

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА МЕЖДУ СУБЪЕКТАМИ РЫНКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

Представлена модель оцінки розподілу синергетичного ефекту між суб'єктами ринку транспортних послуг. Описані результати експериментальних досліджень, проведених на базі розробленої у відповідності до запропонованої методики імітаційної моделі.

Ключові слова: логістичний ланцюг, синергетичний ефект, імітаційне моделювання.

Представлена модель оценки распределения синергетического эффекта между субъектами рынка транспортных услуг. Описаны результаты экспериментальных исследований, проведенных на базе разработанной в соответствии с предложенной методикой имитационной модели.

Ключевые слова: логистическая цепочка, синергетический эффект, имитационное моделирование.

The model for estimating of the synergetic effect distribution between transportation services market subjects is proposed. The results of experimental studies conducted on the basis of the simulation model, which was developed according to the proposed method, are described.

Key words: logistics chain synergetic effect, simulation modeling.

Введение

На современных рынках транспортно-экспедиционных услуг функцию координации и организации процессов доставки грузов выполняют экспедиционные предприятия. При этом экспедитор определяет состав и структуру логистических цепочек (ЛЦ) – совокупности транспортных предприятий, взаимодействующих в процессе удовлетворения потребностей грузовладельцев в перемещении товаров.

Использование наиболее эффективных вариантов цепочек доставки грузов возможно за счет взаимодействия субъектов транспортного рынка в рамках единой системы. Поэтому эффект от выбора оптимальных вариантов ЛЦ является эффектом синергетическим. Существенное значение при обосновании эффективности участия в процессе доставки отдельных предприятий имеет методика оценки распределения синергетического эффекта между субъектами транспортного рынка.

Анализ публикаций

Основой для моделирования процессов взаимодействия субъектов рынка транспортных услуг является модель, представленная автором в [1] и предусматривающая наличие в составе макрологистической системы транспортного рынка субъектов следующих типов: грузовладельцы, экспедиторы (4PL-провайдеры), грузовые терминалы (3PL-провайдеры) и перевозчики. При этом схема взаимодействия совокупности субъектов при обслуживании грузовладельцев

может быть отнесена к одному из альтернативных вариантов:

1F-вариант: в процессе доставки задействован один перевозчик, при этом организацию процесса обеспечивает один экспедитор;

2F-вариант: процесс доставки организуют два экспедиционных предприятия, при этом задействовано два или более перевозчиков;

1T-вариант: доставка осуществляется через один грузовой терминал двумя или более перевозчиками, организацию обеспечивает один экспедитор;

2T-вариант: в процессе доставки задействованы два терминала, а также три или более перевозчиков, причем организацию процесса обеспечивают два экспедитора.

Методика обоснования полного множества альтернативных вариантов ЛЦ для доставки партии груза представлена в [2] и предусматривает последовательный перебор доступных перевозчиков и грузовых терминалов, потенциально имеющих возможность участвовать в процессе доставки.

В качестве критерия эффективности при выборе оптимального варианта ЛЦ из множества альтернатив используются суммарные затраты участников процесса доставки [3].

Цель и постановка задачи

Объектом исследования является процесс взаимодействия субъектов транспортного рынка, а предметом – эффективность взаимодействия транспортных предприятий при обслуживании грузовладельцев.

Целью работы является разработка методики оценки распределения синергетического эффекта между участниками процесса перемещения грузов. Для достижения цели исследования разрабатываются модель распределения синергетического эффекта и ее программная реализация, а также проводится имитационный эксперимент по оценке распределения эффекта между субъектами транспортного рынка.

Модель оценки распределения синергетического эффекта

Оценка доли синергетического эффекта δ_i , приходящейся на i -ого участника процесса доставки, проводится на основании эффекта на одну заявку E_{app} по формуле

$$\delta_i = \frac{E_{app}^i}{E_{app}}, \quad (1)$$

где E_{app}^i – синергетический эффект от обслуживания одной заявки, приходящийся на i -ого участника процесса доставки, \$/заявка.

