

УДК 656.13:658

**ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА
РАЦИОНАЛЬНОГО МАРШРУТА ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ
ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

Сумец А.М., канд. техн. наук, доцент, Ярошно С.Ю, преподаватель

*(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. Петра Василенка)*

В статье описан математический метод решения оптимизационной задачи перевозки крупногабаритных грузов автомобильным транспортом. В основу метода положен известный в математике «алгоритм Ху».

Постановка проблемы. Сегодня в современной литературе логистической направленности описывается довольно большое количество задач, решаемых

транспортной логистикой, начиная от задачи коммивояжера и заканчивая расчетом сложнейших маршрутов при выполнении интермодальных перевозок. Это многообразие мне хочется дополнить еще одной задачей – задачей перевозки крупногабаритных грузов. Почему именно такой задачей? Ответ прост: на пути следования автомобиля, который перевозит крупногабаритный груз (к примеру, «проблемным» размером может быть высота), встречаются участки дороги, проходящие под мостами. Поэтому для транспортировки груза к месту назначения, указанному заказчиком, необходимо выбрать маршрут, на котором имеются мосты с максимально допустимыми зазорами.

Анализ последних исследований и публикаций. Перевозка крупногабаритных грузов по автомобильным дорогам требует решения таких актуальных проблем, как обеспечение сохранности дорог, безопасности дорожного движения, создание условий комфортного проезда всем участникам движения, включая водителей таких автомобилей. Но при этом не следует забывать и то, что для осуществления перевозки крупногабаритного груза необходимо все же выбрать рациональный маршрут следования транспортного средства. Не следует также забывать, что порядок перевозки автомобильным транспортом крупногабаритных и (или) тяжеловесных грузов по дорогам общего пользования, а также улицам городов и населенных пунктов регулируется специальными инструктивными документами: в Украине – это правила дорожного движения и специальная инструкция по транспортировке крупногабаритных и опасных грузов; в Российской Федерации – инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации [2]; в Польше – специальные уставы и распоряжения [6, 7] и т.д.

Научных работ, посвященных вопросу маршрутизации автотранспорта при перевозке означенных грузов весьма мало. Да и то в них уделяется больше внимания особенностям используемого для перевозки типа или вида транспорта, а также накладываемым ограничениям [3, 4 и др.]. Поэтому вопрос разработки методик, алгоритмов и процедур выбора рационального маршрута

для перевозки крупногабаритных грузов или, как их еще называют в Европе, ненормативных грузов [3, 4, 6] остается не полностью решенным. Это, естественно, и служит веским основанием для дальнейших исследований в данном направлении.

Цель исследования: разработка метода решения задачи перевозки крупногабаритных грузов автомобильным транспортом в условиях дорожных ограничений.

Результаты исследований. Задачу выбора рационального маршрута перевозки крупногабаритных грузов автомобильным транспортом можно довольно быстро и грамотно решить с использованием известного в математике алгоритма Ху [1, 5].

Данный алгоритм как один из математических методов применяется для решения различного рода оптимизационных задач в экономике и менеджменте довольно редко. А вот касательно логистики можно его рекомендовать для более широкого использования, в частности для решения оптимизационных задач транспортной логистики. В чем его суть?

Он представляет собой модификацию трехместной операции, используемой при решении задачи о многополюсной кратчайшей цепи (кратчайшем пути). Алгоритм его применения прост – он состоит всего из двух процедурных шагов.

Шаг первый.

Производится построение матрицы пропускных способностей $\|d_{ij}\|$ размером $n \times n$, элементы которой соответствуют пропускным способностям дуг между узлами i и j ($i, j = \overline{1, n}$).

Шаг второй.

1) Для каждого ($j = \overline{1, n}$) выполняется следующее действие: исключаются j -я строка и i -й столбец матрицы и над каждым оставшимся элементом d_{ik} (диагональные элементы также исключаются) выполнить трехместную операцию $d_{ik} = \max\{d_{ik}; \min[d_{ij}, d_{jk}]\}$ для всех $i, k \neq j, j=1, n$. Независимо строится

вторая матрица, называемая матрицей маршрутов, необходимая для определения внутренних узлов каждой цепи. Матрица маршрутов также имеет размеры $n \times n$, а k -ый элемент i -ой строки в ней первоначально равен k .

2) Одновременно с заменами элементов в матрице пропускных способностей выполняются замены элементов в матрице маршрутов по следующему правилу:

$$r_{ik} = \{j, \text{ если } d_{ik} < \min[d_{ij}, d_{jk}] \text{ остается неизменным, если } d_{ik} \geq \min[d_{ij}, d_{jk}]\}.$$

Если узлы i и j не соединены дугой (или связь между ними недопустима), то значение соответствующего элемента d_{ij} матрицы пропускных способностей полагается равным $-\infty$.

Для иллюстрации возможностей данного алгоритма рассмотрим следующую задачу.

