

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК

Юлия Угненко¹, Татьяна Мазур²

^{1,2}Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

Эл. почта: ¹gu.ugnenko@yahoo.com; ²time_ua@ukr.net

Аннотация. Рассмотрены теоретические аспекты современных технологий управления транспортом, оптимизации перевозок. Отмечено, что для формирования критерия оптимальности решения задач по моделированию транспортных маршрутов используются количественные характеристики перевозочного процесса.

Ключевые слова: современные технологии, управление транспортом, оптимизация перевозок, моделирование транспортных маршрутов.

Актуальность темы

Моделирование маршрутов как одна из важных и серьезных задач управления на транспорте требует переосмысления методов и подходов к решению, а также применения новейших достижений в области информационных технологий. Современный подход к задаче моделирования маршрутов предполагает:

- интеллектуализацию алгоритмов решения и широкое применение эвристических методов;
- усложнение задачи путем перехода от классической схемы однокритериальной оптимизации к востребованному в настоящее время методу векторной (многокритериальной) оптимизации решения;
- применение современных компьютерных средств и средств связи для решения проблем управления на транспорте в режиме реального времени.

Задачи, решаемые на транспорте, зачастую отличаются повышенной сложностью и являются так называемыми NP-сложными задачами. В связи с этим традиционные методы решения задач, хорошо зарекомендовавшие себя, оказываются неприемлемыми – сказывается повышенная требовательность к машинным ресурсам при реализации таких алгоритмов.

Примером типичной задачи управления на транспорте является классическая задача Travelling Salesman Problem. Суть задачи состоит в том, чтобы найти кратчайший замкнутый путь обхода нескольких городов, заданных своими координатами. Стремительное развитие интеллектуальных технологий в мире, а также массовая компьютеризация дали ощутимый толчок к

поиску новых методов решения задач. Именно так родилась идея нейросетей и генетических алгоритмов, способных решать, казалось бы, неразрешимые задачи в приемлемое время.

Другой проблемой, стоящей перед задачей моделирования транспортных маршрутов, является правильный выбор критерия оптимизации, способного эффективно решить возникшую задачу и помочь обосновать выбор этого решения. Для формирования критерия оптимальности решения задач маршрутизации в первую очередь используются простейшие количественные характеристики перевозочного процесса:

- объемно-массовые характеристики планируемого к перевозке груза;
- предельное число используемых транспортных средств;
- планируемая суммарная транспортная работа;
- суммарный пробег автомобилей;
- суммарная продолжительность работы и др.

Менеджеры подразделений по сбыту заинтересованы в том, чтобы как можно быстрее доставить товары от поставщика на склад и со склада покупателям. В то же время транспортники стараются организовать максимально экономичный маршрут и стремятся к тому, чтобы транспортное средство, выполняющее доставку, было заполнено полностью.

Список возможных участников процесса и стандартная последовательность их действий выглядят следующим образом:

- маркетинговый и финансовый отделы прогнозируют объемы спроса, совместно с отделом логистики определяют оптимальный

- график и ритмичность поступления заказов, проводят акции, стимулирующие потребителей придерживаться выбранного графика;
- подразделения по сбыту обрабатывают полученную заявку, проверяют правильность ее заполнения, кредитоспособность клиента и наличие на складах необходимого количества требуемого товара; в случае принятия заказа сообщают об этом клиенту и регистрируют заказ в информационной системе (начало цикла его выполнения);
 - бухгалтерский отдел регистрирует заключенную сделку;
 - склад подбирает товар и комплектует заказ, фиксирует соответствующее уменьшение остатков, осуществляет маркировку и упаковку;
 - служба экспедиции формирует партии отправки, оформляет сопроводительные документы и осуществляет погрузку в транспортное средство;
 - экспедитор организует процесс доставки и производит окончательное оформление сопроводительных документов, которые вместе с заполненным маршрутным листом на следующий день сдаются в диспетчерскую.

Решение проблемы

Комплекс мер по увеличению производительности отдела доставки зависит прежде всего от сложности поставленной задачи и может включать в себя как принятие организационных мер, уменьшающих влияние человеческого фактора на всех этапах обработки заказа, так и практически полную автоматизацию операций по планированию маршрутов доставки, контролю и управлению транспортными средствами на маршруте диспетчерской службой (Алтунин, Борисов 2007).

Ниже описываются некоторые технологии и приемы совершенствования работы отдела доставки.

