Ссылка для цитирования этой статьи:

Бунтова Е.В., Нестерова М.А., Серкова А.Д. Использование транспортной задачи для определения оптимального плана грузоперевозок // Human progress. – 2018. - Том 4, № 2 [Электронный ресурс] URL: http://progress-human.com/images/2018/Tom4_2/Buntova.pdf, свободный. – Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.

УДК 004.02: 338.47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Бунтова Елена Вячеславовна
кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры высшей математики и экономико-математических методов
ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»

lena-buntova1@yandex.ru
ул. Советской Армии, 141
г. Самара, РФ, 443090
+7 (846) 933-88-86

Нестерова Маргарита Анатольевна
Студент
ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»

nesterovam171198@mail.ru
ул. Советской Армии, 141
г. Самара, РФ, 443090
+7 (846) 933-88-86

Серкова Алина Дмитриевна
Студент
ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»

karakito97@mail.ru
ул. Советской Армии, 141
г. Самара, РФ, 443090
+7 (846) 933-88-86

Аннотация. В представленной научной работе была применена математическая модель транспортной задачи, которая является специальным классом задач линейного программирования, описывающим перемещение однородного товара из пункта отправления в пункт назначения. Прежде всего, проведен анализ научных исследований по решению задач минимизации транспортных расходов, доказана актуальность применения транспортной задачи для определения оптимального плана грузоперевозок. Для определения опорного решения в ходе работы были рассмотрены такие методы как метод северо-западного угла, аппроксимации Фогеля и минимальных тарифов. В работе была осуществлена проверка решения транспортной задачи на оптимальность с помощью метода потенциалов и, перераспределяя груз по циклу, были составлены планы перевозок двух видов груза, при котором запасы всех поставщиков будут полностью вывезены, а запросы потребителей полностью удовлетворены и суммарные затраты на перевозку всех грузов минимальны. Разработаны оптимальные маршруты для перевозки грузов с помощью применения метода минимального тарифа для решения транспортной задачи, данный метод позволил получить более оптимальное решение по сравнению с более простым методом северо-западного угла и наиболее близким к оптимальному плану грузоперевозок, найденным по методу Фогеля.

Ключевые слова: логистика; поиск оптимального решения; минимизация издержек; максимизация прибыли; грузоперевозки; метод минимального тарифа; составление маршрута перевозок.

JEL Коды: C 61; L 91.

Введение

В настоящее время транспортные задачи являются необходимой составляющей для любой компании, так как они позволяют обеспечить грузоперевозки потребителю в нужное время и место при минимальных совокупных затратах, в которые входят трудовые, материальные и финансовые ресурсы [1].

Актуальность обусловлена тем, что в условиях конкурентной борьбы между множеством логистических компаний применение транспортных задач позволит определить наиболее оптимизированный план грузоперевозок, при этом минимизировать издержки и повысить эффективность деятельности.

Целью исследования явилось применение модели оптимизации в виде транспортной задачи для решения задач, связанных с затратами на перевозки.

Цель определила задачи исследования:

– провести анализ данных по предприятию;

– построить модель оптимизации грузоперевозок в виде транспортной задачи с целью решения логистических проблем предприятия;

– провести интерпретацию полученного результата.

1. Анализ научных исследований по решению задач минимизации транспортных расходов

Проблема минимизации транспортных расходов с помощью метода математического моделирования представлена достаточно широко в научных исследованиях. В зарубежных исследованиях изучаются вопросы управления запасами на транспорте [2], оптимизации транспортировки грузов [3; 4; 5], сочетания транспортных маршрутов [6].

В работе Султанова Б.М. [7] рассмотрено практическое применение транспортной задачи линейного программирования для определения плана перевозок муки. В ходе исследования автор определил эффективность использования транспортной задачи и выявил, что составление оптимального плана перевозок с помощью решения транспортной задачи методом минимального тарифа позволяет предприятию эффективно использовать все имеющиеся ресурсы, минимизируя затраты, то есть получать наибольший экономический эффект. Б.М. Султанов пришел к выводу, что транспортная задача является эффективным инструментом исследования и решения экономических проблем предприятия, связанных с затратами на транспортировку груза.

