

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОСТАВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПИЩЕВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ



**ИРИНА
ЕСЬКОВА**
Московский
автомобильно-
дорожный
государственный
технический
университет
(МАДИ),
ассистент

Одним из необходимых условий успешной деятельности компании, занимающейся доставкой скоропортящихся пищевых молочных продуктов (СПП), является реализация мероприятий, направленных на снижение затрат и повышение доходной части при максимально полном удовлетворении заявок клиентуры. Иными словами, деятельность компании должна быть оптимизирована.

Компании-перевозчику при составлении маршрутов доставки СПП необходимо соблюдать следующие требования: должны быть включены все поступившие заявки; маршруты всех транспортных средств (ТС) должны быть примерно одинаковыми по трудовым затратам водителей; протяженность маршрутов не должна превышать норматив (продолжительность смены). Сами маршруты, в свою очередь, должны быть максимально короткими, приемлемыми по грузоподъемности (грузовместимости) ТС, «равнотрудными» с позиции водителя (т.е. иметь примерно одинаковое количество заездов к клиентам, примерно одинаковую продолжительность или протяженность).

В современных условиях выполнение всех этих требований при составлении маршрутов доставки СПП является сложной задачей, поскольку реализация плана происходит в условиях загруженности улично-дорожной сети (УДС) и наличия ограничений движения грузовых ТС в черте города.

Таким образом, стремление к минимизации общего пробега ТС может привести к нарушению условий договора со стороны перевозчика в части, касающейся сроков доставки продукции. Это, в свою очередь, влечет за собой штрафные санкции или приводит к срыву доставки, когда получатель отказывается принимать груз из-за несоответствия качества установленным нормам. Покрытие издержек в таком случае осуществляется перевозчиком.

АННОТАЦИЯ:

Основной задачей компании, занимающейся доставкой скоропортящихся пищевых молочных продуктов, является повышение доходной части при максимальном удовлетворении заявок клиентов. В статье описывается система управления параметрами процесса перевозки скоропортящихся пищевых молочных продуктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Скоропортящиеся пищевые молочные продукты, доставка, улично-дорожная сеть, оперативное регулирование.

В сложившихся условиях одним из возможных вариантов решения проблемы является введение адекватной системы управления параметрами процесса перевозки СПП. Динамическая система управления процесса перевозки СПП должна отвечать основным свойствам систем с управлением: идентифицируемости, наблюдаемости и управляемости. Для реального процесса эти свойства интерпретируются следующим образом. Идентифицируемость означает наличие информации обо всех возмущениях, действовавших в предшествующем периоде и в настоящий момент времени. Наблюдаемость означает наличие информации о процессе на периоде, предшествующем настоящему моменту времени. Управляемость соответствует возможности прогнозирования поведения процесса в дальнейшем, начиная с настоящего момента времени.

Результатом планирования является график работы каждого автомобиля, в котором содержится следующее: время выезда на линию; время прибытия в логистический центр (ЛЦ) для загрузки n -го грузокомплекта; время погрузки n -го грузокомплекта; время убытия из ЛЦ с n -ым грузокомплектом; время прибытия в пункт n -го получателя для разгрузки требуемой части груза n -го грузокомплекта; время убытия из пункта n -го получателя и т.д. Генерация совокупности графиков доставки грузов должна учитывать особенности режима движения на всех участках маршрута в соответствующие периоды времени. Реальные условия доставки СПП характеризуются значительными отклонениями характеристик движения от тех, что использовались на этапе планирования. Это приводит к необходимости адекватного и своевременного вмешательства в процесс доставки каждого грузокомплекта в реальном режиме времени.

Таким образом, система управления параметрами рассматриваемого процесса перевозок, способная снизить негативное воздействие загруженности УДС и возможные ограничения движения грузовых ТС в черте города, должна включать два уровня управления:

Уровень планирования перевозок с генерацией графиков работы всех участвующих в перевозках автомобилей;

Уровень оперативного (диспетчерского) регулирования процесса перевозок, на котором, в зависимости от сложившейся ситуации, принимается решение об изменении графиков работы того или иного автомобиля.

Адекватное управление должно реализовываться в рамках автоматизированной системы управления, в которой взаимодействие указанных уровней управления реализуется поэтапно следующим образом (рис. 1., рис. 2.).