Зонное деление. Границы и местоположение зон обслуживания определяются по такому критерию, как простота перемещения по сети дорог внутри данной зоны, а размеры зависят от максимального количества заказов, которые могут быть обслужены одним транспортным средством.

Задачей менеджеров отдела доставки при использовании этого метода является не планирование маршрутов (водитель сам определяет оптимальный порядок доставки), а актуализация параметров зон.

Причем, как показывает практика, возможное неполное использование грузоподъемности и объема кузова автомобиля компенсируется увеличением количества клиентов, которым был доставлен товар, за счет сокращения плеча пробега между маршрутными точками. Однако и проблема неполной загруженности автомобиля может быть решена путем дополнения маршрута заказами из смежных зон.

В одной компании могут одновременно использоваться различные схемы деления на зоны для разных типов доставки, в частности, курьерской и автомобильной. В ряде случаев курьер может выполнить заказ гораздо быстрее и с меньшими затратами. Это относится, например, к доставке заказа в центральную часть крупного города, где довольно часто случаются пробки и существуют серьезные проблемы с парковкой.

Оптимизация маршрутов. Оперативность формирования маршрутов и их оптимизация при одновременной минимизации трудозатрат может достигаться интеграцией систем управления складским товародвижением с одним из геоинформационных приложений или геоинформационной системой (ГИС). На российском рынке представлен широкий ассортимент таких систем. Программные продукты данного класса имеют разные интерфейсы, однако принципы их функционирования приблизительно одинаковы.

Теоретические аспекты. В теории исследования операций задача, решаемая любой программой автоматизированного планирования, называется сетевой задачей нахождения оптимального маршрута. Сеть можно определить как некоторое количество точек или узлов (клиентов – потребителей материального потока), связанных ребрами или дугами (дорогами, по которым происходит перемещение транспорта). Непрерывная последовательность ребер, связывающая первый узел (пункт отправления) с последующими (пунктами назначения), формирует маршрут. Ребра имеют определенные характеристики, используемые при решении задачи выбора оптимального маршрута. К этим характеристикам относятся:

- базовые характеристики: расстояние, определяемое по координатам начала и конца ребра с использованием ГИС, наличие одностороннего движения, запрещающих знаков и т. д.;
- расчетные характеристики: стоимость, расход горюче-смазочных материалов (ГСМ) и время перемещения по ребру;

- параметры, регулируемые оператором программы вручную с учетом дорожных и погодных условий: коэффициент скорости и текущий статус доступности.

Задача выбора маршрута заключается в определении такого пути, который минимизирует (или максимизирует) некий критерий оптимальности, представляющий собой сумму характеристик ребер. Это может быть длина пробега, время на маршруте, расход ГСМ.

Учетные параметры. На возможные маршруты накладывается ряд ограничений, связанных с параметрами узла и используемого транспортного средства.

Поступающая в ГИС информация по заказу должна содержать следующие данные:

- объем заказа;
- вес заказа;
- адрес доставки;
- оговоренное время доставки товара клиенту;
- тип разгрузки товара у клиента;
- вид оплаты (наличные средства или безналичный расчет);
- продолжительность разгрузки;
- номер пункта доставки на маршруте (необязательный параметр).

Каждая единица автотранспорта, для которой планируются маршруты, подробно описывается в специальном справочнике. Наиболее важными являются следующие параметры:

- грузоподъемность;
- объем кузова;
- статус автомобиля (собственный или арендованный; собственный транспорт используется в первую очередь);
- максимальное количество заявок, обслуживаемых за один выезд;
- максимально допустимый пробег за рейс и в день;
- максимально допустимая продолжительность рейса;
- тип разгрузки автомобиля (боковой или задний борт).

Научная новизна

Использование геоинформационной системы требует наличия в отделе планирования не менее одного менеджера, квалификация которого должна быть достаточной для работы с электронными справочниками и

определения коэффициентов расчетной скорости движения автотранспорта в зависимости от погодных условий (на рабочем месте можно повесить таблицу с утвержденным перечнем вариантов «погода/коэффициент»). В соответствии с заданным циклом «заказ-поставка» менеджер с определенной периодичностью запускает процесс планирования и выводит на печать готовые маршрутные листы.

Преимущество данного метода заключается в сокращении времени планирования рейсов (на 1000 заявок в среднем затрачивается 10 мин) и формировании оптимального маршрута с учетом множества параметров, которые сложно учесть при расчете вручную. Благодаря использованию описываемого метода снижаются также расходы на обслуживание автопарка (экономия пробега, то есть расходов на бензин, в среднем достигает 22,5 %). Кроме того, сокращается штат планировщиков и повышается эффективность использования автотранспорта (в отдельных случаях парк сокращается на 15 %).

