

УДК 656.13

ПРОВЕРКА МЕТОДИКИ МАРШРУТИЗАЦИИ В РАЗВОЗОЧНО-СБОРНЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ С ЦЕНТРАЛЬНЫМИ ГРУЗОВЫМИ ПУНКТАМИ

Д.В.Шаповал, Е.Е. Витвицкий

Аннотация. В работе представлена проверка методики маршрутизации в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами, что позволяет утверждать о работоспособности разработанной методики и ее практической ценности.

Ключевые слова: перевозка грузов, мелкая отправка, методика маршрутизации, развозочно-сборные автотранспортные системы с центральными грузовыми пунктами

Введение

В работе [1] представлена разработанная методика маршрутизации в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами (РСТС с ЦГП), как неотъемлемая часть методики проектирования РСТС с ЦГП.

Согласно п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 30.01. 2002 г. № 74) «предложенные автором новые решения должны быть строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями». Поскольку ранее в теории грузовых автомобильных перевозок наличия такой методики не было, тогда, в соответствии с вышеприведенным требованием, проверка разработанной методики маршрутизации в РСТС с ЦГП осуществляется на работоспособность и на практическую применимость.

Основная часть

Проверка разработанной методики выполнена расчетным путем, с использованием практических величин ТЭП и заявок на перевозку, в следующем порядке:

1. Обоснование размера выборочной совокупности требуемых наблюдений, на основе положений теории статистики.

2. Проектирование РСТС, с использованием разработанной методики маршрутизации.

3. Сравнение результатов функционирования спроектированной РСТС с практическими данными.

Решение рассмотрено на примере перевозки хлеба грузополучателям (ГП) г. Омска, т.е. в самой сложной РСТС с ЦГП.

1. Обоснование размера выборочной совокупности. Выборочная совокупность наблюдений определена по формуле для бесповторной выборки при собственно-случайном способе отбора [2. Расчеты проведены при значениях: $t=2$ (при вероятности $F(t)=0,95$); $p = 0,5$; $q = 0,5$; $\Delta = 0,1$; $Aэ = 15$ ед. Генеральной совокупностью наблюдений является количество автомобиле-дней работы в предприятии, т.е. 5475 автомобиле-дней. Рассчитана выборочная совокупность наблюдений:

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot (365 \cdot 15)}{0,1^2 \cdot (365 \cdot 15) + 2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 98 \text{ автомобиле-дней}$$

На предприятии в течение дня работает 15 автомобилей, за один день количество автомобиле-дней равно 15, для проверки адекватности разработанной методики достаточно использовать данные практических наблюдений на примере перевозки хлеба в течении семи рабочих дней.

2. Проектирование РСТС с использованием разработанной методики маршрутизации. На основе заявки ЗАО «Румяновъ» с 16.03.2009 по 22.03.2009 г., выполнено проектирование РСТС с ЦГП для каждого дня недели, используя разработанную методику. Поскольку более 85 % суточного объема перевозки продукции с предприятия вывозится в первом завозе, проверка выполнена в рамках первого завоза.

Условия эксплуатации – город Омск. Температурный режим, дорожные условия позволяют беспрепятственный проезд автотранспортных средств по транспортной сети. Пути подъезда к каждому ГП - имеются (хорошие или удовлетворительные). Пункт погрузки-разгрузки (4 поста погрузки-разгрузки) находится по адресу: ул. Индустриальная, 11/51. Время работы пункта погрузки-разгрузки - с 7:00 ч до 20:00 ч (13 часов), время приема груза ГП – с 8:00 до 18:00 (10 часов). Продукция ГП предприятия доставляется в два завоза. Первый завоз с 8 до 12 часов, второй завоз с 14 до 18 часов.

В указанном периоде (с 16.03.2009 по 22.03.2009 г.) перевозка хлеба согласно заявке осуществляется 471 ГП, при этом в течении недели количество ежедневно обслуживаемых клиентов изменяется от 265 (22.03.2009) до 310 (20.03.2009 г.).

Для перевозки хлебобулочных изделий использовалось на практике 15 автомобилей марки Форд Транзит (*Ford Transit*), хлеб размещается в специальной транспортной таре – ящиках, грузоместимость кузова 220 ящиков, грузоподъемность - 2,5 т.

