1. ТАКСАЦИЯ РАСТУЩИХ ДЕРЕВЬЕВ

4.1. Особенности таксации растущих деревьев

Рассмотренные выше способы таксации срубленных деревьев могут найти весьма ограниченное применение для определения объемов растущих деревьев, что объясняется следующими причинами:

– измерить диаметр ствола на различной высоте, пользуясь мерной вилкой, у растущих деревьев практически невозможно;

– показатели степени сбега и коэффициенты формы не могут быть использованы для характеристики формы стволов, поскольку их нельзя определить путем измерений.

Учитывая это, разработаны специальные методы таксации растущих деревьев.

При одинаковых диаметрах на высоте груди и высотах объемы отдельных деревьев вследствие различий в их форме могут быть различными. Поскольку форму стволов растущих деревьев характеризовать коэффициентами формы трудно, для определения их объемов потребовалось ввести понятие о видовом числе, показателе, характеризующем полнодревесность отдельных стволов и их совокупности.

В основу теории видовых чисел положен принцип сравнения объемов стволов с объемами правильных тел вращения (в частности, цилиндра) и получения путем такого сравнения некоторого показателя, позволяющего находить объемы древесных стволов.

При таксации растущих деревьев чаще приходится иметь дело не с отдельными стволами, а с большой их совокупностью. Это резко различные объекты таксации, что нашло отражение и в методах их учета. Методы таксации отдельных деревьев отличаются большей трудоемкостью и стремлением обеспечить высокую точность определения всех таксационных показателей. Разумеется, этот подход к таксации большой совокупности деревьев, составляющих древостой, практически неприемлем из-за его трудоемкости.

4.2. Измерение диаметра и высоты растущего дерева

Наиболее удобное место для измерения диаметров растущих деревьев – высота груди человека. В основу расчетов при построении различных таблиц (например, таблицы объемов) за высоту груди принято расстояние от основания дерева, равное 1,3 м (высота груди среднего по росту человека). Это так называемый таксационный диаметр $d_{1,.3}$. Его измеряют мерной вилкой, соблюдая следующие условия:

– при измерении диаметров отдельных деревьев точность отсчета должна быть выше (до 0,1 см); при массовых перечетах диаметр определяется в целых сантиметрах или по ступеням толщины; если средний диаметр меньше 16 см – 2 см; если больше 16 см, то 4 см;

– диаметр отдельного дерева определяют как среднеарифмети-ческое из двух взаимно перпендикулярных измерений: в равнинной местности по направлениям север – юг, восток – запад;

– при массовых перечетах диаметры измеряют в одном произвольном направлении.

Если диаметры деревьев больше, чем длина линейки мерной вилки, то для их определения измеряют рулеткой длину окружности ствола (l). Диаметр по длине окружности определяют по формуле

$$d = \frac{l}{\pi}. \qquad (4.1)$$

При измерении высоты длина базиса (расстояние от наблюдателя до дерева) должна быть примерно равна высоте измеряемого дерева. При использовании высотомеров с фиксирован-ными базисами выбирают тот, который ближе отвечает этому требованию. При работе на склоне в длину базиса обязательно вносят поправку на наклон местности. Визирование на вершину дерева и отсчет по шкале высотомера должны производиться особенно тщательно.

Отсчет делают только после того, как маятник или отвес перестанет качаться и это положение будет зафиксировано. Высоту наклонных деревьев, как правило, определяют с некоторой ошибкой. Точность определения высоты зависит от качественных характеристик высотомеров и составляет около 0,5 м.

Возраст растущего дерева определяется возрастным буравом или по количеству мутовок (у хвойных пород). К подсчитанному числу добавляют 5, полученное значение принимают в качестве возраста. При работе с возрастным буравом диаметр дерева делится на удвоенную ширину среднего годичного слоя.

4.3. Видовое число

Видовое число было введено И. Паулзеном в 1800 г. для таксации объемов стволов растущих деревьев. Видовое число есть отношение объема ствола $V_{\text{ств}}$ к объему одномерного цилиндра $V_{\text{цил}}$, имеющего высоту h, равную высоте ствола, и площадь сечения ствола g на высоте 1,3 м, т. е.

$$f = \frac{V_{\text{ств}}}{V_{\text{цил}}} = \frac{V_{\text{ств}}}{gh}.$$

Отсюда объем ствола растущего дерева равен

$$V = ghf.$$

Старое видовое число f широко используется в практике при таксации растущих деревьев и при глазомерно-измерительной таксации запаса древостоя.

