

УДК [630\* 53 + 630\* 377.42].001.24

### ***Л.В. Коротяев***

Коротяев Леонид Васильевич родился в 1916 г., окончил в 1941 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук. Имеет свыше 60 печатных работ в области исследования параметров деревьев и хлыстов как объектов лесозаготовок и технологических факторов повышения производительности трелевочных машин.



## **УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОБЪЕМА ПАЧКИ ДЕРЕВЬЕВ ПРИ ТРЕЛЕВКЕ**

Установлены значения коэффициентов, учитывающих массу кроны в пачке трелеваемых деревьев для ели, сосны и березы и отпад сучьев в процессе валки и формирования пачки и позволяющих правильно определить ее объем.

*Ключевые слова:* масса кроны, дерева, масса пачки и крон в ней, объем пачки.

В технической литературе и учебниках [6] констатировано, что масса кроны  $M_{кр}$  обычно составляет 0,13 ... 0,30 массы трелеваемой пачки деревьев (рейсовой нагрузки на трелевочную машину  $M$ ) без учета породы деревьев, их крупности и отпада сучьев с хвоей (листьями) в процессе валки деревьев и формирования пачки на лесосеке. К примеру, в пачке деревьев массой 6 т масса их кроны (без отпада сучьев) должна быть 0,8 или 1,8 т. Тогда объем древесины стволов в пачке (объем пачки) при плотности древесины 0,8 т/м<sup>3</sup> будет отличаться более чем на 1 м<sup>3</sup>, или на 25 %. Остается неясным, какими должны быть коэффициент и масса кроны в пачке деревьев, чтобы определить ее объем. Целью настоящей статьи является решение этого вопроса.

Наши исследования показали [1, 2], что масса кроны деревьев зависит от их породы, таксационного диаметра  $d$  (на высоте 1,3 м от шейки корня) и разряда высот. Поэтому правильнее и точнее в расчете объема трелеваемой пачки деревьев принимать массу кроны среднего дерева в пачке, на разрабатываемой делянке или лесосеке, основного разряда высот, преобладающей породы с учетом отпада элементов кроны в процессе валки деревьев и формирования пачки, и находить его через массу целого дерева.

Для практического использования в статье приведены сведения, выравненные по уравнениям связи значения массы кроны и массы целых деревьев основных лесопромышленных пород Севера – ели, сосны и березы по опытным данным автора.

В табл. 1 приведено распределение массы кроны деревьев этих пород по разрядам высот и 4-сантиметровым ступеням толщины  $d$ .

Поскольку среднее дерево на лесосеке, в пачке может иметь любой диаметр  $d$  и разряд высот, то массу его кроны можно определить путем интерполяции, пользуясь табл. 1, а для ели среднего разряда высот,



Отношение массы кроны к массе дерева  $t_{кр}/t$  или массы кроны всех деревьев в пачке  $M_{кр}$  к ее массе  $M$  дает точное значение коэффициента  $k_{кр}$ , учитывающего массу кроны в пачке. Значения  $k_{кр}$  приведены в табл. 3.

Интерполируя значения  $k_{кр}$ , можно выбрать нужное для местных условий лесоэксплуатации и ввести в расчет объема трелюемой пачки деревьев и производительности трелевочных машин. Масса кроны в пачке деревьев без учета отпада сучьев составит

$$M_{кр} = k_{кр}M, \quad (1)$$

где  $M$  – масса пачки деревьев (определяется тяговыми расчетами), кг.

Для ельников Севера коэффициент  $k_{кр}$  в зоне средних размеров дерева составляет 0,23 ... 0,24, для сосняков 0,11 ... 0,13, для березняков 0,15 ... 0,16. Значения  $k_{кр} > 0,3$  относятся только к маломерным деревьям ( $d \leq 16$  см) и не представляют практического интереса для расчета объема пачки, так как средний диаметр эксплуатационных древостоев выше.

По нашим данным [7], значительная часть сучьев сосны, ели и осины в процессе валки деревьев и сборе их в пачку на лесосеке обламывается и отпадает, особенно в зимнее время. Чем ниже температура окружающей среды, тем отпад больше. В табл. 4 приведен отпад сучьев с хвоей для ели и сосны в процентах от массы кроны дерева в зависимости от температуры воздуха  $t$ .

