

Показатели	Пробные площади			
	7	4	6	11
" " 24 см	29/11,4	41/14,1	41/14,9	3/9,0
" " 26 см	—	—	—	2/13,0
" " 28 см	34/24,2	16/17,1	7/25,0	—
" " 30 см	—	—	—	—
" " 32 см	6/26,0	5/37,0	—	—

Около 25% урожая дают деревья средней ступени, 20% — ступени ниже средней и остальной урожай — ступени выше средней.

Анализ более многочисленного материала показывает, что процентное распределение урожая насаждения по ступеням толщины близко к процентному распределению по ступеням толщины сумм площадей сечений стволов.

А. С. Головачев

Исследование формы древесных СТВОЛОВ

Теоретическая основа таксации срубленных и стоящих деревьев базируется на изучении формы древесных стволов, так как при определенном соотношении диаметра и высоты форма обуславливает объем ствола.

Многочисленные попытки охарактеризовать форму древесного ствола математическими уравнениями ее «образующей», использование законов механики и физики, а также коэффициентов формы не дали окончательных результатов.

Дальнейшие исследования формы древесных стволов помогут решать задачи по составлению таблиц объема и сбega, по определению запасов насаждений, текущего прироста, текущего изменения запасов, а также по рациональной разработке хлыстов в связи с созданием автоматического программирования раскроя древесных стволов.

Гипотеза, высказанная проф. В. К. Захаровым (1955), о стабильности средней формы отдельных древесных пород, выраженной в процентах сбega по относительным высотам (принимая диаметр на 0,10 H за 100%), заслуживает особого внимания.

Для исследования формы древесных стволов с целью выявления связи ее с высотой (H), с диаметром на 1,3 м ($d_{1,3}$) в различных классах возраста послужили пробные

площади сосняка-черничника (A_3) разных возрастов, таксационная характеристика которых приведена в табл. 1.

Для установления средней формы древесных стволов были замерены диаметры в коре и без коры на концах каждой секции одинаковой длины, равной $0,10 H$, на всех 340 учетных деревьях. Для более полной характеристики формы стволов дополнительно замерялись диаметры на комлевом срезе дерева (0), на половине 1-й секции ($0,05 H$) и на 1,3 м.

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадей

Пробная площадь	Состав	Возраст, лет	Средние		Бони-тет	Пол-нота	Число сруб-ленных и обмеренных деревьев
			$d_{1,3}$, см	H , м			
2	10С	20	5,0	6,7	II	1,0	62
5	10С+Б	50	17,6	16,8	II	0,7	80
6	10С	70	20,3	19,8	II	0,9	93
8	10С	100	26,4	22,8	II	0,9	105 340

Принимая диаметр на $0,10 H$ ($d_{0,1}$) за 100%, диаметры на остальных относительных высотах (0; 0,05; 0,20; 0,30 и т. д. до 0,9) выражались в процентах от $d_{0,1}$. В результате форма каждого ствола характеризуется в относительных величинах диаметров по относительным высотам. Статистические показатели средней формы стволов сосны в коре и без коры в разрезе пробных площадей приведены в табл. 2.

Приведенные средние значения относительного сбега в пределах каждой относительной высоты имеют незначительные различия, независимо от возраста насаждений. Коэффициенты различия (t), оказавшиеся менее 3, позволили определить средние статистические показатели относительного сбега по объединенному материалу 4 пробных площадей и тем самым установить независимость средней формы ствола в относительных диаметрах по относительным высотам от высоты и диаметра на 1,3 м.

Средняя форма сосны по объединенному материалу сопоставлялась с данными проф. В. К. Захарова (1955) для сосняка-брусничника по БССР. При определении коэффициентов различия (t) были использованы основные ошибки средних величин (m_m) при одинаковом числе наблюдений ($n = 85$).

