

УДК 519.6

## ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА С ПРИОРИТЕТОМ ПОСТАВОК

Тужилкина П. В., магистрант гр. СПмоз-181, I курс  
Научный руководитель: Ермакова И. А., д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Выбор оптимальных решений особенно в сложных вероятностных математических системах, к которым относятся строительные системы, немислим без широкого применения математических методов решения и средств вычислительной техники.

Экономическим содержанием задач линейного программирования является отыскание наилучших способов использования имеющихся ресурсов. В нашем случае, это определение оптимального варианта транспортировки бетона с завода на строительную площадку.

Для этого должны быть выполнены три условия:

- наличие системы взаимосвязанных факторов (объем выпускаемого бетона, стоимость бетона, тариф на перевозку)
- строгое определение критерия оценки оптимальности (заданные параметры оптимальности)
- точная формулировка условий, ограничивающих использования наличных ресурсов (приоритетность перевозки)

Транспортная задача – математическая задача об оптимальном плане перевозок грузов из пунктов отправления (например, складов) в пункты потребления (например, магазины), с минимальными общими затратами на перевозки [1, 2, 3]. Рассмотрим транспортную задачу при условии, когда стоимость единицы груза ( $\text{м}^3$  бетона) намного превышает тариф на его перевозку ( $\text{руб}/\text{м}^3$ ), а предложение превышает спрос.

Пусть в городе имеется три бетонных завода. Первый выпускает в месяц  $3000 \text{ м}^3$ , второй –  $1500 \text{ м}^3$ , третий –  $2000 \text{ м}^3$ . Бетон с этих заводов отправляется на 4 стройплощадки. Потребность в бетоне первой стройплощадки  $2100 \text{ м}^3$  в месяц, второй  $1500 \text{ м}^3$ , третьей  $1200 \text{ м}^3$ , четвертой  $1400 \text{ м}^3$ . Все потребности приведены в таблице 1. Стоимость одного кубометра бетона и тариф на его перевозку с каждого завода на стройплощадку известны. В каждом рассматриваемом варианте общие затраты одинаковы. Будет варьироваться только стоимость товара и тарифа транспортировки бетона.

При решении использовался интернет-ресурс с онлайн программой для решения транспортных задач [4].

Таблица 1

Потребность строительных площадок в бетоне

Потребители	Потребность в бетоне
	м <sup>3</sup> /мес
1	2100
2	1500
3	1200
4	1400
Сумма	6200

1. Требуется так организовать перевозку бетона с заводов на стройплощадки, чтобы суммарная стоимость всех перевозок была минимальной.

2. Проанализировать возможные варианты реорганизации заводов (увеличение производительности одного из заводов, уменьшение/увеличение себестоимости материала)

1 вариант

В первом варианте примем, что цена за единицу товара одинаковая на всех заводах, а тариф на перевозку разный. Все данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Цена и запасы бетона по варианту 1

Заводы	Цена бетона	Цена перевозки	Запас бетона	Итог цена
	руб/м <sup>3</sup>	руб/м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup> /мес	руб/м <sup>3</sup>
1	4800	615	3000	5415
2		635	1500	5435
3		600	2000	5400
Сумма			6500	16250

Через онлайн программу по решению транспортной задачи для получения оптимального варианта перевозки с минимальными затратами получили следующие данные:

С 1-го завода необходимо груз направить к 1-у потребителю (100 м<sup>3</sup>), к 2-у потребителю (1500 м<sup>3</sup>), к 3-у потребителю (1200 м<sup>3</sup>), к 4-у потребителю (200 м<sup>3</sup>)

Со 2-го завода необходимо часть груза (1200 м<sup>3</sup>) направить к 4-у потребителю.

С 3-го завода необходимо часть груза (2000 м<sup>3</sup>) направить к 1-у потребителю.

На 2-ом заводе остался невостребованным груз в количестве 300 м<sup>3</sup>.

Распределение бетона с заводов по потребителям (стройплощадкам) приведено в таблице 3.

Таблица 3

Результаты распределения бетона по потребителям (вариант 1)

Завод (А)	Потребители (В)				
	1	2	3	4	Остаток
1	100	1500	1200	200	0
2	-	-	-	1200	300
3	2000	-	-	-	0
Потребности	0	0	0	0	

Минимальные затраты в этом варианте составят:  $F(x) = 5415 \cdot 100 + 5415 \cdot 1500 + 5415 \cdot 1200 + 5415 \cdot 200 + 5435 \cdot 1200 + 0 \cdot 300 + 5400 \cdot 2000 = 33.567.000$  руб./ месс.

