

**The definition of income of the company subject to
procurement of raw materials and sales of finished products**
Asankulova M.¹, Jusupbaev A.², Usupbaeva G.³
**Определение дохода предприятия с учетом
закупки сырья и реализации готовой продукции**
Асанкулова М.¹, Жусупбаев А.², Жусупбаева Г. А.³

¹Асанкулова Майрам / Asankulova Mayram - кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник;

²Жусупбаев Амангельди / Jusupbaev Amangeldi - доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией,
лаборатория экономико-математических методов,
Институт теоретической и прикладной математики
Национальной академии наук Кыргызской Республики;

³Жусупбаева Гульзат Амангельдиевна / Jusupbaeva Gulsat - кандидат физико-математических наук, доцент,
Кыргызский национальный аграрный университет им. К. И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация: рассматривается экономическое взаимоотношение между хозяйствующими субъектами (производителями и потребителями продукции) в условиях рынка. Сформулированы математические модели, определяющие один из возможных путей решения проблемы этих субъектов и разработаны способы их расчета.

Abstract: the economic relations between economic agents (producers and consumers) in the market conditions are examined. The mathematical models that define one of the possible solutions of the problem of these subjects are formulated and the methods of calculating them are developed.

Ключевые слова: потребители, сельхозпродукция, регион, максимальная прибыль, предприятие, объем и ассортимент, сырье.

Keywords: consumers, agricultural products, region, maximum profit, company, volume and range of products, raw materials.

УДК 519.8

Введение

В рыночной экономике каждый хозяйствующий субъект работает самостоятельно, делает закупки сырья по своему предпочтению и выпускает продукции по своему усмотрению. Цель каждого субъекта – получение максимального дохода от своей деятельности.

В этой связи требуется разработка новых моделей и методы решения задач, учитывающие закономерности рыночных отношений.

В работах [1, 2] рассмотрены различные случаи задачи, учитывающие взаимосвязь производственных субъектов в рыночных условиях, когда производственная (добывающая) компания распределяет произведенную продукцию (сырье) между потребителями (предприятиями ассоциации) по обязательным поставкам и потребителями свободного рынка с целью минимизации суммарных расходов, а предприятия ассоциации получают чистый доход от реализации готовой продукции из доставляемого сырья после переработки.

Проблема прогнозирования дохода предприятием, производящим консервированную продукцию из овощей и фруктов в замкнутом регионе, где конкурентом продукции этого предприятия выступают аналогичные импортные продукты. В этом случае получаемый доход перерабатывающего предприятия прямо зависит от закупки потребителями продукции местного производства, где качество продукции считается одинаковым, отличие только по оптовым ценам. Определив объем спроса потребителей на консервированную продукцию, предприятие будет делать закупки сырья для производства продукции из сырьевых зон по каждому виду сельхозпродукции в соответствующих объемах. В случае отсутствия спроса произведенная предприятием продукция будет избыточной, так как реализация продукции за пределами региона отсутствует по условию задачи.

Решению этой проблемы посвящена предлагаемая нами работа, где в задаче фиксированная доплата в закупочно-транспортных затратах интерпретируется как оплата водителя и арендная плата на транспортные средства.

Постановка задачи

Пусть в регионе имеется p потребители D_k , $k \in K = \{1, 2, \dots, p\}$ консервированной продукции различного вида в объеме b_k^r , $r \in R = \bigcup_{k \in K} R_k$, изготовленной из сельхозпродукции. Для

удовлетворения запросов в консервированной продукции в регионе функционирует предприятие A_0 по производству и его реализации, где вывоз и реализация этой продукции за пределы региона не

предполагается. Предприятие A_0 для производства различных видов консервированной продукции закупает сырье (овощи и фрукты) из районов $B_j, j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$ этого же региона.

Кроме этого, в регионе имеется пункт A_1 , куда привозится импортная консервированная продукция из овощей и фруктов аналогичного качества и ассортимента и реализуется потребителям этого региона. Потребители, исходя из своего предпочтения, могут удовлетворять свои потребности в консервированной продукции как из предприятия A_0 , так и из пункта A_1 .

Требуется определить объем закупаемой сельхозпродукции и объем производимой и реализуемой консервированной продукции каждого вида предприятием A_0 , доставляющий максимальную прибыль, и чтобы при этом потребности каждого $D_k, k \in K$ на консервированную продукцию были бы удовлетворены полностью при минимальных затратах.

