



Внедрение Системы подбора информационных ресурсов позволит систематизировать информацию об эксплуатируемых в ОАО «РЖД» ИС и подсистемах, обеспечить возможности получения пользователями актуальной и полной информации о функциональных возможностях и назначении эксплуатируемых в ОАО «РЖД» ИС и подсистем, автоматизировать процесс поиска информации об ИС и подсистемах, выбирать информационные системы для эффективной работы пользователей.

Р.Р. Рамазанова, А.С. Филиппова, В.М. Картак

АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОГО АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

(Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы)

В условиях современного развития информационных технологий в экономике России пересматривается роль и место оптимизации процессов транспортной логистики. Эффективное и качественное удовлетворение потребностей в перевозках, в частности доставка точно в «срок», выходит на первый план, в связи с возможностью сокращения транспортных расходов и оптимальным использованием ресурсов.

Для снижения непроизводительных затрат и повышения уровня конкурентоспособности предприятий необходимо улучшать механизмы управления процессами за счет совершенствования оптимизационных методов (оптимизационное ядро) и алгоритмов в логистических информационных системах. Перспективными направлениями исследования в данной области являются: создание транспортно-маршрутной системы с применением методов оптимизации и современных информационных технологий; разработка эффективных методов расчета маршрутов движения транспортных средств; совершенствование методов и алгоритмов; разработка новых экономико-математических моделей, которые лучше отражают продвижение товаропотока; комплексное моделирование маршрутизации с другими логистическими процессами.

Оптимизационное ядро логистической информационной системы включает в себя несколько оптимизационных алгоритмов и направлено на принятие одного из возможных решений. Содержание ядра составляют: транспортные модели; алгоритмы решения транспортной задачи; алгоритмы расчета рациональных маршрутов; алгоритмы рационального размещения груза.

В транспортной логистике существенную роль выполняют различные факторы, в том числе, протяженность маршрута, выбор транспортных средств (ТС), размещение грузов в транспортных средствах, составление расписания поставки товаров. Эти проблемы формализуются отдельными задачами и математическими моделями [8].



Существует большое число разнообразных задач, эффективное решение которых позволяет снизить транспортные издержки. Среди них можно выделить классическую транспортную задачу, задачу коммивояжера, задачи маршрутизации, задачу оптимизации прокладки дорог и др. [5].

Особое место занимают проблемы построения маршрутов транспортного средства (VRP, Vehicle Routing Problem). Задача маршрутизации является задачей комбинаторной оптимизации, хорошо изучена и впервые сформулирована в [1]. Методы их решения с самыми разнообразными условиями широко представлены в зарубежных публикациях. Вообще говоря, VRP – проблема планирования маршрута ТС, которые должны посетить некоторое число клиентов, доставив или получив требуемое количество товара. Задача состоит в нахождении наилучшего набора маршрутов в соответствии с заданной целевой функцией при соблюдении эксплуатационных ограничений ТС и при условии, что все клиенты будут обслужены. Целевой функцией может являться как минимизация всех транспортных расходов, так и максимизация количества обслуживаемых клиентов, либо их комбинация. VRP – хорошо известная задача целочисленного программирования, относящаяся к классу NP-трудных задач. Обычно, в реальных задачах оптимизации возникает множество дополнительных ограничений и вариаций, которые подробно описаны в работах [2,3].

Задача коммивояжера определяется как задача отыскания наиболее выгодного маршрута, который проходит через все указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Задача коммивояжера является NP-трудной [7], для ее решения не известен точный алгоритм полиномиальной сложности. Изначально задача коммивояжера была сформулирована для области маркетинга. Позднее она нашла применение в других сферах управленческой деятельности, особенно там, где имела место значительная территориальная рассредоточенность объектов на местности [4].

Рассмотрим один из алгоритмов решения задачи коммивояжера с учетом массогабаритных ограничений и временных окон для практического использования в логистической информационной системе. В [6] авторами был предложен итеративно-имитационный метод построения решения задачи. Для формализации поставленной задачи были введены следующие обозначения: $D(R)$ – суммарная длина рейса; $T(p)$ – интервал времени, в который точка p может быть посещена; T – временной интервал в течение которого может осуществляться обслуживание рейса; $L(p)$ – точка загрузки для точки p , которая должна быть посещена до нее; $W(p)$ – массогабаритные характеристики груза; W – массогабаритные ограничения транспортного средства.

Задача имеет следующий вид:

$$D(R) = \sum_{i=1}^{k-1} \rho(p_i, p_{i+1}) \rightarrow \min$$
$$\forall p_i \in R: t_i \in T(p_i) \cap T; p_i = L(p_j) \Leftrightarrow j < i; \sum_{p \in R} W(p) \leq W$$



В процессе решения задачи устанавливается порядок обхода географических точек, а также моменты времени их посещения – t_i . Под p понимается географическая точка, R – допустимый в смысле ограничений, полный или неполный рейс. Значения t_i определяется следующим образом:

$$t_{i+1} = t_i + H(p_i, p_{i+1}, t_i),$$

где H – динамически определяемое время переезда между двумя географическими точками с учетом прогнозирования дорожной обстановки на момент времени t_i . В целом, схема процесса решения имеет следующий вид:

1. Построение поколения рейсов имитационным методом.
2. Проведение отбора рейсов, которое доставляют лучшее значение функционалу.
3. Построение новых поколений рейсов с учетом шага 2.
4. Возвращение на шаг 2, до тех пор, пока не будут выполнены условия прекращения построения поколений (например, все точки не будут включены в рейс).

