

УДК 656.13**А.Ю. Тюрин**

**ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ
ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ
АВТОТРАНСПОРТА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Организация работы транспорта на маршрутах доставки готовой продукции предприятий пищевой промышленности имеет ряд особенностей: большое число потребителей, большая вариация объемов поставок, необходимость доставки продукции за несколько транспортных циклов, применение развозочно-сборных маршрутов и т.д. Задача составления развозочно-сборного маршрута довольно сложна, так как на выбор маршрута влияют грузовместимость автомобиля, объем доставляемой партии продукции в каждую торговую точку и порядок объезда пунктов обслуживания. Критерий выбора определяется минимумом затрат времени и стоимости работы автотранспорта.

В связи с тем, что ежесуточно в рассматриваемых системах обслуживаются более 400 торговых точек, то в качестве метода построения маршрутов лучше использовать эвристические алгоритмы [1-6], так как они по сравнению с точными алгоритмами типа ветвей и границ за меньшее время дают решения, близкие к оптимальным.

При построении маршрутов и графиков работы подвижного состава должны учитываться также тенденции изменения спроса в течение суток, производственный ритм и кластеризация потребителей на зоны обслуживания.

Таблица 1 – Результаты моделирования для автомобилей с большой грузоподъемностью

Показатели	Максимальное количество пунктов завоза и вывоза грузов на маршруте										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Общий пробег на маятниковых маршрутах, км	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	
Общий пробег на развозочных маршрутах, км	736	521	440	380	337	327	287	278	257	266	
Общее количество пунктов завоза	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
Средний коэффициент развозочного маршрута	1,80	2,54	3,01	3,49	3,93	4,05	4,61	4,76	5,15	4,98	
Общее количество маршрутов	47	32	24	22	20	14	13	11	11	10	
Средний пробег на маятниковом маршруте, км	28,2	41,4	55,2	60,2	66,3	94,6	102	120	120	132	
Средний пробег на развозочном маршруте, км	15,7	16,3	18,3	17,3	16,8	23,4	22,1	25,3	23,4	26,6	
Среднее количество пунктов завоза на маршруте	1,98	2,91	3,88	4,23	4,65	6,64	7,15	8,45	8,45	9,3	

Планирование технико-эксплуатационных показателей может быть облегчено путем введения некоторых дополнительных коэффициентов и зависимостей. Для их определения было проведено моделирование работы автотранспорта на развозочно-сборных маршрутах. В качестве объектов обслуживания были взяты 93 потребителя хлебопекарной промышленности г. Кемерово. Каждый маршрут был ограничен максимальным количеством пунктов завоза и вывоза грузов. Для перевозок готовой продукции использовались автомобили-фургоны ГАЗ-3302, ЗСА-270730 и ГЗСА-3704 соответственно с максимальной загрузкой (грузоподъемностью) в 96, 112 и 140 лотков. Дополнительно моделировался вариант транспортного обслуживания, когда грузоподъемность автомобиля была достаточна (большой) для обслуживания всех потребителей, т.е. учитывалось ограничение только по максимальному количеству пунктов завоза и вывоза грузов. В других трех вариантах учитывались ограничения как по грузоподъемности, так и по максимальному количеству пунктов завоза и вывоза грузов

В результате решения задачи были сформированы маршруты с загрузкой автомобилей, близкой к максимальной. Полученные данные представле-

Таблица 2 – Результаты моделирования для автомобилей с грузоподъемностью в 140 лотков

Показатели	Максимальное количество пунктов завоза и вывоза грузов на маршруте									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Общий пробег на маятниковых маршрутах, км	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325
Общий пробег на развозочных маршрутах, км	736	521	444	384	351	328	311	326	301	295
Общее количество пунктов завоза	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Средний коэффициент развозочного маршрута	1,80	2,54	2,99	3,45	3,77	4,03	4,26	4,06	4,41	4,49
Общее количество маршрутов	47	32	25	21	19	15	16	22	15	14
Средний пробег на маятниковом маршруте, км	28,2	41,4	53,0	63,1	69,7	88,3	82,8	60,2	88,3	94,6
Средний пробег на развозочном маршруте, км	15,7	16,3	17,8	18,3	18,5	21,9	19,4	14,8	20,1	21,1
Среднее количество пунктов завоза на маршруте	1,98	2,91	3,72	4,43	4,89	6,2	5,81	4,23	6,2	6,64

Таблица 3 – Результаты моделирования для автомобилей с грузоподъемностью в 112 лотков

Показатели	Максимальное количество пунктов завоза и вывоза грузов на маршруте									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Общий пробег на маятниковых маршрутах, км	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325
Общий пробег на развозочных маршрутах, км	738	529	455	408	380	359	345	344	335	327
Общее количество пунктов завоза	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Средний коэффициент развозочного маршрута	1,79	2,51	2,91	3,24	3,49	3,69	3,85	3,85	3,96	4,06
Общее количество маршрутов	48	32	27	23	20	19	22	19	19	18
Средний пробег на маятниковом маршруте, км	27,6	41,4	49,1	57,6	66,3	69,7	60,2	69,7	69,7	73,6
Средний пробег на развозочном маршруте, км	15,4	16,5	16,9	17,7	19,0	18,9	15,7	18,1	17,6	18,2
Среднее количество пунктов завоза на маршруте	1,94	2,91	3,44	4,04	4,65	4,89	4,23	4,89	4,89	5,17

ны в табл. 1-4.

