

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РАССТОЯНИЯ ТРЕЛЕВКИ ЛЕСА АГРЕГАТНЫМИ ЛЕБЕДКАМИ

З. Б. ВАСИЛЬЕВ

Ст. преподаватель

(Сибирский лесотехнический институт)

Определение наивыгоднейшего расстояния трелевки сводится к определению оптимальных размеров лесосеки (лесорубочного участка), то есть площади лесфонда, тяготеющей к одному погрузочному пункту, расположенному в центре участка (рис. 1). При установлении размеров

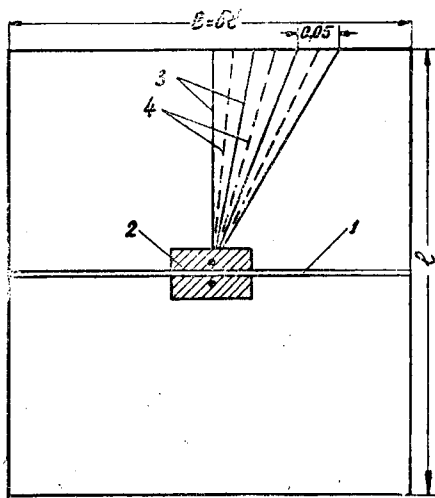


Рис. 1. Схема лесорубочного участка.

1 — ус лесовозной дороги; 2 — погрузочный пункт; 3 — границы пасек (секторов); 4 — пасечные волоки;

лесорубочных участков следует руководствоваться соображениями наименьших затрат труда и денежных средств, расходуемых на освоение 1 м^3 древесины, а не принимать в качестве исходного положения величину возможного радиуса действия лебедок, определяемую длиной грузового троса (около 500 м). Для агрегатной лебедки с реверсивным движением тягового троса затраты по трелевке изменяются пропорцио-

нально расстоянию трелевки, а по устройству погрузочных площадок и усов лесовозной дороги — обратно пропорционально расстояниям между ними.

Общее уравнение переменных денежных затрат можно представить в следующем виде:

$$C = \frac{10 \cdot b}{l \cdot M} + C_2 + \frac{C_n}{100 \cdot M \cdot \delta \cdot l^2}, \quad (1)$$

где b — стоимость переноски, устройства и обслуживания одного погонного метра уса лесовозной дороги в руб.;

C_n — безвозвратные затраты на устройство двухстороннего погрузочного пункта и на монтаж лебедок, мачт, погрузочных средств и трособлочной системы;

M — запас древесины на 1 га площади лесосеченого фонда в m^3 ;

l — длина лесосеки в км;

δ — отношение ширины лесосеки (B) к длине;

C_2 — переменные затраты на трелевку древесины в руб./ m^3 .

По данным предприятий Иркутской области, в зимний период $b = 10$ руб. пог. м, в летний период $b = 15$ руб. пог. м; $C_n = 500$ руб. и $M = 150 m^3/га$.

Для определения переменной C_2 необходимо предварительно определить сменную производительность лебедки. Последняя может быть вычислена по формуле:

$$\Pi_{см} = \frac{T_0 V_{ср} \cdot Q}{2000 \cdot l_{ср} + (t_1 + t_2) V_{ср}} \varphi_1, \quad (2)$$

где T_0 — продолжительность работы лебедки в смену за вычетом времени, затрачиваемого на подготовительно-заключительные операции. (По данным хронометражных наблюдений в зимнее время для лебедки ТЛ-5 $T_0 = 420$ мин; в летний период $T_0 = 450$ мин.);

Q — нагрузка на один трелевочный рейс в m^3 ;

$v_{ср}$ — средняя скорость движения тросов, которая оказалась равной 55 м/мин;

$l_{р1}$ — среднее расстояние в км;

φ — коэффициент, учитывающий потери времени на перенос троса из сектора в сектор;

$t_1 + t_2$ — соответственно время, затрачиваемое при формировании и отцепке пачки, в мин.

