

Резюме. Информация, полученная при анализе спектральных плотностей параметров колебаний систем, дала весьма разносторонний материал и позволила оценить возможности использования тракторов Т-157 на трелевке пачек в полностью погруженном положении.

### Л и т е р а т у р а

1. Федоров А.А. Совершенствование подвозки леса гусеничными машинами. -- "Лесной журнал", 1960, № 3. 2. Жуков А.В., Леонович И.И. Колебания лесотранспортных машин. Минск, 1973.

УДК 634.0.78

И.И. Леонович, докт. техн. наук,  
профессор, А.М. Чупраков

### О ВЛИЯНИИ СТРУКТУРЫ ДОРОЖНОЙ СЕТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ТРАНСПОРТНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ СЕБЕСТОИМОСТИ ВЫВОЗКИ ЛЕСА

Себестоимость перевозок является одним из основных показателей, используемых при оценке экономической эффективности капитальных вложений в дорожном строительстве или сравнении вариантов сети дорог.

Собирательный характер лесозаготовительного производства определяет постоянное развитие транспортной сети вглубь осваиваемых лесных массивов. Работа дороги находится в прямой зависимости от принятого на предприятиях сочетания качества категорий путей.

В каждом рейсе автопоезд в зависимости от конкретных условий проходит по разным типам дорог примерно в таком соотношении: магистраль 60-80%, ветка 20-30% и ус 2-10%. Однако общая протяженность дорожной сети, необходимой для освоения некоторой лесной площади, распределяется по типам дорог в пропорции, практически прямо противоположной: магистраль составляет 5-7%, ветки 10-15% и усы 80-85%.

В настоящее время нет достаточных исследований по обоснованию удельного соотношения протяженности лесовозных дорог различных категорий, сочетания типов покрытий и их влияния на дорожно-транспортные расходы.

Сумма дорожно-транспортных затрат представляет собой ни что иное как эксплуатационные затраты на освоение базы, состоящие из дорожной и транспортной составляющих.

Дорожная составляющая отражает суммарные затраты на содержание и все виды ремонтов дороги, отнесенные к годовому грузообороту.

Транспортная составляющая себестоимости включает расходы, связанные с эксплуатацией и содержанием автопоездов на вывозке леса.

Кроме того, транспортная составляющая является качественным показателем в полной себестоимости вывозки леса. На величину транспортной составляющей себестоимости оказывают влияние эксплуатационные показатели качества строительства и содержания магистрали, веток и усов.

Согласно методике [2] для расчета транспортной составляющей себестоимости вывозки леса принята следующая формула:

$$S_T = \frac{M}{\Pi_{\text{см}}} \quad \text{или} \quad S_T = \frac{M}{\Pi_{\text{см}} \cdot l_{\text{ср.взв}}}, \quad (1)$$

где  $M$  — стоимость машино-смены автопоезда, руб./смену;  $\Pi_{\text{см}}$  — сменная производительность автопоезда на вывозке,  $\text{м}^3$ ;  $l_{\text{ср.взв}}$  — средневзвешенное расстояние вывозки леса, км.

Стоимость транспортной машины за одну смену работы согласно методике ЦНИИМЭ [4] равна

$$M = Z_{\text{ш}} + Z_{\text{ам}} + Z_{\text{т.р}} + Z_{\text{топл}} + Z_{\text{шин}} + Z_{\text{и.и.}}, \quad (2)$$

где  $Z_{\text{ш}}$  — расходы по зарплате водителей автопоездов с надбавками, руб.;  $Z_{\text{ам}}$  — затраты на амортизационные отчисления на реновацию и капитальный ремонт тягового и прицепного состава, руб.;  $Z_{\text{т.р}}$  — расходы на текущий ремонт автопоездов, руб.;  $Z_{\text{топл}}$  — расходы на стоимость топлива и смазочных материалов, руб.;  $Z_{\text{шин}}$  — затраты на ремонт и износ шин, руб.;  $Z_{\text{и.и.}}$  — затраты на материалы и износ инвентаря. Принимается 20% от суммы амортизационных отчислений на реновацию и капитальный ремонт, руб.

В инструкции ЦНИИМЭ [4] дается полная расшифровка каждой статьи затрат, входящих в формулу (2), поэтому авторы считают, что в данной работе ее нецелесообразно воспроизводить.

