

Рационализация методов таксации леса на корню

Проф. В. К. ЗАХАРОВ

Доктор сельскохозяйственных наук

Форма древесного ствола является важнейшим таксационным признаком, который обуславливает объем ствола и его производственную ценность. На формирование ствола влияют многочисленные факторы как внешней, так и внутренней среды; результаты их совместного влияния обуславливают значительное варьирование индивидуальной формы отдельных стволов.

Вследствие значительной изменчивости форм стволов не увенчались успехом многочисленные попытки отечественных и зарубежных авторов охарактеризовать форму древесных стволов как тел вращения некоторой образующей, выраженной соответствующим уравнением.

По иному пути пошел Шиффель, предложивший характеризовать форму древесных стволов посредством отношений диаметров на относительных высотах ($\frac{1}{4}H$, $\frac{1}{2}H$ и $\frac{3}{4}H$), а также у шейки корня — к диаметру на постоянной высоте 1,3 м, получивших название коэффициентов формы ($q_n = \frac{d_n}{d_{1,3}}$).

Коэффициенты формы хотя и дают общее представление о форме стволов, но, будучи связаны с постоянной величиной 1,3 м, ставят характеристику формы ствола в зависимость от его высоты, что искажает действительное представление о ней.

Нами разработана методика исследования средней формы стволов отдельных древесных пород, устраняющая органический дефект предложения Шиффеля.

При сборе экспериментальных материалов по исследованию формы древесных стволов измерение диаметров производится на относительных высотах по секциям через 0,1 общей высоты стволов и устанавливаются отношения их (в процентах) с величиной исходного диаметра,

взятого на постоянной, но также относительной высоте, именно: 0,1 высоты дерева от основания ствола ($k = \frac{d_n}{d_{0,1}}$). Методически допустимо

взятие исходного диаметра и на иных относительных высотах.

На высоте 0,1 H практически заканчивается влияние корневых наплывов на форму ствола; последняя, выраженная в относительных величинах сбеге по относительным высотам, отражает действительное строение ствола, не искаженное влиянием других величин и в частности — высоты ствола.

В дальнейшем изложении рассмотрены результаты применения упомянутой методики на определенных объектах в сосновых насаждениях двух типов леса: сосняка-брусничника и сосняка-черничника и стволов березы как примеси в составе сосняка-черничника.

Были заложены и подвергнуты сплошной разработке пробные площадки. В сосняке-брусничнике VI класса возраста, бонитет II/III, причем было срублено и обмерено 300 стволов диаметром от 16 до 44 см.

В сосняке-черничнике состав 8С2Б (сосна 115—120 и береза 80—85 лет, класс возраста VI, бонитет III) обмерено 150 стволов сосны и 150 березы — с диаметром на 1,3 м — от 16 до 48 см.

Результаты статистической обработки собранного по предлагаемой методике экспериментального материала позволили установить, что средние значения относительного сбеге по отдельным относительным высотам, вычисленные по ступеням толщины древостоя, варьируют весьма незначительно и могут быть охарактеризованы для каждой породы некоторой устойчивой средней величиной, различной для отдельных пород (рис. 1).

Оказывается, что в пределах данной древесной породы полученные таким путем средние значения относительного сбега по относительным

до 0,8 высоты одинакова, поскольку значение коэффициента различия t меньше трех; и лишь в области кроны проявляется более резкое различие. Форма стволов березы до половины высоты совпадает с показателями сосны обоих типов леса и лишь во второй половине ствола наблюдается резкое падение сбега, что вполне объясняется биологическими особенностями сосны.

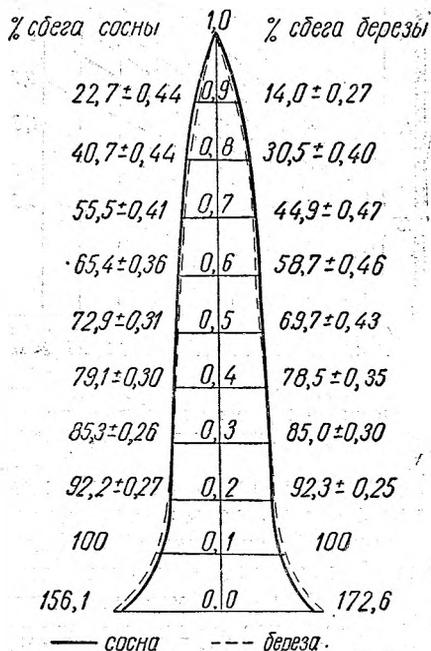


Рис. 1. График средней формы стволов сосны и березы по относительным высотам.

высотам не зависят от диаметра и высоты стволов (см. табл. 1).