На основании обработки материалов хронометражных наблюдений за работой лебедки ТЛ-5 установлено, что при трелевке хлыстов со средним объемом от 0,5 до 1,5 m^3 , время, затрачиваемое на формирование и отцепку пачки выражается следующей зависимостью:

$$t_1 + t_2 = \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{хл}} \right) Q, \quad (3)$$

где $V_{хл}$ — средний объем хлыста на лесосеках в m^3 .

Множитель $1,6 + \frac{1,4}{V_{хл}}$ представляет собой удельный расход времени, затрачиваемого на формирование и отцепку пачки в мин/ m^3 . Графическая зависимость его от среднего объема хлыста на лесосеке приведена на графике (рис. 2).

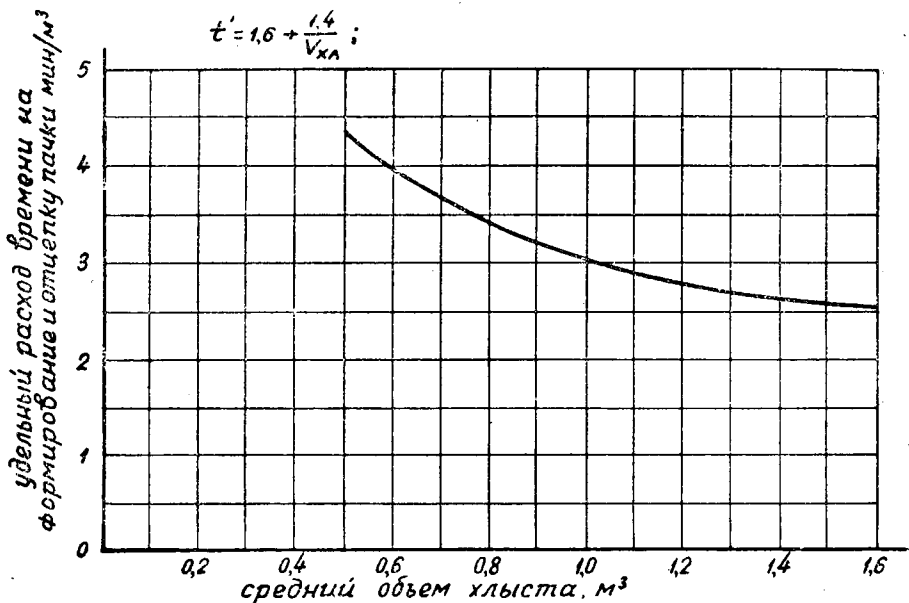


Рис. 2. Зависимость удельного расхода времени на формирование и отцепку пачки от среднего объема хлыста.

Коэффициент φ_1 , учитывающий потери времени на перенос троса из сектора в сектор, зависит от площади сектора, запаса древесины на 1 га и производительности лебедки. Величину этого коэффициента можно определить по следующей формуле:

$$\varphi_1 = \frac{t}{t+k}, \quad (4)$$

где t — число смен работы лебедки при одном положении тягового троса;

k — время (в сменах), затрачиваемое на перестановку тросов и блоков. (По данным наших наблюдений, на один перенос тросов затрачивается в среднем 90 мин, что составляет 0,2 смены).

Продолжительность стоянки агрегата при одном положении тягового троса зависит от расстояния между угловыми блоками на трелемой полосе, которое обычно равно 0,05 км.

Тогда для определения коэффициента φ_1 можно записать следующее выражение:

$$\varphi_1 = \frac{25 \cdot M \cdot l}{25 \cdot M \cdot l + 4 \cdot \Pi_{\text{см}}} \quad (5)$$

Среднее расстояние трелевки выражается известной формулой:

$$l_{\text{ср}} = (0,24 + 0,13 \cdot \delta) \cdot L. \quad (6)$$

После подстановки в выражение (2) численных значений $V_{\text{ср}}$, M и значений $t_1 + t_2$, φ_1 и $l_{\text{ср}}$ по формулам (3), (5) и (6) и последующего преобразования, получаем следующее приведенное квадратное уравнение относительно $\Pi_{\text{см}}$:

$$\Pi_{\text{см}}^2 + 940 \cdot l \cdot \Pi_{\text{см}} - \frac{940 \cdot T_0 \cdot Q \cdot l}{l \cdot (8,7 + 4,7 \cdot \delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{\sqrt{V_{\text{хл}}}}\right)} = 0. \quad (7)$$

