1,92;$$

$n$ —число измерений, в нашем примере 7.

Зная величину  $\sigma$ , вычисляем среднюю ошибку ( $m$ ) полученного среднего диаметра ( $M$ ) = 7 см по формуле:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1,92}{\sqrt{7}} = \frac{1,92}{2,65} = 0,725.$$

Следовательно, средний диаметр в данном примере определен с погрешностью  $\pm 0,725$ ; т. е.  $M \pm m = 7,0 \pm 0,725$ .

При увеличении числа наблюдений ( $n$ ) средняя ошибка ( $m$ ) уменьшается пропорционально  $\sqrt{n}$ ; для данного случая при

$$n=70 \text{ получим } m = \frac{1,92}{\sqrt{70}} = \frac{1,92}{8,37} = 0,229.$$

Степень варьирования исследуемого признака (в данном случае диаметра) выражается величиной коэффициента варьирования ( $W$ ), который вычисляется по формуле:

$$W = \frac{\sigma \cdot 100}{M} = \frac{1,92 \cdot 100}{7,0} = 27,6 \text{ проц.}$$

Располагая абсолютной величиной средней ошибки ( $m$ ), легко установить точность исследования в процентах ( $P$ ) по формуле

$$P = \frac{m \cdot 100}{M} = \frac{0,725 \cdot 100}{7} = 10,4 \text{ проц.}$$

Этот же показатель может быть получен по другой, контрольной формуле:

$$P = \frac{W}{\sqrt{n}} = \frac{27,6}{2,65} = 10,4 \text{ проц.}$$

При увеличении числа измерений  $n$  до 70 получим

$$P = \frac{27,6}{\sqrt{70}} = 3,3 \text{ проц.}$$

Располагая абсолютными величинами среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ) и коэффициента варьирования ( $W$ ), возможно установить для исследуемого признака потребное число измерений для получения средней величины с заранее заданной точностью или в процентах ( $P$ ), или же с абсолютной погрешностью ( $m$ ).

С этой целью используется формула

$$n = \frac{W^2}{P^2}; \quad (3)$$

при погрешности  $P=5$  проц. будем иметь для нашего примера

$$n = \frac{27,6^2}{5^2} = \frac{762}{25} \cong 39 \text{ наблюдений.}$$

При погрешности  $m$  в абсолютных мерах применяется формула

$$n = \frac{\sigma^2}{m^2}; \quad (4)$$

$$\text{при } m=0,5 \text{ см имеем } n = \frac{\sigma^2}{m^2} = \frac{1,92^2}{0,5^2} = \frac{3,69}{0,25} \cong$$

$\cong 15$  наблюдений.

В современных условиях формулы (3) и (4) имеют большое применение для установления с заданной точностью средних величин отдельных таксационных признаков деревьев и насаждений (средний диаметр, средняя высота, средний объем и т. п.).

Варьирование отдельных таксационных признаков древесных стволов, выражаемое через коэффициент вариации ( $W$ ), весьма различно и поэтому потребное количество наблюдений значительно колеблется.

### Определение объемов срубленных и стоящих деревьев

Форма древесных стволов и частей приближается к форме правильных тел вращения — полных и усеченных (параболоида, конуса, цилиндра, нейлоида). Поэтому для определения объемов древесных стволов и частей их используются преимущественно стереометрические формулы объемов правильных тел вращения.

### Определение объемов срубленных стволов

Приравнивая форму древесных стволов к форме полного параболоида, определяют объем ствола на основе двух измерений: длины ( $L$ ) и площади срединного сечения ( $\gamma$ ), взятого на половине длины ( $L$ ),

$$V = \gamma \cdot L. \quad (5)$$

Величина  $\gamma$  получается на основе измерения диаметра на середине длины ( $L$ ) в см и выражается в  $m^2$ ; длина  $L$  — в м с точностью до 0,1 м; формула (5) выражает также объем цилиндра.

Для получения объема ( $V$ ) можно пользоваться таблицами объемов цилиндра по измеренным  $d$  и  $L$ .

Точность приведенной формулы для отдельных стволов обуславливается древесной породой, формой их: для стволов полндревесных получается некоторое преувеличение; для сбежистых, наоборот, — преуменьшение; лучшие результаты получаются для стволов средней формы.

Для отдельных стволов погрешность может составлять  $\pm 10$  проц. Но при таксации множества стволов погрешность снижается до 3—5 проц. и менее.

Объем срубленного ствола может быть определен по эмпирической формуле проф. Шустова:

$$V = 0,534 \cdot d_{\frac{1}{2}} \cdot d_m \cdot L,$$

где:  $d_{1/2}$  и  $d_m$  — диаметр на  $1/2$  Н и на высоте 1,3 м, выраженный в м<sup>2</sup>; L — длина ствола в м.

Для точных исследований объемов применяют сложную формулу срединного диаметра. С этой целью стволы размечаются на секции одинаковой длины (l) и измеряются площади сечений ( $\gamma$ ) по середине длины секций через измерение диаметров (d); отдельно вычисляют объем вершинки.

Объем каждой секции вычисляется по формуле объема усеченного параболоида:  $v = \gamma \cdot l$ . Суммируя объемы секций плюс объем вершинки, получаем объем ствола, что может быть выражено следующей конечной формулой:

$$V = l(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n) + v_{\text{вер.}} = l \cdot \Sigma \gamma + v_{\text{вершинки}}, \quad (6)$$

где: l — длина секций,

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$  — площади сечений по середине длины секции, берутся из таблиц площадей сечений на основе измеренных диаметров.

В конечном результате объем ствола равен произведению длины секции l на сумму площадей сечений, взятых по середине секций ( $\Sigma \gamma$ ), плюс объем вершинок.

Для крупных стволов длина секции берется обычно 2 м, средних — 1 м и мелких 0,5 м.

Для точных исследований нужно размечать стволы на секции числом не менее 10, измеряя диаметры на середине их длины (l) по двум взаимно перпендикулярным направлениям с точностью до 1 мм.

Точность сложной формулы срединного диаметра  $\pm 2-3$  проц.

### Определение объемов стоящих стволов

Объем стоящего дерева получится как произведение трех множителей:

$$V = g_m \cdot H \cdot f, \quad (7)$$

где:  $g_m$  — площадь сечения дерева на высоте груди (1,3 м) в м<sup>2</sup>,

H — высота дерева в м,

f — видовое число.

Видовое число есть отношение объема ствола к объему цилиндра, имеющего со стволом одинаковую высоту и пло-

щадь сечения, взятую на высоте дерева 1,3 м;  $g_m$  получается на основе измерения диаметра на высоте 1,3 м;  $H$  определяется при помощи высотомера;  $f$  берется из таблиц средних видовых чисел, составленных по отдельным древесным породам в зависимости от высот деревьев. Таким образом, получаем лишь средний объем ствола данного диаметра и высоты.

