

УДК 630.377

ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ПОСТАНОВКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ  
ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

О. С. Сушков

ФГБОУ ВО Воронежской государственной  
лесотехнической академии им. Г. Ф. Морозова

Анализ схем размещения лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий показывает, что в лесопромышленных регионах расстояния перевозки хлыстов с нижних складов на склады сырья  $L$  достигают 50-120 км. При таких расстояниях разность транспортных затрат по различным вариантам распределения объемов перевозки леса соизмерима, а иногда и превышает разность производственных затрат по вариантам раскряжевки хлыстов. Это указывает на существенность транспортного фактора при определении рациональных объемов перевозки хлыстов в лесозаготовительные и на деревообрабатывающие предприятия в пределах регионов.

Снижение затрат на начально-конечных операциях и повышение статической нагрузки зависят от поиска и приведения в действие внутренних резервов контактирующих через погрузочно-разгрузочные механизмы (краны, погрузчики) различных видов транспорта (в рассматриваемом случае – железнодорожного, осуществляющего поставку лесоматериалов на перерабатывающие предприятия, и автомобильного, вывозящего заготовленный лес из сырьевых баз). В отдельных случаях существует вывозка заготовленного леса и по узкоколейным лесовозным дорогам (10-15 % от общего объема). Поэтому величина оптимальных расстояний поставки хлыстов в деревообрабатывающие комбинаты по железным дорогам определяется степенью согласованной работы участков железнодорожного и автомобильного транспорта в пунктах перегрузки леса и уровнем совершенствования взаимодействия обоих видов транспорта.

В пункты перегрузки лесоматериалов с автомобильного транспорта на железнодорожный лесовозные автопоезда в стационарные периоды суток  $\Delta t_{cm}$  поступают через интервалы времени  $\xi_i$ , имеющие плотность распределения

$$f(\xi) = \frac{\mu^\eta}{\Gamma(\eta)} \xi^{\eta-1} e^{-\mu\xi}, \quad (1)$$

где значения параметров  $\mu$  и  $\eta$  определяются коэффициентом вариации  $V$ , зависящим от схемы лесовозных дорог в лесосырьевой базе.

Продолжительность стационарного периода  $\Delta t_{cm}$  и интенсивности поступления леса  $\lambda_{cm}$  для погрузки в железнодорожные вагоны зависит от режима работы, расстояния вывозки  $L_{cp}$  и грузооборота  $\lambda_{cp}$  лесовозной дороги:

$$\begin{aligned} \Delta t_{cm} &= C_1 + C_2 \lambda_{cp} - C_3 L_{cp} ; \\ \Delta t_{cm} &= d_1 + d_2 \lambda_{cp} + d_3 L_{cp} . \end{aligned} \quad (2)$$

Характер изменения интенсивности потока лесовозных автопоездов в пункт перегрузки на железнодорожный транспорт в нестационарный период суток

$$\lambda(t) = e^{a+bt} , \quad (3)$$

определяется коэффициентами  $a$  и  $b$ . Количественная характеристика которых в данной статье не рассматривается.

Лесовозные автопоезда поступают в этот период через интервалы времени, имеющие распределение

$$f(\xi_i / t_i) = \exp \left\{ a + bt_{i-1} - \frac{e^{a+bt_{i-1}} (e^{b\xi_i} - 1)}{b} \right\} . \quad (4)$$

Степень использования расчетной статической нагрузки железнодорожных вагонов зависит от характера распределений параметров пачек леса, доставляемых автопоездами, поскольку объем пачек определяет их число в вагоне, количество хлыстов в пачке, а их длина – коэффициент плотности укладки. Задаются эти параметры многомерными распределениями, коэффициент корреляции между параметрами пачек лесоматериалов  $\rho = 0,69-0,78$ .

Железнодорожные вагоны (спецплатформы) на фронт погрузки лесоматериалов (где подача производится не более одного раза в сутки) поступают в моменты времени  $t_n$ , имеющие распределение вероятностей

$$f(t_n) = \frac{\Gamma(\gamma + \eta)}{\Gamma(\gamma) \cdot \Gamma(\eta)} \left( \frac{t_n}{24} \right)^{\gamma-1} \left( 1 - \frac{t_n}{24} \right)^{\eta-1} , \quad (5)$$

где параметры  $\gamma$  и  $\eta$  вычисляются из нормативного времени подачи вагонов, определяемого договором между железнодорожной станцией и лесопромышленным предприятием [1].

На крупные лесопромышленные предприятия, где число подач под погрузку леса две и более, вагоны поступают во взаимозависимые моменты времени  $t_{n1}, t_{n2}, \dots$ , характеризующиеся коэффициентами последовательной корреляции

$$\rho_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} (t_{n_i} - \bar{t}'_{n_j})(t_{n_{i+j}} - \bar{t}''_{n_j})}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^{n-j} (t_{n_i} - \bar{t}'_{n_j})^2 \right] \left[ \sum_{i=1}^{n-j} (t_{n_{i+j}} - \bar{t}''_{n_j})^2 \right]}}. \quad (6)$$

и имеющие совместное распределение вероятностей

$$f(t_n) = \frac{P_1}{t_{n_1}} \exp\left\{ \frac{t_{n_1}}{\bar{t}_{n_1}} \right\} + \frac{P_2 \mu^\eta}{\Gamma(\eta)} t_{n_2}^{\eta-1} \exp\{-\mu t_{n_2}\}. \quad (7)$$

Статистическими исследованиями установлено, что самое раннее и самое позднее время подачи спецплатформ под погрузку леса (хлыстов) с вероятностью не более 0,75 отличается от нормативного (по договору) в 1,35-1,45 раза, а соответствующие значения для времени подачи спецплатформ под выгрузку на складах сырья деревообрабатывающих комбинатов – в 1,2-1,3 раза. При вероятности 0,9 гарантированные сроки ранних и поздних подач отличаются от нормативного в 1,6-1,7 раза (нижние склады) и в 1,4-1,5 раза (склады сырья деревообрабатывающих комбинатов). Значения гарантированных вероятностей зависят от конкретных производственных условий каждого лесопромышленного предприятия региона [2].

Как показал опыт работы предприятий, наиболее эффективны перевозки лесоматериалов маршрутами по 20 и более вагонов. Анализ транспортного обеспечения предприятий в основных лесопромышленных регионах страны подтвердил, что 42-64 % всего объема поставки хлыстов в деревообрабатывающие комбинаты можно выполнять такими маршрутами. При этом увеличивается скорость движения вагонов в 1,6-1,8 раза, сокращаются сроки доставки грузов, ускоряется оборот вагонов, что, в свою очередь, снижает потребность в

подвижном составе.

Вывод. Указанные расстояния перевозки леса в хлыстах по железным дорогам являются основой для формирования системы транспортных связей в предприятиях лесопромышленного региона. В такой системе отдельные расстояния поставок могут быть и больше; важно, чтобы средняя длина поставок не превышала допустимых расстояний.

#### Библиографический список

1 Алябьев, В. И. Оптимизация производственных процессов на лесозаготовках [Текст] / В. И. Алябьев // М. : Лесная промышленность, – 1977. – 231с.

2 Сушков, С. И. Методика проектирования лесохозяйственных мероприятий на долгосрочную перспективу [Текст] / С. И. Сушков // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, – 2005. – № 020.