Использование коэффициента развозочного маршрута $K_{разв}$, предложенного автором,

$$K_{разв} = L_{маят} / L_{разв}, \quad (1)$$

где $L_{маят}$, $L_{разв}$ - пробег автомобиля на маятниковом и развозочном маршрутах, км, позволяет рассчитать показатели без моделирования.

Так как чаще всего расстояние от отправителя

до потребителя и, соответственно, пробег автомобиля по маятниковому маршруту известны, введение коэффициента $K_{разв}$, позволяет легко рассчитать протяженность маршрута и время работы автомобиля на развозочном маршруте.

На основе данных, отраженных в таблицах была установлена зависимость между коэффициентом $K_{разв}$, и количеством пунктов завоза и вывоза грузов на маршруте n_3 .

Таблица 4 – Результаты моделирования для автомобилей с грузоподъемностью в 96 лотков

Показатели	Максимальное количество пунктов завоза и вывоза грузов на маршруте									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Общий пробег на маятниковых маршрутах, км	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325	1325
Общий пробег на развозочных маршрутах, км	738	534	464	417	416	403	403	395	386	381
Общее количество пунктов завоза	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Средний коэффициент развозочного маршрута	1,79	2,48	2,85	3,18	3,18	3,29	3,29	3,35	3,44	3,48
Общее количество маршрутов	48	33	27	24	24	23	22	22	22	22
Средний пробег на маятниковом маршруте, км	27,6	40,2	49,1	55,2	55,2	57,6	60,2	60,2	60,2	60,2
Средний пробег на развозочном маршруте, км	15,4	16,2	17,2	17,4	17,3	17,5	18,3	18,0	17,5	17,3
Среднее количество пунктов завоза на маршруте	1,94	2,82	3,44	3,88	3,88	4,04	4,23	4,23	4,23	4,23

Она имеет дробно-линейный вид и представлена на рис. 1-4:

$$K_{\text{разв}} = \frac{n_3}{(an_3 + b)}, \quad (2)$$

где a , b – постоянные величины, зависящие от конфигурации транспортной сети, коэффициентов

непрямoliniйности сообщения, доли одностороннего движения и т.д.

Представленные на рис. 1-4 зависимости имеют высокие коэффициенты корреляции (0,972-0,995) и описываются соответственно следующими уравнениями:

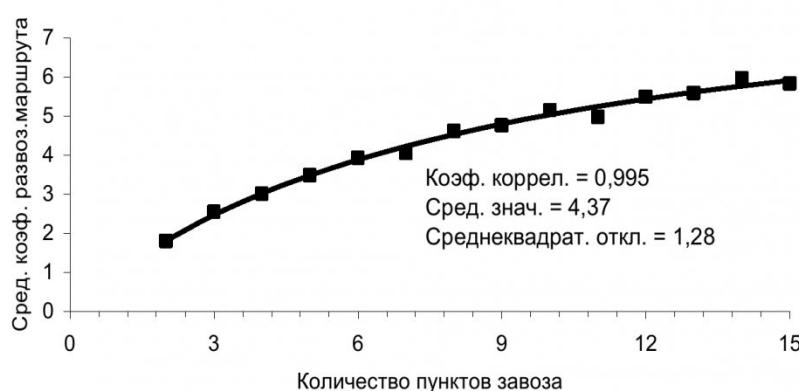


Рисунок 1 – Зависимость между средним коэффициентом развозочного маршрута и количеством пунктов завоза грузов на маршруте при использовании большой (достаточной) грузоподъемности автомобилей

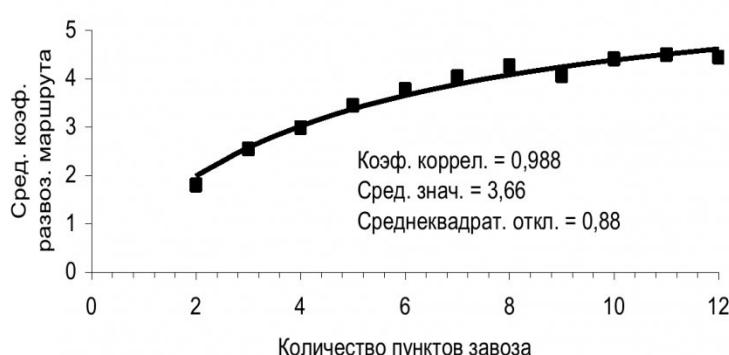


Рисунок 2 – Зависимость между средним коэффициентом развозочного маршрута и количеством пунктов завоза грузов на маршруте при использовании автомобилей с грузоподъемностью 140 лотков

