

Если  $0 < a < x_2$ , то совершенно аналогично можно показать, что значение  $a$ , при котором грузовая работа наименьшая, вычисляется по формуле:

$$a = \sqrt{\frac{x_1 x_2}{2}}. \quad (9)$$

Анализируя формулы (8) и (9), приходим к выводу, что оптимальное расположение погрузочного пункта для лесосек треугольной формы определяется следующими соотношениями:

$$a = \begin{cases} \sqrt{\frac{x_1 x_2}{2}}, & \text{если } x_2 > \frac{x_1}{2}; \\ x_2, & \text{если } x_2 = \frac{x_1}{2}; \\ x_1 - \sqrt{\frac{x_1(x_1 - x_2)}{2}}, & \text{если } x_2 < \frac{x_1}{2}. \end{cases}$$

Разработанная методика и полученные с ее помощью формулы (4) — (6), (8) позволят на основе рационального выбора погрузочных пунктов решать вопросы повышения эффективности работы лесозаготовительной техники в экономически развитых районах в условиях интенсивного лесопользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Венценовцев Ю. Н. Основы теории лесопромышленных производств.— М.: Лесн. пром-сть, 1966.— 158 с. [2]. Виногоров Г. К. Лесосечные работы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 272 с. [3]. Кочегаров В. Г., Федяев П. Г., Лавров И. А. Технология и машины лесосечных и лесовосстановительных работ.— М.: Лесн. пром-сть, 1970.— 341 с. [4]. Нестеров В. Г. Оптимальные размеры лесосек.— М.: Гослесбумиздат, 1953.— 49 с. [5]. Печенкин В. Е. Определение наилучшего расположения верхнего лесозаготовительного склада // Сб. тр. / ПЛТИ, 1960.— С. 21—27. [6]. Плахсин М. В. Основы рационального построения производственного процесса лесозаготовок.— Львов: Львовск. ун-т, 1958.— 128 с.

Поступила 15 февраля 1988 г.

УДК 630\*323.4.001.57

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ РАСКРЯЖЕВКИ ОСИНОВЫХ И БЕРЕЗОВЫХ ХЛЫСТОВ

Г. А. ПРЕШКИН, А. В. СОЛДАТОВ

Уральский лесотехнический институт

Рациональное использование лесного фонда предполагает применение оптимизационных методов при производстве круглых лесоматериалов [4]. Чтобы воспользоваться ими, требуется информационная база, качественно отличающаяся от существующей [1].

В результате экспериментальных и статистических исследований выборочных распределений объемов хлыстов по ступеням толщины  $t$  нами преобразована функция Лапласа для расчета значений вероятностей  $P_{tD}$  в зависимости от среднего выборочного диаметра хлыстов  $D$ .

Для березы

$$P_{tD} = \Phi\left(\frac{d_t - 0,693D - 2,09}{0,412D - 3,68}\right) - \Phi\left(\frac{d_t - 0,693D - 6,09}{0,412D - 3,68}\right). \quad (1)$$

Для осины

$$P_{tD} = \Phi\left(\frac{d_t - 0,91D + 3,01}{0,36D - 3,75}\right) - \Phi\left(\frac{d_t - 0,91D - 0,99}{0,36D - 3,75}\right), \quad (2)$$

где  $d$  — диаметр хлыста  $t$ -й ступени толщины, см.

Таблица 1

Коэффициенты максимального выхода сортиментов, %, и их средние отпускные цены, р., из больших выборок березовых хлыстов по разрядам высот и группам качества

