

УДК 630*383

В.М. Заложных, В.П. Бычков

Воронежская государственная лесотехническая академия

Заложных Виктор Михайлович родился в 1938 г., окончил в 1961 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры управления производством Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 100 печатных работ по лесному транспорту.

E-mail: vglta@vglta.vrn.ru



Бычков Владимир Петрович родился в 1941 г., окончил в 1965 г. Московский инженерно-экономический институт, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой управления производством Воронежской государственной лесотехнической академии, заслуженный работник высшей школы. Имеет более 250 печатных работ в области экономики транспорта.

E-mail: vglta@vglta.vrn.ru



**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГРУЗОБОРОТЫ
ГРУНТОВЫХ И ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ**

На основе технико-экономического анализа приведены методика и расчетные формулы для определения предельных годовых грузооборотов, при которых экономически целесообразна вывозка древесины на базе грунтовых и зимних дорог.

Ключевые слова: дорога, покрытие, грузооборот, автопоезд, зимняя вывозка, летняя вывозка, стоимость, удельные затраты, склад.

В лесной отрасли более половины всех автомобильных лесовозных дорог устраивают без покрытия. Вследствие этого основная доля годового объема древесины, вывозимой по грунтовым дорогам, приходится на зимний период. Некоторые предприятия занимаются вывозкой исключительно в зимний период, что позволяет существенно экономить средства на строительство дорог. Однако при этом появляется необходимость в дополнительных средствах на оборудование промежуточного склада для создания запаса хлыстов в целях последующей их переработки в летнее время, доставку древесины с промежуточного склада до места ее разделки, а также неизбежны убытки от простоя подвижного состава. С увеличением объема вывозки эти затраты возрастают, и при определенном объеме перевозимой древесины транспортные работы становятся нерентабельными.

Целью статьи является разработка методики определения экономически целесообразных максимальных объемов вывозки древесины по грунтовым и зимним дорогам. Приняв одинаковые условия работы, сравним затраты на производство лесозаготовительных и транспортных работ на дорогах грунтовой и с переходным типом покрытия, самых распространенных в лесозаготовительной отрасли. Дороги с усовершенствованными покрытиями строят для больших объемов вывозки древесины, что заранее определяет неконкурентоспособность грунтовых и зимних сезонных дорог.

При вывозке древесины по грунтовой дороге общие удельные приведенные затраты на 1 м³ древесины за год можно представить формулой

$$Z = Z_{\text{в}} + Z_{\text{ус}} + Z_{\text{а.р}} + Z_{\text{т.р}} + Z_{\text{а.п}} + Z_{\text{т.п}} + Z_{\text{с}} + Z_{\text{п}} + Z_{\text{с.п}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{в}}, Z_{\text{ус}}$ – удельная стоимость строительства и содержания веток и усов, р./м³;

$Z_{\text{а.р}}, Z_{\text{т.р}}$ – удельные затраты на содержание автомобилей и трелевочных тракторов в работе, р./м³;

$Z_{\text{а.п}}, Z_{\text{т.п}}$ – удельная стоимость простоя автопоездов и трелевочных тракторов, р./м³;

$Z_{\text{с}}$ – удельные затраты на содержание резервного склада вблизи нижнего склада с учетом затрат на перегрузку и доставку древесины от места хранения до нижнего склада, р./м³;

$Z_{\text{п}}$ – удельные затраты на приобретение автопоездов и трелевочных тракторов, р./м³;

$Z_{\text{с.п}}$ – удельная приведенная стоимость резервного склада, р./м³.

Для упрощения примем производительность машин на валке и трелевке одинаковой в зимнее и летнее время. Средневзвешенную производительность автопоездов на вывозке древесины по грунтовым дорогам и дорогам с переходным типом покрытия обозначим соответственно через $\Pi_{\text{а}}^{\text{г}}$ и $\Pi_{\text{а}}^{\text{л}}$, а средневзвешенную стоимость машино-смены через $M_{\text{а}}^{\text{г}}$ и $M_{\text{а}}^{\text{л}}$.

Тогда значения $Z_{\text{а.р}}$ для первого варианта можно выразить как $Z_{\text{а.р}}^{\text{г}} = M_{\text{а}}^{\text{г}} / \Pi_{\text{а}}^{\text{г}}$, для второго $Z_{\text{а.р}}^{\text{л}} = M_{\text{а}}^{\text{л}} / \Pi_{\text{а}}^{\text{л}}$.

