

Анджей МАРЧУК

ЗАМЕЧАНИЯ О ПРИМЕНЕНИИ РАЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Введение

Исследованиями в области экономических транспортных проблем занимается экономика транспорта, которая, как отдельная дисциплина науки, изучает в каком объёме и в какой степени, а также с какой силой действия проявляются общие экономические закономерности в транспорте, а также какие связи возникают между транспортом, народным хозяйством и общественной жизнью.

Оптимизация деятельности сельских хозяйств и предприятий, сотрудничающих с сельским хозяйством требует, между прочим, правильного решения транспортных проблем. Способ решения вопросов организации и функционирования транспорта в этих хозяйственных единицах имеет огромное влияние на результаты, достигнутые ими. Насколько важной является эта проблема может свидетельствовать факт, что оценочные данные показывают, что 35-50 % всех работ, связанных с производственной деятельностью, проводимой в сельских хозяйствах, можно отнести к транспортным работам [Ковалик и др. 1999]. К этим деятельности защищаем подвоз средств производства до сельского хозяйства, вывоз на рынки сбыта выращенных плодов, а также процессы задавания кормов в хозяйственных постройках или устранение навоза.

Взаимосвязь большого количества факторов, влияющих на транспортировку товарной массы в сельском хозяйстве, создаёт сложную информационную систему. Качество и время получения информации, а также способ её переработки является одним из основных условий, решающих о эффективности предпринимаемых действий, связанных с усовершенствованием, функционирующих до сих пор, транспортных решений.

Анджей Марчук, Кафедра Машин и Сельскохозяйственных Оборудований при Сельскохозяйственной Академии в г. Люблине

Касается это в особенности вопросов перспективного планирования как в отношении производителя земледельческих плодов, предприятий переработки продуктов сельского хозяйства, специализированных перевозочных единиц, так и в отношении ко всему народному хозяйству. В каждом из приведенных случаев существенным является не только масштаб предвиденных для осуществления транспортных задач, но также способы их выполнения. Следует подчеркнуть, что оба названных элемента могут подвергаться существенным изменениям в последующих годах или производственных циклах.

Цель работы

Оптимизация транспортных процессов в сельском хозяйстве является очень сложным вопросом. Проблема требует иного подхода, если рассматривается в масштабе региона или страны, и иного - в случае сельского хозяйства или специализированных единиц транспортного обслуживания сельского хозяйства. В микромасштабе основой оптимизации является структура хозяйственной единицы со всеми условиями её среды. Оптимизация транспортных проблем в макромасштабе требует принятия во внимание решений, применяемых в микромасштабе. При организации перевозов очень важными элементами являются определение структуры и определение расположения пунктов, в которых происходит выдача товарной массы на анализированной территории действия транспортной системы. Существенным является также ознакомление с характеристиками тех пунктов приёмки, в которые должна поступить товарная масса, а также ознакомление с характеристиками доступных транспортных средств. Следующий важный элемент - это организация работы транспортных средств, служащих для выполнения перевозочного задания с большой точностью. В зависимости от того, насколько сложным является перевозочный процесс, работа транспортных средств может быть организована диспетчером или, при необходимости, может быть организована при помощи применения компьютерной системы оперативного планирования, причём под оперативным планированием подразумевается кратковременное планирование (несколько часовое, суточное).

Целью настоящей работы является представление математических методов, позволяющих с большой точностью решать транспортные задания, а также представление замечаний, касающихся применения конкретных моделей для решения вопросов оптимизации перевозов сельскохозяйственных плодов.

Концепция решения проблемы

Транспортную инфраструктуру сельского хозяйства следует рассматривать в двух основных аспектах:

- чёткость перемещения продуктов,
- сведение к минимуму расходов в связи с этим перемещением.