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что у стволов сосны двух различных условий местопроизрастания средняя форма стволов

Приведенные сопоставления формы стволов сосны и березы показывают положительные стороны нашей методики, позволяющей объективно характеризовать форму стволов как в целом, так и по отдельным ее секциям.

Изменение абсолютного сбега стволов однородного древостоя по ступеням толщины и высотам — относительным и абсолютным, как показали результаты исследования, носит линейный характер и может быть выражено уравнением прямой линии. Иллюстрацией сказанного может служить рис. 2, дающий изменение абсолютного сбега по ступеням толщины и относительным высотам. Аналогичный рисунок получается и для абсолютных высот.

Представляет большой интерес проследить степень варьирования относительного сбега по относительным высотам, а также достоверность среднего сбега, приведенного в таблице 1.

Таблица 1

Изменение относительного сбега стволов древостоя по ступеням толщины и относительным высотам

Относительные высоты	Сосна по типам леса		Коэффициент различия (t)	Береза	Коэффициент различия t с сосной	
	сосняк-брусничник	сосняк-черничник			сосняк-брусничник	сосняк-черничник
0,1	100	100	—	100	—	—
0,2	91,6±0,15	92,2±0,27	2,0	92,3±0,25	2,6	0,27
0,3	84,4±0,22	85,3±0,26	2,6	85,0±0,30	1,6	0,83
0,4	78,3±0,22	79,1±0,30	2,1	78,5±0,35	0,5	1,8
0,5	71,8±0,24	72,9±0,31	2,8	69,7±0,43	4,3	6,8
0,6	64,6±0,24	65,4±0,36	1,9	58,7±0,46	11,3	11,5
0,7	55,4±0,26	55,5±0,41	0,27	44,9±0,47	19,6	17,2
0,8	43,3±0,29	40,7±0,44	4,9	30,5±0,40	26,0	17,1
0,9	25,0±0,31	22,7±0,44	4,3	14,0±0,27	27,0	16,8

Соответствующие статистические показатели по высотам и отдельным породам можно видеть из таблицы 2.

Данные таблицы 2 указывают на незначительную изменчивость среднего квадратического отклонения (σ) по высотам (от 3,1 до 4,9).

Коэффициент варьирования (ω) несколько увеличивается по мере повышения точки измерения диаметров, что вытекает из структуры формулы $\omega = \frac{\sigma \cdot 100}{M}$.

Для сосны значение ω изменяется в пределах от 3,4% до 19,9%; несколько большие колебания ω наблюдаются для стволов березы. Вполне естественно, что наибольшая величина ω приходится на область кроны.

Отмечается при этом высокая точность исследования среднего относительного сбега по высотам: значение p изменяется в пределах от 0,43 до 1,93%.

Полученные нами показатели формы стволов сосны и березы были сопоставлены с аналогичными данными таблиц сбега Крюденера, б. Союзлеспрома и Белорусских — разных разрядов высот. Были проведены с этой целью перечисления абсолютного сбега в таблицах с интервалами по длине обычно в 2 м — в сбега относительный через 0,1 высоты.

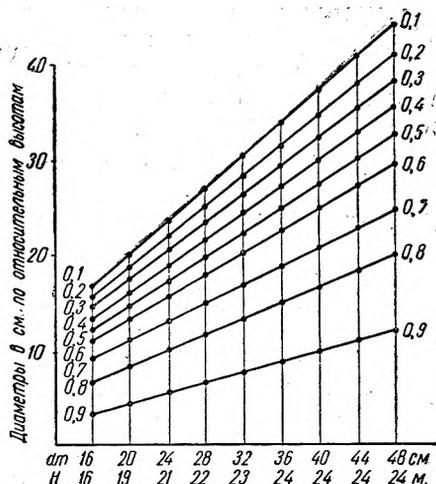


Рис. 2. График сбега стволов сосны в см по ступеням толщины и относительным высотам.

Результаты сопоставлений показали, что наибольшее согласование по сосне и березе показали таблицы сбега Крюденера, для составления которых было обмерено свыше 41 тыс. стволов сосны по двухаршинным секциям (1,42 м).

Таблицы б. Союзлеспрома и Белорусские дали некоторое снижение относительного сбега. Тем не менее это не служит основанием для установления существенных различий в форме стволов сосны с нашими данными, поскольку методы их составления были различными; здесь

Таблица 2

Статистические показатели по относительной высоте

Статистические показатели по относительной высоте	Относительные высоты							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

Стволы сосны в древостое типа сосняк-брусничник

Среднее квадратическое отклонение (σ)	3,1	3,4	3,3	3,7	3,7	4,1	4,4	4,4
Коэффициент варьирования (ω)	3,4	4,0	4,4	5,1	5,6	7,7	10,3	19,4
Точность исследования (p)	0,19	0,22	0,28	0,35	0,37	0,47	0,67	1,24

Стволы березы

Среднее квадратическое отклонение (σ)	3,0	3,7	4,3	5,3	5,6	5,8	4,9	3,3
Коэффициент варьирования (ω)	3,0	4,3	5,5	7,6	9,6	12,9	16,0	23,8
Точность исследования (p)	0,27	0,35	0,45	0,62	0,78	1,05	1,32	1,93

отразились неизбежные погрешности интерполяции сбега для перевода абсолютных диаметров через 2 м — в относительные величины через интервалы в 0,1 высоты.