Изменение f в зависимости от высоты H приводится в табл. 4.1, т. е. наблюдается обратная зависимость f от высоты H.

Таблица 4.1

Связь высот и видовых чисел стволов

Высота H	5	10	13	15	20	26	30
Видовое число f	0,675	0,57	0,556	0,550	0,535	0,526	0,522

Из приведенной зависимости f от H видно, что старое видовое число, находясь в зависимости от H, не может характеризовать формы древесных стволов.

Результаты исследований профессора В. К. Захарова [7] установили, что средняя форма древесных стволов, выраженная в относительных величинах, является для данной породы величиной постоянной, следовательно, и среднее f_N приобретает значение постоянной величины, вычисляемой по формуле

$$f_N = \frac{V}{g_{0,1}H}, \tag{4.2}$$

откуда объем ствола выразится формулой

$$V = g_{0,1}Hf_N. \tag{4.3}$$

Абсолютные значения нормальных видовых чисел по данным В. К. Захарова составляют: для березы – 0,48–0,49; дуба – 0,49–0,50; сосны – 0,50–0,51; ели, осины, ольхи – 0,53–0,54. Коэффициент варьирования f_N равен 3–5%. Исследования средних значений f_N по породам предельно упрощают таксацию срубленных и растущих деревьев.

В 1894 г. А. Шпейдель рекомендовал способ использования абсолютных видовых чисел. Он предложил строить цилиндр, с которым сопоставляется объем ствола, не на площади сечения на высоте 1,3 м, а на основании ствола (рисунок), вычисляя его диаметр d_0 по $d_{1,3}$, исходя из основного свойства «образующей» параболоида: квадраты диаметров относятся между собой как соответствующие им высоты:

$$\frac{d_0^2}{d_{1,3}^2} = \frac{H}{H-1,3},$$

откуда

$$d_0^2 = \frac{d_{1,3}^2 H}{H-1,3}. \tag{4.4}$$

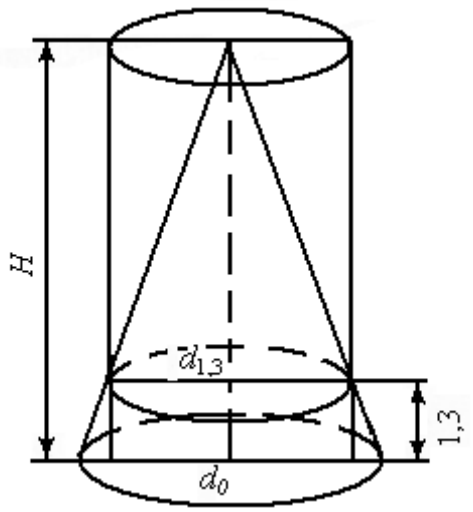

Рисунок. Сопоставление объема ствола и цилиндра
при определении абсолютного видового числа.

В практике абсолютные видовые числа не получили применения вследствие необходимости дополнительных вычислений d_0 даже при использовании готовых таблиц. Несмотря на приведенные выше недостатки старых видовых чисел, они оказались наиболее применимыми и прочно вошли в теорию и практику лесной таксации.

4.4.Всеобщие видовые числа по высотам и коэффициентам формы связь между ними

Видовые числа древесных стволов, характеризующие соотношения объемов ствола и одномерного цилиндра, давали лишь относительное представление о полнодревесности стволов и не давали представления об их форме, в частности, о сбеге.

Анализируя величины коэффициентов формы (формулы 3.2 –3.5) и их соотношения, А. Шиффель установил, что величины q_1, q_2, q_3 находятся между собой в определенной, для известной высоты ствола постоянной взаимосвязи, что позволяет по одному из них определять величины двух других.

Объем ствола V по простой формуле срединного сечения равен

$$V = \gamma H, \tag{4.5}$$

Объем одномерного цилиндра C:

$$C = g_{1,3} H, \tag{4.6}$$

где $g_{1,3}$ – площадь сечения на высоте 1,3 м.

Отсюда видовое число

$$f = \frac{V}{C} = \frac{\gamma H}{g_{1,3} H} = \frac{\gamma^2}{d_{1,3}^2} = q_2^2, \tag{4.7}$$

где γ – диаметр ствола на половине высоты, H – высота ствола, $d_{1.3}$ – диаметр ствола на вцысоте 1,3 м.

В 1891 г. М. Кунце при изучении закономерностей изменения видовых чисел также исходил из отношений диаметров δ и $d_{1,3}$, на конкретном материале отдельных древесных пород (сосны, ели, бука) и представил формулу

$$q_2 - f = C .$$

В результате исследований было установлено, что для стволов отдельных пород C является величиной постоянной и составляет: сос-на – 0,211; ель – 0,219; черная ольха – 0,211; осина – 0,217; дуб – 0,197; ясень – 0,200; кедр – 0,207.