При отсутствии таблиц видовых чисел средние их значения можно получить по следующим формулам для отдельных древесных пород в зависимости от высоты ( $H$ ):

$$\text{для сосны} \quad f = 0,419 + \frac{0,49}{H} \quad (8)$$

$$\text{для ели, осины и} \\ \text{ольхи} \quad f = 0,463 + \frac{0,46}{H}, \quad (9)$$

$$\text{для березы} \quad f = 0,428 + \frac{0,48}{H}, \quad (10)$$

$$\text{для дуба} \quad f = 0,445 + \frac{0,47}{H}. \quad (11)$$

Видовые числа с учетом индивидуальной формы древесных стволов и индивидуальных объемов для формулы (7) могут быть получены по результатам измерения коэффициента формы ( $q_2$ ) древесного ствола, который представляет отношение диаметра на половине высоты ствола ( $d_{1/2}$ ) к диаметру на высоте 1,3 м ( $d_m$ ).

$$\text{т. е. } q_2 = \frac{d_{1/2}}{d_m}.$$

Располагая величинами  $q_2$  и  $H$ , можно получить видовое число по формуле

$$f = 0,14 + 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 H}. \quad (12)$$

Имеется также вспомогательная таблица значений  $f$  при данных  $q_2$  и  $H$ . (Таблица всеобщих видовых чисел проф. Ткаченко).

### Приближенные формулы для вычисления объема ствола

Простейшей из них является формула

$$V=0,001 d_m^2, \quad (13)$$

где  $d_m^2$ —квадрат диаметра на высоте 1,3 м, выраженного в см.

*Пример.* Диаметр на высоте 1,3 м=30 см.

$$V=0,001 \cdot 30^2=0,900 \text{ м}^3.$$

Формула выведена для средней высоты 25 м. При высотах больше или меньше 25 м полученный по формуле (13) объем следует увеличивать или уменьшать на каждый метр высоты хвойных пород на 3—4 проц. и лиственных—на 5 проц. Формула может быть использована лишь при глазомерном определении объема стоящего дерева.

Приведем некоторые приближенные формулы для определения видового числа, используя которое можно получить объем ствола по формуле

$$V=d_m H \cdot f.$$

С точностью, не уступающей точности простой формулы срединного диаметра (5), а именно:

$$f=q^2, \quad (14)$$

т. е.  $f$ —квдрату коэффициента формы ( $q_2$ ).

$$f = q_2 - C, \quad (15)$$

где  $C$ —некоторая постоянная величина: для сосны—0,20, ели—0,21, березы—0,22, осины—0,24.

### Методы таксации заготовленной лесопродукции

При лесоразработках древесный ствол разделяется на различные сортименты, имеющие разнообразные размеры по длине и толщине, а также и форму в зависимости от их производственного использования, что приводит в свою очередь к различиям методов учета заготовленной лесопродукции. Последняя задача упрощается, если все разнообразие заготовленных сортиментов распределить на отдельные одно-



родные группы в зависимости от качества, размеров, формы и производственного их использования.

По качеству выделяются две основные группы: деловая и дровяная.

Деловые сортаменты в свою очередь делятся на лес круглый и лес обработанный, имеющий различную форму поперечного сечения.

Объем круглого леса учитывается в плотных кубометрах на основе двух измерений: длины ( $L$ ) и диаметра верхнего отруба  $d_{\text{вер}}$  (в см). По этим обмерам объем находится по таблицам объема круглого леса (ГОСТ 2708/44).

Стандарт на пиловочные и стройбревна устанавливает обмер верхнего диаметра в четных см, при этом целые нечетные числа и выше округляются вверх до ближайшего четного, например, толщина в 17 см округляется до 18 см, диаметры менее целого нечетного числа округляются вниз до соответствующего четного диаметра. Измерение диаметра проводится по двум взаимно перпендикулярным направлениям, из которых выводится средняя величина.

Для партии не менее 100 бревен допускается измерение толщины по одному направлению, одинаковому для всей партии.

При таксации круглого леса по ГОСТу 2708/44 нужно иметь в виду, что включенные в таблицы объемы отражают некоторый средний сбеги бревна, поэтому бревна с большим сбегом будут таксироваться с преуменьшением и, наоборот, полидревесные—с преувеличением. При таксации же совокупностей бревен равновероятность ошибок со знаком плюс и минус сглаживает конечные результаты.

При обмере больших партий бревен при длине до 7 м средняя погрешность в определении объема не выходит из пределов  $\pm 4$ —5 проц.

При таксации длинномерных бревен рекомендуется их расчленять по длине на два бревна и на основе обмеров получать общий объем как сумму объемов двух бревен.

Заготавливаемое коротье круглого леса (балансы, рудстойка и проч.) допускается учитывать складочными кубометрами с переводом в плотные  $m^3$  на основе установленных коэффициентов полнодревесности.

Наряду с этим имеется таблица для исчисления объема рудстойки (ОСТ—2762)—объем одной стойки в  $m^3$ .

Средние коэффициенты полнодревесности складочных мер баланса и рудстойки приводятся в таблице 1.

Таблица 1

| Балансы длиной 1 м |                    |                   |                  | Рудничная<br>стойка |
|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|
| Характер обработки |                    |                   |                  |                     |
| в коре             | топорная<br>окорка | лубовая<br>окорка | чистая<br>окорка |                     |
| 0,74               | 0,74               | 0,77              | 0,76             | 0,72                |

Многочисленная группа обработанных материалов различается по способам обработки и форме поперечного сечения. Сюда относятся:

- а) *Лес тесаный* (шпалы, брусья, ванчesy и пр.);
- б) *Лес колотый* (клепка, спица, обод, гонт, дрань и т. п.);
- в) *Лес строганный и луценый* (фанера строганая и луценая, шпон спичечный и аккумуляторный);
- г) *Лес пиленый* (доски различных поперечных сечений и размеров, брусья, абаполы и пр.).

Общий метод определения объемов следующий: нужно определить площади поперечного сечения на середине длины и умножить на длину, т. е. по формуле

$$v = \gamma L.$$

Поперечное сечение может иметь форму квадрата, прямоугольника, многоугольника, трапеции, сегмента или же сочетания геометрических фигур. Например, поперечное сечение шпалы брусковой может быть представлено суммой площадей трапеции и двух сегментов. Площадь поперечного сечения абаполы—площадью сегмента и т. д. Мелкие сортаменты учитываются специальными единицами, включающими определенное число отдельных штук: например, дрань—1000 шт., гонт-копа—60 шт., клепка внутренняя—1000 шт. и т. д.

