

Студент 2 курса  
факультета международных экономических отношений ХНЭУ им. С. Кузнеця

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ СУПЕРМАРКЕТОВ "СИЛЬПО"

*Аннотация. Приведено решение транспортной задачи по определению оптимального плана перевозки молочной продукции в сети магазинов "Сильпо" с учетом минимизации затрат на перевозку.*

*Анотація. Наведено вирішення транспортної задачі з визначення оптимального плану перевезення молочної продукції в мережі магазинів "Сільпо" з урахуванням мінімізації витрат на перевезення.*

*Annotation. This paper presents the solution of the transport problem to determine the optimal transportation plan dairy products "Silpo" with a view to minimizing the cost of transportation.*

*Ключевые слова: оптимальный план, метод потенциалов, минимизация издержек.*

Статус современной Украины как аграрной страны мало способствует развитию сельского хозяйства, и в частности – молочной промышленности. Государственные предприятия, не получающие достаточной финансовой помощи, проигрывают конкурентную борьбу частным молокозаводам. Низкие зарплаты и отсутствие перспектив в аграрном секторе вынуждают людей уезжать из сел, что наносит серьезный удар экономике страны.

На протяжении 20 лет независимости неизменно сокращалась сырьевая база молочной промышленности Украины. Только по итогам прошлого года в некоторых хозяйствах наметилась тенденция к росту. За последние полтора десятка лет удои молока сократились почти в 2 раза, поголовье коров – в полтора. Перспективы развития молочной промышленности довольно туманны с учетом вышеупомянутой причины, сокращения сельского населения.

В Украине существует около 6 тыс. сельхозпредприятий, которые в большей или меньшей степени занимаются производством молока. В большей части из них содержится только несколько десятков коров и среднегодовой надой не превышает сотни тонн. Более половины молока в категории сельхозпредприятий надаивают всего несколько сотен. Наверное, будущее отрасли именно за такими предприятиями, но это будущее будет "светлым" только тогда, когда подобные сельхозпроизводители будут исчисляться не сотнями, а тысячами.

В перспективе производство молока в хозяйствах населения страны однозначно будет падать, а вот сельхозпредприятия за несколько лет существенно увеличат удои молока. Причин для таких прогнозов много, но основной из них можно назвать качество молока. Качественные показатели молочного сырья от населения давно уже не устраивают многих переработчиков.

В целом производство молока в стране в ближайшее время не вырастет, но за счет увеличения интереса к молочному животноводству со стороны украинских сельхозпроизводителей, стабильности в сырьевом предложении будет достигнуто уже года через два–три. А возможность увеличения производства молока в стране во многом будет зависеть от государственной поддержки. Без хорошей, продуманной программы с серьезным финансированием даже нынешнее производство молока сохранить будет непросто.

Емкость украинского рынка промышленных молокопродуктов составляет 13–14 млрд грн. Основу молочной отрасли страны составляли цельномолочная продукция и сыры.

Необходимо разработать оптимальный план перевозки молочной продукции для супермаркетов "Сильпо".

Математическая модель транспортной задачи:

$$F = \sum \sum c_{ij} x_{ij}$$

при условиях:

$$\sum x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

С целью составления двойственной задачи переменные  $x_{ij}$  в условии заменим на  $u_1, u_2, u_i, \dots, u_m$ , а переменные  $x_{ij}$  в условия на  $v_1, v_2, v_j, \dots, v_n$ .

Поскольку каждая переменная  $x_{ij}$  входит в условия и целевую функцию по одному разу, то двойственную задачу по отношению к прямой транспортной задаче можно сформулировать следующим образом.

Требуется найти не отрицательные числа  $u_i$  (при  $i = 1, 2, \dots, m$ ) и  $v_j$  (при  $j = 1, 2, \dots, n$ ), обращающие в максимум целевую функцию

$$G = \sum a_i u_i + \sum b_j v_j$$

при условии

$$u_i + v_j \leq c_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

В систему условий будет  $m \times n$  неравенств. По теории двойственности для оптимальных планов прямой и

$$u_i + v_j \leq c_{ij}, \text{ если } x_{ij} = 0,$$

$$u_i + v_j = c_{ij}, \text{ если } x_{ij} \geq 0.$$

Эти условия являются необходимыми и достаточными признаками оптимальности плана транспортной задачи.

Числа  $u_i, v_j$  называются потенциалами. Причем число  $u_i$  называется потенциалом поставщика, а число  $v_j$  – потенциалом потребителя.

Стоимость доставки единицы груза из каждого пункта отправления в соответствующие пункты назначения задана матрицей тарифов (таблица).

Таблица

Матрица тарифов

Показатели	Днепр-ропетровск	Донецк	Запорожье	Ивано-Франковск	Киев	Одесса	Симферополь	Тернополь	Ужгород	Харьков	Запасы
Данон-Юнимилк	505	814	443	1 299	845	309	412	1 123	1 670	845	133 000
Молочный Альянс	587	948	711	1 103	164	886	1 165	814	1 422	579	117 000
Люстдорф	793	1 185	896	639	350	577	1 092	463	1 010	1 072	110 000
Галичина	1 433	1 835	1 536	268	742	1 257	1 773	216	525	1 474	93 000
Первомайский МКК	587	969	680	938	484	340	773	773	1 309	793	47 000
Потребности	53 400	61 260	46 600	42 400	74 690	38 000	37 500	32 020	43 000	71 130	

Проверим необходимое и достаточное условие разрешимости задачи.

$$\sum a = 133\,000 + 117\,000 + 110\,000 + 93\,000 + 47\,000 = 500\,000 \text{ (тонн).}$$

$$\sum b = 53\,400 + 61\,260 + 46\,600 + 42\,400 + 74\,690 + 38\,000 + 37\,500 + 32\,020 + 43\,000 + 71\,130 = 500\,000 \text{ (тонн).}$$

Условие баланса соблюдается. Запасы равны потребностям. Следовательно, модель транспортной задачи является закрытой.

