

# Оптимизация цепочек поставок: транспортные сети

XJ Technologies ( [www.xjtek.ru](http://www.xjtek.ru) )

Тимофей Попков, Максим Гарифуллин

**Эффективное управление транспортной сетью является одним из ключевых факторов, влияющих на функционирование системы поставок в целом. Но когда речь заходит об оптимизации цепочек поставок, задача управления сетью обычно остается в тени, т.к. большинство компаний не знают, как подступиться к ее решению.**

Схема управления транспортной сетью специфична для каждой компании, и встретить две компании с одинаковыми схемами управления практически невозможно. Фактически, существует три группы компаний, заинтересованных в эффективном управлении транспортной сетью: 1) грузоотправители/грузополучатели, которые сами управляют транспортной сетью; 2) грузоотправители/грузополучатели, которые нанимают перевозчиков и 3) сами компании-перевозчики. Если для первой и третьей группы необходимость эффективного управления очевидна, то от представителей второй группы нередко приходится слышать «Зачем нам знать о том, как управляет транспортной сетью компания-перевозчик? Главное, чтобы нам вовремя доставили груз». На самом деле, от того, насколько эффективно перевозчик управляет своей транспортной сетью зависит то, насколько выгодные условия (сроки доставки, сроки между заказом перевозки и ее выполнением, стоимость перевозок, отслеживание перевозок, перевозка грузов как можно меньшим количеством транспортных средств и т.д.) он может вам предложить. Например, если вы платите перевозчику за количество транспортных средств, используемых ежемесячно для перевозки ваших грузов, то вы будете заинтересованы в том, чтобы перевозчик перевозил как можно больше груза как можно меньшим количеством транспортных средств. Принимая все это во внимание, грузоотправитель всегда заинтересован в том, чтобы перевозчик использовал действенную систему управления.

Эффективное управление транспортной сетью заключается в эффективном управлении всеми ее ресурсами (транспортными средствами - вагонами, грузовиками, судами, самолетами, контейнерами, маршрутами, складами/терминалами, информационными системами) и фактически сводится к долгосрочному и краткосрочному планированию (в частности, составлению расписания) перевозок, а также оперативному управлению. Требования к управлению могут выдвигаться совершенно разные. Например, это может быть и максимизация объема перевозок, и минимизация стоимости перевозок, и вероятность выхода стоимости перевозок за рамки бюджета и т.д. Однако, независимо от требований, аналитического решения для задачи составления расписания не существует. Единственным методом, который позволял бы найти оптимальное расписание, является полный перебор всех возможных вариантов развития событий, но это представляет собой нерешаемую задачу, т.к. события развиваются во времени, и чем дальше мы смотрим вперед, тем больше различных вариантов получаем, и количество необходимых расчетов растет в геометрической прогрессии.

Одним из подходов, позволяющих получить решение, близкое к оптимальному, является разработка *оптимизирующих имитационных моделей*. Такие модели позволяют «проиграть» различные схемы управления транспортной сетью, проанализировать различные варианты развития событий и выбрать наиболее эффективное решение на данный момент времени.