У березы отпад элементов кроны незначителен (1 ... 2 %), у осины, как и у сосны, существенен.

Долю отпада элементов кроны выражают в расчетах коэффициентом отпада  $k_o = p/100 = 0,01p$ .

Таблица 3

Порода	Разряд высот	Значение коэффициента $k_{кр}$ по ступеням толщины деревьев, см											
		8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
Е	II	...	0,29	0,21	0,17	...	...	...	...	...	...	...	...
	III	0,36	0,25	0,23	0,22	0,22	0,18	...	...	...	...	...	...
	IV	0,40	0,25	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	...	...	...	...	...
	V	0,45	0,34	0,28	0,24	0,22	0,21	0,20	...	...	...	...	...
	IV,2*	0,42	0,27	0,23	0,24	0,23	0,23	0,23	...	...	...	...	...
С	V	...	...	0,33	0,25	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	...	...	...
	VI	...	...	...	...	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
	VIII	...	...	...	...	0,12	0,13	0,11	...	...	...	...	...
	V,8*	...	...	0,28	0,22	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10
Б	IV	...	0,35	0,21	0,16	0,15	0,14	...	...	...	...	...	...

Таблица 4

Порода	Отпад элементов кроны $p$ , %, при валке деревьев и сборе их в пачку при $t$ , °С						
	$\geq 0$	- 5	- 10	- 15	- 20	- 25	- 30
Е	8	20	32	44	56	68	80
С	70	75	80	85	90	95	$\approx 100$

При треловке еловых деревьев в летнее время  $k_o = 0,08$ , сосновых  $k_o = 0,70$ , березовых  $k_o = 0$ . При треловке зимой еловых деревьев  $k_o = 0,08 - 0,024t$ , сосновых  $k_o = 0,70 - 0,01t$  (здесь  $t$  – отрицательная температура воздуха, °С), березовых  $k_o = 0$ . С учетом  $k_o$  коэффициент  $k_{кр}$  примет еще меньшее значение.

Без отпавших элементов кроны ее масса в пачке деревьев

$$M_{кр} = (1 - k_o) k_{кр} M.$$

Тогда объем стволовой древесины в пачке деревьев (объем пачки)  $V$  составит

$$V = (M - M_{кр}) / \rho,$$

или

$$V = [1 - (1 - k_o) k_{кр}] M / \rho,$$

где  $\rho$  – плотность свежесрубленной древесины,  $\text{кг/м}^3$  (принимается для среднего объема хлыста по данным [4]).

Для примера рассмотрим расчет объема пачки для Корниловского лесоучастка АО «Двинлес» Архангельской области, в котором преобладают ельники  $V$  разряда высот со средним диаметром дерева  $d = 20$  см. Масса кроны такого дерева  $m_{кр} = 64$  кг (табл. 1), масса всего дерева  $m = 263$  кг (табл. 2). Коэффициент  $k_{кр} = m_{кр}/m = 0,24$  (табл. 3), коэффициент отпада элементов кроны  $k_o = 0,08$  летом и  $k_o = 0,80$  зимой при морозе  $-30$  °С. При массе пачки (условно)  $M = 6000$  кг масса кроны деревьев в ней без отпада сучьев по формуле (1)  $M_{кр} = 1440$  кг, с учетом отпада летом  $1320$  кг, а зимой при  $t = -30$  °С  $M_{кр} = 288$  кг. Тогда при плотности древесины  $\rho = 800$   $\text{кг/м}^3$  [4] объем пачки составит: летом  $V = (6000 - 1320) / 800 = 4680 / 800 = 5,85$   $\text{м}^3$ , а зимой  $V = (6000 - 288) / 800 = 5712 / 800 = 7,13$   $\text{м}^3$ , более чем на  $1,3$   $\text{м}^3$ .

Изложенный материал убедительно свидетельствует о целесообразности применения данной методики для расчета объема трелюемой пачки деревьев и выработки треловочных машин.