Остальные затраты, входящие в формулу (1), определяют следующим образом:

$$Z_{\text{в}} = \frac{1}{100\gamma Q_{\text{г}}} \left[\left(\frac{C_{\text{в.з}} + B_{\text{в.з}}}{d_{\text{в.з}}} \right) Q_{\text{з}} + \left(\frac{C_{\text{в.л}} + B_{\text{в.л}}}{d_{\text{в.л}}} \right) Q_{\text{л}} \right]; \quad (2)$$

$$Z_{\text{ус}} = \frac{1}{100\gamma Q_{\text{г}}} \left(\frac{C_{\text{ус.з}} Q_{\text{з}}}{d_{\text{ус.з}}} + \frac{C_{\text{ус.л}} Q_{\text{л}}}{d_{\text{ус.л}}} \right); \quad (3)$$

$$Z_{\text{т.р}} = \frac{M_{\text{т}}}{\Pi_{\text{т}}}; \quad (4)$$

$$Z_{\text{а.п}} = \frac{M_{\text{а.п}} Q_{\text{з}} A_{\text{п.р}}}{Q_{\text{г}} \Pi_{\text{а}} A_{\text{з}}}; \quad (5)$$

$$Z_{\text{т.п}} = \frac{M_{\text{т.п}} A_{\text{п.р}} Q_{\text{з}}}{Q_{\text{г}} \Pi_{\text{т}} A_{\text{з}}}; \quad (6)$$

$$Z_{\text{п}} = \frac{E_{\text{п}} Q_{\text{з}}}{A_{\text{з}} Q_{\text{г}}} \left(\frac{\Pi_{\text{т}}}{\Pi_{\text{т}}} + \frac{\Pi_{\text{а}}}{\Pi_{\text{а}}} \right); \quad (7)$$

$$Z_{\text{с.п}} = \frac{E_{\text{п}} C_{\text{с}}}{Q_{\text{г}}}. \quad (8)$$

В этих формулах и далее:

- $C_{в.з}$, $B_{в.з}$ – стоимость строительства и содержания 1 км зимних веток, р.;
- $C_{в.л}$, $B_{в.л}$ – то же летних веток, р.;
- $C_{ус.з}$, $C_{ус.л}$ – стоимость строительства 1 км зимних и летних усов, р.;
- $d_{ус.з}$, $d_{ус.л}$ – среднее расстояние между зимними и летними усами, км;
- γ – средний ликвидный запас древесины на 1 га, м³;
- $d_{в.з}$, $d_{в.л}$ – среднее расстояние между зимними и летними ветками, км;
- $Q_{г}$, $Q_{з}$, $Q_{л}$ – объем древесины, вывозимой за год, в зимнее и летнее время, м³;
- $A_{пр}$ – число рабочих дней простоя дороги, $A_{пр} = A_{г} - (A_{з} + A_{л})$, ($A_{г}$, $A_{з}$, $A_{л}$ – число рабочих дней в году, зимнем и летнем сезоне);
- $M_{а}$, $M_{т}$ – стоимость машино-смены работы автомобиля и трелевочного трактора, р.;
- $M_{а.п}$, $M_{т.п}$ – стоимость машино-смены простоя автопоезда и трелевочного трактора, р.;
- $П_{а}$, $П_{т}$ – средняя сменная производительность автомобиля и трактора в зимний период, м³/см;
- $E_{н}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат;
- $Ц_{а}$, $Ц_{т}$ – стоимость автопоезда и трелевочного трактора вместе с затратами на постройку гаражей, р.;
- $C_{с}$ – стоимость резервного склада, р.

Приведенные формулы пригодны при односменном режиме работы. Для варианта вывозки древесины по дороге с переходным типом покрытия не учитываем затраты на содержание неработающих автопоездов и трелевочных тракторов, полагая их достаточно полную занятость. Перерыв в работе в период весенней распутицы принимаем во внимание при назначении общего числа рабочих дней в году $A_{г}$, что позволяет не учитывать затраты на простой машин в этот период, равные для обоих вариантов. Во втором варианте добавляются приведенные затраты на сооружение дорожной одежды и амортизационные отчисления на нее. Первые составляют:

$$Z_{до} = \frac{E_{н} C_{до} L}{Q_{г}}. \quad (9)$$

Амортизационные отчисления, приходящиеся на 1 м³ вывозимой древесины:

$$Z_{ам} = \frac{n C_{до} L}{100 Q_{г}}, \quad (10)$$

где $C_{д.о}$ – стоимость сооружения 1 км дорожной одежды, р.;

n – процент амортизационных отчислений от стоимости дорожной одежды;

L – длина магистрали, км.