Зная объем одной штуки, нетрудно определить объем 1000 шт. или другой учетной единицы. Имеются готовые таблицы для определения объемов обработанного леса.

*Учет дров* проводится в соответствии с указаниями ГОСТа 3243-46 «Дрова для отопления, сухой перегонки и углежжения», введенного в действие с 1. I 1947 г. Учет проводится в складочных кубометрах. Дрова укладываются в правильные поленницы с применением подкладок, рассортиро

ванные по назначению, длине и влажности; поленницы укрепляются кольями и клетками; высота поленниц 1 м и более с градациями в 0,5 м.

При укладке дров влажностью более 25—20 проц. делается надбавка на усушку и осадку по 3 см на каждый метр высоты поленницы. Плотность кладки должна соответствовать коэффициентам полндревесности, указанным в особом приложении к ГОСТу, которые в свою очередь обусловливаются породой, длиной и толщиной поленьев, а также формой (круглые, колотые). При учете дров кубатурой более 1000 м<sup>3</sup> и средней длине 1 м допускается принимать следующие средние коэффициенты: для дров хвойных—0,7, лиственных—0,68.

Плотность кладки проверяется так: на лицевой стороне поленницы намечается мелом или краской прямоугольник на высоту поленницы и длиной не менее 8 м. В прямоугольнике проводится диагональ, которая должна пересечь торцы не менее 60 поленьев. Измеряется сумма протяжения торцов по диагонали с точностью до 0,5 см, а также измеряется длина диагонали с точностью до 1 см.

Путем деления суммы протяжений торцов на длину всей диагонали устанавливается коэффициент плотности кладки в сотых долях.

*Пример.* Поленница длиной 8 м, высотой 2 м; длина диагонали  $L=8,25$  м, сумма протяжений торцов (1) 5,70 м, коэффициент плотности  $K = \frac{5,70}{8,25} = 0,69$ .

*Таксация хвороста и хмыза* производится в складочных кубометрах; материал укладывается между кольями, забитыми в землю, во весь хлыст, без очистки от сучьев, комлями в одну сторону. Обмер производят по высоте, ширине и средней длине укладки; принята надбавка на осадку для хвороста 10 проц. и хмыза—20 проц. Произведение трех измерений дает объем в складочных м<sup>3</sup>. Для перевода в плотные м<sup>3</sup> применяются следующие переводные коэффициенты:

Хворост неочищенный, толщиной в комле до 4 см:

при длине ствола 4—6 м 0,2,  
при длине ствола 2—4 м 0,12;

Хмыз и мелкий неочищенный от сучьев хворост длиной до 2 м —0,10.

Полндревесность хвороста без сучьев больше на 25 проц

Таксация коры осуществляется или в м<sup>3</sup>, или по весовым единицам (кг, т). Объем коры в плотных м<sup>3</sup> получается как

разность объема ствола в коре и без коры, полученного по сложной формуле срединного диаметра.

Для практических целей принято выражать объем коры в процентах от объема ствола с корою. Этот процент значительно варьирует в зависимости от древесной породы, возраста, диаметра ствола, условий местопроизрастания. Поэтому на практике используют лишь средние проценты коры по породам, приводимым в массовых таблицах объемов древесных стволов. Например, по материалам удельных массовых таблиц среднее количество коры составляет: для сосны 8,5—13 проц., ели 9—14 проц., осины 12—18 проц., ясеня 13—20 проц., дуба 17—27 проц., липы 18—34 проц., клена 15—17 проц.

Поскольку запасы леса на корню учитываются с корою, то в процессе лесоразработок кора рассматривается как отходы и учитывается по средним процентам.

В отношении коры, заготавливаемой для промышленного использования и учитываемой весовыми единицами, применяются коэффициенты для перевода в плотные  $m^3$  и обратно по таблице 2.

Таблица 2

| Кора свежая | Одна тонна содержит<br>плотных $m^3$ | Один плотный<br>$m^3$ весит тонн |
|-------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Дубовая     | 1,15                                 | 0,870                            |
| Березовая   | 1,2                                  | 0,833                            |
| Еловая      | 1,25                                 | 0,800                            |
| Ивовая      | 1,4                                  | 0,714                            |
| Липовая     | 1,5                                  | 0,667                            |

Таблицы для учета всех видов лесопродукции имеются в «Справочнике по таксации лесоматериалов» (Н. А. Кошарновский, 1950 г.).

### Таблицы объема и сбega древесных стволов

Массовые таблицы для таксации совокупности стоящих на корню деревьев применяются в практике лесного хозяйства уже на протяжении более столетия. За этот период было создано много видов этих таблиц, которые в настоящее время могут быть представлены тремя типами:

1. Таблицы для главнейших сочетаний по диаметру и высоте и дающие объемы на основании непосредственного изме-

рения  $d$  и  $H$  при допущении некоторой средней формы, представленной таблицами.

2. Таблицы по разрядам высот, дающие объемы стволов по непосредственным измерениям лишь  $d$ , с отнесением всей совокупности деревьев по средней высоте к одному из рядов высот, представленных в таблицах.

3. Таблицы по коэффициентам формы, дающие объемы на основании непосредственного измерения трех величин:  $d_m$ ,  $H$  и  $q_2$ , т. е. трех множителей, входящих в формулу объема древесины ствола.

В наших условиях преимущественное применение имеют таблицы по разрядам высот, что объясняется крайней простотой их применения, огромным масштабом социалистического лесного хозяйства, невозможностью и нецелесообразностью по производственным условиям использования таблиц первого типа, а тем более третьего типа, хотя и более совершенных.

В качестве общесоюзных таблиц по разрядам высот у нас применяются «Таблицы объема и сбega древесных стволов», изданные в 1931 году быв. Союзлеспромом.

В основу составления таблиц объемов стволов по разрядам высот кладется закономерный характер соотношений между величиной диаметра на высоте груди и высотой в каждом однородном древостое, в силу чего нет необходимости измерять в каждой таксируемой совокупности высоты всех деревьев, а можно по собранному экспериментальному материалу построить кривые соотношений  $d$  и  $H$  для заданного числа разрядов высот, вычислив для таких соотношений средние объемы стволов и включив их в таблицы для производственного использования.

Техника применения таких таблиц очень проста: производится обычный перечет стволов на данной площади по ярусам, породам, ступеням толщины. По данным перечета вычисляется средний диаметр древостоя. Дополнительно требуется определить среднюю высоту древостоя; с этой целью достаточно измерить высоты 10—12 стволов, взятых по способу случайной выборки, и вычислить среднюю арифметическую величину. Количество измерений высот можно сократить до 4—6, если измерять высоту деревьев только среднего диаметра и вычислить их среднюю величину.

По данным среднего диаметра и средней высоты подбирается разряд массовых таблиц (см. табл. 3).