Положительный корень этого уравнения выражается следующим образом:

$$\Pi_{\text{см}} = 30,6 \cdot \sqrt{\frac{2040 \cdot l^3 + 1100 \cdot l^3 + 235 \cdot l^2 Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right) + T_0 \cdot Q \cdot l}{l \cdot (8,7 + 4,7\delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right)} - 470l} \quad (8)$$

Тогда общая стоимость трелевки 1 м³ древесины оказывается равной:

$$C_2 = \frac{C_T}{\Pi_{\text{см}}} = \frac{C_T}{30,6 \cdot \sqrt{\frac{2040 \cdot l^3 + 1100 \cdot l^3 + 235 \cdot l^2 \cdot Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right) + T_0 \cdot Q \cdot l}{l(8,7 + 4,7\delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right)} - 470 \cdot l}} \quad (9)$$

где C_T — стоимость содержания машиносмены с учетом зарплаты рабочих, занятых на трелевке леса, в руб. ($C_T = 500$ руб.).

Имея в виду (9) выражение (1) записываем в следующем виде:

$$C = \frac{10 \cdot b}{l \cdot M} + \frac{C_T}{30,6 \cdot \sqrt{\frac{2040 \cdot l^3 + 1100 \cdot l^3 + 235 \cdot l^2 \cdot Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right) + T_0 \cdot Q \cdot l}{l(8,7 + 4,7\delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right)} - 470 \cdot \delta}} + \frac{C_{\text{п}}}{100 \cdot M \cdot \delta \cdot l^2} \quad (10)$$

Находим минимальное значение C , которое определяет оптимальную величину l и δ . Проведенные расчеты показывают, что длина лесосеки в значительной степени зависит от величины и объема пачки Q .

Оптимальные значения длины лесосеки при среднем объеме хлыста, равном 1 м³, в зависимости от объема пачки для $\delta = 1,0$ и $\delta = 0,5$ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сезон года	Отношение ширины лесосеки к длине δ	Объем пачки Q в м ³					
		3	4	5	6	7	8
Лето ($b = 15$ руб. $T_0 = 450$ мин)	1,0	0,61	0,69	0,75	0,81	0,86	0,91
	0,5	0,84	0,95	1,04	1,12	1,13	1,23
Зима $b = 10$ руб. ($T_0 = 420$ мин)	1,0	0,56	0,63	0,68	0,73	0,78	0,82
	0,5	0,76	0,85	0,93	1,0	1,07	1,21