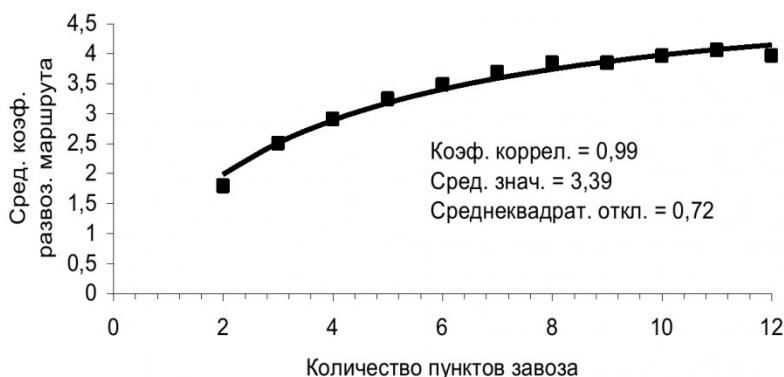


Рисунок 3 – Зависимость между средним коэффициентом развозочного маршрута и количеством пунктов завоза грузов на маршруте при использовании автомобилей с грузоподъемностью 112 лотов

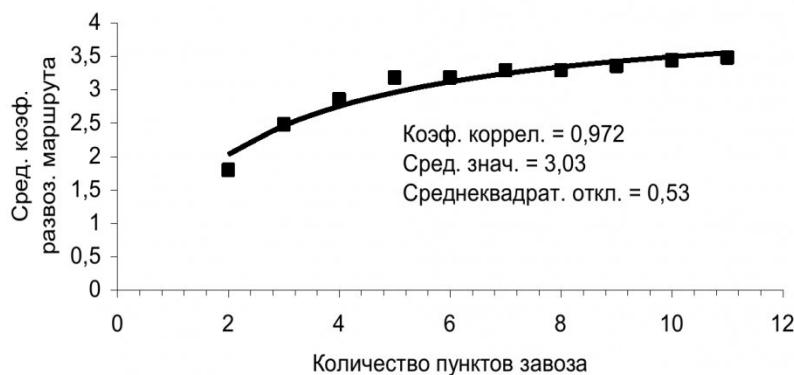


Рисунок 4 – Зависимость между средним коэффициентом развозочного маршрута и количеством пунктов завоза грузов на маршруте при использовании автомобилей с грузоподъемностью 96 лотов

$$K_{\text{разв}} = \frac{n_3}{(0,11n_3 + 0,886)}, \quad K_{\text{разв}} = \frac{n_3}{(0,16n_3 + 0,686)} \\ K_{\text{разв}} = \frac{n_3}{(0,188n_3 + 0,631)} \quad K_{\text{разв}} = \frac{n_3}{(0,235n_3 + 0,516)}$$

Таким образом, чем больше грузоподъемность автомобиля, тем больше коэффициент $K_{\text{разв}}$, и, соответственно, меньше пробег автомобилей по развозочным маршрутам.

Проведенное автором сравнение пробега ав-

томобилей по реальной транспортной сети с учетом организации дорожного движения и при моделировании показало, что для небольших расстояний погрешность в расчетах с помощью формул (1) и (2) не превышает 10%, а для больших расстояний – не более 5%. Следовательно, полученные зависимости можно применять на практике для комбинированных и прямоугольных планировок улично-дорожной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюрин, А.Ю. Эвристические методы решения задач доставки мел-копартионных грузов // Вестник. КузГТУ. – 2007. – №1. – С.51-55.
2. Тюрин, А.Ю. Методы сбора и доставки мелкопартионных грузов // Вестник. КузГТУ. – 2007. – №5. – С.99-102.
3. Clark G., Write J. W. Scheduling of vehicles from central depot to a number of delivery points // Oper. Res. Quart.– 1964. – 12, № 4. – P. 568-581.
4. Taillard E.D. Parallel iterative search methods for vehicle routing problems // Networks. – 1993. – 23. – P. 661–673.
5. Fisher M., Jaikumar R. A generalized assignment heuristic for vehicle routine // Networks. – 1981. – 11, № 1. – P. 109-124.
6. Xu J., Kelly J.P. A network flow-based tabu search heuristic for the vehicle routing problem // Transp. Sci. – 1996. – 30. – P. 379–393.

Автор статьи

Тюрин
Алексей Юрьевич
канд. экон. наук, проф. каф. автомобильных перевозок КузГТУ.
E-mail: alexturin07@rambler.ru