Для каждой породы в составе смешанного насаждения разряд высот устанавливается особо. Таблицы быв. Союзлеспрома в отношении сосны, ели, дуба, березы дают объемы

Таблица 3

| Породы | Вычисленные средние величины |                    | Высоты разрядных таблиц для ступени среднего диаметра |    |    |     | Принятый разряд |
|--------|------------------------------|--------------------|---|----|----|-----|-----------------|
|        | средний диаметр, см          | средняя высота, см | разряды   |    |    |     |                 |
|        |                              |                    | Ia  | I  | II | III |                 |
| Сосна  | 27,8                         | 26,5               | 30  | 27 | 25 | 22  | I               |
| Дуб    | 58,6                         | 29,2               | 35  | 32 | 29 | 26  | II              |
| Ель    | 32,5                         | 26,6               | 31  | 28 | 27 | 25  | II              |

для трех классов формы: высшей, средней и низшей; для осины—лишь для средней формы. Преимущественное значение имеют только объемы для средней формы, учитывая закономерный характер распределения числа стволов каждого однородного древостоя по коэффициентам формы ( $q_2$ ).

Исследования показали, что вычисление общего запаса древостоя как по среднему  $q_2$ , так и по индивидуальным  $q_2$  дает одни и те же величины—расхождения лишь в долях процента.

При массовой таксации запасов древесины на корню объемы по средней форме вполне обеспечивают требуемую точность результатов, одновременно до предела сокращая и упрощая вычислительную работу.

Коэффициент варьирования  $w$  в отношении  $q_2$  в среднем можно принять в 5 проц., поэтому для характеристики средней формы любого древостоя с точностью до 1 проц. потребовалось бы измерить  $q_2$  на 25 стволах и вычислить из них среднее значение  $q_2$ .

Неотъемлемой частью таблиц объемов древесных стволов являются таблицы сбега, представляющие дополнение и дальнейшее развитие объемных таблиц и составленные тоже по породам, разрядам высот и ступеням толщины. Таблицы сбега дают диаметры в коре и без коры в см по высоте ствола через 2 м и служат для исчисления выхода сортиментов по длине, толщине и объему из отдельных стволов.

Таблицы объема и сбега быв. Союзлеспрома включают для каждой ступени толщины деревьев также данные о процентах коры, сучьев и ветвей. Эти таблицы, несмотря на

крайнюю простоту их применения, вполне удовлетворяют запросы практики, давая точность  $\pm 5-7$  проц., не выходя за пределы  $\pm 10$  проц.

Таблицы по разрядам высот быв. Союзлеспрома включают также и таблицы объемов по  $d$  и  $H$ , которые рекомендуется применять при резком несоответствии соотношений  $d$  и  $H$  в разрядных таблицах. В этом случае по данным перечета замеряются по 2—3 высоты для каждой ступени толщины, по которым строится кривая высот таксируемого древостоя, являющаяся основой для подбора табличного объема по  $d$  и  $H$ .

Общий запас древостоя по массовым таблицам вычисляется по следующей общей формуле:

$$V = v_1 n_1 + v_2 n_2 + v_3 n_3 + \dots + v_n n_n, \quad (16)$$

где:  $n_1, n_2, \dots, n_n$ —число стволов по ступеням толщины,  
 $v_1, v_2, \dots, v_n$ —объем одного ствола ступени, взятый по таблице объемов.

### Таксация насаждений

Лес на более или менее значительной площади не является однородным по своему составу, строению, происхождению, возрасту и другим признакам. В таксации, как и в других отраслях научных знаний, необходимо расчленение сложного комплекса на отдельные, однородные по составу и строению части.

Каждый участок леса (выдел), достаточно однородный внутри себя, но отличающийся от смежных участков, в таксации называется насаждением.

Насаждение включает в себя не только деревья и кустарники, но и весь комплекс травянистой растительности, мхи, лишайники и т. п.

Каждое насаждение характеризуется величиной занимаемой площади, лесорастительными условиями, взаимосвязью между деревьями и окружающей средой, и, наконец, закономерностями в строении насаждений, облегчающими задачу их таксации.

Насаждения выделяются на основе различий следующих таксационных признаков: а) происхождения; б) формы; в) состава пород; г) возраста; д) условий местопроизрастания (бонитет, тип леса); е) полноты; ж) классов товарности.

Для облегчения определения полноты насаждений ЦНИИЛХом разработана стандартная таблица площадей сечений и запасов в зависимости от средней высоты насаждений по отдельным породам.

Классы товарности характеризуют качество древесины, исходя при этом из процентов выхода деловых сортиментов. Принимают следующие 3 класса товарности, определяемые глазомерно:

| <i>Хвойные в проц.</i> |             | <i>Лиственные в проц.</i> |  |
|------------------------|-------------|---------------------------|--|
| I                      | 71 и более  | 31 и более                |  |
| II                     | от 51 до 70 | от 11 до 30               |  |
| III                    | до 50       | до 10.                    |  |

В практике лесостроительных работ выделенные по приведенным признакам насаждения и участки подробно описываются и оформляются в виде специального документа—«таксационного описания». Выделы проводят или по ходовым линиям (таксационным визирам), которые прокладываются внутри кварталов, или же по материалам аэрофотосъемки.

Основным и важнейшим таксационным признаком насаждения является его запас на единице площади, выраженный в м<sup>3</sup>.

Запас насаждения может быть определен различными способами: 1) методом перечислительной таксации, используя при этом материалы перечета деревьев на данной площади по породам, ступеням толщины, с замерами высот; 2) по пробным площадям и 3) глазомерно. Наиболее точные результаты обеспечивает перечислительная таксация, затем пробные площади и, наконец,—газомерная таксация.

Методы перечислительной таксации могут быть применены или со взятием моделей, или же без моделей. Если модели не берутся, то запас насаждений определяется по имеющимся массовым таблицам объемов древесных стволов.

Техника применения массовых таблиц описана выше.

Перечислительные методы таксации со взятием моделей будут различаться по способам отбора моделей, их количеству и технике обработки материала с целью вычисления запаса.

Простейший способ—это взятие средней модели для всего насаждения. Если объем модели по измерениям равен  $v$ , общее число стволов по перечету  $N$ , то запас насаждения выразится формулой

$$V = v \cdot N. \quad (17)$$

Размеры средней модели подбираются в натуре по данным предварительного вычисления материалов перечета. Площадь сечения средней модели ( $g$ ) вычисляется по формуле:  $g = G : N$ , где  $G$ —сумма площадей сечений деревьев по перечету,  $N$ —число деревьев.