Под понятием - чёткость перемещения продукта, следует понимать его поставку в положенный срок и надлежащее место, согласно с представленным заказом. Транспорт выполняет, таким образом, обслуживающую функцию потому, что транспортное обслуживание подчиняется решениям, принимаемым для достижения главной цели. Сведение к минимуму расходов транспортировки зависит прежде всего от выбора ветви транспортировки и транспортного средства, характеризующихся низкими расходами, зависит от выбора технологии транспортировки, от техники проводимых погрузочных и разгрузочных работ, а также от выбора трасс и дорог, а также от продолжительности транспортного процесса. В работах, которые проводятся много лет на Кафедре Машин и Сельскохозяйственного Оборудования Сельскохозяйственной Академии в Люблине, сосредоточено внимание на оптимизации перевозов сельскохозяйственных плодов согласно разных функций цели. Чаще всего подвергалась минимизации длина переездных трасс. Кроме экономии, возникающей в результате уменьшения расходов эксплуатационных средств на более коротких перевозных трассах, получено также экономии времени длительности транспортного процесса, что в случае транспортировки быстропортящихся продуктов имеет большое значение. Разработано несколько транспортных систем, основанных на разных оптимизационных моделях.

Модели оптимизации транспорта сельского хозяйства

Проблему коммивояжёра представили Сысло М. М. и Скупень З.[1999], описывая как путешествие человека, который начинает поездку в городе M_1 и должен посетить $n - 1$ городов и вернуться в пункт старта. Проблема касается очередности, в которой он должен посетить эти города, чтобы дорога, которую он проедет, была бы самой короткой.

Пусть c_{ij} будет расстоянием между городом M_i и городом M_j , а также пусть $x_{ij} = 1$, если коммивояжёр переезжает из M_i в M_j , однако в противном случае $x_{ij} = 0$. Можно требовать, чтобы коммивояжёр посетил каждый город только раз. Вопрос коммивояжёра можно сформулировать следующим образом:

$$f(K) = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ lub } 1; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in (N/S)} x_{ij} \leq 1 \quad (5)$$

для каждого: $S \subset N, S \neq \emptyset, S \neq N$.

Вышепредставленное ограничение и функция цели одинаковы, как при проблеме назначения. Отличаются они, однако, по значению. Зависимость (2) означает, что коммивояжёр выезжает из каждого города только раз, однако, из примера (3) следует, что коммивояжёр приезжает в каждый город только раз. Пример (5) исключает появление подциклов, посредством накладки условий таким образом, чтобы для любого разделения собранного комплекта городов $N = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$ на два непустых подкомплекта существовала хотя бы одна лука, т. е. $x_{ij} = 1$, соединяющая города среди этих подкомплектов. Вопрос коммивояжёра можно применить для решения таких вопросов как:

- составление оптимальных маршрутов, связанных с обслуживанием сервисно-ремонтным машин и оборудования сельского хозяйства,
- доставка молока из сливного пункта в перерабатывающий завод,
- проектирование водопровода, электропроводки, технологического оборудования,
- планирование очередности выполнения технологических операций.

Другой концепцией является метод оперативного планирования работы транспортных средств. В ней использовано алгоритм Forda-Fulkersona [1969], который решает транспортную проблему в форме:

$$\min \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \right) \quad (6)$$

Представленная форма транспортного вопроса имеет следующие ограничения:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i \geq \sum_{j=1}^n b_j, \quad x_{ij} \geq 0 \quad (9)$$

Отдельные индексы имеют следующие значения:

m – количество пунктов предложения на товарную массу,

n – количество пунктов спроса на товарную массу,

c_{ij} – матрица расстояния между пунктами предложения и пунктами спроса,

x_{ij} – поисковая величина перевозов между пунктами спроса и пунктами предложения,

a_i – предложение на товарную массу,

b_j – спрос на товарную массу.

Отекание при минимальных расходах в ориентированной закрытой транспортной сети, в которой каждая лука имеет указанную нижнюю и верхнюю пропускную способность, а также единичную стоимость функции цели из-за минимизации выражается:

$$\sum_A c(X, Y) \neq f(X, Y) \quad (10)$$

при условиях:

$$f(X, N) - f(N, X) = 0 \text{ для всех } X \in N \quad (11)$$

$$l(X, Y) \leq f(X, Y) \leq h(X, Y) \text{ для всех } [X, Y] \in A \quad (12)$$

где:

N – сбор всех вершук сети,

A – сбор всех лук,

$l(X, Y)$ – нижние ограничения протекания на луке,

$h(X, Y)$ – верхние ограничения протекания на луке,

$f(X, Y)$ – поисковое протекание,

$c(X, Y)$ – единичная стоимость функции цели.