Синергетический эффект i -ого участника ЛЦ оценивается как средневзвешенное значение разницы затрат по суммарным затратам участников процесса доставки:

$$E_{app}^i = \frac{\mu_I}{T_m} \cdot \frac{\sum_{j=1}^N (Z_j^i - Z_{opt}^i) \cdot Z_j}{\sum_{j=1}^N Z_j}, \quad (2)$$

где μ_I – математическое ожидание интервала поступления заявок, ч; T_m – период моделирования, ч; N – количество альтернативных вариантов ЛЦ; Z_j^i – значение затрат i -ого участника процесса доставки при обслуживании по j -ому варианту ЛЦ, \$/период; Z_{opt}^i – значение месячных затрат i -ого участника процесса доставки для оптимального варианта ЛЦ, \$/период; Z_j – суммарные затраты субъектов процесса доставки для j -ого варианта ЛЦ, грн/период.

Рассмотрим выражения (2) для каждого из субъектов процесса доставки для случая, когда оптимальным является 1F-вариант ЛЦ:

$$E_{app}^{FO} = \frac{\mu_I}{T_m \cdot \sum_{j=1}^N Z_j} \cdot \left[\begin{aligned} &(Z_{2F}^{FO} - Z_{1F}^{FO}) \cdot Z_{2F} + \\ &+(Z_{1T}^{FO} - Z_{1F}^{FO}) \cdot Z_{1T} + \\ &+(Z_{2T}^{FO} - Z_{1F}^{FO}) \cdot Z_{2T} \end{aligned} \right], \quad (3)$$

$$E_{app}^{FF} = \frac{\mu_I}{T_m \cdot \sum_{j=1}^N Z_j} \cdot \left[\begin{aligned} &(Z_{2F}^{FF} - Z_{1F}^{FF}) \cdot Z_{2F} + \\ &+(Z_{1T}^{FF} - Z_{1F}^{FF}) \cdot Z_{1T} + \\ &+(Z_{2T}^{FF} - Z_{1F}^{FF}) \cdot Z_{2T} \end{aligned} \right], \quad (4)$$

$$E_{app}^C = \frac{\mu_I}{T_m \cdot \sum_{j=1}^N Z_j} \cdot \left[\begin{aligned} &(Z_{2F}^C - Z_{1F}^C) \cdot Z_{2F} + \\ &+(Z_{1T}^C - Z_{1F}^C) \cdot Z_{1T} + \\ &+(Z_{2T}^C - Z_{1F}^C) \cdot Z_{2T} \end{aligned} \right], \quad (5)$$

$$E_{app}^{FT} = \frac{\mu_I}{T_m \cdot \sum_{j=1}^N Z_j} \cdot \left[\begin{aligned} &(Z_{2F}^{FT} - Z_{1F}^{FT}) \cdot Z_{2F} + \\ &+(Z_{1T}^{FT} - Z_{1F}^{FT}) \cdot Z_{1T} + \\ &+(Z_{2T}^{FT} - Z_{1F}^{FT}) \cdot Z_{2T} \end{aligned} \right], \quad (6)$$

где E_{app}^{FO} , E_{app}^{FF} , E_{app}^C , E_{app}^{FT} – величина синергетического эффекта грузовладельцев, экспедиторов, перевозчиков и грузовых терминалов соответственно, \$/заявка;

Z_{1F}^{FO} , Z_{2F}^{FO} , Z_{1T}^{FO} , Z_{2T}^{FO} – затраты грузовладельцев в течение моделируемого периода при обслуживании по 1F-, 2F-, 1T- и 2T-вариантам соответственно, \$/период;

Z_{1F}^{FF} , Z_{2F}^{FF} , Z_{1T}^{FF} , Z_{2T}^{FF} – затраты экспедиторов в течение моделируемого периода при обслуживании по 1F-, 2F-, 1T- и 2T-вариантам соответственно, \$/период;