Сорта-мент	Длина, м	Разряд высот			
		II	III	IV	
Пилоочник обычный	3; 4	$K_0 = 6,73 D - 0,11 D^2 - 29,82$	$K_0 = 6,08 D - 0,085 D^2 - 26,49$	$K_0 = 5,24 D - 0,065 D^2 - 23,52$	
		$C_0 = 91,18 D^{-1} - 950,78 D^{-2} + 18,19$	$C_0 = 252,287 D^{-1} - 2326,2 D^{-2} + 15,29$	$C_0 = 11,24 D^{-1} - 26,58 D^{-2} + 19,96$	
		$K = 5,26 D - 0,08 D^2 - 7,91$	$K = 1,87 D - 0,001 D^2 + 30,41$	$K = 5,53 D - 0,071 D^2 - 18,55$	
		$C = 132,963 D^{-1} - 920,56 D^{-2} + 18,39$	$C = 14,86 D^{-1} + 165,54 D^{-2} + 21,91$	$C = 50,06 D^{-1} - 297,6 D^{-2} + 21,54$	
Фанерный край	1,6; 3,2	$K_0 = 5,373 D - 0,076 D^2 - 32,66$	$K_0 = 5,82 D - 0,1 D^2 - 36,17$	$K_0 = 4,73 D - 0,065 D^2 - 31,3$	
		$C_0 = 0,0029 D^2 - 0,146 D + 45,38$	$C_0 = 825,77 D^{-2} - 63,824 D^{-1} + 44,73$	$C_0 = 731,35 D^{-2} - 72,36 D^{-1} + 45,05$	
		$K = 89,81 - 792,09 D^{-1}$	$K = 6,3 D - 0,1 D^2 - 34,77$	$K = 6,34 D - 0,094 D^2 - 41,95$	
		$C = 59,82 D^{-1} - 498,89 D^{-2} + 43,01$	$C = 26,76 D^{-1} - 440,58 D^{-2} + 44,04$	$C = 15,31 D^{-1} - 14,35 D^{-2} + 45,70$	
Тарный край	2; 4	$K_0 = 122,89 D^{-2} - 156,39 D^{-1} + 59,32$	$K_0 = 1661,5 D^{-1} - 16521,26 D^{-2} + 10,37$	$K_0 = 1394,26 D^{-2} - 219,72 D^{-1} + 63,46$	
		$C_0 = 37,90 D^{-1} - 245,313 D^{-2} + 13,64$	$C_0 = 49,48 D^{-1} - 382,23 D^{-2} + 13,58$	$C_0 = 36,98 D^{-1} - 228,634 D^{-2} + 13,69$	
		$K = 250,77 D^{-1} - 3050,54 D^{-2} + 34,21$	$K = 647,01 D^{-1} - 5953,17 D^{-2} + 18,44$	$K = 13086,67 D^{-2} - 897,58 D^{-1} + 47,88$	
		$C = 39,21 D^{-1} - 286,12 D^{-2} + 14,27$	$C = 16,874 D^{-1} - 125,301 D^{-2} + 15,12$	$C = 36,086 D^{-1} - 303,71 D^{-2} + 14,65$	
Лыжный край	2,2	$K_0 = 3,122 D - 0,045 D^2 - 17,61$	$K_0 = 2,94 D - 0,05 D^2 - 16,93$	$K_0 = 2,584 D - 0,034 D^2 - 17,12$	
		$C_0 = 0,002 D^2 - 0,12 D + 57,23$	$C_0 = 0,002 D^2 - 0,11 D + 56,76$	$C_0 = 94,21 D^{-2} + 14,32 D^{-1} + 55,42$	
		$K = 1,986 D - 0,03 D^2 + 3,77$	$K = 2,732 D - 0,039 D^2 - 2,03$	$K = 4,236 D - 0,06 D^2 - 24,40$	
		$C = 55,04 - 7,48 D^{-2} - 23,16 D^{-1}$	$C = 796,99 D^{-2} - 53,14 D^{-1} + 57,05$	$C = 25,54 D^{-1} - 183,27 D^{-2} + 55,59$	
Подговарник	5	$K_0 = 890,63 D^{-1} - 18,17$	$K_0 = 527,95 D^{-1} - 7,61$	$K_0 = 773,55 D^{-1} - 6,47$	
		$C_0 = 50,0 D^{-2} - 0,2 D^{-1} + 11,31$	$C_0 = 11,94 D^{-1} - 89,46 D^{-2} + 11,07$	$C_0 = 11,12 D^{-1} - 84,46 D^{-2} + 11,11$	
		$K = 907,73 D^{-1} - 20,86$	$K = 947,08 D^{-1} - 21,91$	$K = 243,51 D^{-1} - 1,13$	
		$C = 82,23 D^{-2} - 8,09 D^{-1} + 16,70$	$C = 3,02 D^{-1} - 2,08 D^{-2} + 16,22$	$C = 165,04 D^{-2} - 19,86 D^{-1} + 16,93$	