В работе Рудика И.Д. и Величко В.В. [8] исследованы виды и методы решения транспортной задачи. В ходе анализа авторы пришли к выводу, что решение транспортной задачи линейного программирования методом минимальной стоимости, позволяет найти минимальные затраты на перевозку грузов, выбрать кратчайшей путь маршрута, снизить количество времени на доставку груза.

В исследовании [9] Мещерякова Е.А., Иваненко А.Р. и Ураева А.И рассматриваются такие методы решения транспортной задачи как методы северо-западного угла и минимальной стоимости. Авторами делается вывод, что по второму методу при первом опорном плане транспортные расходы меньше. В работе осуществляется проверка опорного и нахождение оптимального решения с помощью метода потенциалов.

Николаева С.А. в своей работе [10], определяя оптимальный план перевозок некоторого груза, пришла к выводу, что для нахождения базисного плана следует использовать метод Фогеля, так как он является наиболее близким к оптимальному решению.

Таким образом, применения транспортной задачи для определения оптимального плана грузоперевозок является актуальным вопросом.

2. Практическое решение задачи определения оптимального плана грузоперевозок

Объектом исследования выступала транспортная компания Самарской области, занимающаяся перевозками 2 видов однородных грузов, таких как шоколад и трубы.

Предметом исследования явилось построение оптимального маршрута доставки груза от производителя к заказчику, которого обслуживает транспортная компания.

Проблема заключалась в минимизации расходов на транспортировку двух видов однородного груза для транспортной компании. Для этого были составлены оптимальные планы перевозки шоколада и труб, при которых запасы всех поставщиков были вывезены, запросы всех потребителей удовлетворены и затраты, выражающиеся в суммарном пробеге транспорта с грузом, были минимальны.

Построение оптимального маршрута осуществляется на основе транспортной задачи, которая представляет собой специальный класс задач линейного программирования, описывающий перемещение какого-либо товара из пункта отправления в пункт назначения. В общем случае транспортная модель применяется для описания ситуаций, связанных с управлением движением капитала, запасами, составлением расписаний, назначением персонала [11].

В транспортных задачах под поставщиками и потребителями понимаются различные промышленные и сельскохозяйственные предприятия, заводы, фабрики, магазины и т.д.

Решение транспортной задачи начинается с построения первоначального плана поставленной задачи.

Используются следующие методы построения первоначального плана [12]:

– северо-западного угла;

– минимального тарифа;

– двойного предпочтения;

– аппроксимации Фогеля;

– дельта-метод.

Опираясь на анализ научных исследований по поставленной проблеме, можно сделать вывод, что чаще всего для решения транспортной задачи применяется метод минимальной стоимости, так как в нем учитывается стоимость перевозки единицы груза, что дает возможность получить план значительно ближе к оптимальному плану.

Одна из задач, решаемых в процессе исследования, это составление транспортной задачи для решения логистической проблемы, заключающейся в составлении оптимального плана грузоперевозок для транспортной компании, цель которой состоит в доставке шоколада от 3 производителей в 10 магазинов, находящихся в Самаре и Самарской области.

Производство шоколада осуществляется на трех заводах. С заводов А1, А2, А3 отгружают 80, 40 и 50 коробок шоколада соответственно. Предполагается поставить груз в

10 магазинов г. Самары В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В8, В9, В10 соответственно 20, 15, 20, 30, 8, 16, 6, 15, 21, 30 коробок шоколада. Расстояния от заводов, на которых производят шоколад до супермаркетов, приведены в таблице 1.

Табл. 1: Расстояния от поставщиков шоколада до магазинов[1]

Производство	Магазины									
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
A_1	12	6,7	17	8	9,6	13	5,8	11	2,6	39
A_2	20	14	11	5,5	6,8	11	6,1	8,2	9,5	32
A_3	13	6,9	19	9,4	11	15	3,3	12	11	36

Пусть А1, А2, А3, - поставщики шоколада, т.е. количество производителей 3; В1, .., Вn, В10 – потребители, т.е. магазины, куда необходимо доставить товар; i – индекс производителей, а j – индекс потребителей; ai - запас груза у i-го производителя; bi – количество груза, необходимое j-му потребителю; cij– тариф, т.е. расстояние от i-го производителя к j-му потребителю (км); xij– объем груза, доставленное j-му потребителю от i-го производителя (коробки).

