

О. И. ХАРЧЕНКО (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

ВЕКТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В ЗАДАЧЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ ГРУЗА

В статье предложено теоретические основы моделирования технологии доставки груза, на основе определения зависимости затрат от времени доставки груза.

Розглянуто теоретичні основи моделювання технології доставки вантажу на основі визначення залежності затрат від часу доставки вантажу.

In clause it is offered theoretical bases of modelling of technology of delivery of a cargo, on the basis of definition of dependence of expenses from time of delivery of a cargo.

При плановой экономике на железных дорогах не уделяли должного внимания строгому выполнению договоров на перевозки, в частности, безусловному соблюдению установленных Правилами сроков доставки.

Переход железных дорог на самофинансирование резко обострил проблему сокращения непроизводительных расходов на дорогах. К ним относятся прежде всего значительные суммы штрафов, которые выплачиваются отправителям и получателям грузов из-за нарушения железной дорогой договора на перевозку. Грузовладельцы используют возможность взыскания штрафов с перевозчика, так как полученные штрафные суммы становятся для них дополнительной прибылью.

На железнодорожном транспорте нормативный срок доставки груза устанавливается требованиями Правил перевозок грузов, при этом реальные нормативные сроки не учитывают особенности технологии перевозок, что заранее не позволяет железным дорогам придерживаться этих сроков. В тоже время согласно Уставу железнодорожного транспорта грузополучателям выплачиваются штрафы за несвоевременную доставку. Среднее время просрочки за последнее время превышает 8 суток. Это означает, что из отправок не доставленных в срок, примерно половина перевезена железной дорогой бесплатно.

Качество транспортного обслуживания является одним из факторов, что определяет результативность рыночной деятельности предприятий. К показателям качества на железнодорожном транспорте относятся безопасность движения, регулярность и своевременность перевозок, сохранность количества и качества существенно повысить доходы.

продукции, которая перевозится, скорость перевозки и сроки доставки. Последний, в условиях рыночной экономики, рассматривается как один из важнейших показателей, определяющий качество работы отрасли.

Также в последнее время на рынке перевозок усиливается конкуренция железнодорожного транспорта с автомобильным транспортом, так как автотранспорт имеет ряд преимуществ:

- доставка груза производится от «двери до двери», что технически не возможно на железнодорожном транспорте;

- используется гибкая система тарифов, на железнодорожном транспорте же есть привязка к тарифам, которые установлены на государственном уровне;

- может обеспечить доставку точно в срок, что не может сделать железнодорожный транспорт, поскольку перевозки выполняются согласно плану формирования грузовых поездов.

Анализ грузовых перевозок показал, что объемы перевозимые автотранспортом растут, также как и дальность перевозки. Железнодорожный транспорт теряет объемы перевозки грузов на короткие расстояния, на доле железнодорожного транспорта остаются перевозки массовых грузов на большие расстояния.

Для завоевания наиболее выгодных позиций на транспортном рынке железной дороге необходимо отказаться от месячного планирования и перейти на непрерывный прием заявок на перевозку, а также повысить качество транспортного обслуживания клиентов. Грузоотправителю должна быть предоставлена возможность «заказа» скорости доставки и маршрута пропуска вагона с грузом. План формирования должен гибко реагировать на спрос, что позволит

Очевидно, что задача определения зависимости затрат от времени доставки является актуальной, поэтому для рассмотрения предлагается теоретические основы моделирования процесса доставки груза.

Пусть весь процесс доставки груза заданного объема разбит на несколько подпроцессов, которые будем называть фазами и обозначать ω . Для каждого объема перевозок количество фаз считаем заданным. Рассматривая некоторую фазу $\omega_i, i = 1, \overline{M}$ можем указать вполне определенный набор операций в данной фазе $\sigma_{i\vartheta}, \vartheta = 1, m_i$, причем реализация операции $\sigma_{i\vartheta}$ характеризуется затратами времени $t_{i\vartheta}$ и средств $c_{i\vartheta}$.

Естественно возникает задача выбора операций в каждой фазе так чтобы суммарные затраты времени и средств были бы как можно меньше.

Пусть $\gamma = [\sigma_{i\vartheta_1}, \sigma_{i\vartheta_2}, \dots, \sigma_{i\vartheta_i}, \sigma_{k\vartheta_M}]$, перечень операций, которые выполняются при доставке груза, такой перечень будем называть траекторией доставки.

