

4. Заключительные замечания. Рассмотренный метод позволяет также решать задачи, более полно учитывающие технологию и условия перевозочного процесса. Например, в модели можно учесть время работы автопарков и складов в пунктах погрузки и разгрузки.

Ранее авторами рассматривался иной метод получения целочисленных решений (см. [2]). Изложенный выше метод обладает по сравнению с ним рядом преимуществ: 1) поиск целочисленного решения ведется на более широком множестве маршрутов, а не только на базисных; 2) значительно сокращены затраты машинного времени.

На ЭВМ с оперативной памятью 4096 ячеек удастся решать задачи средней размерности (около 50 линий перевозок). Повышение размерности может быть осуществлено посредством:

1) компактного представления исходной информации (задание некоего аналитического выражения для воспроизведения информационных таблиц);

2) разработки экономных алгоритмов решения систем линейных уравнений: а) применения непосредственных методов решения (метода Гаусса [4], метода триангуляризации [5] и др.); б) применение методов, основанных на компактном задании матрицы (мультипликативного метода [6], клеточного задания [4], полиномиального задания [7] и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Аникеич, А. Б. Грибов, И. В. Романовский. Об одной задаче маршрутизации перевозок. Кибернетика, 1966, № 1.
2. А. А. Аникеич, А. Б. Грибов. Программа решения задачи отыскания оптимальных маршрутов перевозок. В сб. Оптимальное планирование, вып. 12. Новосибирск, «Наука», 1969.
3. К. В. Ким, С. А. Панов. Линейная модель оптимизации перевозок грузов автомобильным транспортом. В сб. Постановка и решение задач на ЭВМ в области автомобильного транспорта. М., 1966.
4. Д. К. Фаддеев, В. Н. Фаддеева. Вычислительные методы линейной алгебры. М., Физматгиз, 1963.
5. С. С. Сури. Решение задач линейного программирования с большим числом нулевых элементов в исходной симплексной таблице. В сб. Оптимальное планирование, вып. 10. Новосибирск, «Наука», 1968.
6. Г. Зойтендейк. Методы возможных направлений. М., Изд. иностр. лит., 1963.
7. А. Б. Грибов. Метод рекуррентного пересчета характеристического полинома. Докл. АН СССР, т. 177, № 3, 1967.

Поступила в редакцию
12 II 1968

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ В МУКОМОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С. С. ГДАЛЕВИЧ, Г. П. СМЕРНОВА

(Ленинград)

Рациональное использование сырья предприятиями мукомольной промышленности имеет существенное значение для их экономики, так как стоимость сырья в затратах предприятия составляет около 95%.

Мукомольные предприятия в течение года получают от разных поставщиков зерно, различающееся по качеству. Известно, что раздельный помол разных сортов (качества) зерна менее эффективен, чем помол этого же зерна в различных смесях*. Но теория составления рациональных помольных смесей еще плохо разработана, и отсутствует нормативная база выходов продукции, дифференцированная по смесям зерна. В настоящее время мукомольные предприятия используют ограниченное число (15—20 вариантов) смесей.

Однако даже при сравнительно небольшом количестве смесей возникает задача: в каких помольных смесях, сколько и когда следует перерабатывать зерна разного качества в целях получения максимума дохода (за вычетом переменных расходов по хранению зерна).

* Каждая смесь характеризуется ассортиментом входящих в нее компонентов (сортов зерна).

Другими словами, в данной динамической задаче вопросы оптимального использования зерна в каждом подпериоде должны решаться в комплексе с точки зрения всего периода, так как расход зерна в любом подпериоде может оказать влияние на экономические показатели работы в других подпериодах. В частности, одновременно должен быть решен вопрос и о сроках хранения различных партий зерна.

При построении экономико-математической модели этой задачи были учтены следующие основные факторы.

На элеваторе мельничного комбината на начало планируемого периода имеются некоторые запасы зерна разных сортов. Известен план поставки зерна на год по месяцам и по сортам. Подразумевается, что обеспечение зерном позволяет использовать мельницу и элеватор на их полную мощность. Мельничный комбинат имеет право отказаться от завоза части зерна некоторых сортов, получение же дополнительных ресурсов сверх плана не предполагается. Хранение запасов зерна на элеваторе связано с определенными расходами.

Из прошлого опыта известно конечное число смесей, которые и приняты нами к исследованию.

Естественно, что для составления рациональных помольных смесей на элеваторе необходимо иметь запасы разных сортов зерна, так как в течение месяца в среднем поступает лишь два-три сорта. В то же время хранение зерна на элеваторе связано с дополнительными затратами, зависящими от сорта зерна, его количества и срока хранения (в состав этих затрат и входит оплата за оборотные фонды).