Согласно данным о компании составляется математическая модель транспортной задачи.

Записывается целевая функция, выражающая суммарный пробег транспорта с грузом (кор./км):

$$F(x) = 12x_{11} + 6{,}7x_{12} + 17x_{13} + 8x_{14} + 9{,}6x_{15} + 13x_{16} + 5{,}8x_{17} + 11x_{18} + 2{,}6x_{19} + 39x_{110} + 21x_{21} + 14x_{22} + 11x_{23} + 5{,}5x_{24} + 6{,}8x_{25} + 11x_{26} + 6{,}1x_{27} + 8{,}2x_{28} + 9{,}5x_{29} + 32x_{210} + 13x_{31} + 6{,}9x_{32} + 19x_{33} + 9{,}4x_{34} + 11x_{35} + 15x_{36} + 3{,}3x_{37} + 12x_{38} + 11x_{39} + 36x_{310} \to \min\ .$$

Исходя из исходных данных, составляются следующие ограничения:

– по запасам шоколада, имеющегося на производствах:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} = 80$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} = 40;$$
$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} = 50.$$

– по потребностям магазина:

[1] Составлено авторами

$$\begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31}\le 20; \\ x_{12}+x_{22}+x_{32}\le 15; \\ x_{13}+x_{23}+x_{33}\le 20; \\ x_{14}+x_{24}+x_{34}\le 30; \\ x_{15}+x_{25}+x_{35}\le 8; \\ x_{16}+x_{26}+x_{36}\le 16; \\ x_{17}+x_{27}+x_{37}\le 6; \\ x_{18}+x_{28}+x_{38}\le 15; \\ x_{19}+x_{29}+x_{39}\le 21; \\ x_{110}+x_{210}+x_{310}\le 30. \end{cases}$$

Построенная модель оптимизации записывается в виде таблицы 2, называемой матрицей перевозок. Для нахождения опорного, а впоследствии оптимального плана используется метод минимального тарифа.

Табл. 2. Матрица перевозок[2]

Производство	S, км										Запасы
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	
A_1	12	6,7	17	8	9,6	13	5,8	11	2,6	39	80
A_2	20	14	11	5,5	6,8	11	6,1	8,2	9,5	32	40
A_3	13	6,9	19	9,4	11	15	3,3	12	11	36	50
Потребности	20	15	20	30	8	16	6	15	21	30	

Составляется план перевозок, при котором затраты на доставку шоколада в магазины будут минимальны и определяется от каких поставщиков и в какие магазины будет наиболее оптимально перевозить груз.

Суммарные запасы всех поставщиков составляют:

$$\sum a_i = 80+40+50+11=181$$

Суммарные потребности всех магазинов:

$$\sum b_j = 20+15+20+30+8+16+6+15+21+30=170$$

Суммарная потребность груза в пунктах назначения превышает запасы груза. Это означает, что для того, чтобы приступить к нахождению опорного плана необходимо преобразовать задачу в задачу закрытого типа. Вводится фиктивный поставщик А4 с нулевыми тарифами, так как потребности превышают запасы.

Для нахождения первого опорного плана используются методы минимальной стоимости, северо-западного угла и метод Фогеля, которые заключаются в нахождении минимального тарифа, являющегося начальной клеткой для распределения груза.

[2] Составлено авторами

Согласно потребностям магазинов и имеющимся запасам на производстве находится первоначальный опорный план с использованием метода минимальной стоимости.

Табл. 3. Первый опорный план, найденный по методу наименьших тарифов[3]

Производство	Магазины										Запасы	u_i
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}		
A_1	12	6,7	17	8	9,6	13(-)	5,8	11(+)	2,6	39	80	0
	20	15				11		13	21			
A_2	20	14	11(+)	5,5	6,8	11	6,1	8,2(-)	9,5	32	40	-6
				30	8			2				
A_3	13	6,9	19(-)	9,4	11	15(+)	3,3	12	11	36	50	2
			20			5	6			19		
A_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	-34
										11		
Потребности	20	15	20	30	8	16	6	15	21	30		
v_i	12	6,7	17	11,5	12,8	13	1,3	11	2,6	34		

При таком распределении груза, затраты на перевозку составят 2075,7 км. Далее находится первоначальное решение методом северо-западного угла. При нахождении опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла на каждом шаге рассматривается первый из оставшихся пунктов отправления и первый из оставшихся пунктов назначения. Заполнение клеток таблицы начинается с левой верхней клетки для неизвестного и заканчивается клеткой для неизвестного Xmn.