Вывозка древесины по грунтовой дороге экономически оправдана при условии, что приведенные затраты на ее осуществление ниже, чем при вывозке по дороге с переходным покрытием. Приняв для второго варианта те же обозначения (отличия с чертой сверху), запишем неравенство $Z_{гр} < Z_{п}$, где $Z_{гр}$, $Z_{п}$ – суммарные удельные затраты на вывозку древесины по дорогам грунтовой и переходного типа:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{100\gamma Q_{г}} \left[\frac{(C_{в.з} + B_{в.з})Q_{з}}{d_{в.з}} + \frac{(C_{в.л} + B_{в.л})Q_{л}}{d_{в.л}} + \frac{C_{ус.з}Q_{з}}{d_{ус.з}} + \frac{C_{ус.л}Q_{л}}{d_{ус.л}} \right] + \frac{M_{а}^г}{\Pi_{а}^г} + \\ & + \frac{Q_{з}A_{пр}}{A_{з}Q_{г}} \left(\frac{M_{а}}{\Pi_{а}} + \frac{M_{т.п}}{\Pi_{т}} \right) + Z_{с} + \frac{E_{н}Q_{з}}{A_{з}Q_{г}} \left(\frac{\Pi_{т}}{\Pi_{т}} + \frac{\Pi_{а}}{\Pi_{а}} \right) + \frac{E_{н}C_{с}}{Q_{г}} < \\ & < \frac{1}{100\gamma Q_{г}} \left[\frac{(C_{в.з} + B_{в.з})\bar{Q}_{з}}{d_{в.з}} + \frac{(\bar{C}_{в.л} + \bar{B}_{в.л})\bar{Q}_{л}}{\bar{d}_{в.л}} + \frac{C_{ус.з}\bar{Q}_{з}}{d_{ус.з}} + \frac{C_{ус.л}\bar{Q}_{л}}{d_{ус.л}} \right] + \frac{M_{а}^п}{\Pi_{а}^п} + \\ & + \frac{E_{н}\bar{Q}_{з}}{A_{з}Q_{г}} \left(\frac{\Pi_{т}}{\Pi_{т}} + \frac{\Pi_{а}}{\Pi_{а}} \right) + \frac{C_{д.о}L}{Q_{г}} (E_{н} + 0,01n). \end{aligned} \quad (11)$$

Из последнего неравенства можно определить экономически оправданное предельное значение годового грузооборота при вывозке древесины по грунтовой дороге:

$$\begin{aligned} \text{где } \Theta = & \frac{1}{100\gamma} \left[\frac{(C_{в.з} + B_{в.з})}{d_{в.з}} (\bar{Q}_{з} - Q_{з}) + \frac{(\bar{C}_{в.л} + \bar{B}_{в.л})\bar{Q}_{л}}{\bar{d}_{в.л}} - \frac{(C_{в.л} + B_{в.л})Q_{л}}{d_{в.л}} + \right. \\ & + \frac{C_{ус.з}}{d_{ус.з}} (\bar{Q}_{з} - Q_{з}) + \left. \frac{C_{ус.л}}{d_{ус.л}} (\bar{Q}_{л} - Q_{л}) \right] + \frac{E_{н}}{A_{з}} \left(\frac{\Pi_{т}}{\Pi_{т}} + \frac{\Pi_{а}}{\Pi_{а}} \right) (\bar{Q}_{з} - Q_{з}) + \\ & + E_{н}C_{д.о}L(1 + 0,01n) - E_{н}C_{с} - \frac{Q_{з}A_{пр}}{A_{з}} \left(\frac{M_{а.п}}{\Pi_{а}} + \frac{M_{т.п}}{\Pi_{т}} \right). \\ Q_{г} < & \frac{\Theta}{Z_{с} + \frac{M_{а}^г}{\Pi_{а}^г} - \frac{M_{а}^п}{\Pi_{а}^п}}, \end{aligned} \quad (12)$$

Для условий вывозки только в зимнее время можно также определить предельный грузооборот зимней лесовозной дороги, принимая по первому варианту $Q_{з} = Q_{г}$ и исключая затраты на строительство летней сети дорог. Производительность автопоездов на вывозке по зимним дорогам в

соответствии с «Общесоюзными нормами технологического проектирования лесозаготовительных предприятий (ОНТП 02-85)» принимают равной производительности на вывозке по дорогам переходного типа. Стоимость машино-смены автопоезда в сравниваемых вариантах принята одинаковой.