Автотранспортная компания, назовем ее условно «Меркурий», получила заказ на перевозку крупногабаритного оборудования различных видов. Данное оборудование изготавливается в семи различных городах и его необходимо, к примеру, поставить семи заказчикам. Для перевозки оборудования возможно использовать семь маршрутов. Однако ввиду специфичности груза (больших габаритов, например, большая высота) необходимо выбрать те маршруты, на которых имеющиеся наддорожные мосты имеют максимально допустимые зазоры.

Для решения данной задачи построим матрицу транспортировки крупногабаритного (по высоте) груза (рис. 1). Значение каждого элемента матрицы равны высоте зазора под мостом. Для выбора более предпочтительного маршрута нам необходимо получить информацию о максимально допустимых вертикальных габаритных размерах грузов, которые будут транспортироваться с каждого пункта погрузки в каждый пункт выгрузки.

Имея в наличии составленную матрицу транспортировки крупногабаритного груза (рис. 1) и значения максимально допустимых вертикальных габаритных размеров грузов, необходимо для каждой пары узлов

определить маршрут с максимальной пропускной способностью. Эта процедура выполняется путем осуществления итераций с матрицей пропускных способностей и матрицей маршрутов. Ниже приведем результаты вычислений (с целью экономии «чернил и бумаги» для примера приведем вычисления по четырем итерациям – по нулевой, первой, второй и последней – седьмой (рис. 2, 3, 4)).

Полученные в результате итерации матрицы позволяют сделать следующий вывод: для каждой пары узлов максимально допустимую высоту перевозимого груза можно определить непосредственно из последней матрицы пропускных способностей; оптимальный маршрут также может быть построен с помощью последней матрицы маршрутов. Например, требуется доставить груз из пункта 1 в пункт 4: максимальная пропускная способность цепи из пункта 1 в пункт 4 задают значением элемента $d_{14}^* = 19$. Соответствующий маршрут строится следующим образом:

- $r_{14}^* = 3$, что указывает на то, что транспортному средству необходимо двигаться из узла 1 в узел 4 через узел 3;
- $r_{34}^* = 4$, что указывает на то, что транспортному средству необходимо двигаться из узла 3 непосредственно в узел 4;
- $r_{13}^* = 3$, что указывает на то, что транспортному средству необходимо двигаться из узла 1 непосредственно в узел 3.

Схематически это выглядит следующим образом:

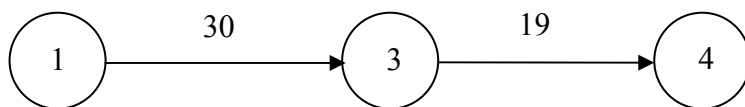


Рис. 1. Схема маршрута

При этом максимальная пропускная способность данного маршрута составит $d_{14} = \min[30, 19] = 19$. Для данного случая следует указать, что дуги, соединяющей узлы 1 и 4, не существует.

Выводы. Представленный алгоритм для решения задачи транспортировки крупногабаритного груза отнюдь не является единственным. Однако, как показывает пример решения, является одновременно и простым и весьма грамотным. При условии знания алгоритмических языков и прекрасного владения компьютерной техникой такого рода задачи решаются в считанные секунды.

Список литературы

1. Грешилов А. А. Как принять наилучшее решение в реальных условиях / А. А. Грешилов. – М.: Радио и связь, 1991. – 320 с.
2. Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации / Утверждена Минтрансом России по согласованию с МВД России и ФАДС России 27 мая 1996 г. // Бюлетень нормативних актов федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации. – №6. – 1996.
3. Сладковский А. Организация перевозок ненормативных грузов на польских автотранспортных предприятиях / А. Сладковский // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – №1. –2009. – С.257–262.
4. Сладковський А. Перевозка ненормативних грузов на польських автотранспортних підприємствах / А. Сладковський // Логістика: проблеми і рішення. –№4. –2009. – С.46–51.
5. Сухарев А. Г. Курс методов оптимизации / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. – М.: Наука, Физмтгиз, 1986. – 326 с.
6. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym // Dziennik Ustaw, nr 98, poz. 602, 1997.
7. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 grudnia 2003 r. w sprawie warunków i sposobu pilotowania pojazdów oraz wysokości opłat // Dziennik Ustaw, nr 7, poz. 652, 2003.

Анотація

ОПТИМІЗАЦІЙНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ КРУПНОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Сумець О.М., Ярошно С.Ю.

У статті описано математичний метод рішення оптимізаційної задачі перевезення крупногабаритних вантажів автомобільним транспортом. В основу методу покладено відомий в математиці «алгоритм Ху».

Abstract

OPTIMIZATION OF MODEL SELECTION OF RATIONAL ROUTE OVERSIZED CARGO BY ROAD

Sumets O. Yarohno S.

This paper describes a mathematical method for solving the optimization problem the transport of large cargo trucks. The method is based the well-known in mathematics, «algorithm Ху»