Продолжение табл. 1

Сорти- мент	Дли- на, м	Разряд высот		
		II	III	IV
Балансы экс- портные ГОСТ 22296—76	2	$K_0 = 3425,14 D^{-1} - 23454,9 D^{-2} -$ $- 56,21$	$K_0 = 4816,12 D^{-1} - 38037,64 D^{-2} -$ $- 73,66$	$K_0 = 3978,04 D^{-1} - 30412,42 D^{-2} -$ $- 50,93$
		$C_0 = 47,4 D^{-1} - 7,21 D^{-2} + 23,66$	$C_0 = 9,55 D^{-1} - 0,043 D^{-2} + 24,47$	$C_0 = 70,875 D^{-1} - 554,33 D^{-2} + 22,91$
		$K = 0,011 D^2 - 3,28 D + 125,86$	$K = 4151,387 D^{-1} - 31820,5 D^{-2} -$ $- 51,57$	$K = 4474,35 D^{-1} - 35154,77 D^{-2} -$ $- 57,57$
		$C = 55,83 D^{-1} - 425,12 D^{-2} +$ $+ 23,64$	$C = 186,67 D^{-1} - 1856,19 D^{-2} +$ $+ 20,61$	$C = 62,77 D^{-1} - 540,07 D^{-2} + 23,64$
Балансы для целлюлозы на химическую переработку	2	$K_0 = 42,59 - 0,005 D^2 - 0,173 D$	$K_0 = 35,41 - 0,009 D^2 + 0,158 D$	$K_0 = 37,73 - 0,005 D^2 - 0,13 D$
		$C_0 = 23,11 + 0,029 D$	$C_0 = 23,32 - 0,002 D^2 + 0,033 D$	$C_0 = 23,35 + 0,029 D$
		$K = 2228,13 D^{-1} - 20130,66 D^{-2} -$ $- 7,34$	$K = 2131,33 D^{-1} - 18121,15 D^{-2} -$ $- 6,84$	$K = 2320,29 D^{-1} - 20067,6 D^{-2} - 9,32$
		$C = 0,046 D - 0,001 D^2 + 23,16$	$C = 0,026 D - 0,003 D^2 + 24,62$	$C = 0,047 D - 0,002 D^2 + 23,65$
Балансы для сульфатной, сульфитной и целлюлозы и химической древесной массы	2	$K_0 = 1660,0 D^{-1} - 14717,93 D^{-2} +$ $+ 4,30$	$K_0 = 1535,0 D^{-1} - 13310,92 D^{-2} +$ $+ 12,62$	$K_0 = 0,081 D - 0,004 D^2 + 43,25$
		$C_0 = 50,89 D^{-2} + 33,1 D^{-1} + 14,98$	$C_0 = 180,49 D^{-1} - 1099,35 D^{-2} +$ $+ 11,34$	$C_0 = 112,425 D^{-1} - 873,25 D^{-2} +$ $+ 13,35$
		$K = 0,303 D - 0,008 D^2 + 35,14$	$K = 0,104 D - 0,006 D^2 + 35,38$	$K = 0,558 D - 0,007 D^2 + 17,75$
		$C = 19,53 - 0,061 D$	$C = 18,92 - 0,074 D$	$C = 16,36 + 33,23 D^{-1} - 308,12 D^{-2}$
Каблунный кряж	2	$K_0 = 3,125 D - 31,62 - 0,027 D^2$	$K_0 = 2,487 D - 0,013 D^2 - 25,09$	$K_0 = 2,131 D - 0,012 D^2 - 20,35$
		$C_0 = 477,294 D^{-2} - 85,255 D^{-1} +$ $+ 30,29$	$C_0 = 988,5 D^{-2} - 129,3 D^{-1} + 31,55$	$C_0 = 415,657 D^{-2} - 74,79 D^{-1} + 29,62$
		$K = 1,564 D - 13,61 - 0,004 D^2$	$K = 0,614 D - 8,61 + 0,02 D^2$	$K = 0,935 D - 10,82 - 0,001 D^2$
		$C = 14,418 D^{-1} - 77,61 D^{-2} +$ $+ 29,08$	$C = 9,23 D^{-1} - 90,463 D^{-2} + 29,69$	$C = 3408,33 D^{-2} - 397,617 D^{-1} +$ $+ 35,19$

