

УДК 630*32.001.24

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛЕСОСЕК НЕТРАДИЦИОННОЙ ФОРМЫ

И. В. ТУРЛАЙ, А. С. ФЕДОРЕНЧИК, В. В. ИГНАТЕНКО,
Н. Н. РЫСЮК

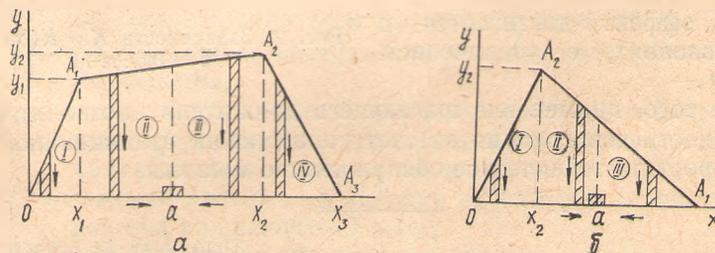
Белорусский технологический институт

Имеется множество решений [1—6] по определению наивыгоднейших размеров лесосек, делянок, расстояний между усами, погрузочными пунктами, расстояний трелевки. При этом предполагается, что лесосека является прямоугольной и есть возможность выбора исследуемых параметров (размеров, форм и т. п.), так как заготовки ведутся в лесах III и II групп.

Географическое расположение и уровень экономического развития БССР обусловили отличие технологии лесозаготовок по сравнению с Севером европейской части страны, Сибирью, Дальним Востоком. Лесозаготовительные предприятия республики работают в лесах I и II групп с ограниченным лесопользованием. Они ежегодно осваивают около 5 000 лесосек общей площадью приблизительно 25 тыс. га. Лесосечный фонд разрежен рубками прошлых лет и неравномерно расположен по всей территории республики.

Относительно высокая густота дорожной сети (от 0,9 до 2,5 км на 100 га общей площади), важное средообразующее, водоохранное и рекреационное значение лесов, большая плотность населения и другие факторы привели к нетрадиционной конфигурации лесосек (это треугольники, четырехугольники, многоугольники, у которых соотношение сторон изменяется в широком диапазоне).

В лесозаготовительных предприятиях БССР средняя площадь лесосек изменяется от 2,7 до 8,4 га, согласно [2], они являются мелкими. В результате обследования 460 лесосек по основным лесозаготовительным зонам БССР получены статистические характеристики лесосек и их форм. В общем случае наиболее типичны четырех- и треугольные лесосеки с координатами погрузочного пункта $y = 0$, $x = a$ (см. рисунок).



Для определения оптимального расположения погрузочных пунктов направление трелевки и размеры лесосек, характеризуемые координатами вершин $A_i(x_i, y_i)$, примем в соответствии со схемой, изображенной на рисунке.

Первоначально рассмотрим лесосеку четырехугольной формы (рис. а), стороны которой задаются уравнениями:

$$OA_1: \quad y = K_1 x; \quad K_1 = \frac{y_1}{x_1};$$

$$A_1A_2: \quad y = K_2(x - x_1) + y_1; \quad K_2 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1};$$

$$A_2A_3: \quad y = K_3(x - x_2) + y_2; \quad K_3 = -\frac{y_2}{x_3 - x_2}.$$

Полагаем, что при расположении погрузочного пункта соблюдается условие:

$$x_1 \leq a \leq x_2. \quad (1)$$

Найдем грузовую работу, совершаемую при трелевке леса к погрузочному пункту. Для этого лесосеку разобьем на четыре части (I—IV), выделив на каждой из них элементарную площадку шириной dx .

Полагая, что лесонасаждения равномерно расположены по площади лесосеки, и обозначая средний запас q , определим элементарную (dR_1) и полную (R_1) грузовую работу при трелевке леса с площади I участка

$$dR_1 = q \left(\frac{K_1 x}{2} + a - x \right) K_1 x dx;$$

$$R_1 = q \int_0^{x_1} \left(\frac{K_1 x}{2} + a - x \right) K_1 x dx.$$

Аналогично найдем грузовую работу при трелевке леса со II, III и IV участков

$$R_2 = q \int_{x_1}^a \left(\frac{K_2(x - x_1)}{2} + \frac{y_1}{2} + a - x \right) [K_2(x - x_1) + y_1] dx;$$

$$R_3 = q \int_a^{x_2} \left(\frac{K_2(x - x_1)}{2} + \frac{y_1}{2} + x - a \right) [K_2(x - x_1) + y_1] dx;$$

$$R_4 = q \int_{x_2}^{x_3} \left(\frac{K_3(x - x_2)}{2} + \frac{y_2}{2} + x - a \right) [K_3(x - x_2) y_2] dx.$$