Заметим, что поставленная проблема может быть найдена из решения следующих двух последовательно решаемых задач (Задача 1 и Задача 2).

Задача для производителя консервированной продукции (Задача 1).

Требуется определить объем и ассортимент производимой консервированной продукции A_0 , а также районы закупки сельхозпродукции, позволяющие максимизировать прибыль.

Математическая модель задачи может быть представлена в виде.

Найти максимум

$$L(x, y) = \sum_{r \in R} (s_0^r - c_r) y_0^r - \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \bar{c}_{ij0} x_{ij} \quad (1)$$

при условиях

$$0 \leq x_{ij} \leq d_{ij}, \quad i \in I, j \in J, \quad (2)$$

$$a_{ir} y_0^r = \sum_{j \in J} x_{ij}, \quad i \in I_r, r \in R, \quad (3)$$

$$y_0^r \geq 0, \quad r \in R, \quad (4)$$

где $x = |x_{ij}|_{|I| \times |J|}$, $y = |y_0^r|_{|R|}$, $r \in R$, $\bar{c}_{ij0} = c_{ij} + c_{ij0}$, $i \in I, j \in J$,

r - индекс вида консервированной продукции, $r \in R = \bigcup_{k \in K} R_k$;

R - множество индексов консервированной продукции, производимой перерабатывающим предприятием A_0 ;

k - индекс потребителей консервированной продукции, $k \in K$;

K - множество индексов потребителей консервированной продукции;

R_k - множество индексов консервированной продукции k -го потребителя, $k \in K$;

i - индекс вида сельхозпродукции, используемой предприятием A_0 при консервации продукции,

$i \in I = \bigcup_{r \in R} I_r$;

I_r - множество индексов сельхозпродукции, используемых при консервации продукции r -го вида, $r \in R$;

I - множество индексов сельхозпродукции, используемой при консервации продукции предприятием A_0 ;

j - индекс районов закупки сельхозпродукции предприятием A_0 ;

J - множество индексов районов закупки сельхозпродукции в регионе.

Известные параметры.

s_0^r - оптовая цена реализации единицы объема консервированной продукции r -го вида в A_0 ;

d_{ij} - максимальный объем i -го вида сельхозпродукции, закупаемой предприятием из j -го района, $i \in I, j \in J$;

a_{ir} - норма расхода i -го вида сельхоз продукции на единицу объема r -го вида консервированной продукции, $i \in I_r, r \in R$;

c_{ij} - цена закупки единицы объема i -го вида сельхозпродукции из j -го района, $i \in I = \bigcup_{r \in R} I_r, j \in J$;

c_{ij0} - затраты на транспортировку единицы объема i -го вида сельхозпродукции из j -го района, $i \in I, j \in J$;

c_r – затраты предприятия на производство единицы объема r -го вида консервированной продукции, $r \in R$,

$$c_r = (\varepsilon_r + \delta_r) + \sum_{l \in L_r} c_r^l m_r^l, r \in R;$$

ε_r – расход на организационную работу единицы объема консервированной продукции r -го вида, $r \in R$;

δ_r – оплата рабочим (зароботная плата) за услуги на единицу объема консервированной продукции r -го вида, $r \in R$;

m_r^l – норма расхода l -го вида ресурса, используемого при производстве единицы объема консервированной продукции r -го вида, $l \in L_r, r \in R$;

c_r^l – оптовая цена закупки единицы объема l -го вида ресурса, используемого при производстве консервированной продукции r -го вида, $l \in L_r, r \in R$.

Искомые переменные:

x_{ij} – объем закупки i -го вида сельхоз продукции из j -го района, $i \in I, j \in J$;

y_0^r – объем консервированной продукции r -го вида, производимой предприятием A_0 для реализации потребителям региона, $r \in R$.

В связи отсутствия вывоза консервированной продукции за пределами региона перерабатывающему предприятию A_0 для достижения цели необходимо определить объем производимой и реализуемой продукции в регионе, т. е. $y_0^r, r \in R_k, k \in K$, которая может быть определена решением Задачи 2.

Задача потребителя консервированной продукции (Задача 2).

По условию задачи консервированная продукция на предприятии A_0 и в пункте A_1 не отличаются по качеству и ассортименту, но имеется различие в закупочно-транспортных затратах и доплатах. В этой связи каждый потребитель региона, оценивая положение, старается приобрести единицу объема продукции с минимально закупочно-транспортными затратами и доплатами.