Таблица 2

Коэффициенты максимального выхода сортиментов, %, и их средние отпускные цены, р., из больших выборок осиновых хлыстов по разрядам высот и группам качества

Сортимент	Дли- на, м	Разряд высот			
		II	III	IV	V
Пилоочник обычный	3; 4	$K_0 = 9,73 D - 0,165 D^2 - 57,53$	$K_0 = 15,02 D - 0,254 D^2 - 136,98$	$K_0 = 13,02 D - 0,21 D^2 - 115,27$	
		$C_0 = 63,35 D - 1 - 304,785 D - 2 - 17,28$	$C_0 = 296,573 D - 1 - 3097,82 D - 2 + 11,64$	$C_0 = 59,43 D - 1 - 357,96 D - 2 + 16,56$	
		$K = 3,683 D - 0,05 D^2 + 17,24$	$K = 1,78 D - 0,017 D^2 + 42,05$	$K = 6,52 D - 0,095 D^2 - 24,96$	
		$C = 16,867 D - 1 - 316,484 D - 2 + 21,03$	$C = 609,206 D - 2 - 12,406 D - 1 + 20,02$	$C = 1145,555 D - 2 - 58,2 D - 1 + 20,61$	
Спичечный краж	1,7; 3,4	$K_0 = 8,544 D - 0,146 D^2 - 69,28$	$K_0 = 7,25 D - 0,135 D^2 - 49,05$	$K_0 = 8,49 D + 0,148 D^2 - 74,41$	
		$C_0 = 80,723 D - 1 - 253,55 D - 2 + 39,03$	$C_0 = 597,285 D - 2 - 4,179 D - 1 + 38,99$	$C_0 = 1354,833 D - 2 - 76,013 D - 1 + 41,08$	
		$K = 5,56 D - 0,083 D^2 - 22,65$	$K = 5,38 D - 0,068 D^2 - 26,45$	$K = 10,393 D - 0,1747 D^2 - 92,16$	
		$C = 1600,793 D - 2 - 105,221 D - 1 + 43,79$	$C = 151,107 D - 2 + 56,33 D - 1 + 38,89$	$C = 2206,7 D - 2 - 106,676 D - 1 + 42,14$	
Клепочный краж	3,1	$K_0 = 2,254 D - 0,023 D^2 - 3,19$	$K_0 = 2,409 D - 0,034 D^2 - 7,52$	$K_0 = 0,004 D^2 + 0,249 D + 17,36$	
		$C_0 = 255,254 D - 2 - 9,894 D - 1 + 28,87$	$C_0 = 29,09 + 3,715 D - 2 + 3,265 D - 1$	$C_0 = 57,732 D - 1 - 522,58 D - 2 + 27,61$	
		$K = 0,755 D - 0,0067 D^2 + 38,30$	$K = 0,023 D^2 - 1,276 D + 59,66$	$K = 0,0034 D^2 + 0,813 D + 16,89$	
		$C = 225,406 D - 2 - 20,016 D - 1 + 29,40$	$C = 29,30 - 0,024 D - 1 + 0,257 D - 2$	$C = 48,382 D - 1 - 362,049 D - 2 + 27,70$	
Спичечный краж	5	$K_0 = 10,895 D - 0,166 D^2 - 119,41$	$K_0 = 7,887 D - 0,12 D^2 - 78,04$	$K_0 = 8,351 D - 0,125 D^2 - 94,74$	
		$C_0 = 1391,324 D - 2 + 4,667 D - 1 + 137,60$	$C_0 = 0,0054 D^2 - 0,3 D + 41,23$	$C_0 = 0,027 D^2 - 1,455 D + 56,84$	
		$K = 17,816 D - 0,307 D^2 - 189,80$	$K = 11,553 D - 0,178 D^2 - 120,48$	$K = 10,483 D - 0,154 D^2 - 116,22$	
		$C = 1135,409 D - 2 - 16,346 D - 1 + 40,38$	$C = 1947,816 D - 2 - 77,262 D - 1 + 38,64$	$C = 471,1 D - 2 + 82,708 D - 1 + 36,65$	
Балансы для сульфатной, сульфитной целлюлозы и		$K_0 = 9,245 D - 0,2 D^2 - 65,33$	$K_0 = 4886,4 D - 1 - 49751,225 D - 2 - 69,33$	$K_0 = 11,97 D - 0,23 D^2 - 108,29$	
		$C_0 = 2223,6 D - 2 - 103,022 D - 1 + 16,31$	$C_0 = 136,44 D - 2 + 129,81 D - 1 + 11,06$	$C_0 = 286,92 D - 1 - 1423,28 D - 2 + 6,72$	

