

Алгоритм реализации модели размещения автосервисных центров на примере центрального военного ремонтного предприятия г. Маркала в Мали

© 2007 Бегеле Сиоро

Атгаше по вопросам обороны при Посольстве Республики Мали
в Российской Федерации

Рассматривается модель минимизации транспортных затрат, к числу которых относятся минимизация времени обслуживания и стоимость транспортировки неисправленного автомобиля. Предложен алгоритм реализации модели, на основании которого проведены экспериментальные расчеты. Результаты эксперимента представлены в статье.

Задачи территориального размещения различных объектов, предприятий многообразны. Ряд задач, связанных с размещением производственных мощностей для предприятий металлургических комплексов, транспортных узлов (автотранспорт или самолеты), предприятий производства или доставки услуг, требуют, в свою очередь, решения задач размещения (дислокации) с похожими целевыми функциями и критериями оценки.

Большинство перечисленных задач предполагает наличие взаимосвязанных целевых функций, сочетающих одновременное решение транспортной задачи по минимизации транспортной работы и по максимизации прибылей для произведенных мероприятий.

Таким образом, следует минимизировать транспортные затраты и максимизировать доступность рынков сбыта или потребления.

В частности, на Центральном военном ремонтном предприятии (ЦВРП) требуется максимизировать прибыль и число клиентов по обслуживанию автомобилей с минимальными затратами времени обслуживания и стоимостью транспортировки неисправного автомобиля.

Для дислокации автосервисных предприятий ЦВРП существует военная территориальная организация. В эту территориальную организацию входят пять военных округов, в каждом из которых располагаются p автосервисных центров. В каждом округе, на каждом из предприятий обслуживается некоторое количество машин. Всего m типов автомобилей. Авторемонтные центры могут произвести n видов ремонтных работ.

Предполагаем, что на каждый из r пунктов из любого округа i и r может поступить на

ремонт любая i -я модель автомобиля с заявкой на выполнение любой j -й услуги $j = \overline{1, n}$.

Для каждого округа разработано π возможных проектов строительства предприятия автосервиса с планом их размещения в пунктах

Следует определить критерии оптимальности, обеспечивающие максимальную выручку авторемонтных предприятий, минимальные затраты времени обслуживания и стоимость транспортировки неисправных автомашин.

Введем следующие обозначения:

x_{ijpr} - количество автомобилей i -й модели, требующихся для выполнения j -й услуги и пребывающих на p -е предприятие и r -го округа;

- прибыль, получаемая при выполнении j -й услуги для i -й модели автомобиля на p -м предприятии;

- затраты за время, затрачиваемое клиентом на ожидание обслуживания j -й услуги автомобилем i -й модели на p -м предприятии и r -го округа;

- транспортные затраты владельца i -й модели автомобиля, прибывшего из r -го округа на ожидание j -й операции на предприятии (выражается в стоимостном выражении из расчета средней почасовой оплаты труда);

$B_{i,j,r}$ - потребность в j -й услуге, i -й модели автомобиля, размещенного в r -м округе;

- мощность предприятия по оказанию j -й услуги для i -й модели автомобиля.

Математически формулируем задачу таким образом:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{p=1}^{\pi} x_{ijpr} \geq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_{ijr}, \quad r = \overline{1, R};$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{r=1}^R x_{ijpr} \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ijp}, \quad p = \overline{1, \pi};$$

$$x_{ijpr} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, p = \overline{1, \pi}, r = \overline{1, R};$$

$$\left\{ \sum_{i=1}^m \sum_{p=1}^{\pi} \sum_{j=1}^n \sum_{r=1}^R x_{ijpr} (m_{ijp} - t_{ijpr} - t_{ijpr}^0) \right\} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Задача, выраженная соотношениями (1), относится к классу стандартных задач линейного программирования. Можно ее рассматривать как сбалансированную транспортную задачу, т.е. зафиксировав r и соотношений (1).

Строим следующий алгоритм для нахождения оптимальных критериев.

Блок 1. Объявляются начальные данные:

- существующие военные округа в

Мали;

$i (i = \overline{1, 5})$ - число стран-производителей автомобилей, существующих в Мали, и определяющих модели (Япония, Германия, Россия, Франция);

$j (j = \overline{1, n})$ - некоторые услуги;

$p (p = \overline{1, \pi})$ - число ремонтных предприятий, спроектированных для размещения.

Блок 2. Для каждой j -й услуги вычисляется $B_{i,j,p}$ - потребность в услуге;

x_{ijpr} - количество автомобилей i -й модели, нуждающихся в ремонте в r -м военном округе.

