

9. Michael Caplain: Finding Invariant Assertions for Proving Programs. In Proceedings of the international Conference on Reliable Software (Los Angeles, California, April 21 - 23, 1975): 165-171.
10. Enric Rodriguez-Carbonell, Deepak Kapur: Automatic generation of polynomial loop invariants: algebraic foundations. ISSAC 2004: 266-273.
11. Enric Rodriguez-Carbonell, Deepak Kapur: Automatic generation of polynomial invariants of bounded degree using abstract interpretation. Sci. Comput. Program. 64(1): 54-75 (2007).
12. Laura Ildiko Kovacs, Tudor Jebelean: An Algorithm for Automated Generation of Invariants for Loops with Conditionals. SYNASC 2005: 245-249.

УДК 656.96

Запропонована методика вибору перевізником оптимальних стратегій на ринку транспортно-експедиційних послуг відносно парку рухомого складу

Ключові слова: експедиційне обслуговування, стратегія перевізника

Предложена методика выбора перевозчиком оптимальных стратегий на рынке транспортно-экспедиционных услуг относительно парка подвижного состава

Ключевые слова: экспедиционное обслуживание, стратегия перевозчика

The method of choice of an optimal strategy by the carrier at a freight forwarding market with regard to a fleet structure has been proposed

Key words: freight forwarding, strategy of the carrier

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ ПЕРЕВОЗЧИКА НА РЫНКЕ ТРАНСПОРТНО- ЭКСПЕДИЦИОННЫХ УСЛУГ

В.С. Наумов

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра транспортных технологий*

Контактный тел.: (057) 707-37-20

E-mail: naumov-vs@mail.ru

Ю.В. Пересыпкин

Контактный тел.: 099-278-75-51

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ул. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002

1. Введение

Переход отечественных транспортных предприятий в 90-ых годах прошлого века на новую систему хозяйствования обусловил необходимость развития новых подходов к формированию организационных структур и систем управления перевозками грузов. Особую актуальность данная проблема приобрела на автомобильном транспорте, где роль организации транспортного процесса от автотранспортных объединений перешла к отдельным субъектам транспортного рынка – экспедиторам. Выбор перевозчика относится к одной из основных задач, позволяющих решить указанную проблему.

2. Анализ публикаций

Согласно терминологии теории игр [1], под стратегией понимается правила действия в каждой из возможных ситуаций игры – упрощенной формализованной модели реальной конфликтной ситуации. В [2] выделены основные типы конфликтных ситуаций, возникающих между субъектами рынка транспортных услуг: конфликт между транспортно-экспедиционным предприятием (ТЭП) и перевозчиком и конфликт между ТЭП и грузовладельцем при установлении платы за услугу. В данном исследовании будет рассматриваться, очевидно, первая из обозначенных ситуаций.

В работах [3] предлагается игровой подход для оценки структуры городского автобусного парка, при этом в качестве игроков рассматриваются перевозчики, а в качестве их стратегий – модели транспортных средств (смешанная стратегия при этом указывает на вариант структуры автопарка, вероятность использования стратегии соответствует доле автомобилей в структуре парка подвижного состава). Результаты решения конфликтных ситуаций между перевозчиками на каждой корреспонденции позволяют определить оптимальную структуру автопарка по городу в целом. Такой подход применим и для определения оптимальных стратегий перевозчиков на рынке транспортно-экспедиционных услуг (ТЭУ). В качестве стратегий перевозчиков, по аналогии, могут выступать модели транспортных средств, использование которых возможно для доставки грузов.

3. Цель и постановка задачи

Целью исследования является разработка методики выбора оптимальной стратегии перевозчика относительно структуры автопарка на рынке транспортных услуг. Объектом исследования является процесс ТЭО предприятий и организаций, а предметом исследования – конфликтная ситуация между экспедитором и перевозчиком. Для достижения цели исследования в работе формализуются стратегии перевозчика и экспедитора, разрабатываются платежные функции участников рынка, а также описывается метод расчета оптимальных стратегий.