Продолжение табл. 2

Сортимент	Дли- на, м	Разряд высот			
		II	III	IV	
древесной массы	5	$K = 3191,65 D^{-1} - 26024,22 D^{-2} - 56,88$	$K = 1712,38 D^{-1} - 10145,64 D^{-2} - 32,37$	$K = 878,92 D^{-1} - 2914,42 D^{-2} + 13,42$	
		$C = 203,435 D^{-2} - 2,707 D^{-1} + 16,54$	$C = 551,15 D^{-1} - 4930,0 D^{-2} + 1,95$	$C = 31,805 D^{-1} - 121,21 D^{-2} + 16,52$	
Подтоварник	5	$K_0 = 26621,03 D^{-2} - 1334,346 D^{-1} + 21,39$	$K_0 = 51576,01 D^{-2} - 3053,265 D^{-1} + 51,27$	$K_0 = 39823,27 D^{-2} - 1726,66 D^{-1} + 22,52$	
		$C_0 = 519,713 D^{-2} - 39,017 D^{-1} + 16,74$	$C_0 = 915,195 D^{-2} - 77,618 D^{-1} + 17,74$	$C_0 = 132,017 D^{-1} - 1127,772 D^{-2} + 12,75$	
		$K = 2073,915 D^{-2} + 145,109 D^{-1} - 1,55$	$K = 3517,789 D^{-2} + 270,186 D^{-1} - 3,21$	$K = 2161,278 D^{-2} + 499,27 D^{-1} - 6,48$	
		$C = 53,065 D^{-1} - 459,693 D^{-2} + 15,28$	$C = 47,376 D^{-1} + 15,52 - 523,35 D^{-2}$	$C = 99,182 D^{-1} - 942,967 D^{-2} + 14,07$	
Балансы для целлюлозы на химиче- скую перера- ботку	2	$K_0 = 1025,214 D^{-1} + 7140,08 D^{-2} - 32,66$	$K_0 = 4817,98 D^{-1} - 51619,282 D^{-2} - 69,77$	$K_0 = 35311,555 D^{-2} - 1885,715 D^{-1} + 44,63$	
		$C_0 = 1003,55 D^{-1} - 10097,03 D^{-2} - 1,44$	$C_0 = 1,362 D - 0,03 D^2 + 7,53$	$C_0 = 444,568 D^{-1} - 4864,32 D^{-2} + 13,46$	
		$K = 2793,203 D^{-1} - 16625,02 D^{-2} - 56,01$	$K = 2989,489 D^{-1} - 19144,108 D^{-2} - 60,65$	$K = 3161,06 D^{-1} - 21865,81 D^{-2} - 60,27$	
		$C = 0,013 D^2 - 0,7867 D + 33,55$	$C = 981,606 D^{-1} - 8597,28 D^{-2} - 4,26$	$C = 0,261 D - 0,01 D^2 + 22,38$	