Средний диаметр ( $d$ ) вычисляется по формуле

$$d = 2 \sqrt{\frac{g}{\pi}} \quad (18)$$

Средние высота ( $h$ ) и видовое число ( $i$ ) вычисляются как средневзвешенные величины по ступеням толщины. Ввиду трудности подбора в натуре дерева с диаметром, точно совпадающим по величине с вычисленным по формуле, таксируют дерево в качестве модели, близкое к таковому. В этом случае запас вычисляют по формуле.

$$V = v \cdot \frac{G}{g_{\text{фак}}}, \quad (19)$$

где:  $V$ —фактический объем модели;

$g_{\text{фак}}$ —площадь сечения взятой модели,

$G$ —сумма площадей сечений деревьев насаждения.

Модельные деревья могут быть взяты по ступеням, или классам толщины в равном количестве. В этом случае запас насаждения исчисляется по формуле

$$V = v_1 \frac{G_1}{g_1} + v_2 \frac{G_2}{g_2} + v_3 \frac{G_3}{g_3} + \dots + v_n \frac{G_n}{g_n}, \quad (20)$$

т. е. как сумма запасов по ступеням, или классам толщины.

Для уточнения результатов рекомендуется брать по 2—3 модели со ступени, или класса и включать в формулу средние их объемы.

При значительном количестве намеченных к взятию моделей, учитывая неравномерное распределение числа стволов по ступеням толщины в каждом насаждении, количество моделей распределяется пропорционально численности стволов по ступеням толщины.

Запас насаждения вычисляют по формуле

$$V = \frac{G}{\Sigma g} (v_1 a_1 + v_2 a_2 + v_3 a_3 + \dots + v_n a_n) = \frac{G}{\Sigma g} \cdot \Sigma v a, \quad (21)$$

где:  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  — объемы средних моделей по ступеням толщины,

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  — число моделей по ступеням толщины,  
 $\Sigma g$  — сумма площадей сечений взятых моделей,  
 $G$  — сумма площадей сечений всего насаждения.

Выражение в скобках представляет общий объем взятых моделей ( $\Sigma v \cdot a$ ). Положительной стороной метода является возможность совместной обработки моделей. Рассмотренный способ пропорционального представительства моделей может быть использован также для учета выхода сортиментов. С этой целью обезличенные модели разрабатывают на сортименты, учет которых проводится отдельно по однородным их группам (пиловочник, шпальник, подтоварник и т. д.).

Развернутая формула объема и выходов сортиментов выглядит так:

$$V = \frac{G}{\Sigma g} A + \frac{G}{\Sigma g} B + \frac{G}{\Sigma g} C + \dots + \frac{G}{\Sigma g} F, \quad (22)$$

где:  $A, B, C$ —объемы отдельных сортиментов, полученные в результате разработки моделей,

$F$ —объем отходов.

Каждый член уравнения указывает выход соответствующих сортиментов от общего запаса насаждений;  $\frac{G}{\Sigma g}$  — общий множитель с тем же значением, как указывалось ранее.

Данные перечета и обмера моделей могут быть использованы для вычисления запаса путем построения графика прямой объемов. С этой целью на оси абсцисс откладываются квадраты диаметров по ступеням толщины ( $8^2, 12^2, 16^2$ , и т. д.), а на оси ординат—объемы взятых моделей по соответствующим ступеням толщины. Вершины ординат при таком построении расположатся в основном по прямой линии; после графического сглаживания получаем прямую объемов, которая и используется в качестве таблицы объема стволов данного насаждения. Способ характеризуется свободой выбора моделей; последние берутся лишь по основным ступеням, количество моделей заранее не устанавливается. Запас насаждения получается по общей формуле

$$V = v_1 n_1 + v_2 n_2 + v_3 n_3 + \dots + v_n n_n. \quad (23)$$

В качестве контрольного приема перечислительных методов рекомендуется применять способ видовых чисел для оп-

ределения запаса насаждений. В этом случае запас приравнивается к объему толстого дерева и определяется по формуле

$$V = G H \bar{f},$$

где:  $G$ —сумма площадей сечений деревьев насаждений;

$H$  и  $\bar{f}$ —средние высоты и видовые числа насаждения. Имеются таблицы видовых высот ( $H\bar{f}$ ) по породам в зависимости от средних высот насаждений.

Применение перечислительных методов таксации при тщательной работе, одинаковом числе моделей и удачном их выборе дает одинаковые результаты. Средняя величина погрешности 3—5 проц., часто еще меньше.

Сплошной пересчет деревьев на значительной площади вследствие большой трудоемкости заменяют частичным на пробных площадях, т. е. вместо сплошного обследования совокупности применяют частичное обследование, основанное на принципе нахождения целого по его части. Пробная площадь должна отразить все особенности исследуемого насаждения, но так как выбор пробы по этому признаку производится таксатором субъективно, то и точность таксации запасов древесины по способу пробных площадей занимает среднее место между глазмерной и перечислительной таксацией. Форма пробных площадей может быть различна: прямоугольная, квадратная, круглая. При отводе проб их нельзя примыкать непосредственно к опушкам леса, прогалинам, дорогам, просекам, канавам, отодвигая внутрь леса не менее чем на 20 м.

Существенно важный вопрос о величине пробы в настоящее время разрешается требованием, чтобы на пробе было не менее 200—250 деревьев того элемента леса, который должна охарактеризовать закладываемая пробная площадь. Величина пробы в  $m^2$  ( $F$ ) для размещения 200—250 деревьев вычисляется по формуле

$$F = Nl^2, \quad (24)$$

где:  $N$ —заданное число стволов на пробе,

$l$ —среднее расстояние между деревьями в м.

Величина  $l$  устанавливается так: натягивают ленту в определенном направлении по ломаной линии, охватывая лентой 40—50 деревьев; допустим, что для этого потребовалось натянуть 10 лент длиной по 20 м с охватом 40 деревьев; следовательно,

$$l = \frac{20 \cdot 10}{40} = 5 \text{ м.}$$

Величина пробы составит:  $200 \cdot 5^2 = 5000 \text{ м}^2 = 0,5 \text{ га}$ .

Запас на пробе устанавливается по данным перечета одним из рассмотренных способов. Полученный на пробе запас перечисляют затем на площадь таксируемого участка, умножая запас на пробе в  $\text{м}^3$  на отношение площадей участка и пробы,

$$V = v_{\text{пр.}} \frac{\text{Пл. участка}}{\text{Пл. пробы}} \quad (25)$$

### Глазомерное определение запаса насаждений

Этот способ имеет исключительно широкое применение в практике лесного хозяйства, особенно при инвентаризации лесного фонда в процессе лесоустройства.

Основным условием приобретения навыков глазомерной таксации является тренировка глазомера на пробных площадях и участках, протаксированных способами перечислительной таксации.