Груз транспортно однородный (хлебобулочная продукция в ящиках). Погрузка и разгрузка хлебобулочной продукции в центральном пункте погрузки-разгрузки осуществляется на четырех грузовых постах (возможна одновременная загрузка четырех автомобилей). Погрузочные работы выполняются немеханизированным способом, т. е. грузчиками и водителями вручную.

Фактические величины технико-эксплуатационных показателей работы автомобилей получены путем непосредственных натуральных наблюдений за работой подвижного состава (фотографии рабочего дня водителя). Полученная информация обработана на основе положений математической статистики, в расчеты приняты следующие значения величин:

- среднетехническая скорость – 19 км/ч [3];
- время погрузки одного ящика в ЦГП - 0,2 минуты или 0,003 ч.;
- время разгрузки и погрузки одного ящика у ГП – 0,4 минуты или 0,007 ч.;
- времени разгрузки одного ящика в ЦГП - 0,18 минуты или 0,003 ч.;
- время заезда к каждому ГП – 4 минуты или 0,066 ч.

Согласно исходным данным у поставщика один грузовой пункт, поэтому всем ГП груз перевозится из одного грузового пункта.

Рассматриваемая функция определяется практической потребностью перевозки груза. С предприятия необходимо доставить груз ГП, а от них собрать тару (ящики) и доставить их на предприятие - это развоз-сбор.

Для определения расстояний нанесены на карту города ГП, которым осуществляется перевозка, и замерены длины дуг между ГП по транспортной сети. Расстояния между ГП определены по разрешенным проездам существующей дорожной сети города Омска по справочнику расстояний, по электронной карте с использованием средств «Дубль-ГИС».

Согласно блоку 5.1 методики необходимо определить соответствие суммарной заявки и грузоподъемности автомобиля. В случае не превышения суммарной заявки грузоподъемности единицы подвижного состава применяется метод маршрутизации (п. 5.1.1). В противном случае необходимо применять методику маршрутизации. В рассматриваемом примере суммарная заявка на перевозку составляет 2025 ед. (ящиков), грузоподъемность автомобиля – 220 ящиков. Следовательно, маршрутизация перевозок грузов мелкими отправлениями должна осуществляться путем применения методики маршрутизации (блок 5.1.2).

Согласно блоку 5.2 разработанной методики «Расчет выполняется впервые?» определяем необходимость обоснования метода маршрутизации. Обоснование метода требуется выполнять, если: 1)

неизвестно какой из методов маршрутизации применять в данной конкретной ситуации; 2) в случае существенных изменений исходных условий (дислокация ЦГП, изменения количества постов погрузки-разгрузки, изменения транспортной сети – появления новых дорог, мостов, изменение существующих проездов и др.). Если расчет выполнялся ранее, переходим в блок 5.2.1. В данном примере расчет выполняется впервые, поэтому работает блок 5.3 «Обоснование метода маршрутизации». В качестве исходных данных (для обоснования применения в планировании того или иного метода маршрутизации) принимается заявка 16.03.2009 (понедельник).

Согласно блоку 5.4 критериями эффективности являются минимальное количество необходимого для перевозки подвижного состава, минимальный суммарный пробег автомобилей, минимальное суммарное время нахождения в наряде, а также минимальные затраты на перевозку. В качестве альтернатив методов маршрутизации, в рамках рассматриваемого решения, предложены метод «Ближайшего соседа» и метод «Сумм», как обеспечивающие приемлемые результаты за допустимое время планирования [4].

Согласно блоку 5.5 применен первый из выбранных методов, в данном случае метод «Ближайшего соседа» по заявке за 16.03.09 (понедельник).

Согласно блоку 5.6 осуществляется проектирование РСТС с ЦГП, набор пунктов в ветви осуществляется при помощи метода «Ближайшего соседа», при условии, что интервал времени обслуживания клиентов с 8 до 12 часов. Результаты работы автомобилей в S_{p-c}^4 в понедельник для первого заезда при наборе пунктов в ветви методом «Ближайшего соседа» представлены в таблице 1.

Согласно блоку 5.7 производится фиксация полученных результатов, полученных при использовании метода «Ближайшего соседа» (см. строка «итого» таблица 1).