Табл. 4: Первый опорный план, найденный методом северо-западного угла[4]

Производство	Магазины										Запасы
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	
A_1	12	6,7	17	8	9,6	13	5,8	11	2,6	39	80
	20	15	20	25							
A_2	20	14	11	5,5	6,8	11	6,1	8,2	9,5	32	40
				5	8	16	6	5			
A_3	13	6,9	19	9,4	11	15	3,3	12	11	36	50
								10	21	19	
A_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
										11	
Потребности	20	15	20	30	8	16	6	15	21	30	

Суммарные затраты на перевозку шоколада при таком распределении составляют 2251 км.

При составлении третьего вида первоначального решения транспортной задачи используется метод Фогеля.

[3] Составлено авторами
[4] Составлено авторами

Метод Фогеля заключается в вычислении для каждой строки транспортной таблицы разницы между двумя наименьшими тарифами. Аналогичное действие выполняются для каждого столбца этой таблицы. Наибольшая разница между двумя минимальными тарифами соответствует наиболее предпочтительной строке или столбцу. В пределах этой строки или столбца отыскивается ячейка с минимальным тарифом, куда записывается отгрузка. Строки поставщиков или столбцы потребителей, которые полностью исчерпали свои возможности по отгрузке или потребности которых в товаре были удовлетворены, вычеркиваются из таблицы, и вычисление повторяются до полного удовлетворения спроса и исчерпания отгрузок без учета вычеркнутых.

Табл. 5: Первый опорный план, найденный методом Фогеля[5]

Производство	Магазины										Запасы
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	
A_1	12	6,7	17	8	9,6	13	5,8	11	2,6	39	80
	9			11	8	16		15	21		
A_2	20	14	11	5,5	6,8	11	6,1	8,2	9,5	32	40
			20							20	
A_3	13	6,9	19	9,4	11	15	3,3	12	11	36	50
		15		19			6			10	
A_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	11										
Потребности	20	15	20	30	8	16	6	15	21	30	

При таком распределении груза затраты на перевозку груза равны 2222,3 км.

По первоначальному плану, полученному методом минимального тарифа, получились наименьшие затраты на грузоперевозку шоколада, поэтому с помощью метода потенциалов этот план проверяется на оптимальность.

Вычисленные оценки свободных клеток свидетельствуют о том, что представленный план не является оптимальным.

d14=-3,5; d23=-3,2; d31 = -1; d32=-1,8; d34=-4,1; d35= -3,8; d38 = -1.

Выбирается максимальная по абсолютной величине оценка свободной клетки, в данном случае это d23, и составляется маршрут перераспределения.

[5] Составлено авторами

Табл. 6: Второй опорный план[6]

Производство	Магазины										Запасы	u_i
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}		
A_1	12	6,7	17	8	9,6	13	5,8	11	2,6	39	80	0
	20	15				9		15	21			
A_2	20	14	11(+)	5,5(-)	6,8	11	6,1	8,2	9,5	32	40	-6
			2	30	8							
A_3	13	6,9	19(-)	9,4(+)	11	15	3,3	12	11	36	50	2
			18			7	6			19		
A_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	-34
										11		
Потребности	20	15	20	30	8	16	6	15	21	30		
v_i	12	6,7	17	11,5	12,8	13	1,3	11	2,6	34		

Затраты на перевозку составили 2069,3 км при распределении груза таким образом.

Полученный опорный план проверяется на оптимальность, для этого вычисляются оценки свободных клеток. Второй опорный план не оптимальный, так как существуют отрицательные оценки свободных клеток.

Далее проводятся аналогичные действия, в результате которых получается оптимальный план.