Целесообразность вывозки только в зимний период подтверждает неравенство

$$\begin{aligned} & \frac{1}{100\gamma} \left(\frac{C_{в.з} + B_{в.з}}{d_{в.з}} + \frac{C_{ус.з}}{d_{ус.з}} \right) + Z_c + \frac{E_n}{A_3} \left(\frac{Ц_T}{П_T} + \frac{Ц_a}{П_a} \right) + \\ & + \frac{1}{Q_\Gamma} (E_n C_c + C_{м.з} L + B_{м.з} L) + \frac{A_{пр}}{A_3} \left(\frac{M_{а.п}}{П_a} + \frac{M_{т.п}}{П_T} \right) < \\ & < \frac{1}{100\gamma Q_\Gamma} \left[\frac{(C_{в.з} + B_{в.з}) \bar{Q}_3}{d_{в.з}} + \frac{(\bar{C}_{в.л} + \bar{B}_{в.л}) \bar{Q}_л}{\bar{d}_{в.л}} + \frac{C_{ус.з} \bar{Q}_3}{d_{ус.з}} + \frac{C_{ус.л} \bar{Q}_л}{d_{ус.л}} \right] + \\ & + \frac{1}{Q_\Gamma} \left[\frac{E_n \bar{Q}_3}{A_3} \left(\frac{Ц_T}{П_T} + \frac{Ц_a}{П_a} \right) + C_{д.о} L (E_n + 0,01n) + B_{м.л} L \right]. \quad (13) \end{aligned}$$

Экономически выгодный грузооборот для предприятий с сезонной зимней вывозкой древесины находят по выражению

$$Q_\Gamma < \frac{\alpha}{\beta}, \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{где } \alpha &= \frac{1}{100\gamma} \left[\frac{(C_{в.з} + B_{в.з}) \bar{Q}_3}{d_{в.з}} + \frac{(\bar{C}_{в.л} + \bar{B}_{в.л}) \bar{Q}_л}{\bar{d}_{в.л}} + \frac{C_{ус.з} \bar{Q}_3}{d_{ус.з}} + \frac{C_{ус.л} \bar{Q}_л}{d_{ус.л}} \right] + \\ & + \frac{E_n \bar{Q}_3}{A_3} \left(\frac{Ц_T}{П_T} + \frac{Ц_a}{П_a} \right) + C_{д.о} L (E_n + 0,01n) + B_{м.л} L - E_n C_c - (C_{м.з} + B_{м.з}) L; \\ \beta &= \frac{1}{100\gamma} \left(\frac{C_{в.з} + B_{в.з}}{d_{в.з}} + \frac{C_{ус.з}}{d_{ус.з}} \right) + Z_c + \frac{E_n}{A_3} \left(\frac{Ц_T}{П_T} + \frac{Ц_a}{П_a} \right) + \frac{A_{пр}}{A_3} \left(\frac{M_{а.п}}{П_a} + \frac{M_{т.п}}{П_T} \right). \end{aligned}$$

В удельные затраты при зимней вывозке включены стоимости строительства магистрали зимней дороги протяженностью L км, что составляет $C_{м.з} L / Q_\Gamma$, где $C_{м.з}$ – стоимость строительства 1 км зимней дороги. Кроме того, учтены удельные затраты на содержание магистрали, которые находят из соотношения $B_{м.з} L / Q_\Gamma$ и $B_{м.л} L / Q_\Gamma$, где $B_{м.з}$ и $B_{м.л}$ – стоимость содержания 1 км магистральных дорог зимнего и круглогодочного действия.

Выводы

Полученные формулы (12) и (14) позволяют для условий конкретного предприятия определить предельные значения годового грузооборота, при которых обеспечивается экономическая целесообразность вывозки древесины по грунтовым и зимним дорогам.

V.M. Zalozhnykh, V.P. Bychkov
Voronezh State Forestry Engineering

Limiting Freight Turnover of Soil and Winter Wood Tracks

Technique and design equations for determining limiting annual freight turnovers are provided based on the feasibility study, wood removal being economically feasible when using soil and winter wood tracks.

Keywords: road, surface, freight turnover, truck train, winter removal, summer removal, cost per unit, storehouse.
