

УДК 656. 338.12

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СХЕМ ДОСТАВКИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ГРУЗОВ ЧЕРЕЗ ПЕРЕДВИЖНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ

Е.В. Нагорный, профессор, д.т.н., А.Н. Шептура, доцент, к.т.н.,
Д.А. Музылёв, аспирант, ХНАДУ

Аннотация. Предлагается новый интегральный критерий оценки эффективности функционирования схем доставки специфических грузов через передвижные распределительные центры, который учитывает интересы грузовладельцев, перевозчиков и степень влияния ПРЦ на окружающую среду.

Ключевые слова: специфический груз, передвижной распределительный центр, критерий, затраты.

КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СХЕМ ДОСТАВКИ СПЕЦИФІЧНИХ ВАНТАЖІВ ЧЕРЕЗ ПЕРЕСУВНІ РОЗПОДІЛЬЧІ ЦЕНТРИ

Є.В. Нагорний, професор, д.т.н., О.М. Шептура, доцент, к.т.н.,
Д.О. Музыльов, аспірант, ХНАДУ

Анотація. Пропонується новий інтегральний критерій оцінки ефективності функціонування схем доставки специфічних вантажів через пересувні розподільчі центри, що враховує інтереси вантажовласників, перевізників і ступінь впливу ПРЦ на навколишнє середовище.

Ключові слова: специфічний вантаж, пересувний розподільчий центр, критерій, витрати.

CRITERION FOR EVALUATION OF SPECIFIC CARGO DELIVERY SCHEMES EFFECTIVENESS THROUGH MOBILE DISTRIBUTION CENTERS

Ye. Nagornji, Professor, Doctor of Technical Science, A. Sheptura, Associate Professor,
Candidate of Technical Science, D. Muzyliov, postgraduate, KhNAHU

Abstract. A new integral criterion for evaluation of specific cargo delivery schemes performance through mobile distribution centers which takes into account the interests of cargo owners, operators and the impact on the environment is proposed.

Key words: specific cargo, mobile distribution center, criterion, costs.

Введение

Процесс доставки грузов от производителя в торговую сеть является неотъемлемой частью любой системы товародвижения. Данный процесс оказывает значительное влияние на основные характеристики товара в процессе его реализации у конечного потребителя, такие как отпускная цена [1].

В последнее время процесс доставки грузов претерпел значительные изменения, касаю-

щиеся, в первую очередь, роли транспорта в системе доставки. Если ранее транспортная система представляла собой самостоятельно функционирующую структуру, имеющую собственные цели и задачи, то сейчас для достижения коммерческого успеха [2] транспортная система должна взаимодействовать с другими составными частями системы доставки, такими как складской комплекс, поставщики и потребители грузов и т.д. Цели и задачи транспортного обслуживания определяются более глобальными целями и задача-

ми функционирования всей схемы доставки [1, 3].

Большинство существующих схем доставки не удовлетворяет современным логистическим требованиям, таким как: «точно в срок», «в нужном количестве» и «с минимальными затратами». Причинами этого являются несовершенство организации процесса доставки, несоответствие возможностей системы и потребностей в доставке, а также ряд других причин, напрямую или косвенно связанных с изменениями в структуре системы доставки. Поэтому повышение эффективности функционирования схем доставки специфических грузов в торговую сеть с использованием передвижных распределительных центров (ПРЦ), безусловно, является актуальной и своевременной научно-практической задачей.

Анализ публикаций

Анализ литературных источников показал, что наиболее часто используются такие критерии эффективности как: минимум затрат, которые несет перевозчик при доставке, максимум получаемой прибыли [3, 4–7].

При этом необходимо отметить, что большинство критериев, которые используются для оценки эффективности функционирования схем доставки с использованием распределительных центров, учитывают интересы далеко не всех участников цепи поставки [7, 8]. В то же время для устойчивой работы всей системы доставки в целом необходимо при разработке критерия придерживаться требований безопасности, экологической сбалансированности, а также динамики достижения социальных, экономических целей, предъявляемых к системе.

Цель и постановка задачи

Ввиду отсутствия теоретической базы, описывающей функционирование предложенной схемы доставки груза, возникла необходимость в разработке методики по проектированию доставки специфического груза через ПРЦ [9] на основе интегрального критерия, учитывающего интересы грузовладельцев, перевозчиков и степень влияния ПРЦ на окружающую среду. Кроме этого, в современных условиях роста стоимости и даже дефицита топливно-энергетических ресурсов осо-

бую актуальность приобретает оценка энергетической эффективности используемых ресурсов.