В общем случае таких траекторий будет

$$n = \prod_i^M m_i$$

А набор всех траекторий обозначим символом Γ , тогда если $\gamma \in \Gamma$, то можно сопоставить траектории γ два числа $t(\gamma)$ – время доставки и $c(\gamma)$ – затраты средств. И задаче выбора операций в каждой фазе можно придать формулировку

$$\begin{pmatrix} t(\gamma) \\ c(\gamma) \end{pmatrix} \rightarrow \min \quad (1)$$

При условии $\gamma \in \Gamma$.

Данная задача представляет собой задачу векторной оптимизации [1].

Остановимся более подробно над тем, что будем понимать под решением задачи векторной оптимизации (1).

Определение 1. Траекторию $\gamma \in \Gamma$ будем называть эффективной, если любое отклонение от нее приводит к ухудшению одного показателя и улучшению другого.

В нашем случае последнее означает, что может увеличиться время доставки, но зато уменьшается затраты средств.

Определение 2. Две траектории γ_1 и $\gamma_2 \in \Gamma$ называются несравнимыми, если имеет место

$$\begin{pmatrix} t(\gamma_1) \leq t(\gamma_2) \\ c(\gamma_1) \geq c(\gamma_2) \end{pmatrix} \text{ или } \begin{pmatrix} t(\gamma_1) \geq t(\gamma_2) \\ c(\gamma_1) \leq c(\gamma_2) \end{pmatrix}$$

При чем среди неравенств обязательно хотя бы одно должно быть строгим неравенством.

Определение 3. Множество траекторий $\Gamma_* \subseteq \Gamma$ будем называть решением задачи векторной оптимизации (1), если любая траектория $\gamma_* \in \Gamma_*$ является эффективной, а любая пара траекторий из Γ_* являются несравнимыми.

Таким образом, зная множество Γ_* можно построить зависимость затрат от времени доставки, как показано на рис. 1.

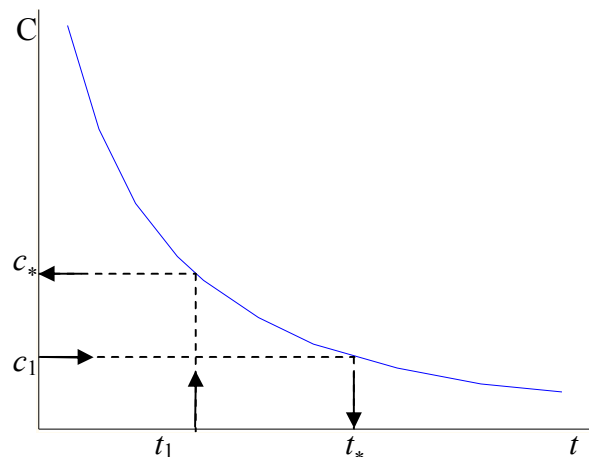


Рис. 1. Качественный характер зависимости затрат от времени доставки.

Данная зависимость позволяет принимать решения в тех или иных обстоятельствах.

Так, например, если зададимся временем доставки t_* , то получим соответствующие затраты средств. Если таких средств нет, а располагаем $c_1 < c_*$, то получим $t_1 > t_*$.

Для примера рассматривается процесс из 5 фаз. В каждой фазе операций различное число $m_1 = 3; m_2 = 2; m_3 = 5; m_4 = 1; m_5 = 4$. Данную информацию определили как вектор вариантов операций по фазам в виде $N := [3, 2, 5, 1, 4]$.

Затраты средств отразим в виде следующей матрицы:

$$C := \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 0 & 0 \\ 4 & 7 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 8 & 10 & 20 & 50 \\ 17 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 5 & 9 & 15 & 0 \end{bmatrix},$$

а затраты времени покажем следующим образом:

$$T := \begin{bmatrix} 10 & 6 & 5 & 0 & 0 \\ 4 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 5 & 4 & 3 & 2,5 \\ 1,7 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 2,5 & 2,1 & 1,5 & 0 \end{bmatrix}.$$

Решив задачу (1) для выписанных исходных данных траектории работ будут следующие:

$$\gamma_1 = [\omega_{11}, \omega_{21}, \omega_{31}, \omega_{41}, \omega_{51}]$$

$$\gamma_2 = [\omega_{12}, \omega_{21}, \omega_{31}, \omega_{41}, \omega_{51}]$$

$$\gamma_3 = [\omega_{12}, \omega_{22}, \omega_{31}, \omega_{41}, \omega_{51}]$$

$$\gamma_4 = [\omega_{13}, \omega_{22}, \omega_{33}, \omega_{41}, \omega_{51}]$$

$$\gamma_5 = [\omega_{13}, \omega_{22}, \omega_{33}, \omega_{41}, \omega_{52}]$$

$$\gamma_6 = [\omega_{13}, \omega_{22}, \omega_{34}, \omega_{41}, \omega_{54}]$$

$$\gamma_7 = [\omega_{13}, \omega_{22}, \omega_{35}, \omega_{41}, \omega_{54}]$$

Эти траектории составляют множество Γ_* , а отображение множества Γ_* в пространство функционалов $[c(\gamma), t(\gamma)]$ представлено на рис. 2.