При этом тренирующийся удерживает в памяти зрительные впечатления о характере насаждения и, в частности, о его таксационных признаках, определяющих запас. Особое значение приобретает правильность установления средней высоты и полноты насаждения. Данные глазомера корректируются рядом придержек практического и теоретического характера. В полной мере учитывается личный опыт таксатора. При этом нужно помнить, что запас насаждения выражается формулой

$$V = GH \cdot f,$$

что с увеличением возраста величины  $G$  и  $H$  возрастают, а видовое число  $f$  уменьшается, в результате чего произведение  $Hf$  примерно остается постоянной величиной  $A$ ; следовательно, формула запаса нормального насаждения приобретает вид

$$V = AH.$$

Для изреженного насаждения необходимо включать показатель полноты ( $P$ ), т. е.

$$V = AH \cdot p. \quad (26)$$

Для сосны, дуба коэффициент  $A$  в среднем составляет 16, а для ели, пихты, осины, ольхи  $A=18$ . Уточненные значения

А по таблицам хода роста нормальных насаждений для данного бонитета и возраста составят  $A=V:H$ , следовательно, для определения запаса глазомерно определяют среднюю высоту и полноту; используя затем значение А, получаем величину глазомерного запаса.

$$V=AH \cdot p.$$

В общем виде для всех возрастов и бонитетов каждой породы формула для корректирования глазомера следующая:

$$V=A(H-a)P. \quad (27)$$

Проф. Н. В. Третьяков, на основе обработки материалов таблиц хода роста насаждений, установил для отдельных пород числовые коэффициенты приведенной формулы; например, для сосны

$$V=22(H-5)P. \quad (28)$$

Следовательно, при  $H=20$  м и полноте 0,7 запас составит  $22 \times 15 \times 0,7 = 231 \text{ м}^3$ .

По формуле  $V=A \cdot H \cdot p$  получаем

$$V=16 \times 20 \times 0,7 = 224 \text{ м}^3.$$

Значительно проще эта же задача решается путем использования разработанной ЦНИИЛХом стандартной таблицы сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0 (см. приложение 2, табл. 3)—для отдельных древесных пород в зависимости от средней высоты; для данного примера при  $H=20$  м по таблице запас на 1 га составляет  $312 \text{ м}^3$ ; умножая его на полноту 0,7, получаем  $V=218 \text{ м}^3$ .

Столь же легко определение запаса насаждения по средней высоте и полноте при помощи номограммы, разработанной проф. Н. П. Анучиным.

Два последних способа особо рекомендуются для практики.

Допустимая погрешность глазомерного определения средней высоты  $\pm 10$  проц. и полноты  $\pm 10$  проц.; поэтому погрешность определения запаса отдельного насаждения исчисляется по формуле

$$P_v = \sqrt{P_H^2 + P_{\text{пол.}}^2} = \sqrt{10^2 + 10^2} = \sqrt{200} = 14\%; \quad (29)$$

при увеличении числа наблюдений до  $N$  погрешность уменьшается пропорционально корню квадратному из числа измерений ( $\sqrt{N}$ ); если  $N = 16$ , то

$$P_v = \frac{14}{\sqrt{16}} = 3,5 \text{ проц.}$$

Средняя погрешность глазомерной таксации и определения запасов насаждений принимается в  $\pm 10$  проц.

### Сортиментация леса на корню

Количественный учет леса на корню, проводимый по масовым таблицам, заканчивается качественным учетом по сортиментным таблицам, которые являются дополнением и дальнейшим развитием таблиц объема и сбega древесных стволов.

В практике применяются сортиментные таблицы двух типов:

1. Указывающие выход промышленных и спецсортиментов, которые могут быть заготовлены из ствола данной породы, размеров и качества;

2. Указывающие расчленение объемов стволов на корню на группы сортиментов, объединенных одинаковой таксовой оценкой на корню.

Первый тип таблиц используется для материальной оценки леса на корню и имеет наибольшее значение в лесной промышленности при установлении товарности лесосечного фонда. Второй тип таблиц служит для денежной оценки древесины на корню по утвержденным таксам.

В лесном хозяйстве Белорусской ССР товарность лесосечного фонда устанавливается по таблицам БЕЛНИИЛХа для сортиментного учета леса на корню (Ф. П. Моисеенко и А. Г. Мурашко, 2-е изд. 1949 г.).

Для хвойных пород выход сортиментов дается по длине, верхнему диаметру, объему, классам крупности и сортам.

\* Распределение по классам крупности круглых сортиментов в зависимости от толщины верхнего отруба принято следующее:

| К л а с с ы             | I                        | II                             | III | IV             |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----|----------------|
| Толщина верхнего отруба | 25 см и более<br>крупная | 24—19 см   18—13 см<br>средняя |     | 12—4<br>мелкая |

Для лиственных пород выходы сортиментов даны только по кубатуре, без указания размеров; по дубу, ясеню и березе указана дополнительно сортность кряжей.

По дубу таблицы составлены по возрастным категориям.

а) до IX класса возраста и б) перестойные—IX кл. и выше.

*Применение таблиц.* Производится обычный перечет деревьев на таксируемой единице по 4-сантиметровым ступеням толщины, с распределением деревьев по принятым качественным категориям; проводятся также замеры высот по ступеням толщины для установления разряда высот.

В процессе камеральной обработки по данным перечета и установленного разряда высот подбирается соответствующая таблица, по которой сначала определяют запас древостоя по ступеням толщины отдельно для деловых и дровяных стволов, при этом полуделовые деревья после перечета распределяются поровну между деловыми и дровяными.

Затем, пользуясь данными сортиментных таблиц, запасы деловых стволов каждой ступени распределяются по выходу сортиментов в  $m^3$ ; запас дровяных стволов полностью зачисляют в дрова; особо учитываются отходы.

Подытожив выходы каждой породы по ступеням толщины, получаем в результате товарность данного древостоя.

Сводные результаты сортиментации заносятся в перечетно-оценочные ведомости.

Денежная оценка отведенных лесосек для всех лесозаготовителей производится по таксам, утвержденным на древесину, отпускаемую с корня из государственных лесов.

Таксовая стоимость 1  $m^3$  древесины дифференцируется в пределах лесотаксовых зон в зависимости от породы, разряда такс и расчленения объема ствола на крупную, среднюю, мелкую деловую древесину и дрова.

Для оценки запаса древесины на лесосеке по таксам необходимо установить как общий запас, так и запас по породам, по ступеням толщины, разделив их на две части—деловую и дровяную. Эта операция производится ранее описанным способом.

Запас деловой древесины каждой ступени толщины распределяется затем на основе таблиц на группы: крупная, средняя, мелкая и дрова; объем дровяных стволов целиком относят к дровам.