ANNOTATION:

The main goal of the company, which is engaged in the delivery of perishable dairy products, is to increase revenues and profitability by satisfying customers orders at the high level. This article describes the control system parameters of the transportation process of perishable dairy products.

KEYWORDS:

Perishable dairy products, delivery, street and road network, operational control.



Рисунок 1
Схема этапа планирования процесса перевозки на следующий период



Рисунок 2
Схема оперативного регулирования процесса перевозок

Выходом этапа планирования является совокупность сформированных грузоконцептов и графиков работы автомобилей. Каждый график закреплен за автомобилем определенной марки с учетом всех особенностей возможностей его использования.

Известные характеристики движения по всем участкам дорожной сети и вероятности возникновения заторов позволяют оценить надежность плана, вычисляемую как вероятность выполнения в срок всего объема заявленных перевозок.

В реальном режиме времени диспетчерская служба по тактам оценивает состояние процесса и, при необходимости, корректирует графики автомобилей.

Достижение главной цели, удовлетворения спроса клиентов, состоит в назначении принятых к исполнению заявок конкретным, технически исправным автомобилям с указанием конкретного груза, адресов погрузки и разгрузки и времени выполнения заявки.

Задача оперативного регулирования заключается в том, что на вход поступает следующая информация:

— результаты решения задачи оперативного планирования с указанием графиков работы всех активных (то есть исправных и имеющих водителя) автомобилей;

— список дополнительных (новых, невыполненных в прошлом и тех, которые не будут выполнены в предстоящий период) заявок с указанием всех их атрибутов в том же виде, в каком заявки подаются на вход задачи оперативного планирования;

— нормативно-справочная информация, совпадающая с информацией задачи планирования.

В дополнение к ранее введенным, добавим обозначения:

$X^{пл}(t)$ — общий результат решения задачи планирования;

$X_i^{пл}(t)$ — результат решения задачи планирования графика работы i -го автомобиля;

$X^{кор}(t)$ — результат решения задачи оперативного регулирования;

$X_i^{рег}(t)$ — результат решения оперативного регулирования, скорректированный график работы i -го автомобиля;

$n^{рег}$ — скорректированное количество заявок на выходе решения задачи оперативного регулирования;

$n_i^{рег}$ — скорректированное количество заявок, включенных в график i -го автомобиля;

$m^{рег}$ — число исправных автомобилей на период корректируемого плана-графика;

$r_{ik}^{рег}$ — время прибытия i -го автомобиля на контейнерную площадку при выполнении k -ой элементарной заявки скорректированного графика.

Суть коррекции плана состоит в дополнении графиков автомобилей заявками ресурса, образуемого за счет дополнительного спроса на услуги, заявками, не выполненными в предыдущие периоды работы, и заявками текущего периода, выполнение которых записано в графики отказавших автомобилей. При этом необходимо по-прежнему стремиться соблюдать рамки ограничений, связанных со временем прибытий автомобилей на площадки и продолжительностью смены.

В связи с этим, в задаче оперативного регулирования в качестве оптимизационной можно использовать нежесткую модель, в которой векторный аргумент и связанные с ним характеристики относятся к этапу регулирования.

Существенными ограничениями, отсутствовавшими ранее, являются требования, чтобы общее количество выполняемых заявок (1), а также количество, выполняемое отдельным автомобилем (2), было не меньше получаемого на этапе планирования:

$$\langle X^{рег}(T) \cdot X^{пл}(T) \rangle - n \geq 0, \quad (1)$$

$$\forall i(i \in \{1, 2, \dots, m^{рег}\}) : \langle X_i^{рег}(T) \cdot X_i^{пл}(T) \rangle - n_i \geq 0. \quad (2)$$

Таким образом, задача оптимальной коррекции плана с использованием ресурса заявок и текущего состояния парка автомобилей имеет вид:

$$F_{нжс}(X^{рег}) = D_2 F_2(X^{рег}) + D_4 F_4(X) + \sum_{l=6}^9 D_l F_l(X^{рег}) \rightarrow \min,$$