Взяв за основу методику расчета [1,3] и произведя некоторые математические преобразования, формулу для расчета стоимости машино-смены автопоезда получим в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 M = & 2 \cdot 10^{-3} \frac{T k_v \cdot V_{\text{ср.тех}} \cdot 1_{\text{ср.взв}}}{120 \cdot 1_{\text{ср.взв}} + V_{\text{ср.тех}} \cdot \sum t_{\text{пр}}} \left[ 1 \cdot 10^3 k_{\text{э}} \cdot C_{\text{т}} \cdot \right. \\
 & \times \frac{120 \cdot 1_{\text{ср.взв}} + V_{\text{ср.тех}} \cdot \sum t_{\text{пр}}}{T \cdot k_v \cdot V_{\text{ср.тех}} \cdot 2 \cdot 1_{\text{ср.взв}}} + 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot (C_{\text{а.п}} \cdot K_{\text{а}} + \\
 & + C_{\text{рос}} \cdot K_{\text{р}}) + C_{\text{т.р}} + 10 k_{\text{дост}} \cdot \beta \cdot g_{\text{т}} C_{\text{топл}} + \\
 & \left. + 1 \cdot 10^{-2} K \cdot N_{\text{шин}} C_{\text{шин}} \cdot (n_{\text{ав}} + n_{\text{пр}}) \right], \quad (3)
 \end{aligned}$$

где  $T$  — продолжительность рабочей смены, мин;  $k_v$  — коэффициент использования рабочего времени;  $V_{\text{ср.тех}}$  — среднетехническая скорость движения автопоезда, км/ч;  $\sum t_{\text{пр}}$  — сумма технологических простоев автопоезда за рейс, мин.;  $k_{\text{э}}$  — коэффициент учета различных доплат к зарплате водителя;  $C_{\text{т}}$  — дневная тарифная ставка водителя автопоезда, руб.;  $C_{\text{а.п}}$  — нормы амортизационных отчислений на тяговый состав;  $K_{\text{а}}$  — балансовая стоимость автомобиля, руб.;  $C_{\text{рос}}$  — нормы амортизационных отчислений на прицепной состав;  $K_{\text{р}}$  — балансовая стоимость отпуска, руб.;  $C_{\text{т.р}}$  — норматив затрат на текущий ремонт автопоезда на 1000 км пробега;  $k_{\text{дост}}$  — коэффициент учитывающий затраты по доставке топлива;  $\beta$  — коэффициент, учитывающий расходы на смазочные материалы;  $g_{\text{т}}$  — норма расхода горючего на 100 км пробега, кг;  $C_{\text{топл}}$  — стоимость горючего, руб./кг;  $K$  — коэффициент, учитывающий затраты по доставке шин;  $N_{\text{шин}}$  — норма на износ и ремонт шин (в %) от прейскурантной цены комплекта на 100 км пробега;  $C_{\text{шин}}$  — стоимость одной шины в сборе (комплекте), руб.;  $n_{\text{ав}}$  — ко-

личество шин у автомобиля;  $n_{\text{пр}}$  — количество шин на прицепном составе.

Принимая во внимание специфические условия работы автотранспорта, при дальнейших расчетах транспортные расходы распределим на усы, ветки и магистраль пропорционально доли времени рейса, приходящегося на каждый из этих видов дорог, по формуле

$$t = \frac{t_{\text{п}} + t_{\text{р}}}{T_{\text{р}} - (t_{\text{п}} + t_{\text{р}})} \cdot t_{\text{дв}} + t_{\text{дв}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{р}}$  — общая продолжительность рейса, мин.;  $t_{\text{п}}$ ,  $t_{\text{р}}$  — время погрузки и разгрузки, мин.;  $t_{\text{дв}}$  — время движения в порожнем и грузовом направлении соответственно по усу, ветке и магистрали, определяемое по формуле

$$t_{\text{дв}} = \frac{120 \cdot l_{\text{ср.взв}}}{V_{\text{ср.тех}}},$$

где  $l_{\text{ср.у}}$ ,  $l_{\text{ср.в}}$ ,  $l_{\text{ср.м}}$  — среднее расстояние вывозки по усу, ветке и магистрали, км;  $V_{\text{ср.у}}$ ,  $V_{\text{ср.в}}$ ,  $V_{\text{ср.м}}$  — соответствующие средние скорости движения в обоих направляющих, км/ч.