Известно, что выход и качество сортиментов значительно зависят от товарности хлыстов и технологии раскряжевки, поэтому введено их разделение на группы качества [3].

Результаты исследований приведены в табл. 1 и 2. Для низкокачественных хлыстов используются формулы с индексом ( $K_0$  и  $C_0$ ), для здоровых без индекса ( $K$  и  $C$ ). Среднюю отпускную цену 1 м<sup>3</sup> сортиментов  $C$  рассчитывали без учета торговой скидки по III поясу станции назначения [2].

Адекватность исследований практическим результатам была подтверждена в производственных условиях. Фактический эффект от внедрения оптимизированных сортиментных планов составил в среднем 20 тыс. р. на каждые 100 тыс. м<sup>3</sup> заготовленных сортиментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Апучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 536 с. [2]. Прейскурант № 07—03. Оптовые цены на лесопroduкцию (включая дрова).— М.: Прейскурантиздат, 1980.— 144 с. [3]. Прешкин Г. А., Гробов А. Н. Выход сортиментов в специализированных леспрохозах // Лесн. пром-сть.— 1973.— № 8.— С. 18—19. [4]. Степаков Г. А. Оптимизация производства круглых лесоматериалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 160 с.

Поступила 12 апреля 1988 г.

УДК 630\*375.4

### ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЙСОВОЙ НАГРУЗКИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

Г. М. АНИСИМОВ, О. А. МИХАЙЛОВ, А. Я. ПЕРЕЛЬМАН

Ленинградская лесотехническая академия

Эффективность использования трелевочных тракторов в значительной степени зависит от оптимального выбора рейсовой нагрузки  $Q$  [3]. Для оценки тягово-сцепных и эксплуатационных свойств, учитывающих конструктивные особенности и режимы работы трелевочного трактора, в работе [2] предложен эффективный показатель трелевочного трактора  $\eta_{ет}$ . Он равен произведению тягового показателя  $\eta_{тт}$  и коэффициента загрузки двигателя по мощности  $\bar{K}_N$ . Используя коэффициент условной тяги  $K_G$ , равный отношению  $\eta_{тт}$  к  $Q/(Q+G)$ , где  $G$  — вес трактора, получаем:

$$\eta_{ет}(Q) = \frac{K_G Q}{Q+G} \bar{K}_N(Q). \quad (1)$$

Ранее [2, 3] установлено, что оптимальным условиям эксплуатации трелевочного трактора весом  $G$  соответствует пачка весом  $Q = Q_{опт}$ , обеспечивающая максимум функции (1). Коэффициент условной тяги  $K_G$  изменяется в сравнительно узком диапазоне (0,95...1,05), поэтому при расчетах  $K_G$  принимают равным единице. Коэффициент загрузки двигателя по мощности  $\bar{K}_N(Q)$  определяют как среднее по загрузкам на отдельных передачах по формуле

$$\bar{K}_N(Q) = \left[ \sum_{i=1}^m \frac{p_i(Q)}{K_{Ni}} \right]^{-1}. \quad (2)$$

В формуле (2) число  $i$  означает номер передачи ( $i = 1, \dots, m$ ). Вероятности использования передач  $p_i(Q)$  равны