

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ НА КРУПНОМАСШТАБНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕТИ

Бабилов В.М., Заложнев А.Ю., Положишников В.Б.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,

Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65

Отраслевой центр разработки и внедрения информационных систем ОАО «РЖД»,

г. Москва, ул. Каланчевская, д.13

vasmakviza@gmail.com, zalozhnev@yandex.ru, vic_pol@mail.ru

Аннотация: Управление транспортными системами и, в частности, логистикой и перевозками грузов на крупномасштабной железнодорожной сети является сложной задачей. Её решение требует разработки комплекса математических моделей и специализированного программного обеспечения. Управление

логистикой и перевозками также предполагает разработку и реализацию различных алгоритмов управления этими процессами. Данный доклад посвящен определению предпочтительного алгоритма управления грузовой логистикой на крупномасштабной железнодорожной сети для особого случая. В рассмотренном в докладе случае станции отправления и назначения принадлежат различным региональным подразделениям железнодорожной сети, а процесс транспортировки грузов между этими станциями может быть реализован в виде одного из двух алгоритмов. Для выбора предпочтительного алгоритма управления логистикой применяется вероятностный подход. Решение сформулированной проблемы на практике предполагает параметризацию исследуемых алгоритмов с последующим моделированием, а также сравнение полученных результатов с целью определения предпочтительного алгоритма. Полученные решения могут быть использованы для оптимизации управления логистикой на крупномасштабной железнодорожной сети.

Ключевые слова: транспортная система, крупномасштабная железнодорожная сеть, грузовая логистика, алгоритмы управления

Введение

Управление транспортными системами и, в частности, грузовой логистикой на крупномасштабной железнодорожной сети требует комплексного подхода и принятия обоснованных организационных решений. В частности, это требует разработки и внедрения различных алгоритмов управления продвижением грузов по сети.

Одной из важных проблем в управлении логистикой на крупномасштабных железнодорожных сетях является определение предпочтительного алгоритма управления грузовой логистикой для случая, когда станция отправления и станция назначения принадлежат различным региональным подразделениям железнодорожной сети. Основное внимание в докладе уделяется рассмотрению именно этой проблемы. Работа основана на результатах, полученных в работах [1-2].

1 Алгоритмы управления грузовой логистикой на крупномасштабной железнодорожной сети

Рассмотрим процесс доставки груза из пункта (города) A в пункт (город) B через крупномасштабную железнодорожную сеть. Пункт A находится на территории, обслуживаемой какой-либо железнодорожной станцией d_1 (станция отправления), которая относится к какому-либо региональному подразделению железнодорожной сети, например к D_1 . Пункт B находится на территории, обслуживаемой какой-либо железнодорожной станцией d_n (станция назначения), относящейся к какому-либо региональному подразделению железнодорожной сети, например к D_n . Транспортировка груза с территории, обслуживаемой региональным подразделением D_1 железнодорожной сети, на территорию, обслуживаемую региональным подразделением D_n железнодорожной сети, проходит через территории, обслуживаемые региональными подразделениями D_i , $i = 2, n-1$ железнодорожной сети.

Предполагается, что между станцией отправления d_1 и станцией назначения d_n существует, по крайней мере, один рациональный маршрут. "Рациональный маршрут" – это маршрут между станцией отправления d_1 и станцией назначения d_n , проходящий через станции $d_2, d_i, d_{i+1}, d_{n-1}$, для которого выполняется следующее условие: расстояние $\rho(d_{i+1}, d_n)$ между железнодорожной станцией d_{i+1} и железнодорожной станцией d_n меньше, чем расстояние $\rho(d_i, d_n)$ между железнодорожной станцией d_i и железнодорожной станцией d_n . Также предполагается, что смежные станции, относящиеся к рациональному маршруту, например d_i и d_{i+1} , относятся к различным региональным подразделениям крупномасштабной железнодорожной сети.

Предполагается также, что если груз слишком мал по весу, объему или стоимости, то его следует консолидировать с другими грузами на станции отправления. Среднее время консолидации груза с другими грузами, ожидающими отправки в том же направлении, например со станции d_1 на станцию d_2 , включается в общее время ожидания отправки.

В рамках исследования рассмотрено два различных случая расположения пунктов отправления и назначения – A и B относительно железнодорожных станций d_1 и d_n , в первом из них пункты отправления и назначения совпадают с соответствующими железнодорожными станциями, а во втором – нет. Исходное описание алгоритмов управления продвижением грузов по сети относится к случаю, когда пункты отправления и назначения совпадают с железнодорожными станциями d_1 и d_n .

В данной работе предполагается, что процесс управления логистикой железнодорожных грузов может быть реализован в виде одного из двух алгоритмов управления. Каждый из этих алгоритмов генерирует один из двух типов рациональных маршрутов, которые, в принципе, могут совпадать друг с другом.