С учетом формулы (4) стоимость машино-смены по видам дорог распределится так:

$$M_{\text{у}} = \frac{M \cdot t_{\text{у}}}{T_{\text{р}}}; \quad M_{\text{в}} = \frac{M \cdot t_{\text{в}}}{T_{\text{р}}}; \quad M_{\text{м}} = \frac{M \cdot t_{\text{м}}}{T_{\text{р}}}, \quad (5)$$

где  $M_{\text{у}}$ ;  $M_{\text{в}}$ ;  $M_{\text{м}}$  — часть расходов стоимости машино-смены приходящаяся на усы, ветки и магистраль, руб.;  $t_{\text{у}}$ ;  $t_{\text{в}}$ ;  $t_{\text{м}}$  — доля времени рейса, приходящаяся на каждый из этих видов дорог, мин.

Для того чтобы получить математическое выражение транспортной составляющей себестоимости вывозки леса, подставим значения формулы (3) в формулу (1) и соответственно упростим. После преобразования получим зависимость

$$S_{\text{т}} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{\theta_{\text{р}}} \left[ 1 \cdot 10^3 \cdot k_{\theta} \cdot C_{\text{т}} \cdot \frac{120 l_{\text{ср.взв}} \cdot \sum t_{\text{пр}}}{T_{\text{к}} \cdot V_{\text{ср.тех}} \cdot 2 \cdot l_{\text{ср.взв}}} \right]$$

$$+ 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot (C_{a.п} \cdot K_a + C_{рос} \cdot K_p) + C_{т.р} + 10 \cdot k_{дост} \cdot \beta \cdot g_{т} \cdot C_{топл} + \\ + 1 \cdot 10^{-2} \cdot K \cdot N_{шин} \cdot C_{шин} \cdot (n_{ав} + n_{пр}) \Big], \quad (6)$$

где  $\theta_p$  — рейсовая нагрузка автопоезда, м<sup>3</sup>.

Транспортную составляющую себестоимости определим как в целом для дороги, так и в отдельности для магистрали, веток и усов по (1), с подставкой соответствующих значений по категориям дорог, например  $S_{т.м} = \frac{M_{т.м}}{\Pi_{см}}$ .

Приведем пример расчета транспортной составляющей при следующих исходных данных:

$$T = 420 \text{ мин}; k_B = 0,9; v_{ср.тех} = 24 \text{ км/ч}; k_D = 2,0;$$

$$C_T = 5,87 \text{ руб.}; C_{a.п.} = 0,89; K_a = 8178 \text{ руб.}; C_{рос} = 0,94;$$

$$K_p = 2572 \text{ руб.}; C_{т.р} = 31,3 \text{ руб.}; k_{дост} = 1,2; \beta = 1,2;$$

$$g_T = 70 \text{ руб.}; C_{топл} = 0,066 \text{ руб./кг}; K = 1,1; N_{шин} = 3,57;$$

$$C_{шин} = 205,5 \text{ руб.}; n_{ав} = 4; n_{пр} = 8; \sum t_{пр} = 30 \text{ мин};$$

$$v_{ср.м} = 31,6 \text{ км/ч};$$

$$v_{ср.в} = 25,9 \text{ км/ч}; v_{ср.у} = 14,5 \text{ км/ч}; \theta_p = 19 \text{ м}^3.$$

В качестве базового принят автопоезд типа МАЗ = 509 + ТМЗ = 803. Расчеты были выполнены для трех вариантов средневзвешенного расстояния вывозки — 30,40 и 50 км.

Задаваясь разными значениями и соотношениями среднего расстояния вывозки по магистрали, ветке и усу при  $l_{ср.взв} = \text{const}$ , мы получили значения транспортной составляющей себестоимости (табл. 1,2) в зависимости от структуры дорожной сети лесозаготовительного предприятия.

Графическая интерпретация полученных значений  $S_T$  для  $l_{ср.взв} = 30 \text{ км}$  приведена на рис. 1 и 2.

Данные табл. 1,2 и графические зависимости (рис. 1,2) дают представление об изменении стоимости машино-смены автопоезда и транспортной составляющей от расстояния вывозки в целом по дороге и в отдельности по видам дорог, формирующей единую транспортную сеть леспромхоза. Предварительные

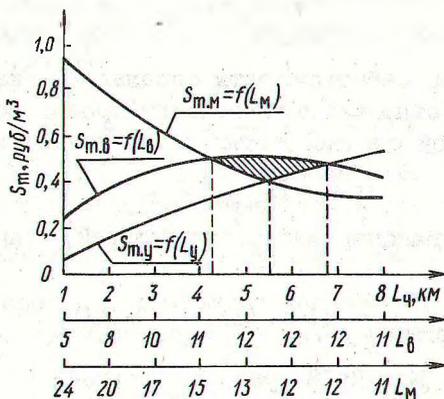


Рис.1. Зависимость транспортной составляющей от изменения структуры порожней сети.

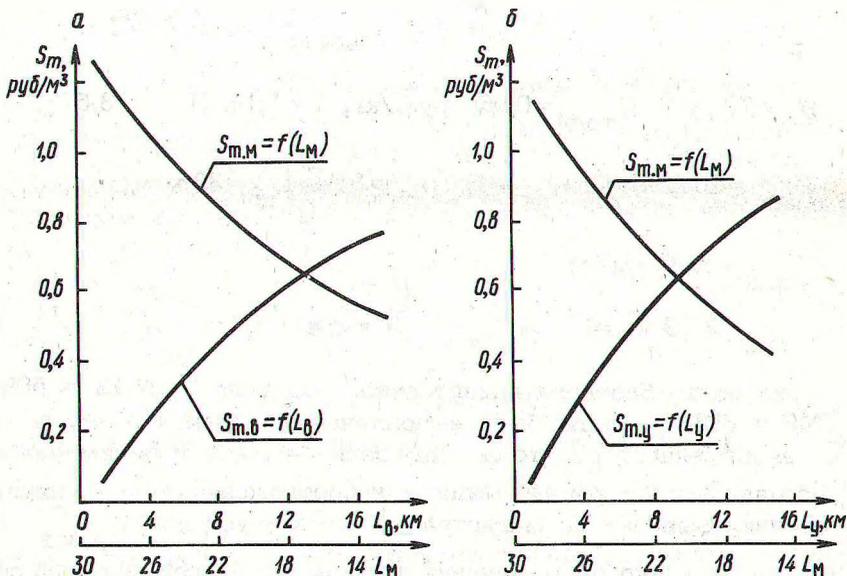


Рис. 2. Зависимость транспортной составляющей от изменения сочетания лесотранспортных путей: а - ветка - магистраль,  $L_у = 0$ ; б - ус- магистраль,  $L_в = 0$ .

результаты расчетов, выполненные на ЭВМ "Минск-22" [5], и полученные зависимости предполагают возможность выбора оптимальных параметров построения лесотранспортной сети при сравнении конкурирующих вариантов с учетом различных зна-

Таблица 1

L <sub>у</sub>	L <sub>в</sub>	L <sub>м</sub>	M <sub>у</sub>	M <sub>в</sub>	M <sub>м</sub>	S <sub>т.у</sub>	S <sub>т.в</sub>	S <sub>т.м</sub>
L <sub>ср.взв</sub> = 40 км;			M = 52,6 руб./смену;			S <sub>т</sub> = 1,89 руб/м <sup>3</sup>		
1	5	34	2,7	7,6	42,3	0,09	0,24	1,36
2	8	30	5,2	11,6	35,8	0,17	0,37	1,15
3	12	25	7,4	16,7	28,5	0,24	0,53	0,92
4	14	22	9,6	18,8	24,2	0,31	0,61	0,77
5	16	19	11,6	20,8	20,2	0,37	0,67	0,65
6	17	17	13,5	21,5	17,6	0,43	0,69	0,57
7	17	16	15,4	21,0	16,2	0,49	0,67	0,53
8	16	16	17,3	19,4	15,9	0,55	0,62	0,52
L <sub>ср.взв</sub> = 50 км;			M = 53,7 руб./смену;			S <sub>т</sub> = 2,09 руб./м <sup>3</sup>		
1	5	44	2,2	6,3	45,2	0,09	0,24	1,76
2	8	40	4,3	9,7	39,7	0,17	0,38	1,54
3	16	31	6,1	18,4	29,2	0,24	0,72	1,13
4	17	29	8,0	19,1	26,6	0,31	0,74	1,04
5	19	26	9,7	20,7	23,3	0,38	0,81	0,90
6	22	22	11,3	23,3	19,1	0,44	0,91	0,74
7	22	21	13,0	22,8	17,9	0,51	0,89	0,69
8	21	21	14,6	21,5	17,6	0,57	0,84	0,68