4. Формализация конфликтной ситуации

Согласно [4], игрой является совокупность $\Gamma = \langle I, \{r_i\}_{i \in I}, \{H_i\}_{i \in I} \rangle$, где I – множество игроков, r_i – множество стратегий i -ого игрока; H_i – функция выигрыша i -го игрока. Для конфликтной ситуации между перевозчиком и ТЭП множество I содержит два элемента – экспедитор (\mathcal{E}) и перевозчик (\mathcal{P}), т.е. $I = \{\mathcal{E}; \mathcal{P}\}$. Множество стратегий перевозчика $r_{\mathcal{P}}$ представляет собой совокупность M моделей автомобилей, которые содержит парк транспортного предприятия или которые могут быть приобретены $r_{\mathcal{P}} = \{B_1; B_2; \dots; B_M\}$. Множество стратегий экспедитора $r_{\mathcal{E}}$ содержит два элемента $r_{\mathcal{E}} = \{C_1; C_2\}$: стратегия C_1 – использование услуг перевозчика для выполнения заявки и стратегия C_2 – отказаться от услуг перевозчика.

Платёжной функцией для каждого из участников конфликтной ситуации является прибыль от выполнения заявки.

Платежная функция экспедитора $H_{\mathcal{E}}$ рассчитывается по формуле

$$H_{\mathcal{E}} = D_{\mathcal{E}} - Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{E}}, \tag{1}$$

где $D_{\mathcal{E}}$ – доход экспедитора от выполнения одной заявки, грн/заявка; $Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{E}}$ – затраты на выполнение заявки, грн/заявка:

$$D_{\mathcal{E}} = P \cdot C_{\mathcal{T}}, \tag{2}$$

$C_{\mathcal{T}}$ – рыночная тарифная ставка за 1 ткм выполненной транспортной работы, грн/ткм; P – транспортная работа, совершенная при выполнении заявки, ткм/заявка;

$$Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{E}} = T_{\text{пл}} + Z_{\text{поиск}}^{\mathcal{E}} + Z_{\text{обр}}^{\mathcal{E}}, \tag{3}$$

$T_{\text{пл}}$ – сумма, оплачиваемая перевозчику согласно оговоренным тарифам за услуги по доставке груза, грн/заявка; $Z_{\text{поиск}}^{\mathcal{E}}$ – затраты экспедитора на поиск перевозчика, грн/заявка; $Z_{\text{обр}}^{\mathcal{E}}$ – затраты на первичную обработку информации, грн/заявка.

Затраты на первичную обработку связаны с рассмотрением целесообразности принятия предложения перевозчика и включают статьи затрат на заработную плату диспетчеру и оплату услуг связи. Величину $Z_{\text{обр}}$ можно определить следующим образом:

$$Z_{\text{обр}}^{\mathcal{E}} = Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{E}} \cdot \delta_{\text{обр}}, \tag{4}$$

где $\delta_{\text{обр}}$ – коэффициент, указывающий, какую часть от эксплуатационных затрат экспедитора составляют затраты на первичную обработку (в среднем $\delta_{\text{обр}} = 0,01$).

В настоящее время существующие базы данных для выбора подвижного состава, предоставляемые специализированными Интернет-порталами, позволяют минимизировать время поиска. В этих условиях затраты экспедитора на поиск подвижного состава много меньше величины $T_{\text{пл}}$, поэтому могут не учитываться.

Платежная функция перевозчика $H_{\mathcal{P}}$ определяется аналогично (1):

$$H_{\mathcal{P}} = T_{\text{пл}} - Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{P}} - Z_{\text{пр}}^{\mathcal{P}} - Z_{\text{поиск}}^{\mathcal{P}}, \tag{5}$$

где $Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{P}}$ – эксплуатационные затраты перевозчика за выполненную заявку, грн/заявка; $Z_{\text{пр}}^{\mathcal{P}}$ – прочие затраты перевозчика, грн/заявка; $Z_{\text{поиск}}^{\mathcal{P}}$ – затраты перевозчика на поиск заявки, грн/заявка:

$$Z_{\text{поиск}}^{\mathcal{P}} = Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{P}} \cdot \delta_{\mathcal{P}}, \tag{6}$$

$\delta_{\mathcal{P}}$ – коэффициент, указывающий, какую часть от эксплуатационных затрат перевозчика составляют затраты на поиск заявки (в среднем $\delta_{\mathcal{P}} = 0,01$).