Средняя форма сосны различных условий местопроизрастания практически одинакова, лишь в области кроны — $0,7 H$,

Средняя форма древесных стволов сосны в коре и без коры в разрезе пробных площадей

Относительные высоты	Относительный сбег в % от диаметра на 0,10 Н $\frac{\text{в коре}}{\text{без коры}} (M \pm m)$						Коэффициент различия (t)
	Пробная площадь 2 (20 лет)	Пробная площадь 5 (50 лет)	Пробная площадь 6 (70 лет)	Пробная площадь 8 (100 лет)	Результаты объединенного материала ($n = 340$)	Сосняк-брусничник (101 год) по В. К. Захарову	
1	2	3	4	5	6	7	8
0	133,5 ± 1,01	137,1 ± 1,05	135,2 ± 0,95	136,4 ± 1,02	135,9 ± 0,94	140,9 ± 0,87	3,8
(пень)	126,3 ± 1,00	125,4 ± 0,78	128,0 ± 0,80	129,4 ± 1,11	128,4 ± 0,78	—	
0,05	108,0 ± 0,66	109,3 ± 0,45	109,4 ± 0,36	107,8 ± 0,39	108,6 ± 0,47	—	
	103,9 ± 0,39	104,3 ± 0,38	106,9 ± 0,62	105,7 ± 0,42	105,6 ± 0,42	—	
0,10	100	100	100	100	100	100	
	100	100	100	100	100	—	
0,20	90,0 ± 0,50	90,0 ± 0,38	90,2 ± 0,29	91,2 ± 0,33	90,4 ± 0,37	91,6 ± 0,34	2,4
	95,0 ± 0,44	93,7 ± 0,30	93,4 ± 0,33	93,2 ± 0,37	93,5 ± 0,37	—	
0,30	85,3 ± 0,52	83,3 ± 0,39	84,8 ± 0,34	84,2 ± 0,36	83,7 ± 0,41	84,4 ± 0,37	1,2
	88,9 ± 0,53	87,7 ± 0,37	87,0 ± 0,44	87,7 ± 0,42	88,1 ± 0,46	—	

1	2	3	4	5	6	7	8
0,40	80,3±0,52	77,9±0,43	79,2±0,32	78,6±0,40	78,3±0,44	78,3±0,36	0
	84,5±0,59	81,5±0,40	82,4±0,41	82,5±0,46	82,4±0,50	—	
0,50	71,5±0,66	71,4±0,48	70,6±0,43	71,0±0,38	71,3±0,49	71,8±0,40	0,8
	76,7±0,66	74,6±0,37	74,4±0,46	74,7±0,42	75,2±0,50	—	
0,60	64,3±0,61	62,5±0,42	62,3±0,44	62,1±0,45	62,6±0,49	64,6±0,40	2,9
	67,7±0,67	65,5±0,44	65,8±0,50	65,5±0,50	66,0±0,53	—	
0,70	53,1±0,69	52,5±0,45	52,6±0,44	51,8±0,51	52,5±0,54	55,4±0,44	4,2
	55,1±0,74	55,2±0,41	55,3±0,52	54,2±0,55	54,9±0,56	—	
0,80	39,2±0,61	40,6±0,51	40,0±0,48	38,5±0,54	39,5±0,56	43,3±0,48	5,2
	39,4±0,69	41,9±0,50	41,9±0,53	40,2±0,63	40,9±0,60	—	
0,90	25,0±0,55	23,1±0,48	23,7±0,45	22,7±0,60	23,6±0,54	25,0±0,48	2,4
	24,2±0,40	23,7±0,46	24,4±0,47	23,4±0,63	23,3±0,61	—	

0,8 *H*, где форма ствола деформирована влиянием развития кроны, и на комлевом срезе (в зависимости от высоты спиливания стволов) проявляется некоторое различие.

Исследования формы древесных стволов сосны Ангарского бассейна В. С. Петровским (1964) и его сопоставления с данными сосны по В. К. Захарову дали практическое совпадение, независимо от местопроизрастания, и также подтверждают гипотезу о единстве средней формы отдельных древесных пород. Варьирование средней формы ствола в процентах сбега по относительным высотам неодинаково и зависит от биологических особенностей отдельных частей ствола (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Статистические показатели процента сбега вариационного ряда объединенного материала ($n = 340$) по относительным высотам

Наименование статистических показателей, % сбега	Относительные высоты									
	0	0,05	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	Значения статистических показателей в коре и без коры									
Именованное среднеквадратическое отклонение (σ)	8,69	4,29	3,37	3,81	4,05	4,51	4,43	5,00	5,16	4,98
	7,21	3,90	3,43	4,23	4,61	4,58	4,88	5,13	5,54	5,58
Коэффициент варьирования (W), %	6,39	3,95	3,73	4,56	5,18	6,33	7,07	9,51	13,1	21,1
	5,62	3,70	3,67	4,81	5,59	6,09	7,39	9,34	13,6	23,3
Точность исследования (P), %	0,41	0,21	0,20	0,25	0,28	0,34	0,38	0,52	0,71	1,14
	0,37	0,20	0,20	0,26	0,30	0,33	0,40	0,51	0,73	1,26

Наиболее устойчивая форма ствола от 0,05 *H* до 0,5 *H*, варьирование которой составляет от 3,7% до 5,2% в коре и от 3,7% до 5,6% без коры. Варьирование формы ствола до 0,05 *H* объясняется корневыми наплывами и от 0,4 *H* — прикреплением живых сучьев.