Блок 3. Проверяется выполнение условия (неравенства)

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{p=1}^{\pi} \sum_{r=1}^R x_{ijpr} \geq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{r=1}^R B_{ijr}.$$

Блок 4. Вычисляются $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{i,j,p}$ - мощности p -го авторемонтного предприятия.

Блок 5. Проверяется условие

Блок 6. Проверяется выполнение условия положительности управляемых переменных $x_{ijpr} \geq 0$.

Блок 7. Объявляется:

$$t_{ijpr} = t_j (t_j = 1, 2, 3);$$

$$t_{ijpr} = t_j (t_j = 1, 2, 3);$$

$$t_{ijpr}^0 = t_{ijpr}^0 (t_{ijpr}^0 = 1, 2, 3).$$

Блок 8. Вычисляется:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{r=1}^R x_{ijpr} (m_{ijp} - t_{ijpr} - t_{ijpr}^0)$$

для каждой j -й услуги в каждом r -м округе,

Блок 9. Определяется оптимальный план размещения автосервисных центров χ .

x_{ijpr} - количество автомобилей i -й модели, требующих j -й услуги и прибывающих на p -е предприятие из r -го района - является управляющей переменной и ограничивает мощность предприятия и количество услуг, которые необходимо оказать.

Для проведения эксперимента, используем следующие исходные данные, отражающие: 1) динамику численности автопарка по регионам (табл. 1); 2) распределение КТГ (коэффициент технической готовности автомобилей) (табл. 2); 3) усредненную прибыль от осуществления ремонтных работ (табл. 3); усредненные затраты на транспортировку до ремонтного центра (табл. 4). Структуру основных типов неисправностей автомобилей представим на диаграмме (рис. 1).

Размеры прибыли, получаемой при реализации некоторой услуги, отражены в табл. 3. Однако далеко не всегда владелец автотранспорта имеет возможность отремонтировать свой автомобиль непосредственно вблизи места его эксплуатации и без ожидания очереди. Затраты на транспортировку автомобиля до станций технического обслуживания представлены в табл. 4.

Требуется организовать систему технического обслуживания и ремонта автомобилей таким образом, чтобы наиболее полно удовлетворить спрос на услуги автосервиса в данном регионе и обеспечить критерий оптимальности, определяемый максимумом прибыли за вычетом стоимости транспортировки до авторемонтного центра и ожидания автомобилем своей очереди обслуживания.

Рассматриваемая задача относится к классу стандартных задач линейного программирования и может быть решена симплекс-методом.

Таблица 1. Структура автомобильного парка по регионам

№ п/п	Регион	Общая доля автомобилей, %	Страна-производитель	Тип автомобиля		Итого
				Легковой	Грузовой	
1	Каес	17	Франция	3523	124	3647
			Германия	6186	218	6404
			Россия	1718	60	1779
			Китай	2320	82	2401
			Япония	7733	272	8005
			Итого	21480	756	22236
2	Кати	40	Франция	8289	292	8580
			Германия	14556	512	15068
			Россия	4043	142	4186
			Китай	5458	192	5651
			Япония	18195	640	18835
			Итого	50541	1779	52320
3	Сегу	32	Франция	6631	233	6864
			Германия	11645	410	12055
			Россия	3235	114	3348
			Китай	4367	154	4520
			Япония	14556	512	15068
			Итого	40433	1423	41856
4	Тумбукту	4	Франция	829	29	858
			Германия	1456	51	1507
			Россия	404	14	419
			Китай	546	19	565
			Япония	1819	64	1884
			Итого	5054	178	5232
5	Гао	7	Франция	1451	51	1502
			Германия	2547	90	2637
			Россия	708	25	732
			Китай	955	34	989
			Япония	3184	112	3296
			Итого	8845	311	9156

Таблица 2. Распределение КТГ автомобилей

Таким образом, формируются значения величин, являющихся аналогами спроса в классической транспортной задаче. Далее следует сформировать значения предложения, т.е. возможность оказания услуг по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств по

региональным станциям технического обслуживания автомобилей.

На основе приведенных выше начальных данных может быть составлена математическая модель (формула 1) для решения в соответствии с описанным ранее алгоритмом задачи методом линейного