Решаем Задачу 2. Тем самым определяем схему закрепления потребителей за предприятием A_0 и пункта A_1 , объем закупки по каждому ассортименту консервированной продукции с учетом предпочтений потребителя.

Математическая модель изложенной проблемы может быть записана в виде.

Найти минимум

$$L(y) = \sum_{k \in K} \sum_{r \in R_k} (c_{0k}^r (y_{0k}^r) + c_{1k}^r (y_{1k}^r)) \quad (5)$$

при условиях

$$y_{0k}^r + y_{1k}^r = b_k^r, r \in R_k, k \in K, \quad (6)$$

$$\sum_{k \in K} y_{0k}^r = y_0^r, r \in R, \quad (7)$$

$$\sum_{k \in K} y_{1k}^r = y_1^r, r \in R, \quad (8)$$

$$y_0^r \geq 0, y_1^r \geq 0, y_{0k}^r \geq 0, y_{1k}^r \geq 0, r \in R_k, k \in K, \quad (9)$$

где $y = \left\| \left| y_{0k}^r \right|_{|R|, |K|}, \left| y_{1k}^r \right|_{|R|, |K|} \right\|$,

$$c_{0k}^r (y_{0k}^r) = s_{0k}^r y_{0k}^r + \alpha_{0k}^r \theta(y_{0k}^r), c_{1k}^r (y_{1k}^r) = s_{1k}^r y_{1k}^r + \beta_{1k}^r \theta(y_{1k}^r), \quad (10)$$

$$s_{0k}^r = \bar{s}_{0k}^r + s_0^r, s_{1k}^r = \bar{s}_{1k}^r + s_1^r, r \in R_k, k \in K,$$

s_1^r – оптовая цена реализации единицы объема консервированной продукции в A_1 , $r \in R$;

$\bar{s}_{0k}^r, \bar{s}_{1k}^r$ – транспортные расходы на перевозку единицы объема консервированной продукции $r \in R_k$, соответственно из A_0 в D_k и из A_1 в D_k , $k \in K$;

s_{0k}^r, s_{1k}^r – закупочно-транспортные затраты на перевозку единицы объема консервированной продукции $r \in R_k$, соответственно из A_0 в D_k и из A_1 в D_k , $k \in K$;

$\alpha_{0k}^r, \beta_{1k}^r$ – размеры фиксированной доплаты, не зависящие от объема перевозимой консервированной продукции $r \in R_k$, соответственно из A_0 в D_k и из A_1 в D_k , $k \in K$;

b_k^r – объем потребности в консервированной продукции $r \in R_k$, k –го потребителя, $k \in K$;

y_1^r - искомый объем реализуемой консервированной продукции вида $r \in R$, пунктом A_1 за планируемый период;

y_{0k}^r, y_{1k}^r - искомые объемы перевозимой консервированной продукции $r \in R_k$, k -м потребителем из A_0 и A_1 соответственно, $k \in K$;

Сформулированная задача является транспортной задачей с фиксированными доплатами без ограничения на объемы производства. Ясно, что если все $\alpha_{0k}^r = 0$, она превращается в обычную транспортную задачу без ограничения на объемы производства. В противном случае эта задача из-за разрывности каждого слагаемого (10) в нуле переходит в класс многоэкстремальных задач.

Однако путем введения дополнительных целочисленных переменных ее удастся свести к частично целочисленной задаче линейного программирования. Способ такого сведения был указан М. Л. Балинским [3].

Для решения задачи (5)-(9) воспользуемся методом М. Л. Балинского. Определим величины M_{0k}^r и M_{1k}^r , $r \in R_k$, $k \in K$. Их полагаем равным соответственно величинам

$$M_{0k}^r = b_k^r, M_{1k}^r = b_k^r, r \in R_k, k \in K.$$

Рассмотрим задачу минимизации

$$L(y, v) = \sum_{k \in K} \sum_{r \in R_k} \{ (s_{0k}^r y_{0k}^r + \alpha_{0k}^r v_{0k}^r) + (s_{1k}^r y_{1k}^r + \beta_{1k}^r v_{1k}^r) \} \quad (11)$$