Для построения экономико-математической модели введем следующие обозначения: T — число подпериодов (месяцев); n — количество сортов зерна; b_{it} — количество зерна i -го сорта, которое может быть поставлено в t -м подпериоде; $i = 1, 2, \dots, n$; $t = 0, 1, \dots, T^*$; k — число помольных смесей, включая односортные (вырожденные); a_{ij} — количество зерна i -го сорта в j -й смеси; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, k$; a_i — количество зерна i -го сорта, которое необходимо оставить на начало следующего планируемого периода, $i = 1, 2, \dots, n$; h_j — доход от реализации продукции, полученной из j -й смеси, $j = 1, 2, \dots, k$; p_{it} — расходы, связанные с хранением 1 т зерна i -го сорта за t подпериодов; $i = 1, 2, \dots, n$; $t = 0, 1, \dots, \tau$; $\tau = 1, 2, \dots, T+1$; L — емкость элеватора, т; D — мощность (пропускная способность) мельницы, т/мес; x_{it} — искомое количество зерна i -го сорта из одной партии зерна этого же сорта, поступившей на элеватор в t -м месяце, и переработанное в месяце τ ; $i = 1, 2, \dots, n$; $t = 0, 1, \dots, \tau$; $\tau = 1, 2, \dots, T+1^*$; $y_{j\tau}$ — искомое количество j -й смеси, перерабатываемое в месяце τ ; $j = 1, 2, \dots, k$; $\tau = 1, 2, \dots, T$.

Задача сводится к нахождению плана X, Y , при котором достигается максимум целевой функции (суммарный доход от реализации готовой продукции за вычетом затрат по хранению зерна)

$$F(X, Y) = \sum_{j=1}^k \sum_{\tau=1}^T h_j y_{j\tau} - \sum_{i=1}^n \sum_{\tau=1}^{T+1} \sum_{t=0}^{\tau} p_{it} x_{it} \quad (1)$$

при ограничениях

$$x_{it} \geq 0; y_{j\tau} \geq 0; i = 1, 2, \dots, n; t = 0, 1, \dots, \tau; \tau = 1, 2, \dots, T+1; j = 1, 2, \dots, k. \quad (2)$$

Общее количество зерна i -го сорта, поступившее на элеватор в t -м месяце и израсходованное во всех последующих месяцах, включая остаток на начало следующего года, не должно превышать количества того же сорта, предусмотренного к поставке в t -м месяце.

$$\sum_{\tau=t+1}^{T+1} x_{it} \leq b_{it}; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad t = 0, 1, \dots, T. \quad (3)$$

Балансовые равенства, связывающие переменные $y_{j\tau}$ и x_{it} . Левая и правая часть каждого уравнения — количество зерна i -го сорта переработанное в месяце τ

$$\sum_{j=1}^k a_{ij} y_{j\tau} = \sum_{t=0}^{\tau} x_{it}; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad \tau = 1, 2, \dots, T. \quad (4)$$

* b_{i0} — наличие зерна i -го сорта на начало планируемого периода.

** Под x_{it}^{T+1} понимается количество зерна i -го сорта, поступившее в t -м месяце и оставленное на начало следующего периода.

Общее количество зерна всех сортов, поступившее до месяца ξ и переработанное в последующих месяцах, не должно превышать емкости элеватора

$$\sum_{i=1}^n \sum_{\tau=\xi+1}^{T+1} \sum_{t=1}^{\xi(\xi \neq T+1)} x_{it}^{\tau} \leq L; \quad \xi = 0, 1, \dots, T+1. \quad (5)$$

Ограничения по производственной мощности

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=0}^{\tau} x_{it}^{\tau} \leq D; \quad \tau = 1, 2, \dots, T. \quad (6)$$

Общее количество зерна i -го сорта из партий поступления в каждом месяце и оставляемое на начало следующего года должно равняться запланированному количеству

$$\sum_{t=0}^T x_{it}^{T+1} = \alpha_i; \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

По виду целевой функции и системы ограничений данная задача является динамической задачей линейного программирования и может быть решена обычным симплекс-методом.

В Ленинградском отделении Центрального экономико-математического института АН СССР задача решалась на материалах Ленинградского мельничного комбината им. В. И. Ленина. В качестве исходных данных к рассмотрению было принято 12 помольных смесей из 14 сортов зерна, а также план поступления зерна на 1966 г.

Поступила в редакцию
24 VI 1968