

УДК 656.073

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА ПЕРЕВОЗКУ ГРУЗОВ

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE ROUTING OF VEHICLES WITH RESTRICTIONS ON THE TRANSPORT OF GOODS

Богоявленская О.И.

Кубанский государственный
технологический университет

Богоявленский И.А.

Кубанский государственный
технологический университет

Коновалова Т.В.

Кубанский государственный
технологический университет

Надирян София Леоновна

Кубанский государственный
технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены методические подходы к маршрутизации транспортных средств с ограничениями на перевозку грузов. По результатам моделирования наиболее эффективным методом проектирования процесса доставки грузов от поставщиков до потребителей в рамках логистической системы признана предлагаемая методика оптимизации, у которой наименьшая суммарная длина маршрутов по всем контрольным задачам (характеристика точности метода), сумма процентов отклонений от оптимального результата (характеристика стабильности метода).

Ключевые слова: маршрутизация перевозок, загрузка, разгрузка, автомобильный транспорт, транспортировка, управление перевозками, автомобильный транспорт.

Bogoyavlenskaya O.I.

Kuban state technological university

Bogoyavlenskiy I.A.

Kuban state technological university

Konovalova T.V.

Kuban state technological university

Nadiryan Sofia Levonovna

Kuban state technological university
sofi008008@yandex.ru

Annotation. The article describes the methodological approaches to the routing of vehicles with restrictions on the transport of goods. According to the simulation results, the most effective method of designing the process of delivery of goods from suppliers to consumers within the logistics system is the proposed optimization technique, which has the smallest total length of routes for all control tasks (characteristic of the accuracy of the method), the sum of percentages of deviations from the optimal result (characteristic of the stability of the method).

Keywords: routing of transport, loading, unloading, road transport, transportation, transportation management, road transport.

Составление рациональных маршрутов движения автомобилей, обеспечивающих сокращение непроизводительных холостых пробегов в целом по ПС – это маршрутизация перевозок. Задача составления рациональных маршрутов становится особенно актуальной при перевозках массовых грузов.

При составлении маршрутов возможно несколько подходов к организации процесса:

– за каждым поставщиком закрепляется группа автомобилей, которые работают по маятниковым маршрутам;

– автомобили не закрепляются за конкретными поставщиками, а маршрут может проходить через разные пункты погрузки-разгрузки (возможно сокращение суммарного пробега автомобиля за счет применения рациональных кольцевых маршрутов).

В случаях, когда количество поставщиков и потребителей не велико, можно построить рациональный план перевозок без использования математических методов проектирования [1, 2]. Но на практике, когда число потребителей и поставщиков является стохастической величиной, необходимо использование специальных методик для построения рациональных планов перевозок.

По одному маршруту могут перевозиться различные грузы, удовлетворяющие условию, при котором их можно транспортировать одним и тем же ПС. Поэтому перед составлением маршрутов необходимо классифицировать грузы, предъявленные к пе-

ревозке, на группы, однородные с точки зрения возможности их перевозки на одном и том же ПС. Маршруты составляются для каждой группы грузов отдельно [3].

Сложность задач маршрутизации заключается, как правило, в их большой размерности и множестве ограничений, которые могут динамически меняться.

В связи с тем, что перевозчик чаще всего обслуживает постоянных клиентов на определенной территории, при решении задачи маршрутизации с ограничениями на перевозку, сначала пытаются воспользоваться ранее рассчитанными маршрутами. Для этого создаются библиотеки маршрутов, и определение оптимального маршрута производится по алгоритму, представленному на рисунке 1.

Методика маршрутизации транспортных средств с ограничениями на перевозку грузов несколько отличается от маршрутизации перевозки обычных грузов без ограничений [4, 5]. Маршрутизация производится одним из двух описанных способов выше, но с учетом дорожных условий, знаков и ограничений наложенных на перевозку. В ходе расчета мы определяем наиболее удобный способ доставки грузов с минимальными затратами на перевозку, а далее накладываем географические условия и ограничения по ходу следования транспорта на маршруте для выявления наиболее короткого и экономически выгодного маршрута с учетом ограничений.