при ограничениях:

$$\langle X^{рег}(T) \cdot X^{пл}(T) \rangle - n \geq 0$$

$$\forall i(i \in \{1, 2, \dots, m\}) : \langle X_i^{рег}(T) \cdot X_i^{пл}(T) \rangle - n_i \geq 0$$

$$X^{рег}(t) = \sum_{i=1}^m X_i^{рег}(t),$$

$$\forall i_1 \forall i_2 (i_1, i_2 \in \{1, 2, \dots, m\}) : \langle X_{i_1}^{рег}(t) \cdot X_{i_2}^{рег}(t) \rangle \geq 0,$$

$$\forall j (j \in \{1, 2, \dots, n\}) : x_j^{рег}(t) = \eta(t - t_j),$$

$$\tau_{ik}^{рег} \geq \tau_{ik-1}^{рег} + \theta(v_{ik-1}) + t_{об}(v_{ik-1}, v_{ik}), (j=1, 2, \dots, n_i^{рег}),$$

$$\tau_{iП}^{рег} \geq \tau_{in_i^{рег}}^{рег} + \theta(v_{in_i^{рег}}) + t_{об}(v_{in_i^{рег}}, v_{П}).$$

Итогом решения, как и в задаче планирования, является план-график работы исправных автомобилей с включением всех (или части) заявок ресурса. Суть модельно-динамического метода в применении к рассматриваемой задаче состоит в пошаговом построении плана-графика автомобилей, причем на каждом шаге осуществляется одно назначение автомобилю элементарной заявки.

Выбор наиболее целесообразного назначения осуществляется по совокупности частных критериев (эвристик), учитывающих опыт специалистов в подобных вопросах и реальные ограничения задачи. Выбор назначения на каждом шаге осуществляется с учетом положения дел всего планируемого процесса перевозок, имитируемого в модельной основе метода.

Таким образом, задача оперативного регулирования работы автомобилей, осуществляющих доставку СПП, позволяет:

— противостоять различным факторам, включая дополнительно в план текущего периода работы невыполненные заявки прошлых периодов;

— использовать рабочее время автомобилей более эффективно, что даст возможность выполнения дополнительных заявок.

Библиографический список:

1. Ефремов А.В., Григорян Л.К. *Методические указания к формированию оптимальных развозочных маршрутов. Выпуск первый. Формирование развозочных маршрутов на карте города (региона) по минимуму протяженности при примерном равенстве маршрутов.* — М. МАДИ, 2001. — 70с.
2. Луканин В.Н., Гуджоян О.П., Ефремов А.В. *Имитационное моделирование и принятие решений в задачах автомобильно-дорожного комплекса: Учебное пособие.* — М.: ИНФРА-М, 2001. — 345 с.
3. Троицкая Н.А. *Организация перевозки скоропортящихся грузов в международном сообщении.* — М.: АСМАП, 1999. — 124 с.



КОММЕНТАРИЙ СПЕЦИАЛИСТА-ПРАКТИКА

К СТАТЬЕ «ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОСТАВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПИЩЕВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ» стр. 24—25



ДМИТРИЙ ШЕЙН
Начальник
отдела логистики
ОАО «Рузское молоко»

«СЛОЖНОСТЬ МАРШРУТА ЗАВИСИТ ОТ СЛОЖНОСТИ МАГАЗИНА»

В статье «Динамическая модель доставки скоропортящихся пищевых молочных продуктов» автор поднимает очень важную тему внутригородской доставки скоропортящихся продуктов.

При планировании и составлении одинаковых по сложности маршрутов необходимо ввести такое понятие, как сложность магазинов. Оно складывается из времени разгрузки машины, наличия очередей в зоне приемки, графика работы приемки в магазине, проведения коммунальными службами города ремонтов. С введением нового понятия такие показатели, как протяженность маршрута и загруженность дорог, отходят на второй план: на практике получается, что маршрут из 10—12 магазинов может быть проще,

чем заезд в два магазина повышенной сложности. Нельзя забывать и о том, что сложность магазина может меняться в связи с сезонностью и праздниками. Поэтому на маршруте необходима обратная связь с автомобилем, осуществляющим доставку продукции. В нашей компании мы используем приборы DG-100, которые интегрированы в КИС (корпоративную информационную систему).

Не менее важным фактором при внутригородской доставке является очередность загрузки машин на складе, поскольку разнородность точек доставки от склада предполагает разное время погрузки и выезда автомобилей на маршрут. Очень важна и трудовая дисциплина водителей и работников склада.