В общем виде формула М. Кунце имеет вид:

$$f = q_2 - C .$$

Углубленные исследования видовых чисел, коэффициентов формы q_2 и зависимости их от древесных пород и высот были проведены А. Шиффелем в процессе составления таблиц объемов стволов лиственницы, сосны, пихты и ели. Изучая изменения видовых чисел по высотам и коэффициентам формы q_2, Он пришел к выводу, что кривые изменения видовых чисел выражаются уравнением следующего общего вида:

$$f = a + b\,q_2 + \frac{c}{q_2 H}, \qquad (4.8)$$

где f – видовое число ствола; a, b, c – некоторые постоянные коэффициенты; q_2 – коэффициент формы; H – высота ствола.

Для всех хвойных древесных пород видовое число можно вычислить по формуле А. Шиффеля:

$$f = 0{,}14 + 0{,}66 q_2^2 + \frac{0{,}32}{q_2 H}. \qquad (4.9)$$

В 1911 г. профессор М. Е. Ткаченко сформулировал закон формы древесных стволов: «Стволы хвойных и лиственных пород как совокупности отдельных стволов, взятых из древостоев, при каких угодно естественноисторических условиях, подчиняются одному и тому же закону формы стволов: при равных высотах, диаметрах и коэффициентах формы q_2 стволы всех древесных пород имеют близко равные видовые числа, а следовательно, и близко равные объемы».

Основываясь на таких выводах, профессор М. Е. Ткаченко составил таблицу всеобщих видовых чисел в зависимости от высот и коэффициентов формы q^2 (табл. 4.2) [22].

Таблица 4.2

Всеобщие видовые числа

Высота, м	Видовое число при коэффициенте формы				
	0,55	0,60	0,61	0,62	0,63

12	0,405	0,438	0,445	0,451	0,458
14	0,396	0,429	0,436	0,443	0,449
16	0,389	0,422	0,429	0,436	0,443
18	0,383	0,417	0,424	0,432	0,439
20	0,379	0,413	0,420	0,428	0,435
22	0,374	0,409	0,417	0,424	0,432
24	0,371	0,406	0,414	0,421	0,429
26	0,367	0,403	0,411	0,418	0,426
28	0,364	0,401	0,409	0,416	0,424

4.5. Определение объема ствола растущего дерева

На основании теории видового числа объем ствола растущего дерева V равен:

$$V=g_{1,.3}Hf. \qquad (4.10)$$

Однако, если в общей формуле объема растущего дерева

$$V = gHf = \frac{\pi d^2}{4} Hf$$

допустить, что произведение $Hf = \frac{40}{\pi} = 12{,}74$ при H = 25 м и f = 0,5, то в этом случае формула примет вид:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{40}{\pi} = 10d^2. \qquad (4.11)$$

Но так как диаметры измеряются в сантиметрах, т. е. в 0,01 м, то d^2 = 0,0001 м и объем ствола выразится так:

$$V = 10d^2 0{,}0001 = 0{,}001d_{1,3}^2. \qquad (4.12)$$

В результате получаем объем ствола в метрах кубических.

На практике объемы древесных стволов при массовых наблюде-ниях определяют с помощью принятых таблиц в зависимости от диаметра и высоты (табл. 4.3) или разряда высот и диаметра (табл. 4.4) [14, 22].

Таблица 4.3.

Таблицы определения объема древесного ствола по диаметру и высоте (по *D* и *H*)

Диаметр, см	Высота, м											
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
12	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11
16	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19
20	–	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30
28	–	–	–	–	0,41	0,42	0,46	0,49	0,51	0,54	0,56	0,59
32	–	–	–	–	0,53	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,74	0,77

Таблица 4.4.

Таблицы определения объема древесного ствола по разрядам высот

Диметр,	Разряд высот			
	I	II	III	IV

см	Высота, м	Объем, $м^3$	Высота, м	Объем, $м^3$	Высота, м	Объем, $м^3$	Высота, м	Объем, $м^3$
12	19	0,12	17	0,11	15	0,10	13	0,08
16	23	0,23	21	0,21	18	0,18	15	0,16
20	26	0,41	23	0,36	20	0,32	17	0,28
24	29	0,62	26	0,55	23	0,49	19	0,42
28	31	0,88	38	0,80	24	0,70	21	0,61