Ограничения на перевозку грузов могут быть:

- по габаритам;
- по допустимой массе;
- по нагрузке на ось;
- по общей массе;
- по скорости и др.

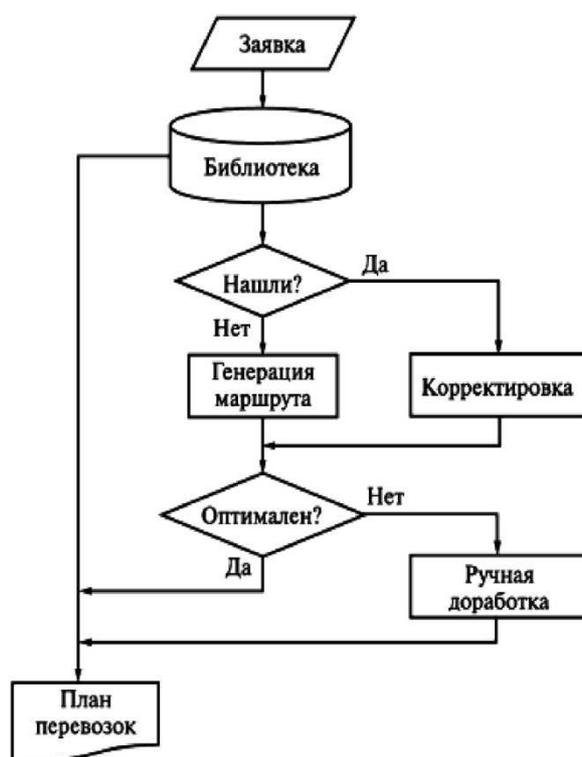


Рисунок 1 – Алгоритм планирования оптимального маршрута

Инженер составляет маршрут от пункта отправления в пункт назначения с соблюдением ПДД и с учетом описанных ограничений.

На рисунке 2 представлен алгоритм выбора действий при планировании маршрута с ограничениями на перевозку груза.

После составления маршрута инженер составляет заявку и отправляет ее в соответствующий орган на согласование маршрута. При отказе в согласовании определенного маршрута, маршрут корректируется и заявка отправляется повторно.

Большие объемы информации, возникающие в процессе выполнения перевозок, требуют срочной обработки, как в целях учета, так и в целях анализа, необходимого для оперативного логистического управления. Для корректировки в процессе управления необходимо регулярно выявлять и оценивать ущерб от ошибок, которые возникают в ходе логистической деятельности предприятия. С этой целью разработана методика оптимизации процесса доставки мелкопартионных грузов автомобильным транспортом, которая предусматривает перебор пунктов транспортной сети, включаемых в каждый маршрут перевозок с помощью процедуры рекурсии и обеспечивает рационализацию порядка их объезда методом «ветвей и границ». Суть предложенной программы состоит в том, что выдаются все возможные комбинации маршрутов доставки грузов. Для каждой комбинации определяется суммарная минимальная длина маршрута. И, наконец, из числа рассмотренных вариантов выбирается маршрут, который имеет минимальную суммарную протяженность. В соответствии с данной методикой разработана компьютерная программа по проектированию процесса доставки, написанная на языке программирования «Borland Delphi 6.0» под операционную систему Windows 98/Me/2000/XP. Интерфейс соответствует существующим стандартам эргономики, интуитивного восприятия, и, после краткого ознакомления, позволяет перейти к полноценной работе с программой.