Наиболее важное значение при исследовании формы древесных пород имеет ствол до 0,6 *H*, где находится, по данным проф. В. К. Захарова (1962), 89% объема ствола.

Зная коэффициент варьирования (W) и задаваясь показателем точности (P), число наблюдений (n) для характеристики формы ствола можно определить по формуле

$$n = \frac{W^2}{P^2}. \quad (1)$$

При $W = 8\%$ и $P = 2\%$ необходимо 16 наблюдений с вероятностью полученного результата в 0,683.

Для большей уверенности исследована форма стволов на 20 учетных деревьях ограниченной совокупности (3 средние ступени толшины) из каждой пробной площади (табл. 4). Выборка учетных деревьев делалась методом простой случайной выборки при помощи таблицы случайных чисел.

Результаты сопоставлений средних значений сбега по относительным высотам, полученных для каждой пробной площади при 20 наблюдениях со средними процентами сбега объединенного материала (табл. 2), показали статистическую однородность средних значений формы стволов сосны (см значения t в табл. 4).

Таблица 4

Средняя форма древесных стволов сосны в коре при 20 учетных деревьях с каждой пробной площади

Относительные высоты	Относительный сбег в % в коре от $d_{0,1}$			Коэффициент различия (t) от объединенного материала—табл. 2		
	Пробная площадь 2 20 лет ($n=20$)	Пробная площадь 5 50 лет ($n=20$)	Пробная площадь 6 70 лет ($n=20$)	пробная площадь 2	пробная площадь 5	пробная площадь 6
0	133,0±2,37	138,7±1,74	136,9±1,80	1,2	1,4	0,5
0,05	106,2±1,07	109,7±0,85	110,3±0,98	2,1	1,1	1,6
0,10	100	100	100			
0,20	88,7±1,00	90,1±0,91	89,3±0,80	1,5	0,3	1,2
0,30	84,4±1,16	83,1±0,88	82,5±0,85	0,6	0,6	1,3
0,40	79,9±1,00	77,1±0,94	76,2±0,84	0,4	1,2	2,2
0,50	72,9±1,34	70,9±0,91	69,8±0,89	1,1	0,4	0,5
0,60	64,0±1,13	62,9±0,63	62,1±0,98	1,1	0,4	0,5
0,70	51,8±1,26	52,5±0,81	52,5±0,99	0,5	0	0
0,80	39,2±1,16	41,6±0,91	40,0±1,17	0,2	2,0	0,4
0,90	26,0±0,99	23,1±0,82	24,7±1,05	1,9	0,5	1,0

Коэффициенты варьирования оказались на уровне варьирования средней формы общей совокупности. Показатели точности до 0,7 H не превышают 2%.

Таким образом, для характеристики средней формы древесных стволов необходимо взять из трех средних ступеней толшины 20 учетных деревьев. Большая точность результатов, чем 2%, потребует большего числа наблюдений.

Единство средней формы древесных стволов отдельной породы в процентах сбега по относительным высотам позволяет получить таблицы абсолютного сбега диаметров, на основании которых можно составить таблицы объема и сбега.

Таблица 5

Абсолютный сбег по ступеням толщины

Ступени толщины $d_{1,3}$	Относительные высоты										
	0	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
	Относительный сбег в % от $d_{0,1}$ пробной площади $6(n=20)$										
	136,9	110,3	100	89,3	82,5	76,2	69,8	62,1	52,5	40,0	24,7
Абсолютный сбег в см по относительным высотам в пределах ступеней толщины											
24	31,1	25,0	22,7	20,3	18,7	17,3	15,8	14,1	11,9	9,1	5,6
28	35,9	28,9	26,2	23,4	21,6	20,0	18,3	16,3	13,8	10,5	6,5