Подытожив данные по ступеням толщины, получаем расчленение общего запаса каждой породы на указанные четыре группы плюс отходы. Путем перемножения итогов объемов

каждой группы на таксовую стоимость 1 м<sup>3</sup> получаем общую таксовую стоимость древесины на корню отдельно по каждой породе.

Распределение объемов древесных стволов по ступеням толщины на крупную, среднюю, мелкую и дрова производится по сортиментным таблицам, помещенным в пособии Ф. Т. Моисеенко «Подеревная оценка леса на корню» (Госиздэт БССР, 1949); там же приведено распределение лесов БССР по разрядам такс.

Для облегчения счетной работы по денежной оценке леса на корню Минлеспромом БССР выпущены в 1950 г. «Вспомогательные таблицы для подеревной материальной оценки лесосечного фонда» (Г. Ф. Белянко и Г. Л. Симончик) по породам, разрядам высот, ступеням толщины, дающие общий объем и расчленение его на группы сортиментов для 1—9 стволов. Таблицы весьма удобны для пользования.

### Таксация прироста деревьев и насаждений

Приростом называется изменение во времени абсолютной величины какого-либо таксационного признака деревьев или насаждения (высоты, диаметра, площади сечения, объема и пр.). Наибольшее значение имеет прирост по объему.

Различают прирост текущий и прирост средний в отношении каждого таксационного признака.

Под термином «текущий прирост» ( $\Delta$ ) понимают разность абсолютных значений какого-либо таксационного признака (в том числе и объема) за определенный промежуток времени: если этот промежуток равен одному году, то имеем текущий годичный прирост; если определяем изменение величины признака за некоторый период времени, например 5—10 лет, то имеем периодический текущий прирост.

Текущий прирост может быть положительным, отрицательным и равным нулю, поскольку он выражает разность двух величин ( $\Delta = M - m$ ).

Средний прирост ( $Z$ ) представляет ту величину, на которую в среднем изменяется данный таксационный признак: или каждый год в течение всей жизни, или же на протяжении изучаемого периода. В первом случае имеем общий средний прирост; во втором—периодический средний прирост. Вычисляется путем деления абсолютной величины признака на возраст дерева или насаждения, или же на число лет исследуемого периода:

$$\left( Z_{\text{об.}} = \frac{M}{A}; Z_{\text{пер.}} = \frac{M - m}{A - a} \right).$$



Средний прирост не может быть равен нулю.

Текущий прирост по объему срубленного ствола может быть определен приближенно, применяя простую формулу срединного диаметра, как разность объемов настоящего и  $n$  лет назад:

$$\Delta_v = GL - G_n L_n.$$

Техника применения: измеряют длину ствола  $L$ ; находят прирост по высоте за  $n$  лет  $= \Delta_n$ . Высота дерева  $n$  лет назад  $L_n = L - \Delta_n$ . Измеряют диаметр  $d$  на  $1/2 L$  и вычисляют  $G$ . Затем устанавливают точку на  $1/2 L_n$ , измеряют диаметр теперешний и прирост по  $d$  за  $n$  лет; вычитая последний из теперешнего диаметра, получают диаметр  $n$  лет назад, а через него и площадь сечения  $G_n$ .

Для точных исследований необходимо применять сложную формулу срединного диаметра.

Техника применения: по аналогии с простой формулой определяют  $L$  и  $L_n$ ; после этого размечают ствол на секции одинаковой длины ( $h$ ), обычно  $2\text{ м}$ ; последняя секция меньшей длины ( $h^1$ ). Посредине секций измеряются диаметры теперь и  $n$  лет назад, а по ним площади сечений  $g$  и  $\gamma$ . Объемный прирост  $\Sigma \Delta_v = V_a - V_{a-n}$ . Объемы  $V$  и  $V_{a-n}$  вычисляются по сложной формуле срединного сечения. Конечная формула прироста по объему будет:

$$\Sigma \Delta_v = h (\Sigma g - \Sigma \gamma) + (g_n - \gamma_n) h^1 + v \text{ вершинки.} \quad (30)$$

Точность сложной формулы  $\pm 2-3$  проц., простой —  $5-10$  проц.

### Способы определения процента текущего прироста стоящих деревьев

При незначительной величине текущего прироста по объему для большей наглядности и сопоставления сравнительной энергии роста и развития отдельных деревьев вычисляются проценты текущего прироста стоящих деревьев. С этой целью теорией лесотаксации разработан ряд формул, в основе которых положены соотношения между процентами прироста по объему, площади сечения и диаметру на высоте груди, т. е.  $P_v : P_g : P_d$ .

1-й случай. Если прирост по  $H$  и  $f$  отсутствует, то  $P_v = P_g = 2P_d$ , т. е. процент прироста по объему равен  $P_g$  или  $2 P_d$ .

**2-й случай.** Наблюдается не только прирост по  $d_m$ , но также и по  $H$  и  $f$ . В этом случае  $P_v = 3P_d$ .

Между этими двумя крайностями имеется ряд промежуточных положений, в силу чего формула получает следующий общий вид:

$$P_v = (k + 2) P_d \dots \quad (31)$$

Проф. Г. М. Гурский предложил следующие значения коэффициента  $k$ :

| Энергия роста в высоту  |                              |                              |                          |                              |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| прирост отсутствует     | слабый                       | умеренный                    | хороший                  | выдающийся                   |
| $k = 0$<br>$P_v = 2P_d$ | $k = 0,4$<br>$P_v = 2,4 P_d$ | $k = 0,7$<br>$P_v = 2,7 P_d$ | $k = 1$<br>$P_v = 3 P_d$ | $k = 1,3$<br>$P_v = 3,3 P_d$ |

Процент текущего прироста по диаметру вычисляется по формуле

$$P_d = \frac{200}{n} \cdot \frac{D-d}{D+d}, \quad (32)$$

где  $D$  и  $d$  — диаметры теперь и  $n$  лет назад без коры. Для получения  $d$  нужно из величины теперешнего диаметра  $D$  вычесть прирост за  $n$  лет; для этого с помощью приростного бурава берут по двум взаимно перпендикулярным радиусам пробы на прирост и измеряют ширину  $n$  слоев; сложив эти две величины, получаем прирост по диаметру за  $n$  лет.

Цифровой пример.  $D = 28,4$  см; ширина 10 слоев по двум радиусам  $1,8 + 1,6 = 3,4$  см;  $d = 28,4 - 3,4 = 25$  см;

рост хороший;  $P_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{D-d}{D+d} = \frac{20 \cdot 3,4}{28,4 + 25} = \frac{68}{53,4} = 1,27$ ;  $P_v = 3 P_d = 3 \cdot 1,27 = 3,81$  проц.

