

Построение оптимизационной модели транспортной работы при уборке зерновых

Н.Г. Сияхов, инженер-исследователь
Азербайджанский НИИ “Агромеханика”, г. Гянджа

Запропонована оптимізаційна модель транспортної роботи при прибиранні зернових в самий напружений період сільськогосподарського виробництва. Використання цієї моделі виключить перебої в транспортуванні врожаю, зведе витрати по використанню транспорту до мінімальних. З практики відомо, що витрати на транспортування зерна складають чверть загальних витрат по виробництву врожаю. З урахуванням цього оптимізація транспортних робіт при прибиранні зернових може сприяти зменшенню долі витрат на транспортування в загальній собівартості врожаю.

Период уборки и транспортировки зерновых совпадает с самым напряженным периодом в сельскохозяйственном производстве. В этот период должны быть созданы такие условия использования транспорта, которые исключали бы перебои в транспортировании урожая, сводили до минимума затраты, связанные с этими операциями.

Из практики известно, что затраты на транспортировку зерна составляют четверть общих затрат в производстве урожая [1]. С учетом этого оптимизация транспортных работ при уборке зерновых может способствовать уменьшению доли затрат на транспортирование в общей себестоимости урожая. Для выполнения такой работы необходимо учитывать следующее:

- производственный процесс уборки и транспортировки зерновых состоит из двух связанных между собой видов перевозок;
- уборка и транспортировка зерновых осуществляется временными интервалами в рамках определенного периода уборки;
- неодинаковое количество зерновых, перевозимых с поля на ток и с тока на мельницу;
- время уборки и транспортировки зерна совпадает с временем других грузоперевозок.

С учетом особенностей периода уборочно-транспортных работ оптимизацию транспортных средств, участвующих в уборочно-перевозочных работах нескольких хозяйств, можно построить следующим образом. В первую очередь необходимо, чтобы имеющиеся в наличии и привлеченные со стороны транспортные средства были оптимально распределены [2, 3]. Для этого воспользуемся методом экономико-математического моделирования. Принимаем следующие обозначения:

i и I – соответственно номера и количество полей; $i = \overline{1, I}$;

j и J – соответственно номера и количество зерноскладов или токов; $j = \overline{1, J}$;

k и K – соответственно номера и количество мельниц; $k = \overline{1, K}$;

g и G – номера и количество заказов на перевозки, несвязанные с уборкой зерновых соответственно; $g = \overline{1, G}$;

t и T – соответственно номера и количество уборочно-транспортных оборотов; $t = \overline{1, T}$.

Всех перевозок, за период уборочно-транспортных работ, разделяем на три вида: от поля на ток; от тока в мельницу; перевозки грузов, не относящихся к зерновым.

После уточнения урожайности и размеров поля можно определить объем работы по трем видам перевозок в заданном периоде времени $t \in T$.

Обозначим объемы работы трех видов перевозки за t время соответственно с поля на ток – P_j^t , с тока в мельницу – A_k^t и для перевозки незерновых грузов D_g^t .

Объем последних двух перевозок рассчитывают с учетом потребности мельницы и плана перевозок незерновых грузов. Объемы же перевозок на ток крестьянско-фермерских хозяйств и с него определяют решением поставленной задачи. Эти объемы находятся в пределах количества зерна (N_i^t), убранного с i -полей за t -время.

Все транспортные работы в интервале $t \in T$ выполняются группой транспортных средств. Принимаем $S = \overline{1, S}$ тип транспортных средств. В составе каждой S транспортных средств возможно $m = \overline{1, M}$ количество машин. Если $S = 1$, то $m = 1$. Это значит, что транспортным средством является автомобиль. Если $m = 2$, то транспортное средство представляет собой прицепной транспортный агрегат.

Количественный состав транспортных средств характеризуется коэффициентами агрегатирования: $\lambda_{mij}^S, \lambda_{mjk}^S, \lambda_{mg}^S$.

λ_{mij}^S – указывает на m -количество машин в S -группе транспортных средств, при транспортировке груза с i -полей к j -токам;

λ_{mjk}^S – указывает на m -количество машин в S -группе транспортных средств, при транспортировке груза с j -токов к k -мельницам;

λ_{mg}^S – указывает на m -количество машин в S -группе транспортных средств, при транспортировке груза с g -незерновых грузов.

Каждый S -тип транспортных средств имеет определенную производительность за t период. Принимаем, что производительность зерноперевозящего S - транспортного средства при перевозке груза с i -полей на j -ток в t интервале времени составляет a_{ijt}^S . Соответственно производительности транспортных средств при перевозке зерна с тока в мельницу и при перевозке незернового груза составляет a_{jkt}^S и a_{gt}^S .

