

УДК 631.37

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОТЕХ СЕРВИСА

EFFICIENT USE OF VEHICLES OF THE AGROTECHSERVICE ENTERPRISES

С. Н. ЮСИФОВ, старший преподаватель
Азербайджанский государственный аграрный университет

S. N. YUSIFOV, senior teacher
Azerbaijan state agricultural university

В статье предлагается методика оптимизации транспортных работ при возникновении переходных процессов в уборочный период в условиях Северо-Западных районов Республики Азербайджан. Построена математическая модель, позволяющая изыскать такой путь на многоузловой сети из начального состояния в конечное, при котором минимизируются потери от недоборов урожая.

Ключевые слова: уборочный период, транспортные работы, машинно-тракторный парк, оптимизация, недобор урожая, математическая модель, динамическое программирование.

The decision is prompt and accurate about the division of transport between farms is very relevant during the harvesting of different products in contracted organizations with Agrotechservice's regional organization.

It is proposed to carry out the transport operation with the optimization method in transient processes during harvesting in the north-western regions of the Republic.

A mathematical model has been created to look and find ways to harvest the product with the minimum loss from the beginning to the end in a multistage network.

Key words: harvesting cycle, transportation work, machinery-tractor park, full harvesting, mathematical model, dynamic programming and optimization.

В аграрном секторе уборочный период характеризуется сложной и многообразной обстановкой, требующей принятия точных и оперативных решений. Необходимо заблаговременно, учитывая вероятность влияния погодных условий, рассчитывать оптимальную структуру машинно-тракторного парка районного предприятия агротехсервиса для сокращения возможных потерь урожая.

В северо-западной зоне Республики во время уборки зерновых необходимо активно убирать зеленый корм, многолетние травы на сено

и сенаж. В этот период хозяйства испытывают недостаток в транспортных средствах. В уборочно-транспортной системе возникает переходный процесс.

Длительность такого процесса зависит от способа перераспределения транспорта между убираемыми культурами, а общая продолжительность уборки двух или более культур определяется, в основном, действующим составом транспортного парка. Стратегия распределения автомобилей и тракторов в конкретных условиях может значительно сократить потери от недобора урожаев в целом.

Для исследования переходного процесса в уборочный период мы разбили время уборки (t) на ряд равных подпериодов (дней, пятидневок и так далее).

В каждый подпериод (i) перераспределили транспорт между убираемыми культурами различным числом вариантов (j).

Потери от недобора урожая в подпериод i , способом j обозначили через S_{ij} .

Рассматриваемую задачу в общем виде можно сформулировать следующим образом: найти такой путь на многоузловой сети из начального состояния в конечное, при котором минимизируется целевая функция

$$A = \min \sum S_{ij} \quad (1)$$

Каждый узел сети, находящийся в определенном подпериоде, характеризуется многомерным вектором. Его координатами служат суммарные площади каждой культуры, убранные при переходе из начального состояния в данный узел.

Теоретически поставленная задача может быть решена методом полного перебора различных вариантов. Однако такой метод нерационален ввиду необходимости значительного числа вычислений.

Число рассматриваемых вариантов может быть значительно сокращено при использовании динамического программирования [1, 2].

Оптимальное решение определяется с помощью рекуррентного соотношения:

$$f_i(z) = \min_{\text{по всем } z \text{ и } j \text{ на сети}} [S_{zj} + f_{i-1}], \quad (2)$$

где $f_i(z)$ — стоимость, отвечающая стратегии минимальных затрат для перехода из состояния (узла) z в конечное, если до конца осталось i шагов;

S_{zj} — стоимость, отвечающая переходу из состояния j подпериода $(i-1)$ в состояние z ;

$f_{i-1}(f)$ — оптимальные стоимости для узлов на предыдущем шаге.