Очевидно, что с ростом числа контрагентов у компании увеличивается количество точек доставки, появляется необходимость в программном обеспечении, поскольку решение большого объема задач «вручную» становится делом сложным и неэффективным. На российском рынке пока наблюдается дефицит ПО для решения задачи внутригородской доставки: существующие программы мало пригодны без настройки под требования компании, а это требует временных, трудовых и финансовых затрат. Поэтому ОАО «Рузское молоко» решило отказаться от приобретения готового продукта. Вместо этого наша служба логистики совместно с информационно-техническим управлением доработала КИС, чтобы она отвечала современным требованиям внутригородской доставки. Эта система реализована как сервер базы данных, использующий ГИС-расширение. Клиентской частью является любой интернет-браузер. В базу данных предварительно вводятся географические координаты пунктов доставки. Данная программа позволяет планировать маршруты, исходя из дорожной ситуации, учитывая время подачи и очередность загрузки автомобиля на складе, время работы отделов приемки в торговых точках и, самое главное, сложность магазинов на маршруте. Но даже самые современные средства планирования доставки не умаляют важности работы логиста — человека, который постоянно контролирует работу транспортной системы по многочисленным параметрам и критериям.

Таким образом, хотелось бы сказать о полном разрушении действовавшей в СССР системы ночной доставки скоропортящейся продукции и продуктовых баз, использующих систему кросс-докинга. Без восстановления этой системы в крупных городах России внутригородскую доставку ждут нелегкие времена.



К СТАТЬЕ «ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОСТАВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПИЩЕВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ»
стр. 24—25



**АНДРЕЙ
КУЧЕРОВ**
АНТОР
Бизнес Решения,
Директор
по маркетингу

«ПОДГОТОВИТЬ ОПТИМАЛЬНЫЙ МАРШРУТ В «РУЧНОМ» РЕЖИМЕ ПРАКТИЧЕСКИ НЕВОЗМОЖНО»

В современных условиях расходы на транспортировку играют все более значимую роль при формировании цен на товары или услуги. Но при высоком уровне конкуренции невозможно просто увеличивать цены, перекладывая рост транспортных издержек на конечных потребителей. А, значит, залогом успешности развития и сохранения приемлемого уровня прибыли любого бизнеса становится система эффективного управления затратами транспортной логистики.

Особенно актуальна данная задача для предприятий, у которых грузоперевозки являются одними из основных бизнес-процессов хозяйственной деятельности, в частности на рынке FMCG (товаров широкого потребления), где затраты на производство могут составлять всего лишь около 10% в структуре себестоимости продукции, в то время как стоимость доставки достигает 50%.

В статье «Динамическая модель доставки скоропортящихся пищевых молочных продуктов» представлена серьезная математическая модель эффективного управления транспортной логистикой. Конечно, каждый профессиональный логист должен быть



с ней знаком, однако на практике без применения современных технологий достаточно сложно следовать рекомендуемой методике. Проще говоря, эффективно действующая логистическая система должна обеспечивать *доставку нужного продукта необходимого качества в необходимом количестве в нужное время с минимальными затратами.*

Достижению обозначенной цели в значительной степени способствует соблюдение концепции «Замкнутый контур управления» (планирование-контроль-анализ):

Планирование — мы определяем, **что, куда, когда и на чем везем**, перечень необходимых ресурсов. При перевозке скоропортящихся грузов особенно важно предусмотреть соблюдение

условий транспортировки, в первую очередь, температурного режима.

Контроль — в процессе доставки мы обязаны постоянно контролировать, насколько успешно реализуются наши планы. Чем раньше мы узнаем о негативных отклонениях, тем скорее мы сможем принять необходимые меры по их нейтрализации. А, как известно, чем раньше мы приняли меры по исправлению ошибки, тем меньше потери от нее. Например, зная о нарушении установленного графика доставки, мы сможем оперативно связаться с клиентом, предупредить его, предложить альтернативные варианты.

Анализ — по завершению доставки мы анализируем, все ли прошло согласно плану, детально разбираем причины и следствия несоответствий. Если они были положительными, а не исключено, что мы где-то «перезаложились», значит у нас есть скрытые резервы. Если отклонения были отрицательными, то обязательно следует проанализировать, явились ли они следствием ошибок планирования или проявлением форс-мажорных обстоятельств. В любом случае, подобный анализ позволяет нам от цикла к циклу совершенствовать процессы управления транспортной логистикой.

Каждый из данных этапов очень важен, ведь правильная их реализация напрямую влияет на уровень издержек транспортной логистики.