Метод этот был использован при оптимизации перевоза зерна между скупочными пунктами, складами и элеваторами в Государственном Зерновом Комбинате в г. Замость [Сярковски, Марчук, Квечиньски 1999].

Подведение итогов

Сложные практические проблемы связанные с организацией работы транспортных средств в сельском хозяйстве (невозможные для оптимального решения диспозитором в случае расширенной транспортной сети) требуют применения расчётных техник, использующих средства быстрой переработки информации, а также выбора правильного метода оптимизации. Выбор метода организации транспорта в сельском хозяйстве зависит от вида проблемы, которую необходимо решить.

На Кафедре Машин и Сельскохозяйственного Оборудования проведено оптимизацию транспорта разных сельскохозяйственных плодов. В каждом случае необходимо было проанализировать специфику перемещаемого материала, взять во внимание ограничения, связанные с ней и определить функцию цели оптимизации. Во время работ над оптимизацией перевозов молока из хозяйств, ведущих его продукцию и из сливного пункта в молочный завод [Сярковски, Куц, Марчук 1999], казалось, что наиболее выгодным будет использовать модель, представленную для проблемы коммивояжёра. Оказалось, однако, в случае, когда проблема подвергается расширению по причине существования большого количества пунктов приёма молока, задание усложняется настолько, что использование этой идеи становится невозможным. В случае транспортировки фруктов, принимаемых из скупочных пунктов и перевозимых в холодильное помещение, использовано модель, основанную на планировании работы транспортных средств в оперативное время [Марчук -2000].

Подобным образом поступлено при решении проблемы поставки зерна разным предприятиям, для которых были реализованы поставки из многих пунктов, расположенных в определённой территориальной зоне, например, [г].

В работе представлены две разные модели оптимизации сельскохозяйственного транспорта. В случае решения транспортных проблем, в которых выступает небольшое количество пунктов приёма товара и трасса начинается и кончается в том же месте, пригодной является модель коммивояжёра. При решении более расширенных структур (когда выступает большее количество пунктов приёма товаров), а также более сложных структур (когда приёмка товара происходит во многих пунктах и товар поставляется также в разные пункты) решительно лучшим является метод управления работой транспортных средств в оперативное время.

Литература

1. Форд Л. Р., Фул'керсон Д. Р. 1969. Перемещение в сетях. PWN – Государственное научное издательство. Варшава.
2. Марчук А., 2000: Ограничения, выступающие при транспортировке свежей клубники. Актуальные проблемы инженерного дела в сельском хозяйстве в аспекте интеграции Польши с Европейским союзом.

3. Сялковски З., Куц С., Марчук А., 1999: Создание системы оперативного управления транспортом на молочных заводах. Проблемы инженерного дела в сельском хозяйстве № 3 (25). Варшава.
4. Сялковски З., Марчук А., Квечиньски А., 1999: Система транспортировки сельскохозяйственных продуктов. *Zemědělská technika na přelomu 20. a 21. století. Mezinárodní vědecká konference*. Strona 243-249. ISBN 80-213-0504-5. Praha.
5. Сысло М. М., Скупень З.: 1977. Прикладная теория графов III. Графы Еулера и Хамильтона. Вопросы коммивояжёра. Ежегодник Польского Математического Общества. Серия III, Прикладная Математика X. Варшава.

Summary

The minimizing of transportation costs depends on choice of an appropriate mean of transportation, on a forwarding technology, on loading and unloading processes and on choice of optimizing method enabling to solve the forwarding problem. If an optimization of transportation processes is in concern, whereas there are only few goods destination points or the trace begins and ends always at the same point, the traveling agent model is very useful. When more sophisticated and complicated problems are being solved, the method of controlling transportation means in an operative time is really better.

Recenzent: