УДК 519.852.33:625.7/8

РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Кадыров А.С., Бестембек Е.С., Сұңғатоллақызы А., Тұрмаханбет Ф., Кокенова А.Т.

Карагандинский государственный технический университет Республики Казахстан, Караганда, e-mail: aidana_s_070@mail.ru

Важной задачей при решении транспортной и складской задач является систематизация знаний о процессах и явлениях, возникающих при хранении, распределении и передаче материалов и средств производства, о закономерностях функционирования комплектов и комплексов машин при различных формах организации механизированного процесса и включает совокупность методов, позволяющих реализовать с наибольшим эффектом потенциальные возможности машин, комплектов и комплексов машин для распределения материалов и их подготовки. Однако возникают затруднения при слиянии транспортной и складской задач и одновременном использовании существующих методик для различных технологических операций, решение этой проблемы возможно за счет создания методики решения транспортно-складских задач в неразрывной взаимосвязи друг с другом.

Ключевые слова: транспортная задача, складская задача, математический модел, метод «северо-западного угла», метод «наименьшего элемента»

SOLVE TRAFFIC PROBLEMS ON THE EXAMPLE CONSTRUCTION EXTENDED OBJECTS

Kadyrov A.S., Bestembek E.S, Sungatollakyzy A., Turmahanbet F., Kokenova A.T.

Karaganda state technical university of Republic of Kazakhstan, Karaganda, e-mail: aidana_s_070@mail.ru

An important task in solving transport and warehouse tasks is to systematize the knowledge of the processes and phenomena that occur during storage, distribution and transfer of materials and means of production, the laws of functioning of sets of machines and systems in various forms of organization of the mechanized process and includes a set of methods that allow to implement with the greatest the potential effect of machines, components and systems for cars distribution of materials and their preparation. However, difficulties arise at the confluence of transportation and warehousing tasks and the simultaneous use of existing techniques for various technological operations, the solution to this problem is possible by creating a method of solving the transport and warehouse tasks in close relationship with each other.

Keywords: transportation problem, warehouse tasks, mathematical model, a method of «north-west corner», method «smallest element»

Транспортная задача, как и задача линейного программирования была впервые поставлена советским экономистом А.Н. Толстым в 1930 году. Разработка общих методов решения задачи линейного программирования и их математическое исследование связано с именем советского ученого Л.В. Канторовича. В 1939 году методам решения задачи линейного программирования посвящено также большое число работ зарубежных ученых. Основной метод решения задачи линейного программирования – симплекс метод – был опубликован в 1949 году Дандигом. Симплекс метод дает решение любой задачи линейного программирования, но если переменных очень много, то решение весьма затруднительно и для более сложных задач симплекс метод стали модифицировать [1].

Цель исследования. Целью работы является установление методики решения транспортно-складской задачи для механизации строительного производства и организации технологических процессов протяженного объекта.

Идея работы заключается в создании комплекса, позволяющего произвести расчет эффективной организации строительного производства по различным критериям (себестоимость работ, производительность и т.д.) на базе существующих методик решения транспортной и складской задач.

Материалы и методы исследования

Транспортная задача делится на два вида: транспортная задача по критерию стоимости – определение плана перевозок, при котором стоимость груза была бы минимальна; транспортная задача по критерию времени – более важным является выигрыш по времени [2].

Для каждого из пунктов производства задан объем производства, а для каждого пункта потребления – объем потребления. Известна стоимость перевозки из каждого пункта производства в каждый пункт потребления единицы продукта. Требуется составить план перевозок продукта, в котором все пункты потребления были бы обеспечены необходимыми продуктами, ни из какого пункта производства не вывозилось бы продуктов больше, чем там производится, а стоимость перевозки была бы минимальной.

Пусть имеется n поставщиков – строительные материалы разной продукции (присвоим им имена – a_i)

и m потребители – строительные бригады этой продукции (b_j). Каждый поставщик может поставлять свою продукцию любому из потребителей. Известны затраты C_{ij} на перевозку единицы продукции от каждого поставщика к каждому потребителю. Необходимо так распределить перевозки, чтобы суммарные затраты были минимальными. Элементы решения – X_{ij} количество продукции, перевозимой от каждого поставщика к каждому потребителю [3]. Требуется составить план перевозок груза, в котором все пункты потребления были бы обеспечены необходимыми строительными материалами, ни из какого пункта производства не вывозилось бы грузов больше, чем там производится, а стоимость перевозки была бы минимальной.

Структурная схема транспортной задачи при строительстве автомобильных дорог приведена в графической постановке на рис. 1.

При этом будем иметь в виду, что строительные бригады – потребителм материалов, не закреплены в пространстве, а постоянно перемещаются вдоль объекта строительства.

Целевая функция – требование минимизации суммарных затрат на перевозки:

$$F = X_{11}C_{11} + X_{12}C_{12} + X_{13}C_{13} + X_{14}C_{14} +$$
$$+X_{21}C_{21} + X_{22}C_{22} + X_{23}C_{23} + X_{24}C_{24} +$$
$$+X_{31}C_{31} + X_{32}C_{32} + X_{33}C_{33} + X_{34}C_{34} + \to \min. \quad (1.3)$$

В краткой форме записи эта модель для связи потребителей и поставщиков имеет вид:

$$\sum X_{ij} \le A_i,\ j = (1,\ldots,n) \quad (1.4)$$

$$\sum X_{ij} \le B_j,\ i = (1,\ldots,n); \quad (1.5)$$

$$F = \sum C_{ij}X_{ij} \to \min. \quad (1.6)$$

Закрытой моделью транспортной задачи называется такая задача, в которой суммарные потребности

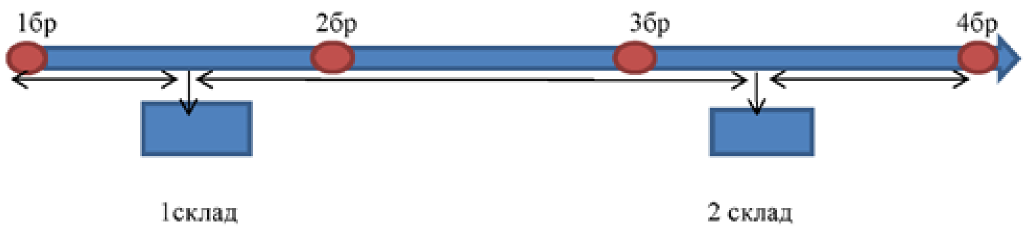

Рис. 1. Пример структурной схемы транспортной задачи

Обозначим через A_i возможности поставщиков, основных складов и через B_j строительные бригады потребности которых является строительные материалы.

Составим математическую модель задачи.

Ограничения по производственным мощностям поставщиков:

$$\left.\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} \le A_1 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} \le A_2 \end{aligned}\right\} \quad (1.1)$$

Ограничения по производственным мощностям потребителей, строительных бригад:

$$\left.\begin{aligned} X_{11} + X_{21} \le B_1 \\ X_{12} + X_{22} \le B_2 \\ X_{13} + X_{23} \le B_3 \\ X_{14} + X_{24} \le B_4 \end{aligned}\right\} \quad (1.2)$$

потребителей равны суммарным возможностям поставщиков, то есть

$$\sum A_i = \sum B_j. \quad (1.7)$$

Построим исходный опорный план. Опорный план является основой для оптимизации процесса. Существует несколько способов его построения. Здесь описано два из них. Один из них – метод северо-западного угла – наиболее простой, но и наименее эффективен, второй – метод наименьшего элемента несколько сложнее, но значительно ближе к оптимальному [4].

Метод северо-западного угла. Существует несколько методов составления исходного опорного плана. Самый простой из них – метод «северо-западного угла». Исходные данные примера (затраты на перевозку единицы продукции от каждого поставщика к каждому потребителю) приведены в верхних правых углах табл. 1.

Таблица 1

Опорный план решения транспортной задачи, составленный методом «северо-западного угла»

Запасы поставщиков	Потребности потребителей			
	B_1=60	B_2=55	B_3=80	B_4=65
A_1=110	C_{11}(40)	C_{12}(20)	C_{13}(55)	C_{14}(15)
	L_{11}(45)	L_{12}(15)	L_{13}(50)	L_{14}(10)
A_2=150	C_{21}(115)	C_{22}(70)	C_{23}(25)	C_{24}(35)
	L_{21}(130)	L_{22}(80)	L_{23}(20)	L_{24}(40)

* в скобках даны значения начального момент времени.

При каждой случаи строительных бригад, по мере придвижение вдоль строящегося дороги на каждые 8 часов работы расчет будет повторятся.

Метод наименьшего элемента состоит в заполнении клеток, начиная с тех, в которых стоят наименьшие затраты на перевозку (см. табл. 1.2) [5]. В данном случае минимальную стоимость имеют перевозки по каналу A_1-B_4 – 65 т. Ставим в эту клетку максимально возможное количество перевозок – 110 (т.к. возможности A_1=110). Следующие по затратам на перевозку каналы A_1-B_2 и A_1-B_1. Однако, возможности A_1 уже исчерпаны, поэтому далее заполняется клетка, соответствующая каналу A_2-B_3, в которую ставим 80 единицы груза (A_2=150). Далее заполняем клетку A_2-B_4. Сюда можно поставить только 65, т.к. четвертому потребителю требуется 65, а он уже получает от A_1.

Следующие по затратам перевозки по каналу A_1-B_2 – 45 т. В эту клетку можно поставить только 45 единиц груза, т.к. A_1=110, а он уже поставил 65 единиц груза потребителю B_4, по минимальной себестоимости.

Канал A_2-B_4 мен A_1-B_3 пен A_1-B_1 не рассматриваем, т.к. возможности A_2 уже исчерпаны, а потребности B_4 полностью удовлетворены. Поэтому затем заполняется клетка, соответствующая каналу A_2-B_2 (затраты на перевозку – 150 т.)

В дальнейшем транспортная таблица заполняется аналогично.

Предположим, что строительные бригады переместились на 15 километров от первоначальной точки строительства вдоль строящейся дороги. Исходная транспортная таблица задачи с изменением местоположения строительных бригад и складов будет составлена методом наименьшего элемента.

В распределении перевозок учитывается растояние от поставщика до потребителя, и считается себестоимость этих поставок. По наименьшей себестоимости будет распределен груз для ближайших пунктов потребления.

Таблица 2

Решения транспортной задачи составленный методом «северо-западного угла» по себестоимости и по оптимальной доставке груза

Запасы поставщиков	Потребности потребителей			
	B_1=60	B_2=55	B_3=80	B_4=65
A_1=110	C_{11}(40)	C_{12}(20)	C_{13}(55)	C_{14}(15)
	0	45	0	65
A_2=150	C_{21}(115)	C_{22}(70)	C_{23}(25)	C_{24}(35)
	60	10	80	0

Таблица 3

Транспортная задача составленная методом «наименьшего элемента», после изменение потока строительных бригад

Запасы поставщиков	Потребности потребителей			
	B_1=60	B_2=55	B_3=80	B_4=65
	Распределение перевозок			
A_1=110	C_{11}(25)	C_{12}(25)	C_{13}(60)	C_{14}(20)
	L_{11}(30)	L_{12}(30)	L_{13}(65)	L_{14}(25)
A_2=150	C_{21}(110)	C_{22}(60)	C_{23}(15)	C_{24}(50)
	L_{21}(115)	L_{22}(65)	L_{23}(5)	L_{24}(55)

Таблица 4

Транспортная задача составленная методом «наименьшего элемента» для нахождения оптимальной доставки груза по минимальной себестоимости, после передвижения потока строительных бригад на 15 километров

Запасы поставщиков	Потребности потребителей			
	B_1=60	B_2=55	B_3=80	B_4=65
A_1=110	C_{11}(25)	C_{12}(25)	C_{13}(60)	C_{14}(20)
	45	0	0	65
A_2=150	C_{21}(110)	C_{22}(60)	C_{23}(15)	C_{24}(50)
	15	55	80	0

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено методика решения транспортно-складской задачи для механизации строительного производства и организации технологических процессов строительных предприятий. На основе решения транспортной задачи на примере строительства протяженных объектов была разработана методологическая основа построения эффективных транспортно – складских систем в динамичных условиях строительных технологических процессов.

Введение переменных координат местоположения, как потребителей, так и поставщиков товаров, показывает что организация строительства протяженных объектов может быть оптимизирована по сокращению транспортных расходов на доставку всех строительных материалов.

На приведенных примерах показано, как осуществляется расчет транспортно-складской задачи при учете перемещения потребителей и поставщиков товаров в пространстве. При этом производилась постоянная проверка определения себестоимости перевозок от различных поставщиков.

Выводы

Таким образом, расчет будет производиться до тех пор, пока все строительные бригады не осуществлят полное перемещение вдоль строящейся дороги. При необходимости расчет можно производить через каждые 8 часов рабочей смены строительных бригад. Используя расчет складской задачи с переменным расположением складов можно добиться оптимального размещения строительных материалов по мере производства работ. Данная методика позволит рационально распределить материалы, которые необходимы строительным бригадам, по всей длине строящегося объекта.

Список литературы

1. Изтилеуова М.С. Транспортная логистика: Учебник – Алматы: Изд-во, 2011. – 293 с.

2. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – М.: Маркетинг,1998. – 228 с.

3. Кофман А., Фор Р. – Займемся исследованием операций. – М.: Изд. «Мир», 1966. – 177 с.

4. Ельдештейн Ю.М., Смирнова Л.П. Задачи моделирования и оптимизации производственных процессов. – Красноярск, ФГОУ ВПО КрасГАУ, 2003. – 126 с.

5. Маргунова В.И. Транспортно-складская логистика / Маргунова В.И. – Гомель, 2004.