Аналогичные результаты по изучению формы древесных пород получены нами и для стволов ели, ольхи и осины, что приводит к заключению об единстве средней формы стволов отдельных древесных пород, выраженной в относительных величинах по относительным высотам.

Не находится ли такая гипотеза в противоречии с основами мичуринской биологической науки об единстве развития растений и среды? По нашему мнению, различия условий местопроизрастания древесных пород, например, по типам леса, найдут и свое отражение в разной величине средних диаметров и высот, запасах, приросте, при одинаковых возрастах, а также в технических качествах древесины. Но тем не менее остается единой общая схема формирования ствола, выраженная в относительных величинах, отражающая биологические особенности отдельных древесных пород.

Приведенные результаты исследования формы стволов по нашей методике, помимо теоретического интереса, представляют немаловажное значение и для рационализации и уточнения методики составления таблиц объема и сбега древесных стволов.

Покажем это на нашем материале по сосне в типе леса сосняк-черничник. Первоначально были установлены соотношения между диаметрами и высотами, выраженные кривой обычного вида, затем проанализирована корреляционная зависимость между диаметрами на 1,3 м и на 0,1*H* и 0,5*H*. Была установлена тесная связь линейного характера, в частности, для диаметров на 1,3 м и на 0,5*H* коэффициент корреляции оказался равным: $r = 0,953 \pm 0,0075$; корреляционное отношение $\eta = 0,957 \pm 0,0078$.

Столь же высокая корреляционная связь линейного характера ока-

залась и между диаметрами на других относительных высотах.

Вычисленные линейные уравнения между диаметрами на 1,3 и на 0,1*H* и 0,5*H* — оказались:

$$d_{0,1} = 0,86x + 2,08; \quad \dots \dots (1)$$

$$d_{0,5} = 0,642x + 0,90, \quad \dots \dots (2)$$

где x — ступени толщины диаметров на 1,3 м.

Используя уравнение (1) и умножая полученные таким образом диаметры на 0,1*H* — на средние коэффициенты сбега (табл. 1) — мы переходим от относительного сбега к абсолютному (см. график 2).

Такой же линейный характер изменения диаметров наблюдается и на абсолютных высотах ствола — через интервалы 1—2 м и другие.

Полученные по уравнению (2) диаметры на 0,5*H* дают возможность получить еще два важных для нас таксационных признака: 1) коэффициенты формы $q_2 = \frac{d_{0,5}}{d_{1,3}}$ и 2) видовые числа (f) для высот по ступеням толщины.

Располагая данными о величинах: q_2 по H и используя таблицы соотношений H, q_2 и f или соответствующую формулу Шиффеля $f = 0,14 + 0,66q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 H}$, легко получаем значения видовых чисел (f) по $d_{1,3}$ и H .

В результате, объем стволов по ступеням толщины получаем по формуле: $v = g \cdot H \cdot f$.

Схема составления таким путем объемных таблиц для сосны нашего объема приводится в таблице 3.

Приведенный пример свидетельствует о предельном упрощении техники составления таблиц объемов древесных стволов без снижения их точности.

Какова же точность полученных таким способом таблиц объема? Используя с этой целью приведенный перечень стволов (всего 307 деревьев по ступеням толщины), вычислим общий запас по различным таблицам объемов — местным и общим, составленным отдельными авторами по различной методике.

Схема составления объемных таблиц

Таксационные признаки	Ступени толщины по d на 1,3 м								
	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Высоты (H)	16	19	21	22	23	24	24	24	24
Коэффициенты формы (q_2)	0,698	686	680	673	670	667	663	662	661
Видовые числа (f)	0,498	485	473	463	462	460	452	452	452
Объемы (m^3)	0,160	0,289	0,449	0,627	0,847	1,077	1,364	1,649	1,964
Число стволов	6	32	46	51	72	52	36	8	4