Табл. 7: Восьмой опорный план[7]

Производство	Магазины										Запасы	u_i
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}		
A_1	12	6,7	17	8	9,6	13	5,8	11	2,6	39	80	0
				30	7	16		6	21			
A_2	20	14	11	5,5	6,8	11	6,1	8,2	9,5	32	40	-2,8
			20		1					19		
A_3	13	6,9	19	9,4	11	15	3,3	12	11	36	50	1
	20	15					6	9				
A_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	-34,8
										11		
Потребности	20	15	20	30	8	16	6	15	21	30		
v_i	12	5,9	13,8	8	9,6	13	2,3	11	2,6	34,8		

Данный опорный план, при котором минимальный пробег транспорта на перевозку груза составляет 1961,9 км, оптимальный, так как отсутствуют отрицательные оценки свободных клеток.

Исходя из анализа оптимального плана, делаются выводы:

– от производителя A_1 следует отправить 30 коробок шоколада в магазин B_4, в магазин B_5 – 7 коробок, в магазин B_6 – 16 коробок , в магазин B_8 – 6 коробок и в магазин B_9 – 21 коробку;

[6] Составлено авторами
[7] Составлено авторами

– производителю A_2 в магазин B_3 следует отправить 20 коробок шоколада, в B_5 – 1 коробку, и в магазин B_{10} – 19 коробок.
- от 3 производителя A_3 необходимо направить 20 коробок шоколада в магазин B_1, в B_2 – 15, в B_7 – 6 и в магазин B_8– 9 коробок.

Суммарные запасы поставщиков были меньше суммарной потребности магазинов, поэтому потребность супермаркета B10 осталась неудовлетворенной на 11 коробок шоколада. Это объясняется тем, что спрос на шоколад в предыдущем расчетном периоде в магазине B10 был намного меньше, а производство не было готово к такому повышению спроса. Из-за этого сложилась ситуация нехватки продукта.

Следующей задачей стало нахождение оптимального плана перевозки труб для транспортной компании N. Производство труб осуществляется на трех заводах. На заводе A1 производят 600 т, на A2 – 500 т и на A3 – 550 т. Предполагается поставить груз 4 потребителям B1, B2, B3, B4 соответственно 300, 400, 350 и 300 тонн. Расстояния от заводов, на которых производятся трубы, до заказчиков приведены в таблице.

Табл. 8: Расстояние от заводов, производящих трубы до заказчиков[8]

Производство	S, км			
	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	270	430	440	260
A_2	250	490	420	250
A_3	190	410	340	290

Пусть A_1, A_2, A_3, - поставщики труб, количество производителей 3; B_1, B_2, B_3, B_4 – предприятия, куда необходимо доставить товар, следовательно у нас 4 потребителя; i – индекс производителей, а j – индекс потребителей; a_i - запас груза у i-го производителя; b_i – количество груза, необходимое j-му потребителю; c_{ij}– тариф, т.е. расстояние от i-го производителя к j-му заказчика (км); x_{ij}– объем груза, доставленное j-му заказчику от i-го производителя (т)

Составляется математическая модель транспортной задачи.

Целевая функция F(x), выражающая суммарный пробег транспорта с грузом (т/км) принимает вид:

$$F(x) = 270x_{11} + 430x_{12} + 440x_{13} + 260x_{14} + 250x_{21} + 490x_{22} + 420x_{23} + 190x_{31} + 410x_{32} + 340x_{33} + 290x_{34} \rightarrow \min$$

Ограничения по запасам труб на производстве:

[8] Составлено авторами

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14} \le 600; \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24} \le 500; \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34} \le 550. \end{cases}$$

Ограничения по потребностям фирмы-заказчика:

$$\begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31} = 300; \\ x_{12}+x_{22}+x_{32} = 400; \\ x_{13}+x_{23}+x_{33} = 350; \\ x_{14}+x_{24}+x_{34} = 300. \end{cases}$$

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

Табл. 9: Матрица тарифов[9]

Производство	S, км				Запасы
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	270	430	440	260	600
A_2	250	490	420	250	500
A_3	190	410	340	290	550
Потребности	300	400	350	300	

Суммарные запасы всех производителей составляют:

$$\sum a_i = 600 + 500 + 50 = 1650$$

Суммарные потребности фирм-покупателей:

$$\sum b_j = 300 + 400 + 350 + 300 = 1350$$

Заметим, что суммарные запасы груза превышают суммарную потребность в нем на 300 т., следовательно, осуществляется преобразование задачи из открытого типа в закрытую путем введения фиктивного потребителя с нулевыми тарифами и потребностью в 300 т труб. С помощью метода наименьшей стоимости находится опорное решение.