Согласно блоку 5.8 альтернативы методов маршрутизации на данном этапе не перебраны. Осуществляется возврат в блок 5.5. Применяется следующий из установленных в блоке 5.4 методов, в данном случае метод «Сумм». Согласно блоку 5.6. осуществляется проектирование РСТС с ЦГП, набор пунктов в ветви осуществляется при помощи метода «Сумм» в установленном интервале заезда. Результаты работы автомобилей в S_{p-c}^4 в понедельник для первого заезда при наборе пунктов в ветви методом «Сумм» представлены в таблице 2.

Согласно блоку 5.7 производится фиксация полученных результатов, полученных при использовании метода «Сумм» (см. строка «итого» таблица 2). Согласно блоку 5.8 определено, что альтернативы методов перебраны, далее работает блок 5.9.

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 1 - Результаты работы автомобилей в S^4_{p-c} в понедельник для первого завоза при наборе пунктов в ветви методом «Ближайшего соседа»

| № ветви (№ а/м) | Кол-во клиентов на ветви, ед. | Объем перевозок, лотков | Время в наряде фактическое, ч | Пробег на ветви, км |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 | 23 | 191 | 7,05 | 58 |
| 2 | 22 | 195 | 6,93 | 56 |
| 3 | 21 | 169 | 6,69 | 59 |
| 4 | 21 | 156 | 6,05 | 50 |
| 5 | 25 | 144 | 5,89 | 45 |
| 6 | 26 | 177 | 5,86 | 35 |
| 7 | 24 | 154 | 5,74 | 41 |
| 8 | 22 | 158 | 5,56 | 39 |
| 9 | 20 | 147 | 5,39 | 41 |
| 10 | 23 | 161 | 5,3 | 32 |
| 11 | 17 | 132 | 4,73 | 36 |
| 12 | 19 | 130 | 4,31 | 26 |
| 13 | 21 | 111 | 3,99 | 22 |
| Итого | 284 | 2025 | 73,49 | 540 |

Таблица 2 - Результаты работы автомобилей S^4_{p-c} в понедельник для первого завоза при наборе пунктов в ветви методом «Сумм»

| № ветви (№ а/м) | Кол-во клиентов на ветви, ед. | Объем перевозок, ед | Время в наряде фактическое, ч | Пробег на ветви, км |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 | 29 | 164 | 7,26 | 62 |
| 2 | 21 | 193 | 6,33 | 47 |
| 3 | 20 | 144 | 6,31 | 60 |
| 4 | 23 | 149 | 6,26 | 54 |
| 5 | 25 | 202 | 6,2 | 37 |
| 6 | 26 | 172 | 5,98 | 39 |
| 7 | 27 | 132 | 5,88 | 46 |
| 8 | 23 | 207 | 5,82 | 31 |
| 9 | 28 | 165 | 5,81 | 35 |
| 10 | 22 | 150 | 5,48 | 40 |
| 11 | 19 | 185 | 5,47 | 35 |
| 12 | 21 | 162 | 5 | 29 |
| Итого | 284 | 2025 | 71,79 | 515 |

Согласно блоку 5.9 производится сравнение результатов проектирования РСТС с ЦГП при использовании различных методов. Результаты сравнения представлены в таблице 3.

Согласно блоку 5.10 по результатам сравнения обосновано решение - применять метод «Сумм» для разработки ветвей радиального маршрута в оперативном планировании. В остальные дни недели расчет выполнен аналогично. Результаты проектирования S^4_{p-c} при использовании метода «Сумм» за неделю представлены в таблице 4.

3. Сравнение полученных результатов с практическими данными. На практике маршрутизация в РСТС с ЦГП на ЗАО «Румяновъ» выполняется следующим образом: город разделен на 15 постоянных

«условных» районов, в каждом из которых работает 1 автомобиль. Маршрутизация заключается в распределении поступивших заявок по 15 районам. Задание в виде перечня клиентов «условного» района выдается водителю, который самостоятельно определяет порядок объезда пунктов.

В период с 16.03. по 22.03 для каждого дня путем натурных наблюдений получены фактические значения суммарного пробега, времени в наряде, количество применяемых автомобилей при использовании метода «Сейфов», применяемого на предприятии. Результаты представлены в таблице 5.