При сокращении цикла «заказ-поставка» вероятность того, что машина уйдет на маршрут не полностью загруженной, повышается. Поэтому возникает необходимость жесткого учета транспорта и контроля над процессом выполнения доставки с целью оперативного использования освободившегося транспортного средства. Эта задача решается с помощью навигационных систем, широко применяемых в диспетчерских службах в развитых странах. В последнее время такие системы все чаще используются и в России (Воробей, Кустодиев 2007).

Принципы функционирования навигационной системы. На транспортное средство устанавливается специальный пользовательский терминал, который автоматически связывается со спутниковой системой глобального позиционирования GPS (Global Positioning System) и определяет географические координаты местоположения объекта.

Информация в виде SMS-сообщения поступает в диспетчерский пункт, в котором автоматически отображается на картах. Система способна не только передавать информацию о маршруте передвижения, но и снимать показания датчиков практически всех электронных систем автомобиля. Диспетчер через обычный компьютер с выходом в интернет может в режиме реального времени отслеживать передвижение обладателя GPS-терминала. Современные GPS-терминалы способны выдавать данные о местоположении объекта с точностью до 3 м. Однако в соответствии с российским законодательством лицензионные

телефоны позволяют определять координаты с точностью до 100 м.

Технически GPS-система состоит из антенны, набора датчиков и сенсоров, позволяющих передавать в диспетчерский пункт информацию о состоянии машины и груза (вес груза, попытка вскрытия, температура рефрижератора и т. д.), бортового контроллера, обрабатывающего информацию GPS и различных датчиков, а также радиостанции, с помощью которой осуществляется связь с диспетчерским пунктом.

Сравнивая плановые и реальные данные, можно фиксировать и оценивать отклонения от графика движения транспортного средства по маршруту (реализация так называемой СМТ – Системы мониторинга транспорта). На основании имеющейся информации специалист может принимать оперативные меры при возникновении критических ситуаций (например, перепланировать рейс или вызвать дополнительную машину в случае риска срыва доставки, т. е. осуществить свою утверждённую систему контроля за транспортом).

Основными техническими требованиями, предъявляемыми при использовании ГИС-программ, а также систем транспортной навигации, являются: корректность клиентских адресов для правильного и быстрого присвоения им географических координат, наличие полных и корректных данных по весу и объёму доставляемого товара, а также наличие в заявках формализованных признаков, определяющих специальные условия доставки.

Диспетчерские службы, использующие описанные выше современные системы, получают следующие возможности управления автомобильным транспортом:

- анализировать информацию и принимать решения, опираясь на данные, отображенные на масштабируемой электронной карте;
- хранить данные о перемещении и состоянии контролируемых объектов и составлять на основе этой информации отчеты, содержащие, в частности, визуализированные на электронной карте данные;
- получать подробные отчеты о нестандартных и аварийных ситуациях, требующих оперативного реагирования.

В результате повышается эффективность использования транспорта, улучшается транспортная логистика, осуществляется управление транспортом, жесткий контроль над нецелевым использованием транспортного средства и снижается количество сры-

вов доставок, что позволяет без ущерба для фирмы сократить цикл «заказ-поставка» и улучшить уровень сервиса, предоставляемого клиентам.

Построение комплексной системы управления транспортом позволяет не только решить локальную задачу сокращения цикла «заказ-поставка», но и создать в целом положительный имидж компании в глазах клиента благодаря четкому выполнению принятых обязательств по срокам выполнения заказа, снижению до минимума риска срыва доставки и возможности создания гибкой системы обратной связи.

Преимущество централизованной карты заключается в том, что при подключении к системе нет необходимости приобретать карты городов, районов или областей. Необходимые карты уже имеются. Периодическое обновление карт (2–3 раза в год) производится бесплатно.

Для организации диспетчерского центра достаточно любого компьютера с доступом в интернет. Всю необходимую информацию можно получать через веб-браузер. Кроме того, без дополнительных вложений можно организовать несколько распределенных диспетчерских центров (Луканин *и др.* 2001).

Выводы

С учетом вышесказанного необходимо отметить следующие преимущества использования навигационных систем.

Высокая надежность. Информационный центр системы построен на высокопроизводительных серверах и оснащен системами резервирования и бесперебойного питания. Это означает, что данные о перемещении и состоянии транспорта сохраняются в центральной базе данных даже тогда, когда диспетчерский центр не работает.