Z_{1F}^C , Z_{2F}^C , Z_{1T}^C , Z_{2T}^C – затраты перевозчиков в течение моделируемого периода при обслуживании по 1F-, 2F-, 1T- и 2T-вариантам соответственно, \$/период;

Z_{1F}^{FT} , Z_{2F}^{FT} , Z_{1T}^{FT} , Z_{2T}^{FT} – затраты грузовых терминалов в течение моделируемого периода при обслуживании по 1F-, 2F-, 1T- и 2T-вариантам соответственно, \$/период.

Суммируя синергетический эффект всех участников процесса доставки, получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned} E_{app}^{FO} + E_{app}^{FF} + E_{app}^C + E_{app}^{FT} = \\ = \frac{\mu_I}{T_m \cdot \sum_{j=1}^N Z_j} \cdot \left[\begin{aligned} &(Z_{2F}^{FO} - Z_{1F}^{FO} + Z_{2F}^{FF} - Z_{1F}^{FF} + \\ &+ Z_{2F}^C - Z_{1F}^C + Z_{2F}^{FT} - Z_{1F}^{FT}) \cdot Z_{2F} + \\ &+(Z_{1T}^{FO} - Z_{1F}^{FO} + Z_{1T}^{FF} - Z_{1F}^{FF} + \\ &+ Z_{1T}^C - Z_{1F}^C + Z_{1T}^{FT} - Z_{1F}^{FT}) \cdot Z_{1T} + \\ &+(Z_{2T}^{FO} - Z_{1F}^{FO} + Z_{2T}^{FF} - Z_{1F}^{FF} + \\ &+ Z_{2T}^C - Z_{1F}^C + Z_{2T}^{FT} - Z_{1F}^{FT}) \cdot Z_{2T} \end{aligned} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

В соответствии с определением суммарных затрат участников ЛЦ доставки партии груза верны следующие равенства:

$$3_{1F} = 3_{1F}^{FO} + 3_{1F}^{FF} + 3_{1F}^C + 3_{1F}^{FT}, \quad (8)$$

$$3_{2F} = 3_{2F}^{FO} + 3_{2F}^{FF} + 3_{2F}^C + 3_{2F}^{FT}, \quad (9)$$

$$3_{1T} = 3_{1T}^{FO} + 3_{1T}^{FF} + 3_{1T}^C + 3_{1T}^{FT}, \quad (10)$$

$$3_{2T} = 3_{2T}^{FO} + 3_{2T}^{FF} + 3_{2T}^C + 3_{2T}^{FT}. \quad (11)$$

Подставляя (8) – (11) в (7), получаем:

$$E_{app}^{FO} + E_{app}^{FF} + E_{app}^C + E_{app}^{FT} = \frac{\mu_I}{T_m \cdot \sum_{j=1}^N 3_j} \cdot \left[(3_{2F} - 3_{1F}) \cdot 3_{2F} + (3_{1T} - 3_{1F}) \cdot 3_{1T} + (3_{2T} - 3_{1F}) \cdot 3_{2T} \right]. \quad (12)$$

Также равенство (12) можно представить в виде

$$E_{app}^{FO} + E_{app}^{FF} + E_{app}^C + E_{app}^{FT} = \frac{\mu_I}{T_m} \cdot \left[\frac{\sum_{j=1}^N 3_j^2}{\sum_{j=1}^N 3_j} - 3_{1F} \right]. \quad (13)$$

Поскольку выражение в правой части уравнения (13) является синергетическим эффектом в ЛЦ от использования в качестве оптимального 1F-варианта доставки, то можно утверждать, что сумма синергетических эффектов отдельных субъектов ЛЦ при выборе оптимального 1F-варианта равна синергетическому эффекту для всей цепочки.

Нетрудно убедиться, что равенство (13) выполняется для случаев, когда оптимальными являются 2F-, 1T-, 2T-варианты ЛЦ.