Кроме того, целью является более эффективное обслуживание рынка. Такое решение должно стать результатом исследований и расчетов, где решающее значение имеет эффективность функционирования всей схемы и ее экономическая целесообразность в процессе дальнейшего применения. Географическое месторасположение ПРЦ влияет, в первую очередь, на уровень расходов по транспортировке, а значит, и на уровень и стоимость логистических услуг, которые предлагаются покупателям при реализации специфического груза.

Материалы и результаты исследования

Критерий эффективности может быть представлен в следующем виде

$$Z = Z_{\Pi}^{PC} + Z_{TP}^{ПРЦ} + Z_{TP}^A + Z_p^{PC} + Z_o^{ПРЦ} + Z_{прост}^{PC} + \Theta \rightarrow \min, \quad (1)$$

где Z_{Π}^{PC} – затраты, связанные с простоем подвижного состава под погрузкой у предприятия-производителя, грн; $Z_{TP}^{ПРЦ}$ – затраты, связанные с транспортировкой специфического груза ПРЦ от предприятия-производителя до мест перегрузки на автомобили малой грузоподъемности, грн; Z_{TP}^A – затраты, связанные с развозкой груза автомобилями малой грузоподъемности до получателей, грн; Z_p^{PC} – затраты, связанные с простоем автомобилей под разгрузкой, грн; $Z_o^{ПРЦ}$ – затраты, связанные с обслуживанием ПРЦ, грн; $Z_{прост}^{PC}$ – затраты, связанные с простоем подвижного состава на маршруте движения, по различным причинам сбоев транспортной сети региона, грн; Θ – затраты на сбор за загрязнение окружающей среды во время эксплуатации подвижного состава и ПРЦ, грн.

Для оценки эффективности проведем на первом этапе декомпозицию целевой функции. Затраты, связанные с простоем подвижного состава под погрузкой у предприятия-производителя, определяются

$$Z_{\Pi}^{\text{ПС}} = \sum_{i=1}^n (C_{\text{мч}_i} \cdot (t_{\Pi_i}^A + t_{\Pi_i}^{\text{ПРЦ}}) + C_{\text{ож}_i}^{\text{ПРЦ}} \cdot t_{\text{ожп}_i}^{\text{ПРЦ}} + C_{\text{ож}_i}^A \cdot t_{\text{ожп}_i}^A), \quad (2)$$

где $C_{\text{мч}_i}$ – себестоимость машино-часа чистой работы погрузочного механизма, грн/ч; $t_{\Pi_i}^A$, $t_{\Pi_i}^{\text{ПРЦ}}$ – соответственно время погрузки i -го автомобиля малой грузоподъемности и i -го ПРЦ, ч; $C_{\text{ож}_i}^{\text{ПРЦ}}$, $C_{\text{ож}_i}^A$ – плата за один час эксплуатации, соответственно i -го ПРЦ и автомобиля, грн/ч; $t_{\text{ожп}_i}^{\text{ПРЦ}}$, $t_{\text{ожп}_i}^A$ – соответственно время ожидания погрузки i -м ПРЦ и i -м автомобилем малой грузоподъемности, ч.

Затраты, связанные с транспортировкой специфического груза ПРЦ от предприятия-производителя до мест перегрузки на автомобиле малой грузоподъемности, грн:

$$Z_{\text{ТР}}^{\text{ПРЦ}} = \sum_{i=1}^n l_{\text{проб}_i}^{\text{ПРЦ}} \cdot S_{\text{км}_i}^{\text{ПРЦ}}, \quad (3)$$

где $l_{\text{проб}_i}^{\text{ПРЦ}}$ – суточный пробег i -го ПРЦ, км; $S_{\text{км}_i}^{\text{ПРЦ}}$ – себестоимость выполнения одного километра пробега i -м ПРЦ, грн/км.

Себестоимость выполнения одного километра может быть определена по следующей зависимости

$$S_{\text{км}_i}^{\text{ПРЦ}} = C_{\text{пер}} + \frac{C_{\text{пост}}}{V_3}, \quad (4)$$

где $C_{\text{пер}}$, $C_{\text{пост}}$ – соответственно переменная и постоянная составляющие процесса перевозки специфического груза, грн/км и грн/ч; V_3 – эксплуатационная скорость движения соответствующего типа подвижного состава, км/ч.

Эксплуатационная скорость может быть определена как

$$V_3 = \sum_{i=1}^n \frac{l_{\text{проб}_i}^k}{T_{\text{М}_i}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{М}_i}$ – время пребывания на маршруте i -го транспортного средства, ч.