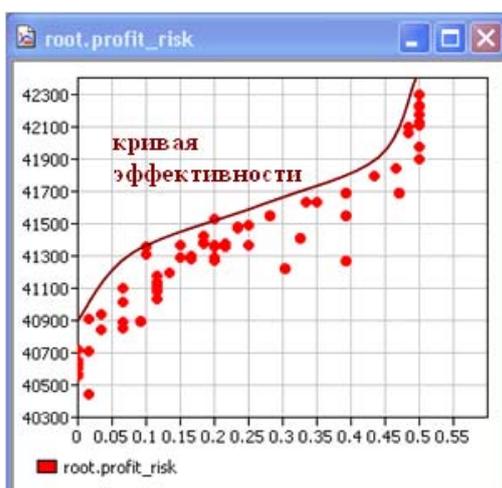
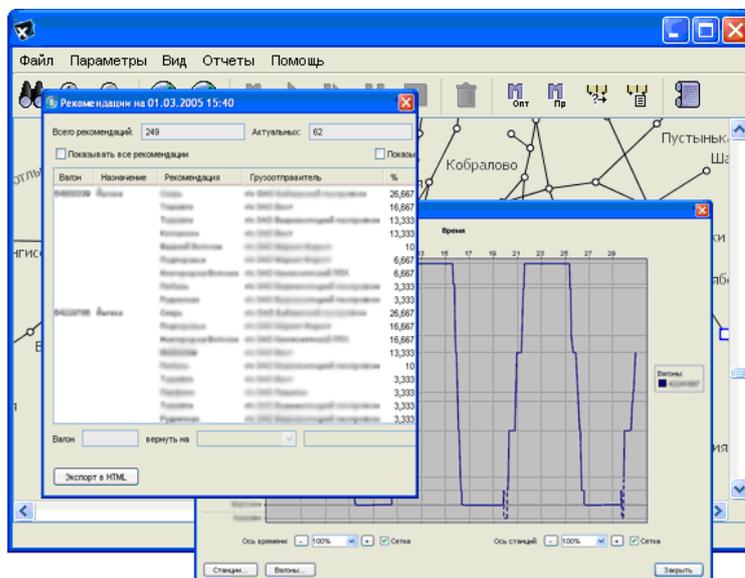
На рисунке 1 приведен пример визуального интерфейса автоматизированной системы по управлению транспортной сетью железнодорожных перевозок по северо-западу России. Данная система позволяет осуществлять долгосрочное и оперативное управление вагонным парком, составлять расписание движения вагонов, рассчитывать эффективность различных вариантов расписаний, выработать рекомендации по оперативному управлению парком, «проигрывать» историю движения вагонов, делать прогнозы на будущее, проводить анализ рисков и предоставляет различные отчеты по функционированию транспортной сети.

**Рисунок 1. Снимок визуального интерфейса системы управления транспортной сетью**

Основу системы составляет агентная имитационная модель, построенная с помощью инструмента имитационного моделирования AnyLogic. Алгоритм управления, используемый системой, разработан с учетом последних достижений в теории управления, а его

основу составляет множество эвристик/метаэвристик, разработанных в результате экспертного анализа предметной области. Система работает с данными, загружаемыми в режиме реального времени из базы данных МПС, и использует их для автоматического обновления накапливаемой статистики и корректировки прогнозов с учетом более новой информации. Таким образом, система управления транспортной сетью всегда предоставляет рекомендации по управлению сетью с учетом самой свежей информации о дислокации, внештатных ситуациях, последней статистики и т.д.

Кроме того, система полностью автоматизирует бизнес-процесс по управлению вагонами, начиная от принятия решения по управлению парком до его выполнения на местах, предоставляя при этом всю информацию для мониторинга процесса и обеспечивая разграничение прав пользователей при доступе к той или иной функциональности и/или информации.



**Рисунок 2. Анализ рисков**

Существенной особенностью транспортных сетей в реальной жизни является слабая предсказуемость времени доставки груза. Это выражается в том, что в некотором проценте случаев доставка будет осуществлена в срок, а в некотором – опоздает. Расписание, рассчитанное на приход грузов в срок, является рискованным, под риском при этом понимается вероятность того, что стоимость перевозок выйдет за указанный предел. Под данное условие попадает несколько расписаний – например, можно планировать поставки с огромным

запасом по времени, но тогда выгодность расписания падает. На графике (Рисунок 2) точками показаны различные расписания. По оси X показана вероятность выхода стоимости расписания за заданные пределы, по оси Y – выгодность расписания. Чем выше находится точка по оси Y для заданного значения X, тем выгоднее расписание. Кривая, проведенная по точкам, соответствующим наиболее выгодным расписаниям, называется кривой эффективности (efficient frontier) и ее нахождение является составной частью системы управления транспортной сетью.