Используя метод наименьшей стоимости, построили первый опорный план транспортной задачи.

В результате был получен первый опорный план, который являлся допустимым, так как все грузы из баз вывезены, потребность магазинов удовлетворена, а план соответствует системе ограничений транспортной задачи.

Подсчитали число занятых клеток таблицы, их 14, а должно быть  $m + n - 1 = 14$ . Следовательно, опорный план является невырожденным.

Значение целевой функции для этого опорного плана равно:

$$F(x) = 505 \times 10\,900 + 443 \times 46\,600 + 309 \times 38\,000 + 412 \times 37\,500 + 164 \times 74\,690 + 579 \times 42\,310 + 1\,185 \times 61\,260 + 1\,010 \times 24\,420 + 1\,072 \times 24\,320 + 268 \times 42\,400 + 216 \times 32\,020 + 525 \times 18\,580 + 587 \times 42\,500 + 793 \times 4\,500 = 269\,965\,310 \text{ (грн).}$$

Следует проверить оптимальность опорного плана. Нужно найти предварительные потенциалы  $u_i, v_j$  по занятым клеткам таблицы, в которых  $u_i + v_j \leq c_{ij}$ , полагая, что  $u_1 = 0$ .

Проверив опорный план методом потенциалов на оптимальность, видно что опорный план не является оптимальным.

Из грузов  $x_{ij}$  стоящих в минусовых клетках, выбираем наименьшее, то есть  $y = \min(3, 10) = 24\,320$ . Прибавляем 24 320 к объемам грузов, стоящих в плюсовых клетках и вычитаем 24 320 из  $X_{ij}$ , стоящих в минусовых клетках. В результате получили новый опорный план.

Следующий опорный план не являлся оптимальным, следовательно, мы ищем тот план, который окажется оптимальным. В последней итерации мы получили оптимальный план, так все оценки свободных клеток удовлетворяют условию  $u_i + v_j \leq c_{ij}$ .

Минимальные затраты составили:

$$F(x) = 814 \times 48\,900 + 443 \times 46\,600 + 412 \times 37\,500 + 587 \times 33\,510 + 948 \times 12\,360 + 579 \times 71\,130 + 793 \times 10\,890 + 350 \times 74\,690 + 463 \times 24\,420 + 268 \times 42\,400 + 216 \times 7\,600 + 525 \times 43\,000 + 587 \times 9\,000 + 340 \times 38\,000 = 248\,336\,850 \text{ (грн).}$$

Оптимальный план перевозок изображен в виде графика (рисунок).

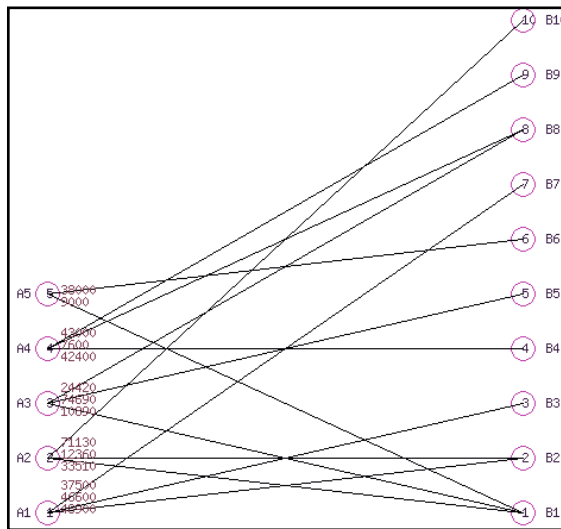


Рис. График оптимального плана перевозок

Следовательно, в результате решения задачи видно, что общие минимальные издержки на транспортировку молочной продукции составляют 248 336 850 грн. Из "Данон-Юнимилк" необходимо груз направить в Донецк – 48 900 тонн, в Запорожье – 46 600 тонн, в Симферополь – 37 500 тонн. Из "Молочный Альянс" необходимо груз направить в Днепропетровск – 33 510 тонн, в Донецк – 12 360 тонн, в Харьков – 71 130 тонн. Из "Люстдорф" склада необходимо груз направить в Днепропетровск – 10 890 тонн, в Киев – 74 690 тонн, в Тернополь – 24 420 тонн. Из "Галичина" необходимо груз направить в Ивано-Франковск – 42 400 тонн, в Тернополь – 7 600 тонн, в Ужгород – 43 000 тонн. Из "Первомайский МКК" необходимо груз направить в Днепропетровск – 9 000 тонн, в Одессу – 38 000 тонн.

Научн. рук. Малярец Л. М.

**Литература:** 1. Сильпо [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://silpo.ua/ua>. 2. Малярец Л. М. "Экономико-математические методы и модели" : учебник / Л. М. Малярец. – Х. : Изд. ХНЭУ, 2013. – С. 287. 3. Расстояние между городами [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://degruz.com/calculation\\_of\\_distance/route=15804106:10647](http://degruz.com/calculation_of_distance/route=15804106:10647).