Таблица 2

L <sub>у</sub>	L <sub>в</sub>	L <sub>м</sub>	M <sub>у</sub>	M <sub>в</sub>	M <sub>м</sub>	S <sub>т.у</sub>	S <sub>т.в</sub>	S <sub>т.м</sub>
L <sub>ср.взв</sub> = 40 км;			M = 52,6 руб./смену;			S <sub>т</sub> = 1,89 руб / м <sup>3</sup>		
-	1	39	-	1,6	51,0	-	0,06	1,63
-	3	37	-	4,7	47,9	-	0,15	1,54
-	5	35	-	7,8	44,8	-	0,25	1,44
-	7	33	-	10,8	41,8	-	0,35	1,34
-	10	30	-	15,2	37,4	-	0,49	1,20
-	13	27	-	18,5	33,1	-	0,62	1,07
-	15	25	-	22,2	30,4	-	0,71	0,98
-	18	22	-	26,3	26,3	-	0,84	0,85
-	20	20	-	28,9	23,7	-	0,93	0,76
-	22	18	-	31,5	21,1	-	1,01	0,68
1	-	39	2,8	-	49,8	0,09	-	1,80
3	-	37	7,9	-	44,7	0,26	-	1,43
5	-	35	12,5	-	40,1	0,41	-	1,28
7	-	33	16,8	-	36,0	0,53	-	1,16
10	-	30	22,1	-	30,5	0,71	-	0,98
13	-	27	26,9	-	25,7	0,86	-	0,83
15	-	25	29,8	-	22,8	0,96	-	0,73
17	-	23	32,5	-	20,1	1,04	-	0,65
20	-	20	36,0	-	16,6	1,16	-	0,53
22	-	18	38,2	-	14,4	1,23	-	0,46

чений  $L_m$ ,  $L_v$  и  $L_y$ . Правильное установление рассматриваемого параметра имеет большое значение как для определения размера затрат на содержание лесотранспорта, так и для оценки эффективности использования автомобильных лесовозных дорог.

Резюме. Составленные алгоритмы и программа являются общими зависимостями и могут быть использованы для решения частных задач по оптимизации параметров дорожной сети применительно к конкретным лесоэксплуатационным условиям.

### Л и т е р а т у р а

1. Ильин Б.А. Об учете влияния расстояния вывозки леса на стоимость поезд-смены при сравнении проектных вариантов. — "Лесной журнал", 1968, № 6. 2. Леонович И.И., Оковитый А.Л. Эксплуатация лесных дорог. Минск, 1972. 3. Леонович И.И. и др. Техничко-экономическая оценка эксплуатационных показателей лесовозных дорог. — В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса, вып. 7. Минск, 1977. 4. Отраслевая инструкция определения экономической эффективности новой техники в лесозаготовительной промышленности. Химки, 1975. 5. Чупраков А.М. Структура дорожно-транспортной сети лесозаготовительных предприятий и предложения по ее оптимизации. — В сб.: Современные проблемы сухопутного транспорта леса. Минск, 1977.

УДК 629.114.457.5

А.И. Смеян, А.Ф. Тихонов, профессор,  
А.В. Жуков, канд. техн. наук

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПОДРЕССОРИВАНИЯ ДВУХОСНЫХ ПРИЦЕПОВ-РОСПУСКОВ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ ДИНАМИКУ ЛЕСОВОЗНОГО АУТОПОЕЗДА

В настоящее время наиболее широкое распространение на вывозке леса получили лесовозные автопоезда с двухосными прицепами-ропусками ТМЗ-802 и ТМЗ-803, имеющими жестко-балансирную подвеску. При такой подвеске динамические усилия, возникающие при взаимодействии автопоезда с неровностями дороги, превышают допустимые пределы, снижая срок службы автопоезда и его технико-эксплуатационные показатели. При этом в балансирах подвески прицепа возникают напря-