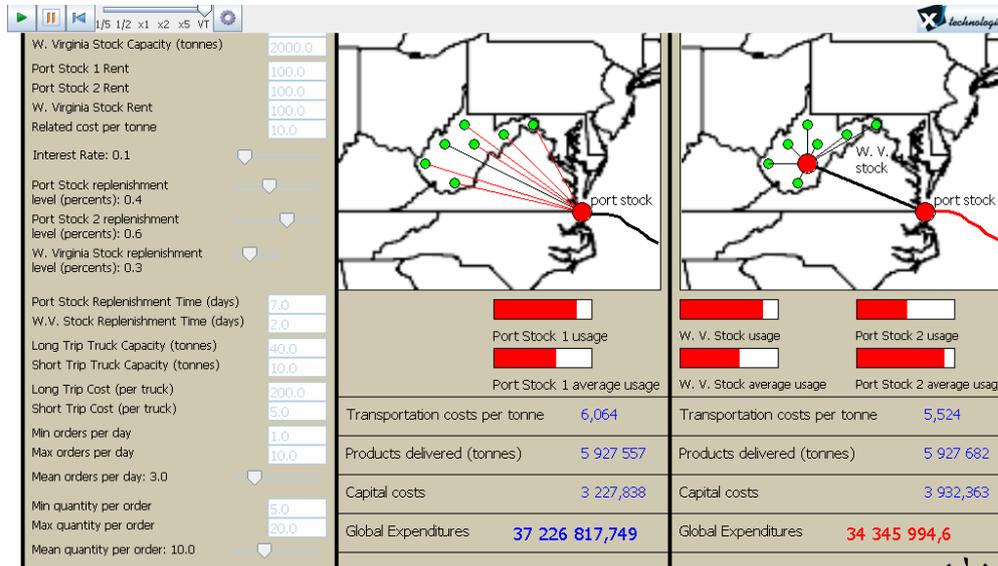


Рисунок 3. Оптимизирующая модель для оценки эффективности сетей складов

Кроме задач оперативного управления и составления расписания, управление транспортной сетью включает различные сопутствующие задачи, например, управление промежуточными терминалами/складами, управление контейнерами (если мы перевозим груз в контейнерах), управление перевалочными пунктами и т.д. На рисунке 4 приведен пример оптимизирующей модели для оценки эффективности разных схем организации сети складов. В обоих случаях груз доставляется на территорию США водным путем в контейнерах и хранится на складе в порту. Затем, в зависимости от принятой схемы, груз развозится либо непосредственно по розничным складам, либо вначале на промежуточный склад (хаб) и только затем на розничные склады. Учитывая различные параметры системы, такие как объем заказов, объем перевозок, стоимость перевозок, емкость складов, грузоподъемность транспортных средств, собственный парк транспортных средств, арендуемый парк, и т.д. модель позволяет «проиграть» развитие ситуации во времени и рассчитать стоимостные и временные показатели, например, в какой промежуток времени нужно переключиться с одной схемы на другую. Все расчеты делаются с учетом стохастических и динамических характеристик реальных объектов.

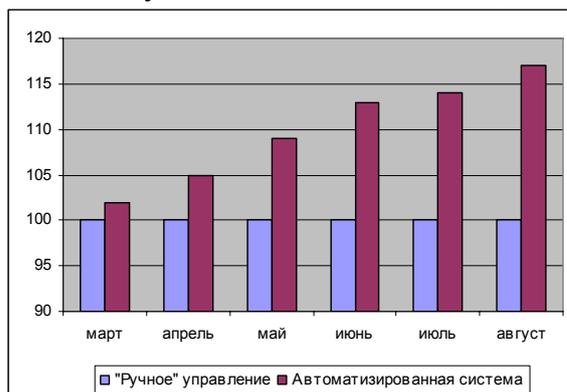


Рисунок 4. Эффект от внедрения

Внедрение систем автоматизированного управления транспортной сетью позволяет повысить эффективность управления сетью до 10% и более процентов, что является существенной величиной, если смотреть на общую стоимость перевозок. Кроме того, сам бизнес-процесс по управлению сетью становится полностью прозрачным и

контролируемым.

Применение имитационного моделирования и AnyLogic не ограничивается решением задачи построения расписания и управления транспортной сетью. Функциональность AnyLogic значительно шире и позволяет решать различные задачи от стратегического планирования и маркетинга до оптимизации цепочек поставок, производств, складов и бизнес-процессов.