

А. И. Бурьянов, Н. А. Коптева, В. В. Болдырев, Н. М. Удильцова (Зерноград, АЧГАА). Математическая модель перевозки зерна для его загрузки в железнодорожные вагоны с использованием бункеров-накопителей погрузо-разгрузочных механизмов.

Для реализации товарного зерна и приобретаемых для нужд хозяйств различных грузов большинство сельскохозяйственных предприятий, находящихся на достаточно большом удалении от железнодорожных станций, вынуждены содержать при них грузовые дворы.

Особенно актуальна проблема организации доставки товарного зерна, отправка которого осуществляется большими партиями, так как в этом случае необходимо свести до минимума простой вагонов под загрузкой и в то же время сократить суммарные затраты средств на выполнение этих работ. Необходимо обеспечить оптимальную работу бункеров-накопителей погрузо-разгрузочных механизмов (ПРМ) и транспорта с учетом конкретных условий эксплуатации: расположения подъездных путей и складских помещений, марки транспортных средств и типов погрузчиков.

Чтобы учесть особенности каждой конкретной ситуации функционирования перегружателя, разработана математическая модель движения транспортных средств от склада хранения зерна до бункеров-накопителей ПРМ.

Схема движения транспортных средств выглядит следующим образом (рис. 1): из гаража транспортное средство направляется на АЗС, заправляется, следует на склад, загружается, перевозит зерно к бункерам-накопителям ПРМ, разгружается и возвращается на склад за очередной партией зерна.

Математическая модель содержит систему уравнений следующего вида:

$$t = \frac{l_T}{v_T} + \left(t_3 + t_d + \frac{l_d}{v_d} + \tau_{\varepsilon 1} + \tau_p + \tau_{\varepsilon 2} + \tau_d + \tau_n + \frac{l_0}{v_0} \right) (2n - 1) + \frac{l_0}{v_0},$$

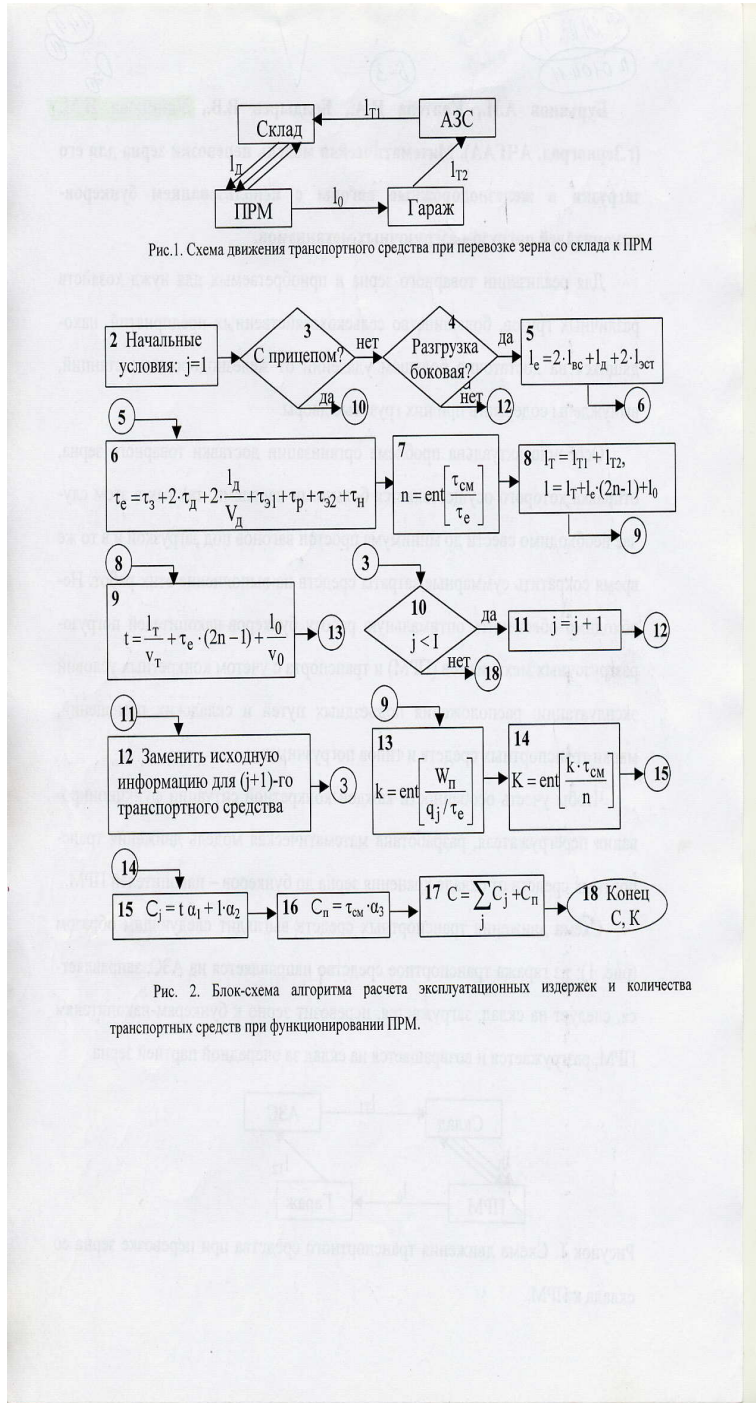
$$l = l_T + l_e(2n - 1) + l_0, \quad l_T = l_{T1} + l_{T2}, \quad l_e = 2l_{bc} + l_d + 2l_{\varepsilon CT}, \quad C = t\alpha_1 + l\alpha_2, \quad (1)$$