Табл. 10: Первый опорный план[10]

Производство	S, км					Запасы	u_i
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5		
A_1	270	430	440	260	0	600	0
	300	100			200		
A_2	250(+)	490	420(-)	250	0	500	0
			100	300	100		
A_3	190(-)	410	340(+)	290	0	550	-80
		300	250				
Потребности	300	400	350	300	300		
v_i	270	430	420	250	0		

[9] Составлено авторами
[10] Составлено авторами

Проверяется оптимальность опорного плана, при котором суммарные затраты будут равны 449000 км, и в случае необходимости осуществляется переход к его улучшению с помощью метода потенциалов.

Опорный план не является оптимальным, так как существует отрицательная оценка свободных клеток d21.

Строится цикл перераспределения, который выделен в таблице 11 и получается новый опорный план.

Табл. 11: Второй опорный план[11]

Производство	S, км					Запасы	u_i
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5		
A_1	270	430	440	260	0	600	0
		400			200		
A_2	250	490	420	250	0	500	0
	100			300	100		
A_3	190	410	340	290	0	550	-60
	200		350				
Потребности	300	400	350	300	300		
v_i	250	430	400	250	0		

Проверяется оптимальность второго опорного плана. Находятся предварительные потенциалы u_i, v_j. по занятым клеткам таблицы, в которых $u_i + v_j = c_{ij}$, полагая, что $u_1= 0$.

Опорный план, при котором минимальные затраты на перевозку труб составили 429000 км, оптимальный.

Проведя анализ оптимального плана делается вывод:

– от производства A_1 следует отправить 400 т к заказчику B_1;

– от производителя A_2 следует отправить в пункт B_1 – 100 т труб, и в B_4 – 300 т труб;

– от производителя A_3 следует направить трубы к заказчикам B_1, B_3 - 200 и 350 тонн соответственно.

Так как суммарный запас труб больше, чем суммарные потребности, то на первом складе осталось 200 тонн невостребованных труб, а на 2-ом осталось 100 тонн неотправленного груза. Это ситуация объясняется ожиданием выхода на рынке нового заказчика и увеличением спроса на трубы.

[11] Составлено авторами

Заключение

Из приведенного выше исследования делается вывод: применение транспортной задачи для определения оптимального плана грузоперевозок является актуальной проблемой в современной логистике.

В ходе исследования была применена транспортная модель для решения задач транспортной компании, связанных с затратами на перевозки и решены следующие задачи:

– проведен анализ данных по предприятию Самарской области;

– разработаны оптимальные маршруты для перевозки труб и шоколада с помощью применения метода минимального тарифа для решения транспортной задачи.

Несмотря на то, что метод северо-западного угла является самым простым при нахождении опорного плана, он далек от оптимального, так как в отличие от «метода наименьшей стоимости» в нем не учитывается стоимость перевозки единицы груза.

В большинстве случаев начальный план грузоперевозок, найденный по методу Фогеля является наиболее приближенным к оптимальному, но так происходит не всегда. Например, в случае составления первоначального опорного плана для перевозки шоколада, затраты на грузоперевозку по плану, найденному по методу Фогеля превышают затраты, найденные по методу наименьшего тарифа. Также метод аппроксимации Фогеля более трудоемкий, чем остальные.

Таким образом, нахождение опорного плана перевозок методом наименьшей стоимости позволяет предприятию сгенерировать наиболее приближенное к оптимальному плану первоначальное опорное решение. А перераспределение с помощью метода потенциалов способствует эффективному распределению имеющихся ресурсов, удовлетворяя потребности каналов сбыта и заказчиков. При минимизации всех издержек предприятие получает наибольший экономический эффект. Поэтому транспортная задача линейного программирования является эффективным инструментом решения экономических проблем транспортных компаний.