При нахождении объекта в зоне уверенного радиопокрытия сети GSM информация передается на сервер в режиме реального времени. В случае выхода объекта за пределы зоны обслуживания сети GSM либо при возникновении неполадок в сети оператора сотовой связи устройства переключаются в режим автономного регистратора информации, сохраняя данные о маршруте и событиях для передачи на сервер после восстановления связи.

Бесплатное обновление программного обеспечения. Периодическое обновление программного обеспечения производится бесплатно. Новые возможности по контролю и управлению транспортом

становятся доступными клиентам системы без дополнительных вложений.

Компактность. Бортовой комплект размером чуть больше ладони легко разместить в любом «углу» водительской кабины либо спрятать где-нибудь внутри транспорта.

Экономичность. Для работы с системой нет необходимости создавать отдел или нанимать отдельного специалиста, с ней справится либо руководитель компании, либо кто-либо из уже работающих сотрудников.

Система построена на основе новой технологии передачи информации General Packet Radio Service (GPRS), благодаря которой расходы на эксплуатацию системы становятся крайне низкими, что выгодно отличает ее от систем, использующих для передачи информации технологию текстовых сообщений SMS. Новая технология GPRS позволяет передавать информацию со скоростью до 39 кБит/с, не занимая при этом голосовой канал. Кроме того, при использовании GPRS расчеты производятся пропорционально объему переданной информации, а не времени соединения. Также можно рассчитать эффект от внедрения системы.

Определение местоположения. Можно определить местоположение своих автомобилей и других объектов городской среды на электронной карте. Нанести на карту собственные объекты (офисы, склады, точки продаж и т. д.), их маршруты следования и оптимизировать внутренние транспортные потоки.

Мониторинг движения транспорта. Можно получить в реальном времени исчерпывающую информацию о скорости и направлении движения автомобиля. Сообщения о возникновении чрезвычайной ситуации будут доставлены за считанные секунды. Принцип работы описан в разделе «Диспетчерский центр».

Контроль выполнения маршрутов. Диспетчер может контролировать движение транспортного средства по маршруту, заданному при подготовке путевого листа.

Контроль расхода топлива. Реальный расход топлива определяется на основе установленных на транспортном средстве платы контроля штатных систем либо при помощи альтернативных средств контроля.

Создание статистического архива. Спутниковая система слежения включает в себя группу низко-орбитальных навигационных спутников, наземные

средства слежения и управления, а также самые разнообразные индикаторы – носимые, возимые и т. д., служащие для определения координат для осуществления процесса так называемой спутниковой навигации.

Принцип определения своего места на земной поверхности в глобальной системе позиционирования заключается в одновременном измерении расстояния до нескольких навигационных спутников (не менее трех) с известными параметрами их орбит на каждый момент времени и вычислении по измененным расстояниям своих координат.

Литература

- Алтунин, А. Н.; Борисов, О. И. 2007. *Оптимизация грузовых и пассажирских перевозок*: учебное пособие. Москва: Высшее образование. 513 с.
- Воробей, Н. А.; Кустодиев, И. И. 2007. *Проблемы либерализации транспорта*: учебное пособие. Москва: Высшее образование. 435 с.
- Луканин, В. Н.; Буслаев, А. П.; Яшина, М. В. 2001. *Автомобильные потоки и окружающая среда – 2*: учебное пособие. Москва: Высшее образование. 646 с.

ŠIUOLAIKINĖS TRANSPORTO VALDYMO TECHNOLOGIJOS. PERVEŽIMŲ OPTIMIZAVIMAS

J. Ugnenko, T. Mazur

Santrauka

Pateikti transporto valdymo šiuolaikinių technologijų ir pervežimo optimizavimo teoriniai aspektai. Galima teigti, kad pervežimo proceso kiekybinės charakteristikos turi būti naudojamos maršrutų optimizavimo uždaviniams spręsti, prieš tai suformulavus optimalumo kriterijų.

Reikšminiai žodžiai: šiuolaikinės technologijos, transporto valdymas, pervežimų optimizavimas, maršrutų modeliavimas.

MODERN TRANSPORT MANAGEMENT TECHNOLOGIES. TRANSPORTATION OPTIMIZATION

J. Ugnenko, T. Mazur

Abstract

The article considers the theoretical aspects of modern transport management technologies and transport optimization. The paper demonstrates that the quantitative characteristics of transportation should be used for establishing an optimum criterion for making decisions on route optimization.

Keywords: modern technologies, transport management, transportation optimization, route modelling.