при условиях (6)-(9) и дополнительном условии

$$v_{0k}^r = \begin{cases} 0, & r \in R_k, k \in K, \\ 1, & r \in R_k, k \in K, \end{cases} \quad v_{1k}^r = \begin{cases} 0, & r \in R_k, k \in K, \\ 1, & r \in R_k, k \in K, \end{cases} \quad (12)$$

$$y_{0k}^r \leq M_{0k}^r v_{0k}^r, r \in R_k, k \in K, \quad y_{1k}^r \leq M_{1k}^r v_{1k}^r, r \in R_k, k \in K. \quad (13)$$

Далее, следуя методам Балинского, решаем задачи (11) при условиях (6)-(9), (12), (13) с отброшенным условием целочисленности (12), (13), т. е. определим оптимальный план задачи (11), (6)-(9), (12), (13) без учета требования целочисленности переменных v_{0k}^r, v_{1k}^r .

$$\text{Выразим } v_{0k}^r = \frac{y_{0k}^r}{M_{0k}^r}, \quad v_{1k}^r = \frac{y_{1k}^r}{M_{1k}^r}.$$

Тем самым получим задачу минимизации функции

$$L(y) = \sum_{k \in K} \sum_{r \in R_k} \left\{ \left(s_{0k}^r y_{0k}^r + \alpha_{0k}^r \frac{y_{0k}^r}{M_{0k}^r} \right) + \left(s_{1k}^r y_{1k}^r + \beta_{1k}^r \frac{y_{1k}^r}{M_{1k}^r} \right) \right\} \quad (14)$$

при условиях (6)-(9).

Из оптимального решения $\tilde{y} = \left\| \tilde{y}_{0k}^r, \tilde{y}_{1k}^r \right\|$ задачи (14), (6)-(9) определим приближенное решение $\bar{y} = \left\| \bar{y}_{0k}^r, \bar{y}_{1k}^r \right\|$, $\bar{v} = \left\| \bar{v}_{0k}^r, \bar{v}_{1k}^r \right\|$ задачи с фиксированными доплатами, согласно равенствам

$$\bar{y}_{0k}^r = \bar{v}_{0k}^r = 0, \text{ если } \tilde{y}_{0k}^r = 0, \quad \bar{y}_{1k}^r = \bar{v}_{1k}^r = 0, \text{ если } \tilde{y}_{1k}^r = 0, \\ \bar{y}_{0k}^r = \tilde{y}_{0k}^r, \bar{v}_{0k}^r = 1, \text{ если } \tilde{y}_{0k}^r > 0, \quad \bar{y}_{1k}^r = \tilde{y}_{1k}^r, \bar{v}_{1k}^r = 1, \text{ если } \tilde{y}_{1k}^r > 0.$$

Теперь используем решение $\left| \bar{y}_{0k}^r \right|_{|K| \times |R|}$ в системе равенств (7) определим $y_0^r, r \in R_k, k \in K$.

Далее, подставляя $y_0^r, r \in R_k, k \in K$ в (1)-(4), решая способом, приведенным в [4], определим объем и ассортимент производимой и реализуемой продукции предприятия A_0 , обеспечивающие потребителей региона по каждому виду консервированной продукции, а также районов закупки сельхозпродукции.

Заключение

В данной работе разработаны взаимосвязанные математические модели производителя консервированной продукции и потребителей этих продуктов, где спрос потребителя влияет на объемы производства, величины закупки сырья и на общую прибыль предприятия.

Предложен метод решения для сформулированной задачи, использующий способ М. Л. Балинского. Полученные результаты могут быть использованы хозяйствующими субъектами различных отраслей в своей деятельности.

Литература

1. *Асанкулова М., Жусупбаев А.* Оптимизация добычи и распределения сырья между потребителями в зависимости от периода // Проблемы современной науки и образования. - 2016. № 4 (46). – С. 7-12.
2. *Жусупбаев А., Асанкулова М.* Задача распределения сырья между взаимосвязанными хозяйствующими субъектами // Фундаментальные и прикладные проблемы науки, Том 3, Москва, 2015. / Материалы Кыргызской секции X Международного симпозиума, посвященного 70-летию Победы. - Москва, 2015. – С. 30-36.
3. *Balinski M. L.* Fixed-cost transportation problems [Text] / M. L. Balinski // Naval Res. Log. Quart., 1961, 8, № 1. – P. 41-54.
4. *Асанкулова М., Жусупбаев А., Жусупбаев Г. А.* Определение максимального дохода предприятия при ограниченном объеме финансов // Актуальные направления научных исследований века: теория и практика / Сб. науч. трудов. - 2015, № 7 часть 1 (18-1). – С. 101-105. DOI: 10.1273/14811.