

УДК 338.2

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

Бородич Татьяна Анатольевна, старший преподаватель
Нечаева Татьяна Георгиевна, канд. экон. наук, доцент
Пашаева Мадина Мовладиевна, студентка экономического факультета,
Белорусско-Российский университет, Могилев, Беларусь

В статье рассмотрена проблема эффективности перевозки и доставки грузов, предложено решение данной проблемы с помощью реализации оптимизационной модели на основе экономико-математического моделирования.

Ключевые слова: подвижной состав, оптимизация, эффективность, логистика

PRACTICE OF USING ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS TO OPTIMIZE THE OPERATION OF TRANSPORT

Borodich Tatiana, senior lecturer
Nechaeva Tatyana, candidate of economic sciences, associate professor
Pashaeva Madina, student of the faculty of economics,
Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus

The article considers the problem of efficiency of cargo transportation and delivery, proposes to solve this problem by means of implementation of optimization model based on economic and mathematical modeling.

Keywords: motor vehicles, optimization, efficiency, logistics

Каждая организация стремится к эффективному использованию всех ее ресурсов, в том числе и подвижного состава. Одной из главных задач логиста является не только поиск оптимального маршрута, заполнение транспортной документации и т.п., но и правильный выбор подвижного состава.

Если на балансе предприятия находятся множество автомобилей, различного типа и грузоподъемности, особенно сложно правильно выбрать автомобили для перевозки имеющихся грузов. Правильный выбор автомобиля влияет на конечную себестоимость перевозки.

Организация производит и организует доставку готовой продукции по различным направлениям. На данный момент следует доставить лифты, весом 10 тонны в следующие города: Санкт-Петербург (834 км); Москва (652 км); Казань (1432 км); Воронеж (856 км); Нижний Новгород (1037 км); Смоленск (226 км); Саратов (1384 км); Курск (585 км); Белгород (682 км) и Ростов-на-Дону (1366 км).

По данным направлениям следует доставить лифты, весом 10 тонн каждый. В таблице 1 представлено необходимо количество лифтов по каждому из направлений, цена за лифт и доход от поставки.

Таблица 1 – Информация о поставках продукции

№ маршрута	Средняя цена за лифт, руб. за 10 т	Количество лифтов, шт.	Объем перевозок, т	Доход от поставки, р.
1 Санкт-Петербург	22708,64	2	20	45417,28
2 Москва	21323,94	2	20	42647,88
3 Казань	29078,37	3	30	87235,11
4 Воронеж	22846,30	2	20	45692,60
5 Ниж. Новгород	25598,27	2	20	51196,54
6 Смоленск	29124,57	1	10	29124,57
7 Саратов	32101,18	2	20	64202,36
8 Курск	34772,98	2	20	69545,96
9 Белгород	29472,89	1	10	29472,89
10 Ростов	26447,20	2	20	52894,40
Σ	–	21	210	517429,59

В таблице 2 представлены автомобили, которые были изначально назначены на маршруты.

Таблица 2 – Характеристика автомобилей

№	Автомобиль	Грузоподъемность, т	Вид топлива	Расход топлива на 100 км
1	MAN TGA 18.390 ТОНАР 974612	23,35	Диз. топливо	19,9
2	MAN TGA 18.390 ТОНАР 974611	25,85	Диз. топливо	19,9
3	МАЗ 6422 А5-322 МАЗ 953000011	35	Диз. топливо	26,9
4	MAN TGA 18.390 МАЗ-975830-3021	27,35	Диз. топливо	19,9
5	MAN TGA 18.390 МАЗ 975830	27,4	Диз. топливо	19,9
6	МАЗ 5440А8 МАЗ 975830-3012	27,9	Диз. топливо	31,6
7	МАЗ 5440 Е9 520-031	22,6	Диз. топливо	29,4

№	Автомобиль	Грузоподъемность, т	Вид топлива	Расход топлива на 100 км
	МАЗ 975830-3012			
8	МАЗ-5440А9-320-031 МАЗ-975830-3021	27,4	Диз. Топливо	24,2
9	МАЗ-5440Е9 МАЗ-975830-3021	27,4	Диз. Топливо	22,5
10	МАЗ-5440А9-320-031 МАЗ-975830-3021	27,7	Диз. топливо	24,2

После назначения автомобилей на каждый их маршрутов можно рассчитать затраты на топливо при доставке продукции. Затраты на топливо представлены в таблице 3.

