



Модель планирования для операторов



Андрей СЫЧЕВ
Andrey E. SYCHEV

Ералы АУТОВ
Eraly K. AUTOV



Сычев Андрей Евгеньевич — кандидат технических наук, доцент кафедры «Логистика и управление транспортными системами» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Аутов Ералы Кабдылсиюнович — преподаватель Алматинского государственного колледжа транспорта и коммуникаций (Республика Казахстан).

Новые рыночные условия на постсоветском пространстве меняют интеграционные отраслевые зависимости. Взаимопроникновение экономик стран-соседей приобретает разные формы, но сохраняет и общую выгоду, что демонстрирует, в частности, железнодорожная отрасль. Предложена математическая модель планирования работы компаний-операторов, позволяющая повысить экономическую эффективность использования железнодорожного подвижного состава.

Ключевые слова: вагоны, железная дорога, компании-операторы, оперативное планирование, математическая модель, алгоритмы, экономическая эффективность.

В последнее время наблюдается ускоренная интеграция национальных экономик Российской Федерации и Республики Казахстан, рост товарооборота между двумя соседними странами, взаимное проникновение бизнеса. Решения глав государств о реализации стратегии, направленной на создание единого экономического пространства на базе существующего Таможенного союза, окажет бесспорное влияние и на транспортные системы обеих стран. Современная история железнодорожной отрасли в независимых России и Казахстане во многом сходна. Очевидно, что еще более схожим будет дальнейшее развитие отраслевых структур и связей в рамках единого экономического пространства.

Переход отечественной промышленности к рыночной модели ведения бизнеса в начале 90-х годов прошлого столетия давался России непросто. Быстрый и необдуманный отказ от всего «старого, советского» привел к значительным катаклизмам в различных областях индустрии и хозяйственной жизни. Естественно, и железные дороги в этой общей деструктивной ситуации не стали исключением.

К середине первого десятилетия 2000-х годов во всех развитых странах мира наблюдался рост большинства сегментов рынка. На многих территориях СНГ вслед за быстрым ростом отдельных отраслей промышленности (в частности, сырьевого, строительного и аграрного) последовал резкий рост объемов железнодорожных перевозок. В Российской Федерации рынок грузоперевозок оказался настолько быстрорастущим и высокодоходным (внутренняя норма доходности превышала 40% годовых), что это сделало возможным тот сценарий развития, когда даже чрезвычайно далекие от транспортной отрасли инвесторы стали рассматривать подвижной состав как надежный инструмент для финансовых вложений. Такие инвесторы не имели детального представления о специфике железнодорожных перевозок, не знали их внутренней технологии и не могли дать квалифицированную оценку возможностей национальной транспортной системы, но при этом вкладывали значительные средства в покупку нового подвижного состава.

Комплекс различных факторов привел к тому, что железнодорожная отрасль столкнулась с новой проблемой: вагонов имеется много, а большинство частных компаний либо не умеет грамотно управлять ими, либо не заинтересовано в координации своих действий с другими компаниями-операторами (конкурентами) и холдинговыми структурами.

Очевидно, что в дальнейшем рынок грузоперевозок станет более зрелым, количество независимых компаний-операторов подвижного состава сократится, уровень рентабельности перевозок изменится. На рынке смогут остаться только профессиональные игроки, которые будут вынуждены непрерывно заниматься сокращением внутренних издержек, оптимизацией существующих бизнес-процессов, автоматизацией планирования.

Одним из источников такой внутренней оптимизации является совершенствование технологии регулирования порожнего подвижного состава. Этим в равной мере занимаются не только железнодорожники России и Казахстана, но и их партнеры. И многое здесь связано прежде всего с автоматизацией оперативного планирования.

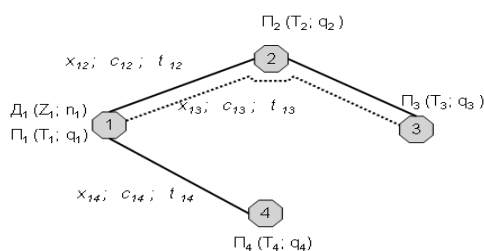


Рис. 1. Графическое отображение возможных вариантов подачи порожних вагонов от станций-доноров к станциям-потребителям.

Компании-операторы, сотрудничающие с большим количеством грузовладельцев, ежедневно имеют на сети железных дорог стран СНГ выгрузку собственного подвижного состава и потребности клиентов в порожних вагонах. Для целей автоматизации алгоритмов планирования распределения вагонного парка следует представить все интересующие нас параметры в виде математической модели (рис. 1).

У компании-оператора ежедневно происходит выгрузка вагонов на станциях-донорах и возникают потребности в порожних вагонах на станциях-потребителях. Обозначим станции-доноры буквами Д с соответствующим индексом, а станции-потребители — буквой П.

Станция-донор D_i характеризуется количеством выгруженного подвижного состава n (требуется направить на новые станции погрузки) и датой планирования Z . Станции-потребители (P_1 – P_4) характеризуются необходимым для них количеством подвижного состава q и требуемой датой подачи T . Каждый вариант поставки связан со временем подачи t , стоимостью подачи C и искомым количеством подвижного состава x .