Литература:

1. Сергеев, В.И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров. – М.: Издательство Юрайт, 2014г. 479 с.

2. Dong, Ch.; Transchel, S.; Hoberg, K. An inventory control model for modal split transport: A tailored base-surge approach // European Journal of Operational Research. 2018. Том: 264 Выпуск: 1. С.: 89-105.

3. Guze, S.; Neumann, T.; Wilczynski, P. Multi-Criteria Optimisation of Liquid Cargo Transport According to Linguistic Approach to the Route Selection Task // Polish Maritime Research. 2017. Том: 24 Специальный выпуск: 1. С.: 89-96.

4. Baranova, E.Yu.; Lugovets, A.A.; Melnikov, A.R.; с соавторами. The Metodical Substantiation of Optimization of the System of Transport and Forwarding Support for Cargo Delivery in Intermodal Traffic // Marine Intellectual Technologies. 2017. Том: 2 Выпуск: 3. С.: 193-202.

5. Rajkovic, R.; Zrnic, N.; Cokorilo, O.; с соавторами Multi-Objective Container Transport Optimization on Intermodal Networks Based on Mathematical Model / Конференция: 2nd International Conference on Traffic and Transport Engineering (ICTTE) Местоположение: Assoc Italiana Ingn Traffico Trasporti Res Ctr, Belgrade, SERBIA публ.: NOV 27-28, 2014. С.: 26-35.

6. Hao, C.; Yue, Yi. Optimization on Combination of Transport Routes and Modes on Dynamic Programming for a Container Multimodal Transport System / Конференция: 6th International Conference on Green Intelligent Transportation System and Safety (GITSS) Местоположение: Beijing, PEOPLES R CHINA публ.: JUL 02-06, 2016. Серия книг: Procedia Engineering. Том: 138. С.: 382-390.

7. Султанов, Б.М. Применение транспортной задачи при определении оптимального плана перевозок // Символ науки. 2016. №1-1 (13). Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_25398252_96713387.pdf (Дата обращения: 10.04.2018).

8. Рудик, И.Д.; Величко, В.В. Понятие, виды и методы решения транспортной задачи // Международный студенческий научный вестник 2017. № 4-4. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_29909241_26171548.pdf

9. Мещеряков, Е.А.; Иваненко, А.Р.; Ураева, А.И. Математические и инструментальные методы решения транспортной задачи линейного программирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7-1. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_26365895_63897225.pdf (Дата обращения: 10.04.2018).

10. Николаева, С. И. Методы нахождения первоначального базисного распределения поставок плана транспортной задачи // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013. №3. Режим доступа: http://e-koncept.ru/2013/53313.htm. (Дата обращения: 11.04.2018).

11. Бунтова, Е.В. Математические модели в экономике как инструмент для проведения экономического анализа и принятия управленческих решений // Актуальные проблемы математического образования 2015. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=23596775 (Дата обращения: 10.04.2018).

12. Бунтова, Е.В. Прикладная математика для инженеров сельскохозяйственных вузов (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 2-2. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_22868318_59129159.pdf (Дата обращения: 10.04.2018).

THE TRANSPORT TASK USING FOR IDENTIFYING THE OPTIMUM CARGO TRANSPORTATION PLAN

Elena V. Buntova

Candidate of pedagogical science, Assistant Professor in

Samara State University of Economics

Samara, Russia

Margarita Nesterova

Student of Samara State University of Economics

Samara, Russia

Alina Serkova

Student of Samara State University of Economics

Samara, Russia

Abstract. This scientific work is devoted to the transport problem solution with mathematical model, which is a special class of linear programming problems describing the movement of a homogeneous product from the departure point to the destination. First of all, the analysis of scientific researches was carried out on the solution of transportation costs minimizing problem; the relevance of the transport task application for determining the optimal transportation plan has been proved. To determine the support solution such methods as the northwestern angle method, Vogel approximations and minimum tariffs were considered in the course of the work. Verification of the transport problem solution for optimality was carried out using the method of potentials and, by reallocating the cargo in a cycle, two types of cargo transportation plans were drawn up, in which the supplies of all suppliers were completely exported, and the customer's requests were fully satisfied and all cargoes total costs for the transportation are minimal. Optimal routes for cargo transportation are developed by applying the minimum tariff method to solve the transport problem; this method has allowed to obtain a more optimal solution in comparison with the simpler method

of the north-western corner and in comparison with the closest to the cargo transportation optimal plan, found by the Vogel method.