## 2 вариант

Во втором варианте примем, что цена за единицу товара и тариф на перевозку различается на всех заводах. Все данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Цена и запасы бетона по варианту 2

Заводы	Цена товара	Цена перевозки	Запас товара	Итог цена
	руб/м <sup>3</sup>	руб/м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup> /мес	руб/м <sup>3</sup>
1	4700	730	3000	5430
2	4600	700	1500	5300
3	4800	720	2000	5520
сумма			6500	16250

Так как тарифы на перевозку меньше цены за единицу товара, то в этом варианте распределяем количество транспортировки бетона вручную по возрастанию цены с учетом тарифа. По суммарной стоимости затраты меньше на заводе 2, значит сначала распределяем его товар по потребителям, затем с 1-го завода. Остаточную потребность закрываем с завода 3. Результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты распределения бетона по потребителям (вариант 2)

Завод	Потребители				
	1	2	3	4	Остаток
1	2100	-	900	-	0
2	-	1500	-	-	0
3	-	-	300	1400	300
Потребности	0	0	0	0	

Минимальные затраты в этом варианте составят:  $F(x) = 5430 \cdot 2100 + 5430 \cdot 900 + 5300 \cdot 1500 + 5520 \cdot 300 + 5520 \cdot 1400 + 0 \cdot 300 = \mathbf{33.624.000}$  руб / мес

### 3 вариант

В третьем варианте общие затраты на 2-м и 3-м заводе примем одинаковые. В свою очередь 1 завод понизил себестоимость товара, относительно других заводов. Все данные приведены в таблице 6.

Таблица 6

Цена и запасы бетона по варианту 3

Заводы	Цена товара	Цена перевозки	Запас товара	Итог цена
	руб/м3	руб/м3	м3/мес	руб/м3
1	4500	730	3000	5230
2	4800	710	1500	<b>5510</b>
3	4790	720	2000	<b>5510</b>
сумма			6500	16250

В этом случае, по возрастанию цены, первоначально распределяем товар вручную с 1-го завода на 1 и 2 стройплощадку, затем с помощью онлайн программы решаем задачу уже с 2-мя заводами и оставшимися потребностями стройплощадок. Результаты приведены в таблице 7.

Таблица 7

Результаты распределения бетона по потребителям (вариант 3)

Завод	Потребители				
	1	2	3	4	остаток
1	2100	900	-	-	0
2	-	600	900	-	0
3	-	-	300	1400	300
Потребности	0	0	0	0	

Минимальные затраты в этом варианте составят:  $F(x) = 2100 \cdot 5230 + 900 \cdot 5230 + 600 \cdot 5510 + 900 \cdot 5510 + 300 \cdot 5510 + 1400 \cdot 5510 + 0 \cdot 300 = \mathbf{33.322.000}$  руб / мес

### 4 вариант

В четвертом варианте общие затраты на 2-м и 3-м заводе примем одинаковые, а на 1-м значительно выше. Все данные приведены в таблице 8.

Таблица 8

Цена и запасы бетона по варианту 4

Заводы	Цена товара	Цена перевозки	Запас товара	Итог цена
	руб/м3	руб/м3	м3/мес	руб/м3
1	4800	730	3000	5530
2	4600	750	1500	5350

3	4600	770	2000	5370
сумма			6500	16250

В этом случае, по возрастанию цены, первоначально с помощью программы онлайн распределяем товар с 2-го и 3-го завода, затем вручную распределяем оставшиеся ресурсы с завода 1 согласно потребностям. Результаты приведены в таблице 9.

Таблица 9

Результаты распределения бетона по потребителям (вариант 4)

Завод	Потребители				
	1	2	3	4	Остаток
1	-	100	1200	1400	300
2	1500	-	-	-	0
3	600	1400	-	-	0
Потребности	0	0	0	0	

Минимальные затраты в этом варианте составят:  $F(x) = 100 \cdot 5530 + 1200 \cdot 5530 + 1400 \cdot 5530 + 1500 \cdot 5350 + 600 \cdot 5370 + 1400 \cdot 5370 = 33.696.000$  руб / мес

Во всех 4-х вариантах рассчитывалась полные затраты, которые складываются из цены товара за единицу и стоимость транспортировки. Итоговые затраты по всем вариантам приведены в таблице 10.

Таблица 10

Затраты на транспортировку бетона

	Итоговые затраты
1 вариант	33.567.000 руб
2 вариант	33.624.000 руб
3 вариант	<b>33.322.000 руб</b>
4 вариант	33.696.000 руб

Как видно из таблицы 10 в результате расчетов самым выгодным вариантом с минимальными затратами является третий. Это объясняется так: на 1 и 2 заводе в 4-м варианте выгода получается относительно 3-го варианта + 0,76 тыс. руб. и + 0,24 тыс. руб соответственно. Но за счет меньшего поставляемого товара с 3-го завода в 3-м варианте выходит значительная экономия 1,37 тыс. руб., что в свою очередь перекрывает перерасход с запасом в 3-м варианте. Можно сделать вывод, что снижение себестоимости товара 2-х заводов в 4-м варианте не рентабельно.

#### Список литературы

1. Тынкевич М.А. Экономико-математические методы (исследование

операций), Кемерово: КузГТУ, 2000. – 176 с.

2. Гоголин В.А. Транспортная задача с учетом времени поставок. / В.А Гоголин, Е.А. Николаева // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 7.– С. 23-26.

3. Солдатенко Л.В. Введение в математическое моделирование строительно-технологических задач [Текст]: учебное пособие / Л. В.Солдатенко. - Оренбург: ГОУОГУ, 2009.- 161 с

4 . Решение транспортной задачи  
<https://math.semestr.ru/transp/index.php>  
<https://math.semestr.ru/transp/index.php>