Затраты, связанные с развозкой груза автомобилями малой грузоподъемности до получателей определяются по зависимости

$$Z_{\text{тр}}^A = \sum_{i=1}^n l_{\text{проб}_i}^A \cdot S_{\text{км}_i}^A, \quad (6)$$

где $l_{\text{проб}_i}^A$ – суточный пробег i -го автомобиля, км; $S_{\text{км}_i}^A$ – себестоимость выполнения одного километра пробега i -м автомобилем, грн/км.

Затраты, связанные с простоем автомобилей под разгрузкой.

$$Z_{\text{р}}^{\text{ПС}} = \sum_{i=1}^n (C_{\text{ож}_i}^{\text{ПРЦ}} \cdot t_{\text{ожр}_i}^{\text{ПРЦ}} + C_{\text{ож}_i}^A \cdot t_{\text{ожп}_i}^A) + C_{\text{Т}}^{\text{пер}} \cdot n_{\text{Т}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{ожр}_i}^{\text{ПРЦ}}$ – время ожидания разгрузки i -м ПРЦ, ч; $C_{\text{Т}}^{\text{пер}}$ – стоимость перегрузки одной тонны специфического груза с ПРЦ в автомобиль малой грузоподъемности, грн/т; $n_{\text{Т}}$ – количество тонн специфического груза, которое было перегружено из ПРЦ, т.

Определение затрат, связанных с обслуживанием ПРЦ, возможно по следующей зависимости

$$Z_{\text{o}}^{\text{ПРЦ}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{o}_i} \cdot t_{\text{o}_i}, \quad (8)$$

где C_{o_i} – стоимость часа обслуживания ПРЦ и перегрузочного оборудования, грн/ч; t_{o_i} – время обслуживания ПРЦ и перегрузочного оборудования, ч.

Затраты, связанные с простоем подвижного состава на маршруте движения, по различным причинам сбоев транспортной сети региона

$$Z_{\text{ПРОСТ}}^{\text{ПС}} = \sum_{i=1}^n (t_{\text{пр}_i}^A \cdot H_{\text{пр}_i}^A + t_{\text{пр}_i}^{\text{ПРЦ}} \cdot H_{\text{пр}_i}^{\text{ПРЦ}}), \quad (9)$$

где $t_{\text{пр}_i}^A$, $t_{\text{пр}_i}^{\text{ПРЦ}}$ – соответственно время, связанное с простоем подвижного состава (i -го ПРЦ и i -го автомобиля) на маршруте движения, ч; $H_{\text{пр}_i}^A$, $H_{\text{пр}_i}^{\text{ПРЦ}}$ – норма платы за минуту простоя i -го автомобиля и i -го ПРЦ соответственно, коп/мин.

Расходы на сбор за загрязнение окружающей среды во время эксплуатации подвижного состава и ПРЦ

$$\Theta = C_{\text{выб}} \times \sum_{i=1}^n (m_{\text{пр}_j} \cdot t_{\text{пр}_i} + m_{\text{хх}_j} \cdot t_{\text{хх}_i} + m_{l_j} \cdot l_{\text{проб}_i}), \quad (10)$$

где $C_{\text{выб}}$ – плата за 1 тонну выбросов вредных веществ в атмосферу, грн/т; $m_{\text{пр}_j}$ – удельный выброс j -го вещества при прогреве двигателя автомобиля, г/мин; $m_{\text{хх}_j}$ – удельный выброс j -го вещества при работе двигателя на холостом ходу, г/мин; m_{l_j} – удельный выброс j -го вещества при движении автомобиля, г/мин; $t_{\text{пр}_i}$ – время прогрева двигателя i -го автомобиля, мин.; $l_{\text{проб}_i}$ – пробег одного i -го автомобиля по маршруту в день, км; $t_{\text{хх}_i}$ – время работы двигателя i -го автомобиля на холостом ходу, мин.

Проверка критерия эффективности функционирования схемы доставки груза через ПРЦ проведена на маршруте перевозки специфического груза (сельскохозяйственной продукции) Сумы–Харьков, который обслуживают автомобили ЧП «ТРАНС-СЕРВИС». Для расчета экономической целесообразности использования передвижных распределительных центров было предложено заменить существующий вариант доставки сельскохозяйственных грузов к потребителю, минуя оптовые базы (овошехранилище).

В частности, распределение специфического груза происходит вблизи черты города (перегрузка партий груза с ПРЦ на автомобили меньшей грузоподъемности). При этом следует отметить, что груз должен быть нетяжелым, т.е. с возможностью его перегрузки на другое транспортное средство вручную либо с использованием средств малой механизации. Данный вариант рационально использовать для грузов, как раз имеющих ярко выраженный сезонный характер потребительского спроса. Окончательно логистический канал доставки сельскохозяйственных грузов по рассмотренному маршруту выглядит следующим образом: «Агропредприятие – ПРЦ – грузовой автомобиль малой грузоподъемности – конечный потребитель». В роли ко-

нечного потребителя выступают супермаркеты, магазины и рынки города Харькова.