Таким образом, сумма эффектов отдельных участников процесса доставки равна синергетическому эффекту от выбора оптимального варианта доставки для ЛЦ в целом:

$$E_{app}^{FO} + E_{app}^{FF} + E_{app}^C + E_{app}^{FT} = E_{app}. \quad (14)$$

На основании приведенных зависимостей автором реализована имитационная модель, предназначенная для оценки эффекта для каждого участника процесса доставки и определения соответствующей доли эффекта.

Результаты экспериментальных исследований

Имитационный эксперимент по оценке влияния параметров потока заявок на распределение синергетического эффекта между участниками процесса доставки проводился для значений математического ожидания объема партии груза из диапазона от 1 т до 25 т, а также значений среднего расстояния доставки из диа-

пазона от 100 км до 2500 км. Результаты оценки зависимости доли синергетического эффекта грузовладельца от параметров спроса на транспортные услуги представлен на рис. 1.

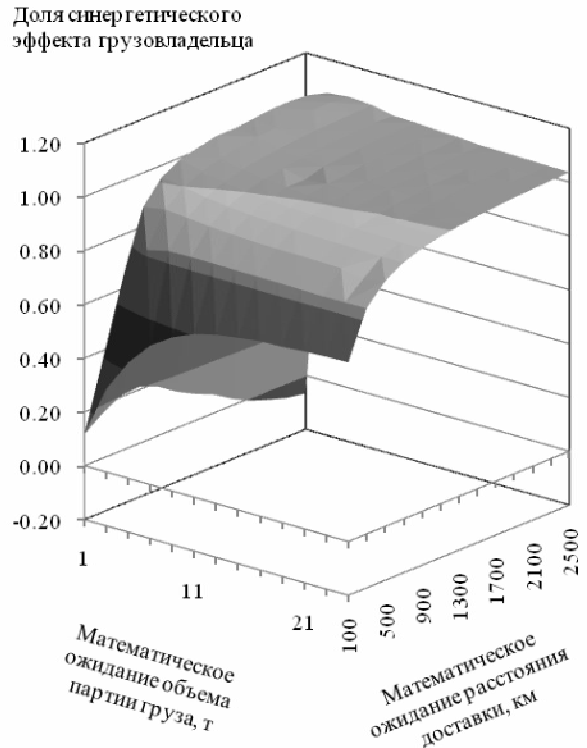


Рис. 1. Зависимость доли синергетического эффекта грузовладельца от параметров потока заявок

Анализ результатов имитационного эксперимента позволяет сделать следующие выводы:

- для большинства значений рассмотренного диапазона параметров потока заявок грузовладельцы характеризуются предельным значениями доли эффекта;
- наименьшая по величине доля синергетического эффекта приходится на экспедиторов – для рассмотренного диапазона параметров потока максимальное значение доли грузовладельца составляет 0,7%;
- доля синергетического эффекта всех участников процесса доставки нелинейно зависит от параметров потока заявок грузовладельцев;
- существуют такие сочетания параметров потока заявок, при которых доля синергетического эффекта одного или нескольких участников процесса доставки отрицательна; это объясняется отрицательными соответствующими значениями эффекта для конкретного участника при обслуживании заявки по варианту, оптимальному для всех субъектов ЛЦ в целом;
- доля синергетического эффекта грузовладельца минимальна при значениях параметров потока заявок, близким к нижней границе рассмотренного диапазона их изменения; с ростом

средних расстояния доставки и объема партии груза доля грузовладельца увеличивается;

– для экспедитора доля синергетического эффекта максимальна при обслуживании заявок, для которых характерна доставка небольших объемов груза на небольшие расстояния; с ростом математических ожиданий объема партии груза и расстояния доставки доля синергетического эффекта экспедитора уменьшается;

– доля синергетического эффекта, приходящаяся на грузовые терминалы, максимальна при обслуживании потока заявок, для которого характерны расстояния доставки, близкие к нижней границе рассмотренного диапазона;

– для перевозчиков доля синергетического эффекта от взаимодействия субъектов транспортного рынка в рамках ЛЦ является максимальной, если обслуживается поток заявок с небольшими значениями математического ожидания объема партии груза.