Полная грузовая работа составит

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4. \quad (2)$$

После интегрирования и суммирования приведенных выше выражений определим из условия $\frac{dR}{da} = 0$ такое значение координаты a , при котором грузовая работа по трелевке леса с площади лесосеки минимальна. После преобразований получим уравнение

$$2K_2 a^2 - 4(K_2 x_1 - y_1)a - (2y_1 x_1 - 2K_2 x_1^2 + y_2 x_3 - y_2 x_1 + y_1 x_2) = 0, \quad (3)$$

которое имеет единственный положительный корень

$$a = \frac{2(K_2 x_1 - y_1) + \sqrt{4(K_2 x_1 - y_1)^2 + 2K_2(2y_1 x_1 - 2K_2 x_1^2 + y_2 x_3 - y_2 x_1 + y_1 x_2)}}{2K_2}. \quad (4)$$

Так как $R''(a) = 2K_2 a - 2K_2 x_1 + 2y_1$ для всех $x_1 \leq a \leq x_2$ положительна, то при значении a , определенном по формуле (4), грузовая

работа наименьшая.

Рассмотрим частные случаи. Для лесосеки в форме трапеции имеем $y_1 = y_2$ и $K_2 = 0$, значит:

$$R'(a) = 2y_1a - \frac{y_1x_1}{2} + \frac{y_1x_2}{2} - \frac{y_1x_3}{2} = 0,$$

отсюда

$$a = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{4}. \quad (5)$$

Для лесосеки в форме прямоугольника $x_1 = 0$; $x_2 = x_3$ получается классическое условие

$$a = \frac{x_2}{2}. \quad (6)$$

Если условие (1) не выполняется, то нетрудно показать, что форму лесосеки можно рассматривать (аппроксимировать) как треугольную.

Рассмотрим лесосеку треугольной формы (рис. б), где

$$0 < x_2 < x_1; \quad x_2 \leq a \leq x_1;$$

$$OA_2: \quad y = K_1x; \quad K_1 = \frac{y_2}{x_2};$$

$$A_2A_1: \quad y = K_2(x - x_1); \quad K_2 = \frac{y_2}{x_2 - x_1}.$$

Разбив лесосеку на участки в соответствии со схемой (рис. б) и проводя рассуждения, аналогичные случаю четырехугольной формы лесосеки, определим грузовую работу:

$$\begin{aligned} R = R_1 + R_2 + R_3 = q \left[\frac{a^3x_2}{3} - K_2x_1a^2 + a \left(\frac{K_1x_2^2}{2} - \frac{K_2x_2^2}{2} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{K_2x_1^2}{2} + K_2x_1x_2 \right) + \left(\frac{y_2^2x_2}{6} - \frac{y_2x_2^2}{3} - \frac{y_2^2(x_2 - x_1)}{6} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{y_2x_2^3}{3(x_2 - x_1)} - \frac{y_2x_1x_2^2}{2(x_2 - x_1)} - \frac{y_2x_1^3}{6(x_2 - x_1)} \right) \right], \quad (7) \end{aligned}$$

где R_1 , R_2 и R_3 — соответственно грузовые работы при трелевке леса с I—III участков.

Заменив в (7) величину K_1 отношением $\frac{y_2}{x_2}$ и вычислив первую производную, получим:

$$R'(a) = K_2 \left(a^2 - 2x_1a + \frac{x_1(x_1 + x_2)}{2} \right) = 0,$$

откуда

$$a = x_1 - \sqrt{\frac{x_1(x_1 - x_2)}{2}}. \quad (8)$$

Так как $K_2 < 0$, то:

$$R''(a) = 2K_2(a - x_1) > 0$$

для всех $x_2 < a < x_1$.

Следовательно, при a , вычисленному по формуле (8), грузовая работа минимальна.

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]. Венценосцев Ю. Н. Основы теории лесопромышленных производств.— М.: Лесн. пром-сть, 1966.— 158 с. [2]. Виногородов 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 наиболее выгодного 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.