Таблица 4

Общий запас по различным таблицам объемов

Наименование таблиц	Запас	
	в m^3	в %
По нашим данным	247,8	100
По таблицам Союзлеспрома	250,4	101,1
Для Ленинградской, Вологодской и Архангельской областей — табл. 10, раз. V (Справочник таксатора)	238,1	96,1
Карельская АССР (табл. IV, V разряд. Справочник таксатора)	244,1	98,3
Среднего Урала (табл. Лестяжпрома — 1938 г.)	239,1	96,8
Белорусские (проф. В. К. Захарова)	250,2	100,9
Украинские (проф. Шустова — 1928)	248,4	100,2
Бурят-Монгольская АССР, табл. 15, разряд V, (Справочник таксатора)	256,7	103,5
Читинской области, табл. 23, разр. V (Справочник таксатора)	232,1	93,7
Акмоло-Кокчетавские (Малькова)	236,7	95,6
Закавказские (Закавказский научно-исследовательский лесопромышленный институт — 1932)	248,2	100,2
Немецкие (проф. Швалпах)	254,3	102,3
Шведские — Мааса ($q_2 = 0,67$)	250,1	100,8
в среднем по 12 таблицам	245,9 ±2,04	99,2

Результаты таких вычислений приведены в таблице 4, из которой видно, что среднее значение запасов, вычисленных по 12 таблицам (местным и общим, а также зарубежным), составило 99,2% наших данных¹.

¹ Наибольшее отклонение (—6,3%) дали таблицы Читинской области, но мы не располагаем данными ни о методе их составления, ни о количестве и качестве исходного материала, послужившего основой для их составления.

Вычисленный по запасам 12 таблиц вариационный ряд дал следующие статистические показатели: $M \pm m = 245,9 \pm 2,04$; $\sigma = 7,4$; $\omega = 2,98\%$ и $r = 0,83\%$.

Характерна весьма малая величина коэффициента варьирования (2,98%) и высокая точность средней величины (0,83%).

Приведенные результаты свидетельствуют о правильной научной основе, экономичности, простоте, наглядности предложенной нами мето-

дики, применение которой дает возможность получить весьма точные результаты таксации древостоев по таблицам, составленным по данной методике.

Напомним, что сопоставляемые здесь объемные таблицы составлены нами на основе обмера всего 150 стволов на одной пробной площади.

Рассмотрим далее методику составления таблиц сбега древесных стволов. Располагая данными абсолютного сбега по ступеням толщины и относительным высотам (рис. 2), нетрудно построить график «образующих» древесного ствола по диаметру и высоте, располагая ординатами 12 точек этой кривой, начиная от нуля до вершины ствола для каждой ступени толщины по диаметру (на высоте 1,3 м). Проведя затем сечения, перпендикулярные оси дерева, через интервалы 1 или 2 м, легко отсчитать по масштабу величину диаметра на любой абсолютной высоте и, сгладив таковые при помощи линейного графика, аналогичного рис. 2, внести уточненные диаметры (в коре и без коры), в таблицу сбега.

Для контроля и большей наглядности строится сводный график «образующих» древесных стволов для всех наличных соотношений между диаметром и высотой (на одном листе).

По данным составленных таблиц сбега были дополнительно вычислены с целью контроля объемы стволов, как суммы объемов секций длиной $0,1 H$; при этом получено полное совпадение с данными по формуле $v = g \cdot H \cdot f$.

В заключение осветим вопрос о количестве экспериментального материала, необходимого для составления таблиц объема и сбега по изложенной методике. Он разрешается на основе изучения степени варьирования таксационных признаков деревьев и насаждений и требуемой точности исследования.

В процессе обработки наших материалов была исследована степень варьирования абсолютных диаметров по относительным высотам для отдельных ступеней толщины (на высоте 1,3 м).

Оказалось, что основные статистические показатели варьирования диаметров на относительных высотах не зависят ни от ступеней толщины, ни от относительной высоты их измерения, что позволяет характеризовать сбеги стволов средними показателями.

Величина квадратического отклонения диаметров (σ) составила в среднем 1,17 см; коэффициент варьирования (ω) в среднем оказался — 6,3%. Применяя формулу $n = \sigma^2 : m^2$ для установления среднего сбега по d стволов при заданной абсолютной погрешности (m) — в мм, требуется обмерить для каждой ступени толщины стволов в среднем:

при погрешности сбега по диаметру в мм — 3—4—5

необходим обмер моделей (штук) — 21—12—8.

Таким образом, для составления таблиц сбега с достаточной для производства точностью 4—5 мм можно ограничиться обмером для каждой 4 см ступени толщины от 8 до 12 стволов.

Исходя в среднем из 15 ступеней толщины, потребуется для составления таблиц сбега отдельной породы от 120 до 180 моделей, или в среднем 150. Последняя цифра и была принята в нашем исследовании.

Предложенная методика упрощает и уточняет технику составления таблиц объема и сбега древесных стволов на весьма ограниченном по численности экспериментальном материале при высокой точности результатов и может быть рекомендована для практического использования в производственных и научно-исследовательских учреждениях лесного хозяйства.