На рис. 2 представлена диаграмма распределения синергетического эффекта между участниками процесса доставки для различных значений математического ожидания расстояния доставки и среднего значения объема партии груза в 1 т.

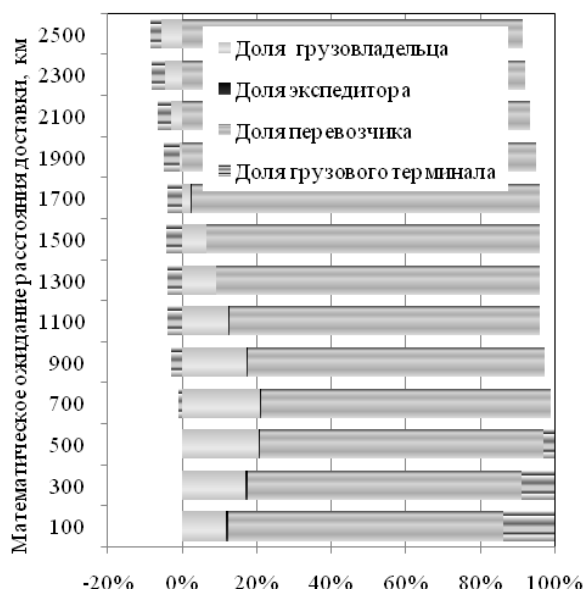


Рис. 2. Распределение синергетического эффекта между участниками процесса доставки при среднем объеме партии груза в 1 т

Анализ диаграммы на рис. 2 позволяет утверждать, что при значении математического ожидания объема партии груза в 1 т большая доля синергетического эффекта приходится на перевозчика, при этом доля перевозчика мак-

симальна при наибольших значениях из рассмотренного диапазона среднего расстояния доставки. Доля грузовладельца при этом максимальна при доставке грузов на расстояния порядка 600-700 км. Наибольшая доля синергетического эффекта грузового терминала характерна для расстояния доставки около 100 км.

С увеличением объема партии груза доля синергетического эффекта перевозчика значительно сокращается. При этом доля перевозчика положительно только при математическом ожидании расстояния доставки в 100 км. Основная часть синергетического эффекта приходится на грузовладельцев, при этом доля эффекта для грузовладельцев увеличивается с ростом расстояния доставки. Доля синергетического эффекта, приходящаяся на грузовые терминалы, сокращается с увеличением математического ожидания расстояния.

Выводы

Проведенные теоретические исследования показывают, что сумма эффектов отдельных участников процесса доставки равна синергетическому эффекту от выбора оптимального варианта доставки для ЛЦ в целом.

Анализ результатов проведенного имитационного эксперимента позволяет утверждать, что для грузовладельцев характерны предельные значения доли синергетического эффекта, в то время как наименьшая по величине доля эффекта приходится на экспедиторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наумов, В. С. Основы повышения эффективности экспедиционного обслуживания на автомобильном транспорте [Текст]: монография / В. С. Наумов – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 144 с.
2. Наумов, В.С., Методика формування альтернативних транспортно-технологічних систем доставки вантажів [Текст] / В. С. Наумов, Н. С. Вітер // Восточноевроп. журнал передовых технологий: Сб. науч. тр. – Х., 2011. – Вып. 5/4(53). – С. 16 – 19.
3. Наумов, В.С. Показатели оценки эффективности процесса транспортно-экспедиционного обслуживания [Текст] / В. С. Наумов // Интегрированная логистика. – Всероссийский институт научной и технической информации РАН, 2009. – Вып. 6. – С. 22 – 25.

Поступила в редколлегию 11.11.2012.

Принята к печати 15.11.2012.