Таблица 3–Затраты на топливо при поставке продукции

№	Расстояние, км	Цена за 1 л топлива, р.	Расход топлива на 100 км	Затраты на топливо, р.
1	834	1,69	19,9	560,97
2	652	1,69	19,9	438,55
3	1432	1,69	26,9	1302,00
4	856	1,69	19,9	575,76
5	1037	1,69	19,9	697,51
6	226	1,69	31,6	241,39
7	1384	1,69	29,4	1375,31
8	585	1,69	24,2	478,51
9	682	1,69	22,5	518,66
10	1366	1,69	24,2	1117,33
Итого	9054	-	-	7305,99

Далее рассчитаем доход на 1 рубль затрат на топливо по каждому маршруту и в общем, найдя отношение дохода к затратам на топливо:

Маршрут 1: $45417,28/560,97=80,96$ р.

Маршрут 2: $42647,88/438,55=97,25$ р.

Маршрут 3: $87235,11/1302=67$ р.

Маршрут 4: $45692,60/575,76=79,36$ р.

Маршрут 5: $51196,54/697,51=73,4$ р.

Маршрут 6: $29124,57/241,39=120,65$ р.

Маршрут 7: $64202,36/1375,31=46,68$ р.

Маршрут 8: $869545,96/478,51=145,34$ р.

Маршрут 9: $29472,89/518,66=56,83$ р.

Маршрут 10: $52894,40/1117,33=47,34$ р.

Общий доход на 1 р. затрат на топливо = $517429,59/7305,99=70,82$

р.

Таким образом доход на 1 рубль затрат на топливо различается по каждому из маршрутов. На данный показатель влияют такие факторы, как объём перевозок, расход топлива автомобиля, расстояние перевозки.

Однако, необходимо отметить, что на предприятии имеются и другие автомобили, которые на момент данных поставок простаивают. Список простаивающих автомобилей представлен в таблице 4.

Таблица 4– Характеристика простаивающих автомобилей

№	Автомобиль	Грузоподъемность, т	Вид топлива	Расход топлива на 100 км
1	МАЗ 5440А9 1320-031 МАЗ 975830 3021	27,9	Диз. топливо	24,2
2	МАЗ 5440А8 360-031 МАЗ 975830-3012	27,9	Диз. топливо	31,6
3	МАЗ – 54323 МТМ – 933014	27	Диз. топливо	26,6
4	МАЗ – 54323 МАЗ-9758	21	Диз. топливо	26
5	МАЗ 5433 А2-320 НПЦ-13	14,75	Диз. топливо	21,9
6	МАЗ - 54323 МАЗ – 93866	23,5	Диз. топливо	26,3
7	МАЗ 6422 А5-322 МАЗ 953000011	35	Диз. топливо	27,5
8	МАЗ-6312В9-420-15 МАЗ – 8926	15	Диз. Топливо	25

Поскольку выбранные автомобили могли быть назначены не эффективно, и более рационально было бы использовать простаивающие автомобили, решим классическую задачу о назначении[1].

Для решения данной задачи вносим необходимые надписи в ячейки рабочего листа Excel, как это изображено на рис. 1 и рис. 2.

Практика работы с экономико-математической моделью оптимизации сводиться к выполнению следующих действий:

В ячейках М47:AD47 и М66:AD66 суммируются значения по столбцам.

В ячейках М48:AD48 вводится произведение ячеек М49:AD49 и М66:AD66

В ячейках М50:AD50 вводится отношение ячеек М47:AD47 и М49:AD49

В ячейку L52 введем формулу: =СУММПРОИЗВ (M55:AD55 и M68:AD68)

В ячейках M68:AD68 введена функция «ЕСЛИ» (=ЕСЛИ(M66>=1;1;0))

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	
33																						
34																						
35			Автомобили																			
36		Маршруты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	тонны	
37		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
38		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
39		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
40		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
41		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
42		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
43		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
44		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
45		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
46		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
47		доставлено, т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190
48		провозная способность	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49		грузоподъемность	23,35	25,85	35	27,35	27,4	27,9	22,6	27,4	27,4	24,7	27,9	27,9	27	21	14,75	23,5	35	15		461
50		коэф грузоподъемности	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,41215
51																						
52		Общие затраты																				

Рисунок 1 – Исходные данные и табличная модель (начало)

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	
53																						
54			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	сумм	
55																						
56		1																				0
57		2																				0
58		3																				0
59		4																				0
60		5																				0
61		6																				0
62		7																				0
63		8																				0
64		9																				0
65		10																				0
66		сумма	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67		ограничения	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
68		выбор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
69																						

Рисунок 2 – Исходные данные и табличная модель (продолжение)

Далее необходимо вызвать мастера поиска решения (Сервис→Поиск решения).