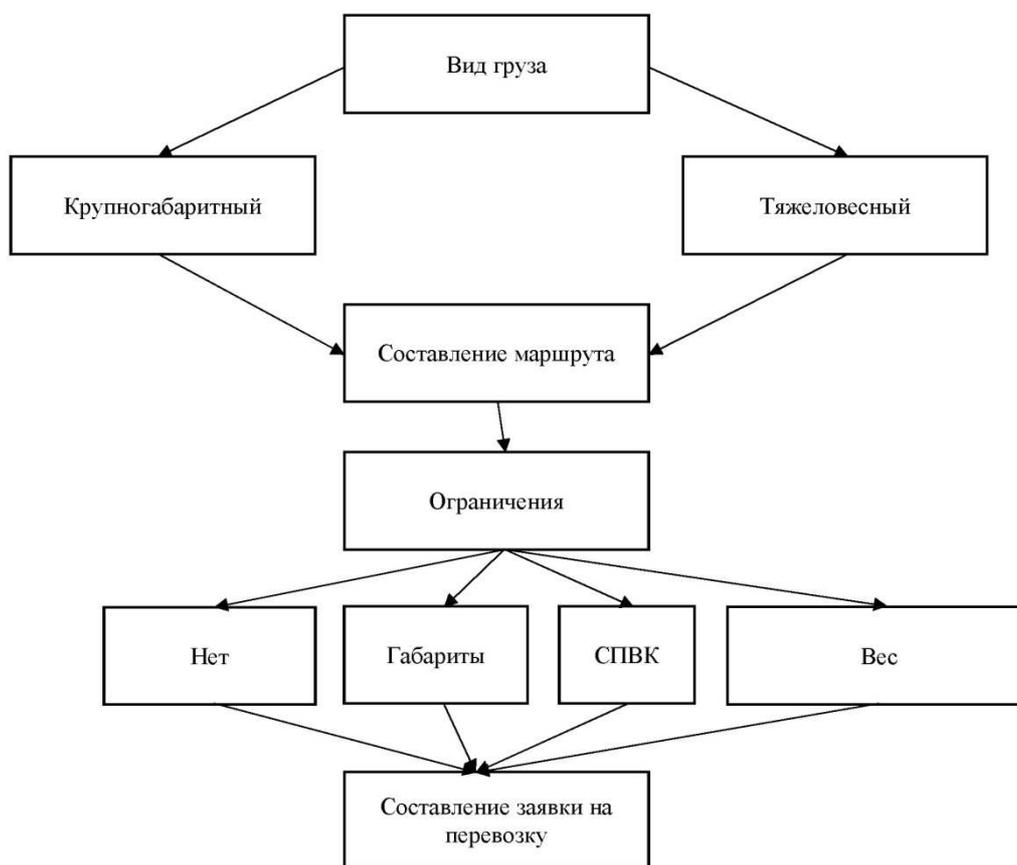


Рисунок 2 – Алгоритм выбора маршрутизации с ограничением

В качестве исходных данных приняты параметры: количество грузополучателей, грузоподъемность транспортного средства, суммарный объем вывоза (завоза) груза от грузоотправителя, объемы завозимого (вывозимого груза) для каждого грузополучателя, длины звеньев транспортной сети между пунктами.

Введение несколько ужесточенных ограничений по ряду параметров не противоречит сложившимся условиям перевозки грузов в городах, позволяет исключить необходимость обращения к элементам внешней памяти при выполнении расчетов, а следовательно, обеспечивает минимальные затраты машинного времени для решения задачи маршрутизации автомобильных перевозок. Последнее будет являться особен-

но существенным при организации ежедневного оптимального оперативного планирования в рамках логистической системы, особенно при большом количестве пунктов заезда грузов [1, 2].

Для проверки эффективности разработанной методики оптимизации развозочных маршрутов движения автомобиля проведены экспериментальные исследования путем моделирования. Для этого были разработаны конкретная транспортная сеть, совокупность клиентов, а также характеризующие их показатели.

Далее была сформулирована программа моделирования, включающая следующую последовательность расчетов:

- моделирование работы оператора-диспетчера предприятия, который ежедневно разрабатывает схемы доставки грузов от поставщиков до потребителей;

- моделирование системы доставки грузов с помощью экономико-математических методов, известных в логистике (метод «ветвей и границ», использование кратчайшей связывающей сети, метод суммирования по столбцам, метод Кларка-Райта) и с помощью предлагаемой компьютерной программы по проектированию процесса доставки мелкопартионных грузов;

- сопоставление полученных значений и определение отклонений суммарной длины развозочных маршрутов, рассчитанных по предложенной методике от расчетов операторов предприятий и от расчетов, полученных с использованием экономико-математических методов, применяемых в логистике для планирования работы автомобильного транспорта.