Если обозначить потребное количество S -транспортных средств за t -период x_{ijt}^S , тогда условие первого вида перевозки можно описать следующим образом:

$$\sum_{j,S} a_{ijt}^S x_{ijt}^S = N_i^t;$$

$$\sum_{i,S} a_{ijt}^S x_{ijt}^S - P_j^t = 0.$$

При втором виде перевозки (x_{jkt}^S) и при перевозке незернового груза x_{gt}^S

аналогичные условия выражаются в таком порядке:

$$\sum_{j,S} a_{jkt}^S x_{jkt}^S = A_k^t;$$

$$\sum_S a_{gt}^S x_{gt}^S = D_g^t.$$

Можно учесть, что не все зерно будет перевезено на ток или на мельницу. Если обозначить количество оставшегося в хозяйстве зерна F_j ($0 \leq F_j \leq 1$), то баланс зерна, ввозимого на ток и вывозимого с тока, можно описать в виде

$$\sum_{k,S} a_{jkt}^S x_{jkt+\theta}^S - (1 - F_j) P_j^t = 0. \quad (1)$$

В уравнении (1) за период перевозки зерна с тока на мельницу принято $t + \theta$. Это связано с возможно неодновременной перевозкой зерна с тока на мельницу. Если перевозки с поля на ток и оттуда на мельницу осуществляются одновременно, то $\theta = 0$.

В напряженный период уборки урожая, при нехватке транспортных средств, можно воспользоваться транспортом, взятым в аренду. Для такого случая принимаем следующие обозначения:

a_{mt} – количество транспортных средств m -марки, находившееся в самом хозяйстве за t - период;

\bar{x}_{mt} – количество привлеченных транспортных средств со стороны m -марки;

x_{mt} – количество приобретаемых m -марки транспортных средств.

Количество привлеченных машин должно обеспечить выполнение всех предусмотренных работ. Это условие запишем следующим образом:

$$\sum_{i,j,S} \lambda_{mij}^S x_{ijt}^S + \sum_{j,k,S} \lambda_{mjk}^S x_{jkt}^S + \sum_{g,S} \lambda_{mg}^S x_{gt}^S \leq a_{mt} + x_{mt} + \bar{x}_{mt}. \quad (2)$$

Неравенство (2) описывает обеспеченность всех перевозок за взятый период времени.

Указанные условия представляли собой ограничения оптимизационной задачи. Поэтому **целью нашей работы** явился поиск оптимального решения плана перевозок (Π)

$$\Pi = \{x_{ijt}^S, x_{jkt}^S, x_{gt}^S, x_{mt}^S, \bar{x}_{ijt}^S, P_j^t \geq 0\} \quad (3)$$

Искомые значения находятся в зависимости от приведенных затрат, которые учитывают текущие издержки и капвложения. Принимаем такие обозначения:

c_{ijt}^S – эксплуатационные затраты перевозок одним S -транспортным средством с i -поля на j -ток за t -интервал времени;

c_{jkt}^S – эксплуатационные затраты перевозок одним S -транспортным средством с j -тока на k -мельницу за t -интервал времени;

c_{gt}^S – эксплуатационные затраты перевозок одним S -транспортным средством незерновых грузов за t -интервал времени;

k_{mt} – капитальные вложения на m -марки транспортного средства, приобретенного за t -интервал времени;

k_{mt}^* – капитальные вложения m -марки транспортных средств, находящихся в самом хозяйстве;

\bar{k}_{mt} – арендная стоимость m -марки транспортных средств, взятых в

пользование за t -интервальное время.

Целевая функция искомого плана Π суммы приведенных затрат выражается формулой

$$S(\Pi) = \sum_{i,j,t,S} c_{ijt}^S x_{ijt}^S + \sum_{j,k,t,S} c_{jkt}^S x_{jkt}^S + \sum_{g,t,S} c_{gt}^S x_{gt}^S + \sum_{m,t} a_{mt} x_{mt} + \\ + \sum_{m,t} k_{m,t}^* \left[\left(\sum_{i,j,t} \lambda_{mij}^S x_{ijt}^S + \sum_{j,k,s} \lambda_{mjks}^S x_{jkt}^S + \sum_{g,s} \lambda_{mgs}^S x_{gt}^S \right) - \right. \\ \left. - x_{mt} - \bar{x}_{mt} \right] + \sum_{m,t} \bar{k}_{mt} \bar{x}_{mt} \rightarrow \min.$$

Предлагаемая оптимизационная модель транспортных работ позволяет выполнить план перевозок урожая, при котором сумма приведенных затрат имеет минимальное значение.

Библиография

1. Воробьев В.И. Определение рационального состава производственных звеньев / В.И. Воробьев // Техника в сельском хозяйстве. – 1979. – № 7. – С. 56–57.
2. Рекомендации по уборке хлебов в сложных условиях. – М., 1986. – 47 с.
3. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З. Румшинский. – М. : Наука, 1971. – 192 с.