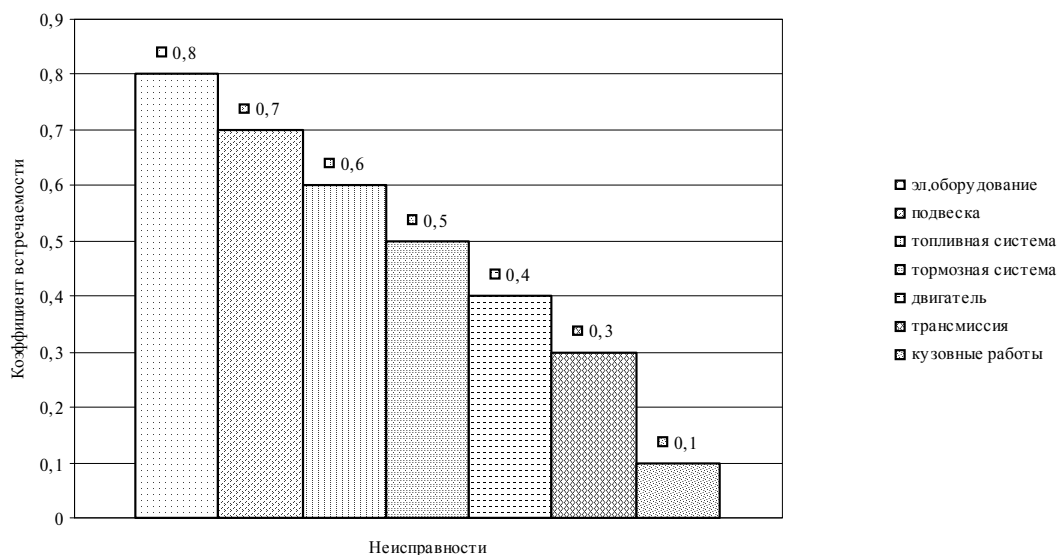


Рис. 1. Структура основных типов неисправностей автомобиля

Таблица 3. Усредненная прибыль от осуществления ремонтных работ в авторемонтных центрах

№ п/п	Неисправность	Размер прибыли, ФКФА, получаемой при ремонте автомобиля	
		легкового	грузового
1	Эл. оборудование	75000	80000
2	Подвеска	45000	60000
3	Топливная система	15000	35000
4	Тормозная система	20000	30000
5	Двигатель	90000	115000
6	Передача	35000	55000
7	Кузовные работы	55000	60000

Таблица 4. Затраты на транспортировку автомобиля до ремонтного центра

Регион	Ремонтный центр	Тип автомобиля	
		Легковой	Грузовой
Каес	1. Ниоро	45000	60000
	2. Каес	45000	60000
	3. Кита	40000	55000
Кати	1. Нара	40000	55000
	2. Кати	50000	50000
	3. Куликоро	25000	30000
	4. Кангаба	30000	30000
Сегу	1. Сегу	25000	40000
	2. Севаре	25000	40000
	3. Сикассо	25000	40000
	4. Диабали	30000	45000
	5. Маркала	20000	40000
Томбукту	1. Томбукту	45000	60000
	2. Гундам	45000	60000
	3. Буреам	45000	60000
	4. Ниафунке	45000	60000
Гао	1. Кидадь	50000	60000
	2. Менака	45000	60000
	3. Тессалит	45000	60000
	4. Агель-ок	45000	60000
	5. Гао	40000	55000

Таблица 5. Общий вид исходной транспортной таблицы

Индекс типа автомобиля	Номер типа неисправности								Возможности автосервиса
	1	2	3	4	...	j	...	N	
1	z_{11}	z_{12}	z_{13}	z_{14}	...	z_{1j}	...	z_{1n}	a_1
2	z_{21}	z_{22}	z_{23}	z_{24}	...	z_{2j}	...	z_{2n}	a_2
3	z_{31}	z_{32}	z_{33}	z_{34}	...	z_{3j}	...	z_{3n}	a_3
...
I	z_{i1}	z_{i2}	z_{i3}	z_{i4}	...	z_{ij}	...	z_{in}	a_i
...
M	z_{m1}	z_{m2}	z_{m1}	z_{m2}	...	z_{mj}	...	z_{mn}	a_m
Количество нуждающихся в ремонте технических средств	b_1	b_2	b_3	b_4	...	b_j	...	b_n	

Таблица 6. Результаты моделирования оптимального размещения авторемонтных центров по регионам

	Ед. измерения	Тип авт	Регионы					Итого
			Каес	Кати	Сегу	Томбукту	Гао	
Ожидаемая мощность	В числе автомашин	Легк.	7733	18195	14556	1819	3184	45487
Суммарная мощность		Груз.	1718	640	3235	404	708	6705
			9451	18835	17791	2223	3892	52192
Ожидаемая прибыль	Франк ФКФА*	Легк.	276611207	663549412	547212539	64787712	113331373	1665492242
Всего		Груз.	10787440	4919305	25494288	2693333	3359574	47253942
			-	-	-	-	-	1712746184

* ФКФА- денежная единица Французской Колониальной Африки (1 евро = 656 ФКФА).

Рис. 2. Суммарная мощность ремонтных центров в регионах

программирования - симплекс-методом. Представим общий вид исходной таблицы (табл. 5).

Получаем следующие результаты по регионам (табл. 6 и рис. 2).

Поступила в редакцию 05.03.2007 г.