Первый алгоритм может быть описан следующим образом. В начальный момент груз, который необходимо доставить со станции отправления d_1 на станцию назначения d_n , размещается на станции d_1 и, при необходимости, консолидируется с другими грузами. Когда консолидированный груз становится достаточным, чтобы его отправка была практически целесообразна, например, сформирован один железнодорожный вагон, то он должен быть, при первой возможности, отправлен на любую железнодорожную станцию d_2 , принадлежащую какому-либо рациональному маршруту между d_1 и d_n . На железнодорожной станции d_2 , при необходимости, консолидация должна быть осуществлена вновь. После этого груз в составе консолидированного груза, например железнодорожного вагона, должен быть при первой возможности отправлен на любую грузовую железнодорожную станцию d_3 , принадлежащую какому-либо рациональному маршруту между d_1 и d_n . Затем весь процесс повторяется до тех пор, пока груз не будет доставлен на станцию d_n , относящуюся к региональному подразделению D_n крупномасштабной железнодорожной сети.

Второй алгоритм может быть описан следующим образом. В начальный момент груз, который необходимо доставить со станции отправления d_1 на станцию назначения d_n , размещается на станции d_1 . При этом груз ожидает одно из двух событий: формирования прямого грузового состава от станции d_1 до станции d_n либо прохождения через станцию d_1 грузового состава, следующего до станции d_n или далее по рациональному маршруту.

2 Постановка задачи и результаты исследования

Для каждой станции отправления d_{ij} , относящейся к какому-либо региональному подразделению D_j железнодорожной сети, и для каждой станции назначения d_{kl} , относящейся к какому-либо региональному подразделению D_l железнодорожной сети, время доставки груза в соответствии с первым или вторым алгоритмом управления продвижением груза по крупномасштабной железнодорожной сети является случайной величиной.

Дополнительным фактором случайности является то, что рациональный маршрут не является единственным для обоих алгоритмов управления. В каждом отдельном случае он может проходить через различные промежуточные станции d_{kl} , относящейся к какому-либо конкретному региональному подразделению D_l железнодорожной сети. Мы устраняем возникающую при этом неопределенность в оценке времени доставки груза между двумя промежуточными станциями, относящимися к различным региональным подразделениям железнодорожной сети, путем использования в расчетах агрегированных величин, характеризующих среднее время ожидания отправки и доставки груза между станциями, относящимися к региональным подразделениям D_j и D_{j+1} крупномасштабной железнодорожной сети.

На основе имеющихся статистических данных могут быть определены параметры распределений случайных величин, характеризующих время доставки груза со станции отправления до станции назначения в соответствии с первым или вторым алгоритмом управления.

Далее, для ожидаемого времени доставки при заданных законах распределения и известных параметрах исходных случайных величин может быть определена вероятность доставки груза в срок в соответствии с каждым алгоритмом управления продвижением груза по железнодорожной сети. На основании сравнения вероятностей доставки в срок для каждой пары станций отправления d_{ij} и назначения d_{kl} , относящихся к различным региональным подразделениям крупномасштабной железнодорожной сети может быть выбран оптимальный алгоритм управления грузовой логистикой.

В докладе также рассматривается более общий случай, в котором пункты отправления и назначения A и B не совпадают с железнодорожными станциями d_{ij} и d_{kl} или, соответственно, со станциями d_1 и d_n .

Для получения более адекватных результатов сформулированная задача управления логистикой на крупномасштабной железнодорожной сети может быть решена с учетом различных объемных и весовых характеристик грузов, а также срочности их доставки.

Заключение

Управление транспортными системами и, в частности, логистикой и перевозками грузов на крупномасштабной железнодорожной сети является сложной задачей. Её решение требует разработки комплекса математических моделей и специализированного программного обеспечения. Управление логистикой и перевозками также предполагает разработку и реализацию различных алгоритмов управления этими процессами.

Полученные в работе результаты могут быть использованы для оптимизации управления логистикой на крупномасштабной железнодорожной сети. Рассмотренная в докладе модель может

быть также использована для решения задач управления грузовой логистикой на транспортных сетях, объединяющих несколько различных видов транспорта.

Обсуждаемое в настоящее время развитие модели предполагает применение подходов основанных на использовании Марковских цепей и Байесовских сетей доверия. Идеи применения этих подходов к решению данной проблемы содержатся, например, в работе [3].

Литература

1. Заложнев А.Ю., Положишников В.Б. О выборе алгоритма продвижения груза по железной дороге // Современные сложные системы управления. НТCS'2012. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – С. 108-110.
2. Заложнев А.Ю., Положишников В.Б. Об одной проблеме организации перевозки груза по железной дороге // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2013): Материалы Седьмой международной конференции, 30 сентября – 2 октября 2013 г. Т. 2.– М.: ИПУ РАН, 2013. – С. 105-107.
3. Бабиков В.М. Вопросы оценки надежности человеко-машинных систем на базе сетей доверия // Труды XXI международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – М.: ИПУ РАН, 2013. – С. 86-91.