Потребность в транспортных средствах по разработанной методике и количество работающих

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

автомобилей на предприятии по факту в течение 7 рабочих дней представлены на рисунке 1.

Сравнение затрат на перевозку выполнено через стоимость одного часа работы автотранспортного средства, исходя из суммарного отработанного количества часов на предприятии по факту и по результатам применения методики маршрутизации в РСТС с ЦГП.

Стоимость автомобиле-часа применяемой марки подвижного состава была принята по данным предприятия. Для предприятия ЗАО «Румяновъ» стоимость 1 часа работы автомобиля «Форд Транзит» - 400 рублей.

Результаты расчета и сравнения затрат на перевозку хлеба представлены в таблице 6.

Затраты на перевозку предприятия, полученные по результатам применения методики маршрутизации в проектировании РСТС с ЦГП и фактические затраты представлены на рисунке 2.

Результаты расчетов показывают, что применение разработанной методики маршрутизации, как

неотъемлемой части методики проектирования в РСТС с ЦГП, позволяет разрабатывать планы перевозок грузов, исполнение которых требует меньшего количества транспортных средств. Отклонение в количестве транспортных средств, от числа применяемых на практике, может составлять от минус 15 % до минус 36 % в интервале завоза. Затраты на выполнение планов перевозок грузов в интервале завоза, созданных с использованием разработанной методики маршрутизации, отличаются от существующих затрат в меньшую сторону, в интервале от 1160 до 2680 рублей (от 3,7 до 9,4 %), ежедневно (ежесменно).

Заключение

Вышеизложенная проверка позволяет утверждать о работоспособности разработанной методики маршрутизации в РСТС с ЦГП, ее практической применимости и ценности.

Таблица 3 - Результаты проектирования S_{p-c}^u при использовании различных методов в понедельник для первого завоза

| Дата | 16.03.09 | | Абсолютное отклонение | Относительное отклонение, % | |
|---|-------------------|-------|-----------------------|-----------------------------|---|
| | Ближайшего соседа | Сумм | | | |
| Метод маршрутизации | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кол-во обслуженных клиентов, ед. | 284 | 284 | 0 | 0 | 0 |
| Заявка клиентов, лотков | 2025 | 2025 | 0 | 0 | 0 |
| Плановый объем перевозок, лотков | 2025 | 2025 | 0 | 0 | 0 |
| Кол-во ветвей S_{p-c}^u , ед. | 13 | 12 | -1 | -8,33 | |
| Суммарный пробег в S_{p-c}^u , км | 540 | 515 | -25 | -4,85 | |
| Суммарное время в наряде, ч | 73,49 | 71,79 | -2,3 | -2,36 | |
| Количество автомобилей в S_{p-c}^u , ед | 13 | 12 | -1 | -8,33 | |
| Затраты, руб. | 29396 | 28716 | -680 | -2,36 | |

Таблица 4 - Результаты проектирования S_{p-c}^u при использовании метода «Сумм» за неделю (с 16.03.09 по 22.03.09)

| Дата | 16.03. | 17.03. | 18.03. | 19.03. | 20.03. | 21.03. | 22.03. |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Кол-во клиентов | 284 | 300 | 301 | 297 | 310 | 272 | 265 |
| Заявка клиентов, лотков | 2025 | 2152 | 2169 | 2171 | 2205 | 1988 | 1816 |
| Кол-во ветвей S_{p-c}^u , ед | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 11 |
| Суммарный пробег в S_{p-c}^u , км | 515 | 537 | 551 | 542 | 574 | 494 | 486 |
| Суммарное время в наряде, ч | 71,79 | 76,04 | 77,06 | 76,35 | 79,33 | 69,80 | 66,68 |
| Количество а/м в S_{p-c}^u , ед | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 11 |

Таблица 5 – Фактические данные предприятия при использовании метода «Сейфов» за неделю (с 16.03.09 по 22.03.09)

| Дата | 16.03. | 17.03. | 18.03. | 19.03. | 20.03. | 21.03. | 22.03. |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Кол-во клиентов | 284 | 300 | 301 | 297 | 310 | 272 | 265 |
| Заявка клиентов, лотков | 2025 | 2152 | 2169 | 2171 | 2205 | 1988 | 1816 |
| Кол-во ветвей S_{p-c}^u , ед | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Суммарный пробег в S_{p-c}^u , км | 612 | 601 | 598 | 645 | 658 | 560 | 543 |
| Суммарное время в наряде, ч | 78,49 | 78,94 | 82,54 | 82,76 | 86,75 | 75,3 | 73,58 |
| Количество а/м в S_{p-c}^u , ед | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