Стоимость услуг перевозчика для экспедитора определяется рыночными тарифами ($C_{\mathcal{T}}$), а при заданном уровне рентабельности R перевозчика величина $T_{\text{пл}}$ рассчитывается по зависимости

$$T_{\text{пл}} = (Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{P}} + Z_{\text{пр}}^{\mathcal{P}}) \cdot (1 + R). \tag{7}$$

Эксплуатационные затраты перевозчика рассчитываются на основании ставки эксплуатационных затрат на 1 ткм $C_{\mathcal{E}}$, грн/ткм:

$$Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{P}} = P \cdot C_{\mathcal{E}}, \tag{8}$$

Прочие затраты можно рассчитать на основании коэффициента $\delta_{\text{пр}}$, который указывает, какую часть от эксплуатационных затрат составляют все прочие статьи расходов:

$$Z_{\text{пр}}^{\mathcal{P}} = Z_{\mathcal{E}}^{\mathcal{P}} \cdot \delta_{\text{пр}}. \tag{9}$$

Для предприятий автомобильного транспорта Украины в среднем $\delta_{пр} = 0,42$ ([http:// www. lardi-trans. com](http://www.lardi-trans.com)).

Интегральная платежная функция H_{Σ} представляет собой разницу платежной функции перевозчика и экспедитора:

$$H_{\Sigma} = H_{\Pi} - H_{Э} . \tag{10}$$

Для стратегии ТЭП C_1 интегральная платежная функция с учетом зависимостей (1)-(9) имеет вид

$$H_{\Sigma}^{C_1} = -P \cdot (C_{т} + C_{з} \cdot \delta_{п}) + P \cdot C_{з} \cdot (1 + \delta_{пр}) \times (1 + 2 \cdot R + R \cdot \delta_{обр} + \delta_{обр}) . \tag{11}$$

Для стратегии ТЭП C_2 платежная функция отражает затраты на обработку заявки, при этом $D_{з} = 0$ и $T_{пл} = 0$:

$$H_{Э}^{C_2} = -Z_{обр} . \tag{12}$$

Платежная функция для перевозчика при отказе ТЭП от его услуг, очевидно, отражает только затраты на поиск:

$$H_{\Pi}^{C_2} = -Z_{поиск}^n . \tag{13}$$

Интегральная платежная функция для стратегии C_2 имеет вид:

$$H_{\Sigma}^{C_2} = P \cdot C_{з} \cdot [\delta_{обр} \cdot (1 + R + \delta_{пр} + R \cdot \delta_{пр}) - \delta_{п}] . \tag{14}$$

5. Метод расчета оптимальных стратегий

Для иллюстрации метода определения оптимальных стратегий перевозчика рассмотрим модели автомобилей, использующихся при доставке грузов в международном сообщении (табл. 1). Предоставление для обслуживания заявки конкретной модели автомобиля является стратегией перевозчика $B_j, j = 1...4$. При этом смешанная стратегия $\{\phi_1; \phi_2; \phi_3; \phi_4\}$ является вариантом структуры автопарка перевозчика. Вероятности ϕ_j использования стратегии соответствует доля автомобилей данной модели от общей численности парка подвижного состава.

На основании данных сетевых ресурсов www.etractor.ru, della.ua, www.lardi-trans.com и www.avtodispatcher.ru определена себестоимость доставки грузов с использованием каждой из моделей автомобилей (табл. 1).

Таблица 1

Стратегии перевозчика		
Стратегия	Модель автомобиля	Себестоимость, грн/ткм
B_1	Volvo FH12	0,082
B_2	МАЗ-МАН 543268	0,087
B_3	Iveco AS440S43	0,089
B_4	МАЗ-544069	0,090

Используя приведенные расчетные формулы, определяем интегральные платежные функции. Результа-

ты расчетов для математического ожидания объема партии в 20 т и расстояния доставки в 650 км при среднем рыночном тарифе в 0,15 грн/ткм представлены в интегральной платежной матрице (табл. 2).

Таблица 2

Интегральная платёжная матрица, грн/заявка		
Стратегии	C_1	C_2
B_1	277,21	196,55
B_2	175,21	208,54
B_3	134,41	213,33
B_4	114,01	215,73

Для игр двух лиц, которые можно охарактеризовать матрицами выигрышей типа $2 \times n$ (т.е. один игрок имеет 2 стратегии, а второй – n стратегий), поиск оптимальных стратегий можно представить в графическом виде (рис. 1). Стратегиям экспедитора C_1 и C_2 соответствуют левая и правая оси ординат, на которых откладываются значения функций выигрыша для всех стратегий перевозчика. Пары точек, соответствующих одной стратегии, задают прямые, которые являются графическим отображением альтернатив перевозчика.