Имитационный метод для построения рейса включает в себя следующие шаги:

1. На вход алгоритм принимает некоторое начало рейса в виде упорядоченной последовательности пар (p_i, t_i) , $i=1 \dots k$.
2. Упорядочить не включенные в рейс точки по возрастанию расстояния от точек до p_k , где k – длина построенной части рейса.
3. Начиная с ближайшей точки p , проверить массогабаритные ограничения и ограничения, накладываемые расписанием, а также проверить, что пункт загрузки для данной точки $L(p)$ уже добавлен к рейсу.
4. Добавить первую из прошедших проверку точек в рейс и определить время ее посещения по формуле $t_{k+1} = t_k + H(p_k, p_{k+1})$.
5. Пока удастся добавить точку и множество не добавленных точек не пусто перейти к пункту 2.

Начальное поколение рейсов инициализируется в виде набора маятниковых маршрутов от пункта загрузки до соответствующей точки.

Сложность имитационного метода решения задачи построения маршрута не превышает $O(n^2 * \log(n))$ [6], где n – размерность исходной задачи.

Как правило, в реальной жизни имеют дело либо с простым перемещением по заданным точкам, либо с развозом груза небольшого формата или веса на транспортном средстве, вмещающем большое количество единиц, что создает предпосылки для применения решения задачи коммивояжера. Помимо применения, описанного в [6] алгоритма непосредственно для построения решения задачи коммивояжера с массогабаритными и временными ограничениями, авторами предлагается использовать его в двухэтапном методе решения задачи маршрутизации транспорта, с различными ограничениями на кластерные географические районы. Каждый из данных районов может служить исходными данными при построении по нему допустимого рейса.

На практике, часто между поставщиками и клиентами осуществляются перевозки большого объема грузов мелкими партиями. Это в первую очередь



связано с ограниченной вместимостью транспортных средств. Кроме того транспортное средство, в течение одной поездки, вынуждено сделать большое число остановок, связанных с разгрузкой-загрузкой товаров. Более перспективными с практической точки зрения являются алгоритмы и методы решения задачи маршрутизации с учетом вместимости ТС и рационального размещения грузов. В подобных способах решения для некоторого множества ТС (возможно различной грузоподъемности) назначается более одного маршрута за плановый период времени. Это задача с несколькими маршрутами. Таким образом, для использования, описанного в [6] алгоритма решения, в оптимизационном ядре логистической информационной системы требуется модификация, позволяющая учитывать реальные практические условия и ограничения.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований, проект 12-07-00631а.

Литература

1. G.B. Dantzig, J.H. Ramser, The truck dispatching problem//Management Science, vol. 6, No. 1 (Oct., 1959), pp. 80-91.
2. J.-F. Cordeau, G. Laporte, M.W.P. Savelsbergh, D. Vigo, Vehicle Routing. Transportation, in: C. Barnhart, G. Laporte, (eds.)//Handbooks in Operations Research and Management Science, vol. 14 (2007), pp. 367–428.
3. P. Toth, D. Vigo, Branch-and-bound algorithms for the capacitated VRP, in: Toth, P., Vigo, D. (Eds.)//The vehicle routing problem, SIAM: Philadelphia, pp. 29-52. 2001.
4. W-C. Chiang, R.A. Russell, Integrating Purchasing and Routing in a Propane Gas Supply Chain//European Journal of Operational Research, vol.154 (2004) pp.710-729.
5. Ельдештейн, Ю.М. Логистика, [Электронный ресурс] /. Ю.М. Ельдештейн. –Электрон. УМК. – Красноярск, 2006. – Режим доступа: http://www.kgau.ru/distance/fub_03/eldeshtein/logistika/index.html, свободный.
6. Перцовский, А.К. Итеративно-имитационный метод построения решения задачи коммивояжера с массогабаритными ограничениями и временными окнами с учетом динамической транспортной обстановки, [Электронный ресурс]/ режим доступа: <http://www.rsdn.ru/article/KGR/commivoyager.xml>.
7. Сигал, И.Х. Введение в прикладное дискретное программирование. Модели и вычислительные алгоритмы: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Прикладная математика и информатика" / И.Х. Сигал, А.П. Иванова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.
8. Филиппова, А.С. Задачи маршрутизации в транспортных логистических системах: локальный поиск оптимальных решений [Текст] / А.С. Филиппова, Д.В. Филиппов, Н.А. Гильманова. – М.: Информационные технологии. – 2009 – №2. – С. 59-63.