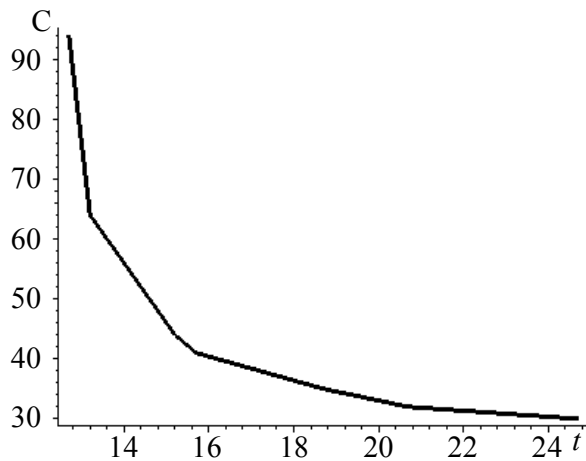


Рис.2. Зависимость затрат средств от времени доставки

Зависимость показанная на рис. 2 отображает прямые затраты, то есть затраты, связанные с производством определенного вида продукции и прямо-относимые на ее себестоимость. Прямые затраты на железнодорожном транспорте являются эксплуатационные расходы, так как железнодорожный транспорт представляет собой особую отрасль материального производства, продукция которой не имеет новой вещественной формы. Проще говоря, продукцией транспорта являются перевозки, плата за которые берется согласно тарифу на железнодорожные перевозки. На сегодняшний день они устанавливаются в порядке, который определяет государственные органы власти. В качестве базового тарифа была принята средняя для всех железных дорог себестоимость перевозок. Хотя затраты по перевозке грузов различаются по

участкам дорог и зависят от профиля пути, вида используемых локомотивов, грузонапряженности участка и от многих других факторов.

Поэтому предлагается, определив прямые расходы, связанные с грузовыми перевозками для отдельных участков и установив зависимость этих расходов от времени доставки, выставлять тариф, который можно определить следующим образом:

$$T = C \cdot (1 + \alpha).$$

Величина α должна быть определена для каждой пары пунктов доставки, так чтобы кривая зависимости тарифов от времени доставки была бы не более, чем у конкурентного вида транспорта.

Существующая система нормирования сроков доставки грузов не совершенна. Если не принять срочные меры к прекращению нарушений договоров на перевозку грузов, то железнодорожный транспорт будет перевозить грузы бесплатно.

Данная методика предоставляет возможность грузоотправителю заказать срок доставки согласно своим финансовым возможностям. Конечно, со стороны железной дороги, эти сроки должны быть обоснованы исходя из технических возможностей дорог.

Доходы железных дорог увеличатся, в связи с улучшением качества обслуживания грузоладельцев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход [Текст] / В. Д. Ногин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 144 с.
2. Матросов, А. В. Решение задач высшей математики и механики [Текст] / А. В. Матросов – СПб.: БХВ, 2001. – 528 с.
3. Ейтуніс, Б. Г. Вплив науково-технічного прогресу на ринок вантажних перевезень [Текст] / Б. Г. Ейтуніс // Залізн. трансп. України. – 2007. – № 4. – С. 92-93.
4. Анненков, А. В. Информационные технологии перевозок грузов [Текст] / А. В. Анненков, В. А. Шаров // Ж.д. транспорт. – 1998. – № 4. – С. 27-29.
5. Яновський, П.О. Методика визначення тривалості знаходження вагонів на технічних станціях в умовах функціонування автоматизованої системи моделювання та аналізу експлуатаційної роботи залізниць [Текст] / П. О. Яновський // Залізн. трансп. України. – 2008. – № 2. – С. 25-28.
6. Яновський, П.О. Дослідження оптимізації терміну доставки вантажів [Текст] / П. О. Яновський // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 4. – С. 17-19.

Поступила в редколлегию 15.02.2011.

Принята к печати 17.02.2011.