Современным логистам при планировании маршрутов приходится учитывать несколько десятков параметров и ограничений. Поэтому подготовить оптимальный маршрут в «ручном» режиме практически невозможно. Здесь на помощь приходят компьютерные системы маршрутизации, неотъемлемой частью которых являются модели транспортных сетей регионов. В них осуществляется транспортировка. Для контроля грузоперевозок уже не первый год успешно применяются системы GPS/ГЛОНАСС мониторинга мобильных объектов, которые сегодня способны не только фиксировать перемещения транспортных средств в режиме онлайн, но и отслеживать специфику их эксплуатации (более полусотни различных показателей: расход топлива, соблюдение температурных режимов перевозки, факты и продолжительность открытия в кузова автомобиля и т.д.). Вся собранная информация сохраняется в архиве и доступна для детального анализа. Наибольший эффект от применения современных технологий достигается при комплексном их использовании в режиме «план-факт», когда планы доставок экспортируются в систему контроля и пользователи могут на одном экране (электронной карте) сравнивать соответствие плановых маршрутов и фактических перемещений транспортных средств, оперативно отслеживая все отклонения.

Опыт клиентов ГК «АНТОР», пользователей информационных решений ANTOR LogisticsMaster (система маршрутизации) и ANTOR MonitorMaster (система GPS/ГЛОНАСС мониторинга), среди которых Danone, Nestle, ИИМАРКО, Вимм-Биль-Данн, Русский Холод и многие другие, подтверждает, что подобный подход позволяет снизить затраты транспортной логистики на 25—30% и повысить качество обслуживания клиентов.

КОММЕНТАРИЙ СПЕЦИАЛИСТА-ПРАКТИКА

К СТАТЬЕ «ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОСТАВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПИЩЕВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ»
стр. 24—25



**ЮРИЙ
ФЕДУРУК**
ООО «ТГА-ЮГ»,
генеральный
директор

«В СЛУЧАЕ ОПОЗДАНИЯ ПОТЕРИ ОПЛАЧИВАЕТ ПЕРЕВОЗЧИК»

В своей статье автор рассказывает о проблемах, возникающих в процессе доставки скоропортящихся молочных продуктов, и о путях решения этих проблем. Я бы хотел в дополнение к этой статье рассказать о совсем специфическом и сложном направлении доставки «скоропорта» — о сборе сырого молока по фермам и крестьянским хозяйствам.

Такая работа — специализация нашей компании. ООО «ТрансГарантАвто» работает на рынке перевозки сырого молока уже более 30 лет. За это время мы накопили большой опыт как в планировании перевозок скоропортящихся продуктов, так и в оперативном решении возникающих проблем.

Основной нюанс, значительно затрудняющий сбор сырого молока — это необходимость точного выполнения графика вывоза молока. Корова должна доиться два раза в сутки, ей не объяснишь, мол, потери, милая, машина задерживается. В случае значительного опоздания лишнее молоко просто выливают на землю — а потери выставляются перевозчику, причем не имеет значения, по какой причине не пришла машина. При стоимости молока 15—18 руб./литр и средней товарной партии 10—20 тонн, убыток может составить 150—360 тысяч руб. Теоретически, решение проблемы — наличие резервных машин, в идеале они должны составлять не менее 10% используемого парка, чтобы не зависеть от случайностей на дороге. На практике же наличие резервных машин — это снижение экономической эффективности предприятия, так как на 10% увеличивается фонд заработной платы, на-

логи, страховки, лизинговые платежи и многие другие расходы (любая машина, даже законсервированная, продолжает потреблять материальные ресурсы). Поэтому приходится постоянно маневрировать парком, например, машина, находящаяся на техническом обслуживании в сервисе, условно считается резервной, то есть ремонт может быть прерван и машина срочно отправлена в рейс. Также диспетчеру приходится держать в голове все маршруты доставки, вместимость танков для молока, расстояния и представлять их важность и критичность. Это необходимо для переброски машины с рейса, где не требуется срочность, туда, где ситуация может закончиться плачевно.

Свои сложности приносит и непогода. Осенью и зимой значительно ухудшаются дорожные условия, а, значит, увеличивается вероятность ДТП и технических поломок, падает скорость автомобиля. Последнее, кстати, очень сильно влияет на экономическую эффективность. Помимо прямых потерь (повышенный расход топлива) приходится увеличивать количество машин на линии. Например, на ежедневный



маршрут протяженностью 500—600 км, где летом находится одна машина, зимой приходится ставить две, чтобы они успевали выполнить рейс, чтобы снизить риск ДТП из-за повышенной утомляемости водителя.