Т.е. анализ результатов показал, что доставка мелкопартионных грузов, планируемая оператором-диспетчером предприятия в рамках логистической системы, даже с применением экономико-математических методов, имеет тенденцию к заметному сокращению пробега транспортных средств. Тем не менее, традиционные методы планирования и организации перевозок, не могут обеспечить оптимальное решение, которое можно применить для повышения качества принимаемых решений. Тем более в современных условиях, когда из-за постоянного роста числа поставщиков и потребителей решение задач маршрутизации перевозок грузов методом ручного счета крайне затруднено, а во многих случаях и просто неосуществимо.

Таким образом, по результатам моделирования наиболее эффективным методом проектирования процесса доставки грузов от поставщиков до потребителей в рамках логистической системы признана предлагаемая методика оптимизации, у которой наименьшие суммарная длина маршрутов по всем контрольным задачам (характеристика точности метода), сумма процентов отклонений от оптимального результата (характеристика стабильности метода) [6, 7].

Имеется еще один факт существенного преимущества разработанной методики – она дает наименьшее из всех методов количество маршрутов, - что может оказаться решающим условием для выбора того или иного плана перевозок. По результатам эксперимента выяснилось, что с увеличением количества маршрутов движения автомобиля и с количества пунктов заезда, суммарная длина маршрута увеличивается. Очевидно, что при увеличении числа грузополучателей возрастает средняя ошибка отклонения от оптимального результата.

Литература:

1. Домбровский А.Н., Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Надирян С.Л. Научные проблемы экономики транспорта : учебное пособие. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГУ», 2017. – 264 с.
2. Коновалова Т.В., Супрун О.С. К вопросу выбора критерия оптимизации маршрута при доставке грузов автомобильным транспортом // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 11. – С. 143–150.
3. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Супрун О.С. Проблемы обеспечения безопасности движения при доставке грузов в городских условиях / сборник: Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики сборник научных трудов кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» (с международным участием). Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ). – Омск, 2017. – С. 141–145.

4. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортно-го обслуживания : учебное пособие. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2015. – 248 с.
5. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. Организационно-производственные структуры транспорта : учебное пособие. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 263 с.
6. Коновалова Т.В. Экономика дорожного движения : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Издание второе, переработанное и дополненное. – 156 с.
7. Коновалова Т.В., Надирян С.Л. Влияние транспортной безопасности на экономические показатели работы автомобильного транспорта / сборник: Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса. – 2013. – С. 183–185.
8. Сенин И.С., Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. Особенности разработки проектов организации дорожного движения по маршруту перевозки крупногабаритных грузов. Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2017. – Т. 1. – С. 65–70.

References:

1. Dombrovsky A.N., Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Nadiryan S.L. Scientific problems of transport economics : manual. – Krasnodar : Prod. FGBOU WAUGH of «KubGTU», 2017. – 264 p.
2. Konovalova T.V., Suprun O.S. To a question of the choice of criterion of optimization of a route on delivery freights the motor transport // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2017. – No. 11. – P. 143–150.
3. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Suprun O.S. Problems of safety of the movement on delivery freights in city conditions / the collection: Development of the theory and practice of automobile transportations, transport logistics the collection of scientific works of «The Organization of Transportations and Management on Transport» department (with the international participation). Ministry of science and education of the Russian Federation, Siberian state automobile and road university (SibADI). – Omsk, 2017. – P. 141–145.
4. Konovalova T.V., Kotenkova I.N. Market of transport services and quality of transport service: manual. – Krasnodar : Prod. FGBOU VPO of «KubGTU», 2015. – 248 p.
5. Konovalova T.V., Kotenkova I.N. Organizational and production structures of transport : manual. – Krasnodar : Prod. FGBOU VPO of «KubGTU», 2014. – 263 p.
6. Konovalova T.V. Traffic economy : manual. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2013. – The edition second processed and added. – 156 p.
7. Konovalova T.V., Nadiryan S.L. Influence of transport safety on economic indicators of work of the motor transport / collection: Prospects of development and safety of a motor transportation complex. – 2013. – P. 183–185.
8. Xining I.S., Konovalova T.V., Kotenkova I.N. Features of development of projects of the organization of traffic along a route of transportation of large-size freights. Modernization and scientific research in a transport complex. – 2017. – Т. 1. – P. 65–70.