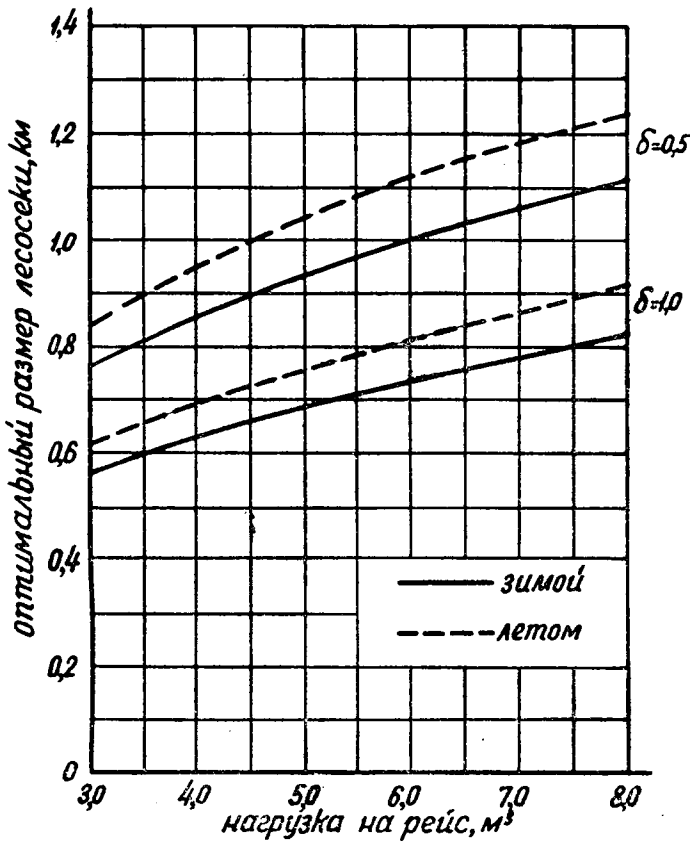


Рис. 3. Зависимость оптимальной длины лесосеки от объема трелюемой древесины.

Объем трелюемой пачки зависит от условий волока, которые в свою очередь зависят от времени года и способа трелевки (хлысты или деревья с кронами), и определяется по формуле:

$$Q = \frac{F \cdot \varphi_2}{f \cdot \gamma}, \quad (11)$$

где F — тяговое усилие на средних витках троса, наматываемого на грузовой барабан лебедки, в кг ($F = 3900$ кг);

f — коэффициент удельного сопротивления движению пачки в кг/т. В условиях лесосеки с сосновыми и лиственничными насаждениями величина его может быть принята: для зимнего периода 500 кг/т при трелевке хлыстов и 700 кг/т — при трелевке деревьев с кронами; для летнего периода 700 кг/т — при трелевке хлыстов с кронами и 900 кг/т — при трелевке деревьев с кронами;

φ_2 — коэффициент использования тягового усилия на перемещение тросов и чокеров ($\varphi_2 = 0,9$);

γ — объемный вес древесины в свежесрубленном состоянии, равный 0,9 т/м³.

По формуле (11) определяем величину объема пачки для каждого отдельного случая, а по графику (рис. 3) находим соответствующее значение оптимальной длины лесосеки ($l_{\text{опт}}$).

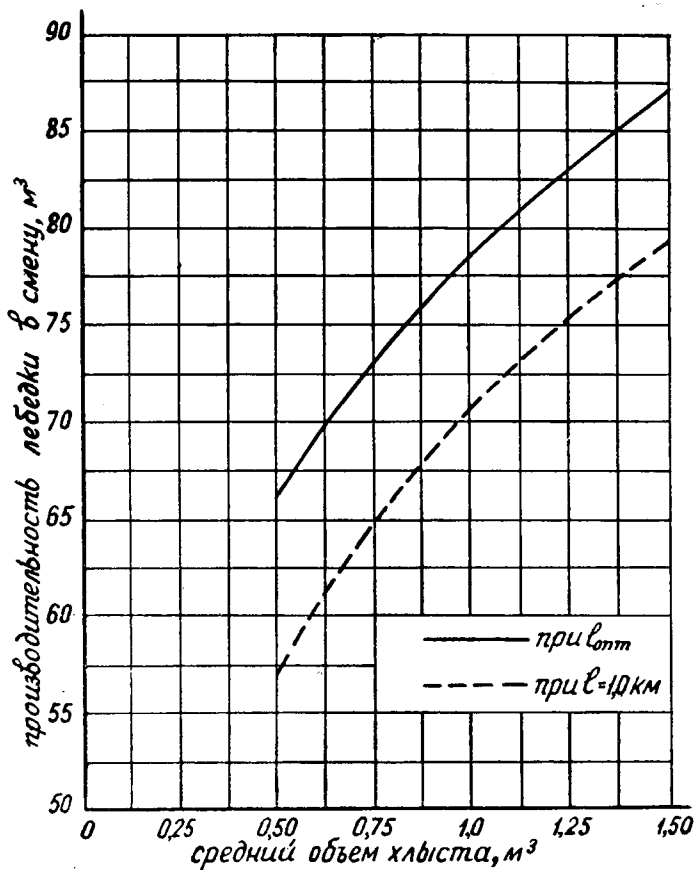


Рис. 4. Зависимость сменной производительности лебедки ТЛ-5 от среднего объема хлыста на лесосеке.