После появления диалогового окна Поиск решения следует выполнить следующие действия:

В поле с именем Установить целевую ячейку: ввести абсолютный адрес ячейки \$L\$52.

Для группы Равной: выбрать вариант поиска решения - минимальному значению.

В поле с именем Изменяя ячейки: ввести абсолютный адрес диапазона ячеек \$M\$56:\$AD\$65

В поле с именем Ограничения введены ограничения, которые показаны на рис. 3.

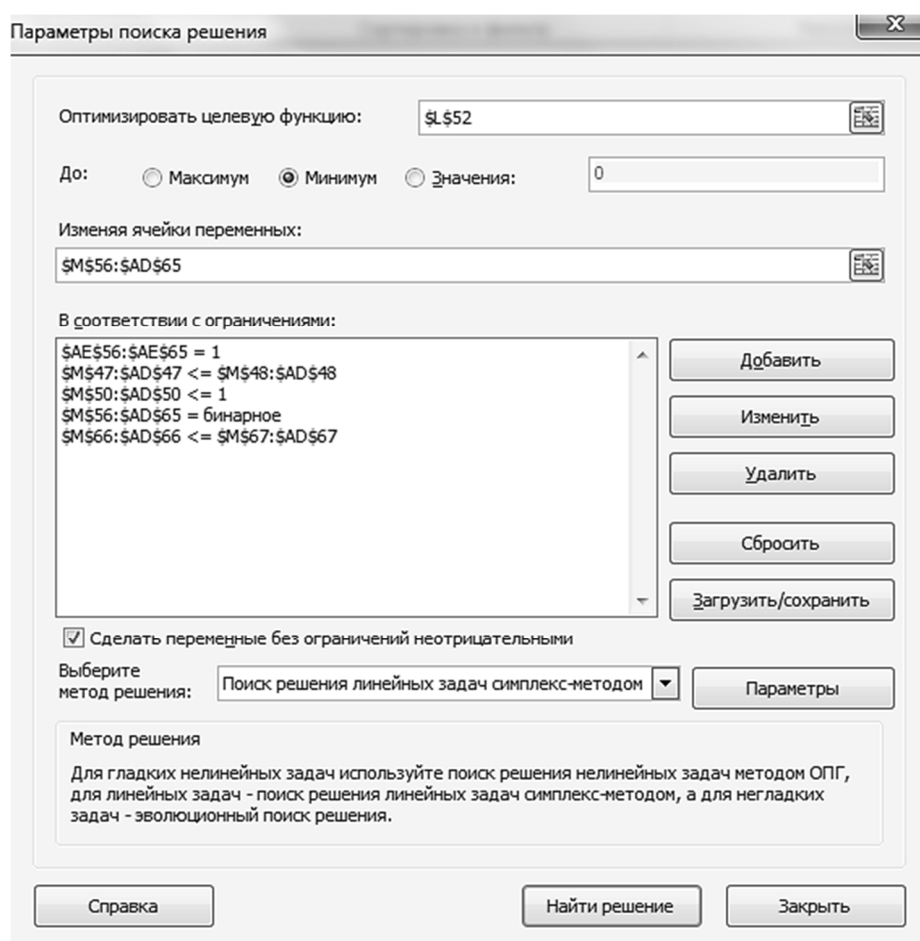


Рисунок 3 – Окно Поиск решения с введенными ограничениями

После задания ограничений и целевой функции можно приступить к поиску численного решения, для чего следует нажать кнопку Выполнить. Результат выполнения расчетов программой MS Excel представлен на рис. 4 и 5.

№	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
34																					
35		Автомобили																			
36	Маршруты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	тонны	
37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
38	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
39	3	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
40	4	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
41	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
42	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
43	7	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
44	8	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
45	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10
46	10	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
47	доставлено, т	20	20	30	20	20	0	0	20	20	20	10	0	0	0	10	0	0	0	0	190
48	провозная способность	23,35	25,85	35	27,4	27,4	0	0	27,4	27,4	24,7	27,9	0	0	0	14,75	0	0	0	0	261,1
49	грузоподъемность	23,35	25,85	35	27,4	27,4	27,9	22,6	27,4	27,4	24,7	27,9	27,9	27	21	14,75	23,5	35	15	461	
50	коэф. грузоподъемности	0,86	0,77	0,86	0,73	0,73	0	0	0,73	0,73	0,81	0,36	0	0	0	0,68	0	0	0	0,41	
51																					
52	6771,19794	Общие затраты																			

Рисунок 4 – Результат решения задачи (начало)