Таблица 6 - Результаты расчета и сравнения затрат на перевозку

| Дата | Затраты, руб. | | Величина отклонения | |
|--------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| | По результатам применения методики | По фактическим данным предприятия | Абсолютная, руб. | Относительная, % |
| 16.03. | 28716 | 31396 | -2680 | -8,5 |
| 17.03. | 30416 | 31576 | -1160 | -3,7 |
| 18.03. | 30824 | 33016 | -2192 | -6,6 |
| 19.03. | 30540 | 33105 | -2565 | -7,7 |
| 20.03. | 31732 | 34300 | -2568 | -7,5 |
| 21.03. | 27920 | 29320 | -1400 | -4,8 |
| 22.03. | 26672 | 29432 | -2360 | -9,4 |

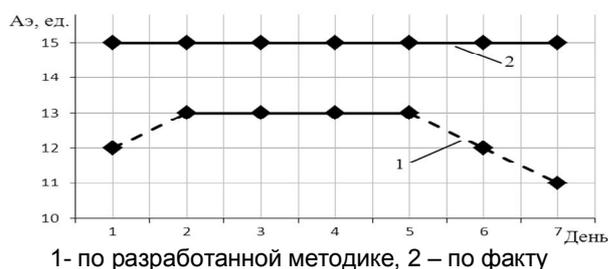


Рис. 1. Потребность в транспортных средствах

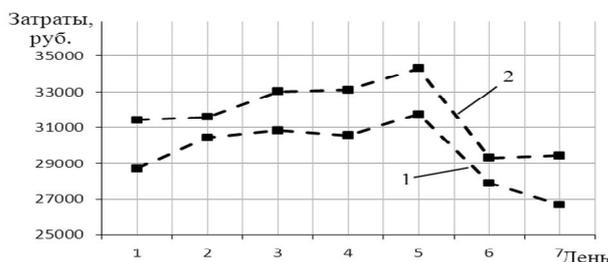


Рис. 2. Затраты на перевозку груза

Библиографический список

- Шаповал, Д.В. Методика решения задачи маршрутизации в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами / Д.В. Шаповал, Е.Е.Витвицкий // Автотранспортное предприятие. №11 – 2010. – с. 49-52.
- Экономико-математические методы в планировании строительства: Учебник для техникумов/ Г.Б. Полисюк. - М.: «Стройиздат», 1978. – 334 с.
- Шаповал, Д.В. Результаты исследования среднетехнической скорости в развозочно-сборных автотранспортных системах в г. Омске /Д.В.Шаповал, Е.Е.Витвицкий, И.В. Буренко // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса-

2010: Межвузовский сборник научных трудов. - Самара, 2010. – С.76-81.

4. Шаповал, Д.В. Обоснование применения метода маршрутизации автомобильных перевозок грузов мелкими отправлениями в городах/ Д.В.Шаповал, Е.Е.Витвицкий // Грузовое и пассажирское автохозяйство. №5 – 2010. – с. 16-21.

THE CHECK OF THE ROUTING TECHNIQUE IN DELIVERING-ASSEMBLY AUTO TRANSPORT SYSTEMS WITH THE CENTRAL CARGO POINTS

D.V. Shapoval, E.E.Vitvitsky

In the presented article the of the routing technique in delivering-assembly auto transport systems with the central cargo points on capacity for work and on practical applicability is presented. The check allows to confirm about capacity for work of developed technique and its practical value.

Шаповал Дмитрий Владимирович - преподаватель кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» СибАДИ. Основные направления научной деятельности: совершенствование оперативного планирования перевозок грузов в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами в городах. Общее количество опубликованных работ: 11.

Витвицкий Евгений Евгеньевич – доктор технических наук, профессор Заведующий кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте» СибАДИ. Основные направления научной деятельности Теория грузовых автомобильных перевозок мелкими отправлениями. Общее количество опубликованных работ: 149.