Численные величины оптимальных размеров лесосек и соответствующие им значения среднего наивыгоднейшего расстояния трелевки (при $l = 1,0$ и $V_{хл} = 1 \text{ м}^3$) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателей	Способы трелевки	
	деревьев с кронами	хлыстов
Оптимальная расчетная длина лесосеки в км:		
зимой	0,70	0,80
летом	0,68	0,78
Оптимальные рекомендуемые размеры лесосек в км	0,70	0,80
Наивыгоднейшее расчетное среднее расстояние трелевки в км:		
зимой	0,260	0,295
летом	0,250	0,290
Оптимальное рекомендуемое наивыгоднейшее среднее расстояние трелевки в км	0,255	0,290

Сравнение сменной производительности и общих затрат на освоение 1 м^3 при оптимальных размерах лесосеки и размерах лесосеки.

Таблица 3

Способ трелевки	Сезон года	Производительность лебедки за смену в м ³		Отношение $\Pi_{см}$ при $l = l_{опт}$ к $\Pi_{см}$ при $l = 1$ км в %	Общие затраты на 1 м ³ от трелевки, устройства усов и погрузочных пунктов (с)		Отношение с при $l_{опт}$ к с при $l = 1$ км в %
		при $l = l_{опт}$	при $l = 1$ км		при $l_{опт}$	при $l = 1$ км	
Деревья с кронами ($l_{опт} = 0,7$ км)	зима	71	71	111,0	7,94	8,07	98,0
	лето	78	67	116,0	8,52	8,81	96,5
Хлысты ($l_{опт} = 0,8$ км)	зима	87	80	109,0	7,10	7,26	98,0
	лето	78	74	106,0	8,15	8,10	100,5

принятых на практике ($1,0 \times 1,0$ км), произведено при $\delta = 1,0$ и $V_{хл} = 1 м^3$. Результаты расчета приведены в табл. 3.

На рис. 4 представлен график, изображающий зависимость производительности лебедки ТЛ-5 за смену от среднего объема хлыста.

Выводы

1. С увеличением объема трелеваемой пачки оптимальные размеры лесосек следует увеличивать. Например, при увеличении объема пачки с 3 м³ до 6 м³ оптимальные размеры лесосек надо увеличить на 30%.

2. При выборе размеров лесосек и соответствующих им средних расстояний трелевки необходимо учитывать способ трелевки. Так, в условиях Иркутской области ($M = 150$ м³/га, $b = 10-15$ руб. пог. м) при трелевке деревьев с кронами оптимальные размеры лесосек на 14% меньше, чем при трелевке хлыстов. Наивыгоднейшее среднее расстояние трелевки деревьев с кронами составляет 255 м, а при трелевке хлыстов — 280 м.

3. Если по условиям рельефа местности невозможно обеспечить при квадратной форме лесосеки оптимальное расстояние между усами $l_{опт} = 0,7 \div 0,8$ км, то в таких случаях, за счет уменьшения расстояния между складками, можно увеличить расстояние между усами. Так, при $\delta = 0,5$ расстояние между усами увеличивается в среднем на 35% по сравнению с тем, что имеет место при $\delta = 1,0$.

4. Когда $l = l_{опт}$, то производительность лебедки в смену при трелевке деревьев с кронами возрастает на 11—16%, а при трелевке хлыстов на 6—9%. Общие затраты на освоение 1 м³ остаются примерно на прежнем уровне.

5. В условиях лесозаготовки в Иркутской области оптимальные размеры лесосек могут быть приняты $0,7 \times 0,7$ км при трелевке деревьев с кронами и $0,8 \times 0,8$ км при трелевке хлыстов.

6. Производительность агрегатной лебедки в значительной степени зависит от среднего объема хлыста на лесосеке. Так, при увеличении среднего объема хлыста с 0,5 м³ до 1,5 м³ сменная производительность лебедки ТЛ-5 возрастает на 30% при трелевке деревьев с кронами в зимний период (рис. 4).