Простейшая формула для определения процента текущего прироста стоящих деревьев по средней ширине годовичного слоя:

$$P_v = \frac{K \cdot i}{d_m}, \quad (33)$$

где  $d_m$ —диаметр на высоте груди без коры,  $i$ —средняя ширина одного годовичного слоя по радиусу за исследуемый период времени (5—10 лет); коэффициент  $K$ —переменная величина, зависит от протяжения кроны и энергии роста в высоту, берется по вспомогательной таблице.

Тот же пример.  $D = 28,4$  см, величина  $i = 0,17$ ;  $K = 630$ ;

$$P_v = \frac{630 \cdot 0,17}{28,4} = 3,76 \text{ проц.}$$

Выбор коэффициента  $K$  в формуле (33) производится по следующей таблице:

| Протяжение кроны            | Рост в высоту |        |           |         |               |              |
|-----------------------------|---------------|--------|-----------|---------|---------------|--------------|
|                             | прекратился   | слабый | умеренный | хороший | очень хороший | превосходный |
| Более $1/2$ Н               | 400           | 470    | 530       | 600     | 670           | 730          |
| Менее $1/2$ и более $1/4$ Н | 400           | 500    | 570       | 630     | 700           | 770          |
| Менее $3/4$ Н               | 400           | 530    | 600       | 670     | 730           | 800          |

Определение процента текущего прироста по способу относительного диаметра по формуле

$$P_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{r^s - (r-1)^s}{r^s + (r-1)^s}, \quad (34)$$

где:  $r$ —относительный диаметр, равный отношению  $D$  без коры к его приросту ( $\Delta_d$ ) за  $n$  лет:  $r = \frac{D}{\Delta_d}$ ;

$s$ —показатель степени—величина переменная и обуславливается протяжением кроны и энергией роста, изменяется в пределах от 2 до  $3\frac{1}{2}$ ; находится по табл. 10 (см. приложение 2), в которой показатели  $s$  заменены обозначением групп.

Пример. То же дерево:  $r = \frac{28,4}{3,4} = 8,3$ ; рост хороший; крона между  $1/2$  и  $3/4$  Н; группа IV $1/2$ .

По таблице 10 находим  $n$ -годовой прирост  $\frac{38+43}{2}=40,5$ .

Следовательно, за 1 год  $P_v = 4,05$  проц.

В этой же таблице I группа относится к показателю  $s=2$ ; II группа— $s=2\frac{1}{3}$ ; III группа— $2\frac{2}{3}$ ; IV группа—3; V группа— $3\frac{1}{3}$ .

Выбор групп проводится по следующей вспомогательной таблице:

| Протяжение кроны                            | Рост в высоту    |                   |                  |
|---|------------------|-------------------|------------------|
|   | слабый           | умеренный         | хороший          |
| Более $\frac{1}{2}$ H дерева                | II               | III               | IV               |
| Менее $\frac{1}{2}$ и более $\frac{1}{4}$ H | II $\frac{1}{2}$ | III $\frac{1}{2}$ | IV $\frac{1}{2}$ |
| Менее $\frac{1}{4}$ H                       | III              | IV                | V                |

Определение текущего прироста по относительному диаметру дает лучшие результаты по сравнению с другими методами.

\* \* \*

Процент среднего прироста зависит только от возраста дерева (A) и определяется по формуле

$$P_z = \frac{100}{A} \cdot \quad (35)$$

### Способы определения текущего прироста насаждений

Текущий прирост насаждения составляется из суммы приростов деревьев в составе насаждения. Наряду с процессом прироста происходит отпад отдельных деревьев, в силу чего текущий прирост может быть определен лишь путем повторной таксации с учетом отпада, используя формулу:

$$\Sigma \Delta_v = \frac{V_a - V_{a-n} + s}{n}, \quad (36)$$

где:  $V_a$  и  $V_{a-n}$  — запасы насаждения теперь и  $n$  лет назад;  
 $s$  — величина отпада.

Процент годовичного текущего прироста насаждения в этом случае определяется по формуле

$$P_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{V_a - V_{a-n} + s}{V_a + V_{a-n}}. \quad (37)$$

Рассмотренный способ применим на постоянных пробных площадях.

В производственных условиях величину текущего прироста насаждения за  $n$ -летний период определяют на временных пробных площадях на срубленных модельных деревьях, взятых по ступеням толщины. В этом случае объемный прирост насаждения вычисляется по формуле

$$\Sigma \Delta_v = \Delta_1 p_1 + \Delta_2 p_2 + \Delta_3 p_3 + \dots + \Delta_n p_n, \quad (38)$$

где  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$  — прирост по объему моделей, вычисленный по сложной формуле;

$p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$  — число стволов по ступеням или классам.

Располагая величиной  $\Sigma \Delta_v$ , нетрудно получить и процент периодического текущего прироста насаждения за  $n$  лет

$$P_v = \frac{\Sigma \Delta_v}{V_a} \cdot 100. \quad (39)$$

Рассмотренный способ не учитывает отпада и, следовательно, дает некоторое преуменьшение, так как число деревьев теперь меньше, чем было  $n$  лет назад. Поэтому исследуемый период берут в 5–10 лет. Если задачу исследования ограничить лишь определением процента текущего прироста на стоящих деревьях (без рубки моделей), то решение таковой проводится двумя следующими способами:

1) Насаждение протаксировано и определен как общий запас, так и запас по ступеням толщины. В этом случае процент текущего прироста определится по формуле

$$P_v = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3 + \dots + P_n V_n}{\Sigma V}, \quad (40)$$

где:  $p_1, p_2, \dots, p_n$  — проценты текущего прироста стоящих моделей по ступеням толщины, определенные по одному из рассмотренных выше способов;

$V_1, V_2, \dots, V_n$  — запасы деревьев по ступеням толщины;

$\Sigma V$  — общий запас насаждения;

2) Насаждение не таксировано. В этом случае о проценте прироста насаждения судят по проценту прироста отдельных деревьев, взятых в количестве 10—20 по способу случайной выборки. Средняя арифметическая величина из полученных процентов прироста моделей и будет характеризовать процент текущего прироста насаждения:

$$p_v = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} \quad (41)$$

Число подлежащих взятию моделей ( $n$ ) для определения процента текущего прироста насаждения с заранее заданной

точностью ( $p$ ) определяется по формуле  $n = \frac{w^2}{p^2}$ , где  $w$  —

коэффициент варьирования процента текущего прироста, принимаемый в 25—30 проц;  $p$  — потребная точность исследования. По приведенной формуле для точности в 3 проц. потребно наблюдений от 70 до 100; для точности в 5 проц. — 25—36 наблюдений и для точности 10 проц. — 6—9 наблюдений. В производственных условиях для большинства случаев можно удовлетвориться точностью  $\pm 10$  проц.