$$C_{II} = \tau_{cm}\alpha_3, \quad n = \text{ent} \left[\frac{\tau_{cm}}{\tau_e} \right], \quad k = \text{ent} \left[\frac{W_{II}}{q_j/\tau_e} \right], \quad K = \text{ent} \left[\frac{k\tau_{cm}}{n} \right].$$

Здесь: t — общее время работы транспортного средства, ч; l_{T1} — расстояние от гаража до АЗС, км; l_{T2} — расстояние от АЗС до склада, км; l_0 — расстояние от ПРМ до гаража, км; l_d — расстояние от склада до ПРМ, км; l_{bc} — внутрискладские проезды, км; $l_{\varepsilon CT}$ — длина эстакады, км; v_T — скорость движения на маршруте от гаража до склада, км/ч; l — общий пробег за смену, км; v_0 — скорость на маршруте от ПРМ до гаража, км/ч; v_d — скорость на маршруте от склада до ПРМ, км/ч; t_3 — время загрузки транспортного средства на складе, ч; t_d — время оформления документов, ч; $\tau_{\varepsilon 1}$ — время заезда на эстакаду, ч; τ_p — время разгрузки, ч; $\tau_{\varepsilon 2}$ — время съезда с эстакады, ч; τ_n — время на личные нужды, ч; τ_{cm} — продолжительность смены, ч; n — количество рейсов за смену; α_1 — затраты на час пребывания в наряде, руб./ч; α_2 — затраты на километр пробега, км/ч; α_3 — затраты на час работы ПРМ, руб./ч; q_j — грузоподъемность транспортного средства, т; W_{II} — производительность бункера-накопителя ПРМ, м³·ч; C — эксплуатационные издержки, руб.

Разработанная математическая модель позволяет оценить эффективность ПРМ для любых ситуаций и для любых реальных условий эксплуатации. При помощи данной модели можно определить необходимое количество и марки транспортных средств, привлекаемых для перевозки зерна со склада к ПРМ.

В докладе приведена блок-схема алгоритма, реализующего модель (1) (см. рис.2).



Описание блок-схемы алгоритма. После ввода исходной информации (блок 1) и задания начальных условий (блок 2) выясняется вопрос: является ли транспортное средство с прицепом или без прицепа (блок 3). Если транспортное средство без прицепа, то расчет идет по ветке «нет», и переходим к блоку 4. Если транспорт-

ное средство с прицепом, то расчет осуществляется по ветке «да», и переходим к блоку 10. В блоке 4 решается вопрос о способе разгрузки транспортного средства. Если это боковая разгрузка, то расчет идет по ветке «да», и переходим к блоку 5, в противном случае расчет идет по ветке «нет», с переходом к блоку 12. В блоке 5 вычисляется пробег транспортного средства за одну езду, который складывается из трех составляющих: внутрискладских переездов, расстояния от склада до перегружчика, въезда и съезда с эстакады. В блоке 6 вычисляется время, затрачиваемое на одну езду. В блоке 7 рассчитывается количество рейсов, которое может выполнить транспортное средство за смену в реальных условиях. Так как это число может быть только целым, то результат деления округляется до целого. В блоке 8 рассчитывается общий пробег автомобиля за смену. В блоке 9 рассчитывается общее время пребывания автомобиля в наряде. В блоке 10 проверяется: все ли марки транспортных средств рассмотрены. Если не все, то в анализ привлекается следующая марка транспортного средства (блок 11). В противном случае вычисления заканчиваются в блоке 18. В блоке 12 происходит замена исходной информации для расчета следующей марки транспортного средства. В блоке 13 рассчитывается необходимое количество разгрузок в ПРМ за час работы, чтобы перегружчик работал в непрерывном режиме. В блоке 14 вычисляется, сколько транспортных средств необходимо привлечь для непрерывной работы ПРМ в течение всей смены. В блоке 15 рассчитываются эксплуатационные издержки при транспортировке зерна со склада к ПРМ. В блоке 16 вычисляются эксплуатационные затраты работы ПРМ. В блоке 17 вычисляются общие эксплуатационные затраты за смену. В блоке 18 вычисления заканчиваются.