В теории игр доказывается, что у любой конечной игры $m \times n$ имеется решение, в котором число полезных стратегий той или другой стороны не превосходит наименьшего из двух чисел m и n. В частности, из этого следует, что у игры $2 \times n$ всегда имеется решение, в котором с той и другой стороны участвует не более двух полезных стратегий [5]. Оптимальными стратегиями игрока, имеющего n базовых альтернатив (в рассматриваемой игре – перевозчика), будет пара стратегий, которые соответствуют прямым, пересекающимся в нижней точке верхней ломаной линии.

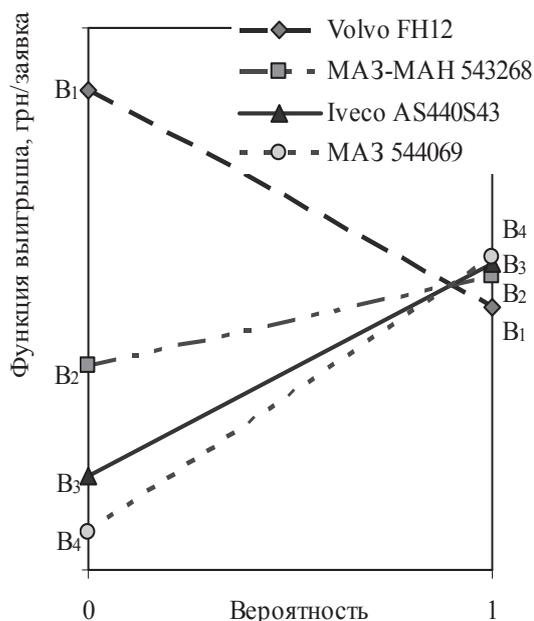


Рис. 1. Графическое отображение метода определения стратегий перевозчика

Как видно из геометрической интерпретации игры на рис. 1, чтобы определить вероятности использова-

ния стратегий V_1 и V_4 , необходимо определить координаты точки пересечения прямых V_1V_1 и V_4V_4 .

Общее уравнение прямой имеет вид $\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$,

где $(x_1; y_1), (x_2; y_2)$ – координаты точек прямой в формате (абсцисса, ордината). Прямая V_1V_1 проходит через точки $(0; 277,21)$ и $(1; 196,55)$, а прямая V_4V_4 – через точки $(0; 114,01)$ и $(1; 215,73)$ соответственно. Таким образом, уравнение прямой V_1V_1 имеет вид $y_{V_1V_1} = 277,21 - 80,66 \cdot x$, а уравнение прямой V_4V_4 $y_{V_4V_4} = 114,01 + 101,71 \cdot x$. Условием пересечения прямых V_1V_1 и V_4V_4 является равенство $y_{V_1V_1} = y_{V_4V_4}$, т.е. оптимальная частота ϕ_1 использования перевозчиком стратегии V_1 (поскольку часть прямой V_1V_1 находится в левой части ломаной) определяется из уравнения $277,21 - 80,66 \cdot x = 114,01 + 101,71 \cdot x$. Получаем $\phi_1 = 0,89$. Соответственно оптимальная частота ϕ_4 использования стратегии V_4 составит $\phi_4 = 1 - \phi_1 = 0,11$.

Таким образом, для рассмотренных вариантов стратегий перевозчика оптимальной будет смешанная стратегия $\{0,89; 0; 0; 0,11\}$.

6. Выводы

Предложенная методика является эффективным и достаточно простым инструментом для выбора оптимальных стратегий перевозчика на рынке транспортно-экспедиционных услуг.

Решение задачи выбора оптимальных стратегий с использованием описанного подхода позволяет сделать вывод о том, что перевозчику целесообразно использовать не более двух моделей автомобилей из ряда альтернативных – характеризующихся самой низкой и самой высокой себестоимостью выполнения транспортной работы.

Литература

1. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе [Текст] / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталев, Т.П. Барановская. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 224 с.
2. Наумов, В.С. Игровой подход при выборе стратегий транспортно-экспедиционного предприятия на рынке транспортных услуг [Текст] / В.С. Наумов // Восточно-европ. журнал передовых технологий: Сб. науч. тр. – X., 2008. – Вып. 6/6(36). – С. 12 – 14.
3. Нагорный Е.В. Определение оптимальных моделей автобусов при городских пассажирских перевозках / Е.В. Нагорный, В.С. Наумов, К.А.Токарев // Автомоб. тр-т: Сб. науч. тр. – X., 2006. – Вып. 20. – С. 75 – 78.
4. Оуэн Г. Теория игр [Текст] / Г. Оуэн. – М.: Мир, 1971. – 232 с.
5. Вентцель, Е.С. Элементы теории игр [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1961. – 68 с.