Если известна масса пачки  $M$  (из тяговых расчетов) и масса среднего дерева в ней или в лесосеке  $m$  с учетом отпада элементов кроны, то можно найти число деревьев в пачке  $n$ , а зная объем ствола среднего диаметра  $V_c$  и плотность его древесины [4], определить объем пачки:

$$m = (1 - k_o) m_{кр} + V_c \rho, \quad (2)$$

$$n = M/m, \quad (3)$$

$$V = V_c n. \quad (4)$$

Объем  $V$  трелюемой пачки деревьев можно вычислить также, исходя из линейной зависимости массы кроны дерева от объема ствола. Опытные данные [4] этой функции представлены в табл. 5.

Зная массу пачки и принимая массу кроны для нужного (среднего) объема ствола из табл. 1, с учетом коэффициента  $k_o$  находим массу дерева по формуле (2), а затем число деревьев в пачке по (3) и ее объем по (4).

Таблица 5

По- рода	Разряд высот	Масса кроны $m_{кр}$ , кг, при объеме ствола, $m^3$												
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	3,0
Е	IV	29	52	76	100	125	149	173	197	221	245	...	...	...
	IV,2*	29	52	76	99	122	145	168	191	214	236	...	...	...
С	VI	24	35	45	55	64	73	81	89	96	104	142	170	252
	V,9*	36	49	59	66	74	81	88	95	102	109	145	181	252
Б	IV	38	44	51	57	64	71	70	86	93	100	...	...	...

Предложенную методику расчета объема трелеваемой пачки деревьев, по всей видимости, необходимо включить в учебники и учебные пособия по технологии лесосечных работ для средних и высших учебных заведений с тем, чтобы студенты – будущие техники и инженеры-лесотехнологи, а также экономисты могли правильно рассчитывать производительность трелевочных машин и решать вопросы нормирования трелевочных работ. Рекомендуются пользоваться этой методикой и инженерно-техническому составу лесозаготовительных предприятий.

В учебники по технологии и машинам лесосечных работ в порядке их обновления уместно вводить раздел «Объекты лесозаготовок» с математическим описанием природных характеристик деревьев и хлыстов, таких как размеры, центр тяжести, плотность, масса и моменты инерции ствола, кроны и дерева в целом, прогиб, жесткость и параметры собственных колебаний ствола, параметры сучьев и др. [3, 4], а в раздел по трелевке леса – технологические факторы повышения производительности трелевочных машин [5].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коротяев Л.В.* Вес кроны еловых деревьев в лесонасаждениях Севера / Л.В. Коротяев // Лесн. журн. – 1959. – № 5. – С. 91–97. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. *Коротяев Л.В.* Вес кроны деревьев основных промышленных пород Севера / Л.В. Коротяев, А.В. Ростовцев // Лесн. журн. – 1972. – № 5. – С. 56–60. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. *Коротяев Л.В.* Параметры деревьев и хлыстов как объектов лесозаготовительного производства: учеб. пособие / Л.В. Коротяев. – Л., 1982. – 80 с.
4. *Коротяев Л.В.* Природные характеристики деревьев и хлыстов: справочные материалы / Л.В. Коротяев. – Архангельск: ИПП «Правда Севера», 1998. – 100 с.
5. *Коротяев Л.В.* Технологические факторы повышения производительности трелевочных машин / Л.В. Коротяев. – Архангельск: ИПП «Правда Севера», 1998. – 113 с.
6. *Кочегаров В.Г.* Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов / В.Г. Кочегаров, Ю.А. Бит, В.Н. Меньшиков. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 392 с.
7. *Ростовцев А.В.* Отпад элементов кроны деревьев при валке и формировании трелевочного воя в зависимости от температуры воздуха / А.В. Ростовцев, Л.В. Коротяев // Лесн. журн. – 1973. – № 1. – С. 57–59. – (Изв. высш. учеб. заведений)

г. Архангельск

Поступила 31.01.03

*L.V. Korotyaev***Revised Procedure for Estimating Tree Bundle Volume at Skidding**

The coefficient values are set taking into account tree tops mass in skidded tree bundles for spruce, pine and birch and branch fall-off in the process of felling and bundle forming, also allowing to determine its volume.