Приведенное соотношение означает, что сложная задача сводится к последовательному решению простых. Решение начинают с конечного участка сети. Для практической реализации данной задачи необходимо, прежде всего, изучить два вопроса:

вид управляющей функции — функции потерь от недобора урожаев — S_{ij} ;

ограничения, налагаемые на систему.

Известно, что текущее значение сбора урожая M_i в зависимости от срока уборки в общем случае может быть представлено кривой высшего порядка с максимумом в оптимальный срок (3). Обычно с достаточной для практики мощностью полагают, что M_i в определенном диапазоне линейно зависит от времени:

$$M_i = M_{\max} [1 - k|\tau - t|], \quad (3)$$

где $M_{\max}$ — максимальное значение фактического сбора урожая;

t, τ — время, текущее соответствующее оптимальному сроку, когда $M_i = M_{\max}$;

k — коэффициент [4], характеризующий среднюю относительную скорость потерь от недобора урожая (в условиях зоны в первую декаду после оптимального срока для зерновых — $k=0,003-0,0006$, во вторую декаду — $k=0,008-0,012$ в зависимости от сорта культуры [5] для многолетних трав, если судить по потере кормовых единиц на 100 кг сена после окончания цветения, $k=0,006-0,008$) [6].

Для более точного описания функции M_i воспользуемся аппроксимацией кривой второго порядка:

$$M_i = M_{\max} [1 - p(\tau - t)^2]. \quad (4)$$

Коэффициент p соответствует значению относительных потерь за первый промежуток времени после оптимального срока. Коэффициенты k и p связаны приближенным соотношением:

$$p = \frac{k}{|\tau - t_0|}, \quad (5)$$

где t_0 — время, соответствующее началу либо окончанию уборочных работ.

Процесс созревания определенной культуры протекает динамично, поскольку в пределах одного хозяйства имеются поля с различной характеристикой почв, что приводит к относительному запаздыванию оптимальных сроков.

Таким образом, каждое поле в хозяйстве может характеризоваться ожидаемой максимальной урожайностью данной культуры $M_{\max}$, сроком наступления оптимального момента уборки τ , площадью поля F , средним расстоянием l до места хранения урожая или его первичной переработки.

Допустим, что в хозяйстве имеется m уборочных агрегатов производительностью W_1 для первой культуры, p — производительностью W_2 для второй и т. д. Транспортный парк состоит из N единиц, из которых имеется K_1 единиц типа L , грузоподъемностью q_1 , K_n типа R грузоподъемностью q_n .

Потери от недобора урожая определенной культуры по отношению к наиболее благоприятному сроку на подпериоде i при переходе ij можно представить выражением:

$$S_{ij} = Q_i F_{ij}, \quad (6)$$

где Q_i — потери с 1 га по отношению к наиболее благоприятному сроку в подпериод i ;

F_{ij} — площадь в га, убранная на переходе (ij) .

Если закупочная цена продукта равна ζ , то из равенства (1) следует

$$Q_i = \zeta M_{\max} p(\tau - t)^2. \quad (7)$$

Поскольку подпериод i соответствует временному интервалу от исходного

$$Q_i = \zeta M_{\max} p(i_{\text{opt}} - i)^2. \quad (8)$$

В условиях, когда не хватает транспорта, темп уборочных работ

$$F_{ij} = \frac{W_{ij}}{M_i}, \quad (9)$$

где W_{ij} — производительность транспорта на переходе (ij) ;

M_i — урожайность за данный подпериод.