№	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
53																					
54			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	сумм
55		697,5	930,9	1302	576	919	0	0	479	496	682	185	0	0	0	504,8	0	0	0	0	
56	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
57	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
58	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
59	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
60	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
61	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
62	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
63	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
64	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
65	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
66	сумма	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	10
67	ограничения	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
68	выбор	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	

Рисунок 5 – Результат решение задачи (окончание)

По итогам решения задачи на исходные маршруты назначены автомобили, характеристика которых представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика назначенных автомобилей

№	Автомобиль	Грузоподъемность, т	Вид топлива	Расход топлива на 100 км
1	МАЗ–5440А9-320-031 МАЗ–975830-3021	27,7	Диз. топливо	24,2
2	МАЗ–5440Е9 МАЗ–975830-3021	27,4	Диз. топливо	22,5
3	МАЗ 6422 А5-322 МАЗ 953000011	35	Диз. топливо	26,9
4	MAN TGA 18.390 МАЗ-975830-3021	27,35	Диз. топливо	19,9

№	Автомобиль	Грузоподъемность, т	Вид топлива	Расход топлива на 100 км
5	MAN TGA 18.390 ТОНАР 974612	23,35	Диз. топливо	19,9
6	МАЗ 5440А9 1320-031 МАЗ 975830 3021	27,9	Диз. топливо	24,2
7	MAN TGA 18.390 ТОНАР 974611	25,85	Диз. топливо	19,9
8	МАЗ-5440А9-320-031 МАЗ-975830-3021	27,4	Диз. Топливо	24,2
9	МАЗ 5433 А2-320 НПЦ-13	14,75	Диз. Топливо	21,9
10	MAN TGA 18.390 МАЗ 975830	27,4	Диз. топливо	19,9

Затраты на топливо по маршрутам при назначении новых автомобилей представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Затраты на топливо

№	Расстояние, км	Цена за 1 л топлива, р.	Расход топлива на 100 км	Затраты на топливо, р.
1	834	1,69	24,2	682,18
2	652	1,69	22,5	495,85
3	1432	1,69	26,9	1302,01
4	856	1,69	19,9	575,76
5	1037	1,69	19,9	697,51
6	226	1,69	24,2	184,86
7	1384	1,69	19,9	930,91
8	585	1,69	24,2	478,51
9	682	1,69	21,9	504,83
10	1366	1,69	19,9	918,79
Итого	9054	-	-	6771,19

Таким образом общий доход на 1 рубль затрат на топливо после оптимизации имеет следующее значение:

Общий доход на 1 р. затрат на топливо=517429,59/6771,19=76,42

Общий доход на 1 р. затрат на топливо по сравнению с исходными данными увеличился на 5,6, на что повлияло изменение грузоподъемности и расход топлива.

После проведения оптимизации выделим положительные и отрицательные моменты, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Положительные и отрицательные стороны оптимизации

Положительное	Отрицательное
Снижение затрат на топливо	Дополнительные затраты, для привлечения квалифицированного персонала
Увеличение дохода	Простаиваемый подвижной состав
Увеличение рентабельности	
Эффективное использование грузоподъемности автомобилей	

Можно сделать вывод о том, что оптимизация назначений автомобилей на маршруты повлекла за собой снижения затрат на топливо, следовательно увеличение прибыли от поставки готовой продукции. При этом прибыль возросла, а затраты снизились. Доход от поставки готовой продукции не изменился, однако доход на 1 рубль затрат на топливо возрос на 5,6. И, следовательно, увеличилась рентабельность продаж.

Список литературы

1. Богданова Е.Л. Оптимизация в проектном менеджменте: линейное программирование: учебное пособие / Е.Л. Богданова, К.А. Соловейчик, К.Г. Аркина. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 120 с.
2. Чернявская С.А. Оптимизация работы транспортного предприятия в сфере строительных грузоперевозок / Чернявская С.А., Власенко Е.А., Пархоменко М.А. / В сборнике: Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей. Составители: Дегтярев Г.В., Чернявская С.А., Дегтярева О.Г.. 2016. С. 278-286.
3. Чернявская С.А. Инновации в сфере пассажирских перевозок ОАО «РЖД» / Чернявская С.А., Илюхина Н.П. // В сборнике: Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей. Составители: Дегтярев Г.В., Чернявская С.А., Дегтярева О.Г.. 2016. С. 260-265.
4. Мороз Н.Ю. Оптимизация производства, как фактор укрепления финансовой устойчивости организации / Мороз Н.Ю., Лысунец Б.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 119. С. 360-371.