Необходимое количество подвижного состава определяется исходя из заявок клиентов либо условиями договоров.

Время подачи вагонов t от i -го донора в адрес k -го потребителя определяется с учетом среднестатистических данных либо по формуле:

$$t_{ik} = f(S) = t_{\text{движ}} + t_{\text{дон}} = \frac{S}{v} + t_{\text{дон}}, \quad (1)$$

где S — расстояние перевозки, км;

v — нормативная скорость перевозки в зависимости от расстояния, км/сут.;

$t_{\text{дон}}$ — нормативное время на дополнительные операции, сут.



Стоимость подачи одного вагона c от i -го донора в адрес k -го потребителя складывается из следующих параметров:

$$c_{ik} = r_{ik} + b_{ik} + c_{ik}^{don}; \quad (2)$$

где r_{ik} — железнодорожный тариф на перевозку порожнего вагона от станции-донора i до станции-потребителя k , руб.;

b_{ik} — вагонная составляющая тарифа (ежедневные платежи в расчете на один вагон), руб.;

c_{ik}^{don} — дополнительные расходы, определяемые данным вариантом подачи вагонов. $b_{ik} = b_{norm} \cdot t_{ik}$, (3)

где b_{norm} — нормативные (расчетные) расходы, приходящиеся на один вагон (сумма лизинговых платежей, расходов на ремонт и обслуживание), либо установленная в компании норма выручки (дохода, руб.) на один вагон в сутки;

c_{ik}^{don} — дополнительные потери компании-оператора в случае несвоевременной подачи вагонов потребителю (клиенту).

Дополнительные затраты (штрафы), приходящиеся на один вагон, зависят от договорных обязательств с каждым клиентом. В настоящее время клиенту (потребителю логистических услуг) выплачивается штраф только за задержку в подаче подвижного состава. В случае досрочной подачи вагонов штрафные санкции не предусмотрены. Если штрафные санкции равны установленной в компании норме прибыли, данные потери можно описать формулой

$$c_{ik}^{don} = b_{norm} \cdot (t_{ik} - (T_k - Z)). \quad (4)$$

Очевидно, что подобный вариант приемлем в расчетах только тогда, когда затраты имеют положительное значение ($c_{ik}^{don} > 0$). В других вариантах параметр c_{ik}^{don} из формулы исключается.

Оптимальное решение оперативного планирования заключается в получении такого набора параметров x , при котором

сумма затрат на подачу вагонов клиентам-потребителям будет минимальной:

$$C = \sum_{i=1, k=1}^{i=I, k=K} c_{ij} \cdot x_{ij} = c_{11} \cdot x_{11} + c_{12} \cdot x_{12} + \dots + c_{ik} \cdot x_{ik} + \dots + c_{IK} \cdot x_{IK} \Rightarrow \min \quad (5)$$

Решение должно удовлетворять основным ограничениям по возможностям донора (6):

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1k} + \dots + x_{1K} \leq n_1; \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2k} + \dots + x_{2K} \leq n_2; \\ \dots \\ x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ik} + \dots + x_{iK} \leq n_i; \\ \dots \\ x_{I1} + x_{I2} + \dots + x_{Ik} + \dots + x_{IK} \leq n_I. \end{cases} \quad (6)$$

и объему заявок потребителей (7):

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + \dots + x_{i1} + \dots + x_{I1} \leq q_1; \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{i2} + \dots + x_{I2} \leq q_2; \\ \dots \\ x_{1k} + x_{2k} + \dots + x_{ik} + \dots + x_{Ik} \leq q_k; \\ \dots \\ x_{1K} + x_{2K} + \dots + x_{iK} + \dots + x_{IK} \leq q_K. \end{cases} \quad (7)$$

Размер партий вагонов не может быть отрицательным ($x_{ik} \geq 0$).

Представленные алгоритмы при внедрении на предприятиях дают возможность компаниям-операторам значительно сократить ежедневные издержки на подачу порожнего подвижного состава, избежать влияния человеческого фактора при планировании (диспетчеризации), оптимизировать расходы (в том числе на персонал) и обеспечить владельцам бизнеса приемлемый уровень экономической эффективности. ●

PLANNING MODEL FOR ROLLING STOCK OPERATING COMPANIES

Sychev, Andrey E. — Ph.D. (Tech), associate professor at the department of logistics and transport systems management of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Autov, Eraly K. — lecturer of Almaty state college of transport and communications (Kazakhstan).

New market conditions in post-soviet area change integrative sectorial dependencies. Interpenetration of the economies of neighboring countries takes different shapes but is mutually advantageous; the example of railways cooperation confirms this trend. The authors propose mathematical model of planning for companies, operating rolling stocks. The model is to increase economic efficiency of operation of railway rolling stock.

Key words: railway cars, railway, operating companies, planning, mathematical model, algorithms, economic efficiency.

Координаты авторов (contact information): Сычев А. Е. — a.e.sychev@yandex.ru, Аутов Е. К. — 8-701-737-7461.