После преобразования с учетом (1), (6) и (7) получим:

$$F_{ij} = \frac{\zeta p (i_{\text{opt}} - i)^2 W_{ij}}{1 - p(i_{\text{opt}} - i)^2}. \quad (10)$$

Производительность транспорта W_{ij} зависит от типажа и числа K_{nij} машин, выделенных для

данной культуры на шаге i при переходе j , а также от расстояния перевозки, то есть

$$W_{ij} = f(K_{1ij}, K_{2ij}, \dots, K_{nij}, l_{ij}, \dots) \quad (11)$$

или

$$W_{ij} = \frac{q\mu\theta_n K_{nij}}{\frac{l_{ij}}{\beta v_1} + t_{n-p}}, \quad (12)$$

где q — грузоподъемность данного типа машин;
 μ — коэффициент использования грузоподъемности;

θ_n — время в наряде;

K_{ij} — число машин данного типа, выделенное для определенной культуры на переходе j в подпериоде i ;

l_{ij} — расстояние перевозки;

β — коэффициент использования пробега;

v — средняя скорость движения для данного типа машин;

t_{n-p} — время погрузки и разгрузки.

Из (8) и (10) определяем потери для одной культуры:

$$S_{ij} = \left[\frac{p\zeta(i_{opt} - i)^2}{1 - p(i_{opt} - i)} \right] \cdot \left[\frac{\sum q\mu\theta_n K_{nij}}{\frac{l_{ij}}{\beta v_T} + t_{n-p}} \right]. \quad (13)$$

Очевидно, что для нескольких культур следует просуммировать соответствующие значения S_{ij} .

Каким бы ни был путь от начального состояния до конечного, площади, отведенные под каждую культуру, должны быть убраны полностью. Поэтому ограничения, налагаемые на систему, запишутся таким образом:

$$\sum \frac{W_{ij}}{M_i} = F_{общ}, \quad (14)$$

где $F_{общ}$ — площадь, занятая под данной культурой.

Если какое-либо поле убрано полностью, то дальнейшие операции на нем прекращаются (при F_m текущем $\geq F_m$, $M_i = 0$).

На любом шаге для каждой культуры производительность транспортных средств не долж-

на превосходить возможностей уборочных агрегатов, то есть $W_{ij} \leq mW_1$ и т. д. Число перераспределяемых машин должно быть целым ($K_{nij} = 1, 2, \dots, K_n$).

Из (13) видно, что S_{ij} зависит от характера перераспределения транспортных средств, выбора оптимального срока уборки и варьируется в зависимости от целенаправленного изменения расстояний перевозки.

Следует отметить, что в зависимости от числа машин в хозяйстве стратегия может значительно меняться. Если учесть, что описанные условия уборки повторяются с определенной вероятностью, то можно рассчитывать экономически целесообразный состав парка с учетом переходных процессов. Для этого необходимо сравнивать потери от недобора урожаев с затратами на приобретение новой техники.

Итак, в качестве примера нами рассмотрен процесс перехода с уборки многолетних трав к уборке зерновых при условии, что на всех полях они созревают одновременно, а к моменту восковой спелости хлебов травы еще полностью не убраны. Анализ показал, что уборка близлежащих полей под зерновыми в наиболее выгодные сроки сводит потери к минимуму. По мере удаления от оптимального срока осуществляется переход на отдельные поля.

Приведенная методика не ограничивается кругом транспортных задач. Ее можно использовать для оптимизации при возникновении переходных процессов и в других технологических комплексах, то есть там, где имеется конфликтная ситуация, аналогичная описанной.

● ЛИТЕРАТУРА

1. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций. — М.: Вильямс, 2007. — 912 с.
2. Грешилов А. А. математические методы принятия решений. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. — 584 с.
3. Зангиев А. А., Шпилько А. В., Левшин А. Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. — М.: Колос, 2008. — 320 с.
4. Шаров Н. М. Основы проектирования оптимальной организации сельскохозяйственных производственных процессов. — М.: МИНСП, 1971. — 193 с.
5. Корнеев Г. В. Прогрессивные способы уборки и борьба с потерями урожая /Г. В. Корнеев, А. П. Тарасенко. — М.: Колос, 1983. — 176 с.
6. Куделин Б. П. Сеянные многолетние травы: Способы использования травостоев и их эффективность. — Рига: Зинатне, 1988. — 334 с.

e-mail: yusifov_samed@mail. ru