Keywords: logistics; optimal solution search; costs minimization; profit maximization; trucking; minimum tariff method; transportation routes compilation.

JEL Code: C 61; L 91.

References:

1. Sergeev, V.I. Supply Chain Management: A Textbook for Bachelors. - M.: Publishing House Yurayt, 2014. 479 p.

2. Dong, Ch.; Transchel, S.; Hoberg, K. An inventory control model for modal split transport: A tailored base-surge approach // European Journal of Operational Research. 2018. Volume: 264, Issue: 1. P.: 89-105.

3. Guze, S.; Neumann, T.; Wilczynski, P. Multi-Criteria Optimization of Liquid Cargo Transport According to the Linguistic Approach to the Route Selection Task // Polish Maritime Research. 2017. Volume: 24, Special Issue: 1. P.: 89-96.

4. Baranova, E.Yu.; Lugovets, A.A.; Melnikov, A.R.; et al. The Metodical Substantiation of the Optimization of the System of Transport and Forwarding Support for Cargo Delivery in Intermodal Traffic // Marine Intellectual Technologies. 2017. Volume: 2, Issue: 3. P.: 193-202.

5. Rajkovic, R.; Zrnic, N.; Cokorilo, O.; et al. Multi-Objective Container Transport Optimization on Intermodal Networks Based on the Mathematical Model / Conference: 2nd International Conference on Traffic and Transport Engineering (ICTTE) Location: Assoc Italiana Ingn Traffico Trasporti Res Ctr, Belgrade, SERBIA Publications: NOV 27-28, 2014. P.: 26-35.

6. Hao, C.; Yue, Yi. Optimization on Combination of Transport Routes and Models for Dynamic Programming for a Container Multimodal Transport System / Conference: 6th International Conference on Green Intelligent Transportation System and Safety (GITSS) Location: Beijing, PEOPLES R CHINA publ.: JUL 02-06, 2016. Book Series: Procedia Engineering. Volume: 138. P.: 382-390.

7. Sultanov, B.M. Application of the transport task in determining the optimal transportation plan // The symbol of science. 2016. №1-1 (13) Access mode: https://library.ru/download/elibrary_25398252_96713387.pdf (Date of circulation: 04/10/2018).

8. Rudik, I.D.; Velichko, V.V. Concept, types and methods of solving the transport problem // International Student Scientific Bulletin 2017. № 4-4. URL: https://library.ru/download/elibrary_29909241_26171548.pdf

9. Meshcheryakov, E.A.; Ivanenko, A.R.; Urayeva, A.I. Mathematical and instrumental methods for solving the transport problem of linear programming // Actual problems of the humanities and natural sciences. 2016. № 7-1. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26365895_63897225.pdf.

10. Nikolaeva, S.I. Methods for finding the initial basis distribution of supplies of the transport task plan // Scientific and Methodical Electronic Journal "Concept". - 2013. № 3. URL: http://e-koncept.ru/2013/53313.htm.

11. Buntova, E.V. Mathematical Models in Economics as a Tool for Conducting Economic Analysis and Making Management Decisions. // Actual problems of mathematical education. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23596775.

12. Buntova, E.V. Applied Mathematics for Engineers of Agricultural Institutions (textbook) // International Journal of Experimental Education. 2015. № 2-2 URL: https://library.ru/download/elibrary_22868318_59129159.pdf.

Contact

Elena V. Buntova
Samara State University of Economics
141, Sovetskaya Armiya str., Samara, Russia, 443063
lena-buntova1@yandex.ru

Margarita Nesterova
Samara State University of Economics
141, Sovetskaya Armiya str., Samara, Russia, 443063
nesterovam171198@mail.ru

Alina Serkova
Samara State University of Economics
141, Sovetskaya Armiya str., Samara, Russia, 443063
karakito97@mail.ru