Исследования зависимости диаметра на $0,1 H$ ($d_{0,1}$) от диаметра на $1,3$ ($d_{1,3}$) (на материале 650 учетных стволов из насаждений разных возрастов от 15 до 100 лет) показали высокую корреляционную связь линейного характера ($r = 0,997$, $\zeta = 0,002$). Уравнение связи по сосне в коре:

$$d_{0,1} = 1,23 + 0,893 d_{1,3}. \quad (2)$$

Располагая уравнением связи (2), определяем диаметры на $0,10 H$ для каждой ступени толщины на $1,3$ м. Диаметры на всех остальных относительных высотах определяются

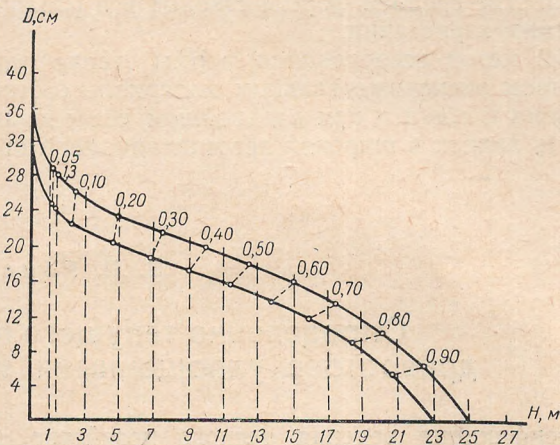


Рис. 1. Кривые сбега древесных стволов сосны ($D_{1,3} = 24, 28$).

путем перемножения полученных диаметров на $0,10 H$ на средний процент сбега соответствующей относительной высоты. В результате получается таблица абсолютного сбега по ступеням толщины (табл. 5).

Приводим часть такой таблицы для сосны пробной площади 6 (ступени толщины — 24, 28) по материалу 20 наблюдений в коре.

По данным абсолютного сбега, ступени толщины по относительным высотам и по соответствующей высоте данной ступени толщины в определенном масштабе строится график сбега древесного ствола средней формы (рис. 1). Значения высот для ступеней толщины берутся из заранее построенного графика соотношений диаметров и высот: $d_{1,3} = 24 \text{ см} - H = 23 \text{ м}$; $d_{1,3} = 28 \text{ см} - H = 25 \text{ м}$. Проведя на графике сечения на нечетных метрах, получим диаметры по середине двухметровых секций, а по ним — объемы таковых.

Отношение диаметра на $0,5 H$ к диаметру на $1,3$ м дает коэффициент формы q_2 , по которому можно классифицировать стволы. По данным диаметров на середине двух метровых секций и их объемов составляются таблицы объема и сбега.

Результаты объемов стволов по данной методике сопоставлялись с объемами стволов по таблицам Союзлеспрома, Белорусским (В. К. Захаров, 1928), Закавказским (Тбилиси, 1932), Германским (Шваппаха), Шведским (Мааса). Абсолютная разница между сопоставляемыми объемами оказалась в пределах $\pm 2,6\%$. Сопоставление подтверждает гипотезу о единстве средней формы стволов и в различных условиях местопроизрастания.

Данный метод исследования формы ствола позволяет на ограниченном экспериментальном материале составлять таблицы объема и сбега и при дальнейшем исследовании позволит решать задачи в широкой лесотаксационной практике.

В. П. Романовский

Определение текущего прироста древостоев упрощенными методами

Интенсификация ведения лесного хозяйства, вызванная ростом технического прогресса и решением задачи повышения продуктивности наших лесов, выдвинула на повестку дня вопрос о необходимости определения текущего прироста древостоев в широких производственных масштабах.

Текущий прирост по запасу древостоя наиболее достоверно характеризует динамику накопления древесной массы и тем самым дает возможность судить о фактической производительности насаждений в разные периоды их роста. Он является единственно правильным показателем экономической эффективности проводимых лесохозяйственных мероприятий и позволяет рационально регулировать размер пользования лесом, а также выявлять влияние на рост и развитие леса различных факторов: климатических, почвенно-гидрологических, повреждения пожарами, энтомо- и фитовредителями и др. Текущий прирост, наконец, дает возможность реально оценивать взаимоотношение растений с окружающей средой.

Отсюда, как отмечает М. Л. Дворецкий (1960), «величина текущего прироста и характер ее изменения во времени яв-