На основе ранее проведенного анализа существующей ситуации доставки сельскохозяйственной продукции на междугороднем маршруте Сумы–Харьков при участии региональных распределительных центров и оптовых баз было рекомендовано ввести в схему передвижные распределительные центры и определить закономерности изменения спроса на доставку данной категории специфического груза с использованием нейронечно-генетического алгоритма [10]. По результатам моделирования было получено три прогнозных значения объемов перевозки с/х продукции на три ездки с грузом. При этом ездка с грузом на рассматриваемом маршруте совершается один раз в неделю. Результаты прогнозирования представлены на рис. 1.

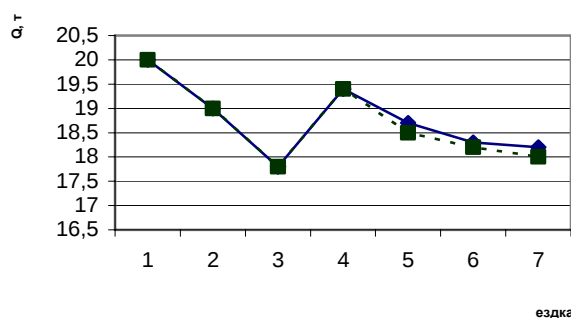


Рис. 1. Результаты прогнозирования объемов перевозки с/х продукции на междугороднем маршруте Сумы–Харьков

На следующем шаге на основе полученных прогнозных значений спроса и ранее разработанной методике [11–12] было установлено рациональное место дислокации ПРЦ на маршруте перевозки, которое находится в районе пгт Песочин и рассчитано, что в качестве ПРЦ будет использоваться автопоезд седельный тягач с полуприцепом грузоподъемностью 18, 5 тонн, в то время как ранее был необходим автомобиль грузоподъемностью 20 т. Замена подвижного состава позволит уменьшить количество нереализуемой продукции и при этом полностью удовлетворить существующий спрос в данном виде продукции. С учетом того, что специфический груз сразу же будет доставляться до потребителя, минуя оптовые базы временного хранения, соответственно уменьшатся издержки на содержание овощной базы и тем самым возможно привлечь новых потенци-

альных потребителей за счет снижения окончательной потребительской цены товара.

Оценка эффективности функционирования схем при доставке специфических грузов с использованием передвижных распределительных центров производилась путем определения разницы затрат между двумя вариантами доставки, существующей и предложенной.

$$E = Z_{\text{без ПРЦ}} - Z_{\text{с ПРЦ}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{без ПРЦ}}$ – суммарные затраты функционирования схемы доставки специфического груза без использования ПРЦ, грн; $Z_{\text{с ПРЦ}}$ – суммарные затраты функционирования схемы доставки специфического груза с использованием ПРЦ, грн.

При определении эффективности доставки с/х продукции на маршруте Сумы–Харьков расчет проводился только на три ездки, с учетом полученных прогнозных значений. Результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1 Результаты расчета критерия эффективности при доставке с/х продукции на маршруте Сумы–Харьков

Ездка	Доставка груза без ПРЦ			Доставка груза с ПРЦ		
	размер партии, т	общие затраты на перевозку партии, грн	затраты за перевозку 1 т груза, грн/т	размер партии, т	общие затраты на перевозку партии, грн	затраты за перевозку 1 т груза, грн/т
1	18,7	2560	136,9	18,5	2100	113,51
2	18,3	2456,8	134,25	18,2	2022,5	111,13
3	18,2	2400,4	131,89	18	1889,6	104,98

В случае, если по результатам расчета зависимости 11 получено отрицательное значение эффекта, то необходимо утверждать о нецелесообразности использования ПРЦ при доставке конкретного вида груза.

Внедрение методики на ЧП «ТРАНС-СЕРВИС» позволило получить экономический эффект в среднем около 25 гривен за тонну пере-

зненного груза с возможностью привлечения дополнительных клиентов.

Выводы

Предложенный критерий оценки эффективности функционирования схемы доставки через ПРЦ позволяет учесть затраты, связанные с экологическим загрязнением окружающей среды. Внедрение передвижных распределительных центров в схему доставки сельскохозяйственной продукции на ЧП «ТРАНС-СЕРВИС» (пгт Васищево, Харьковский район, Харьковская область) позволило уменьшить транспортные расходы на 4,3 % за период апробации, что свидетельствует об эффективности рассмотренного варианта перевозки груза.

Литература

1. Бродецкий Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: Поток событий и системы обслуживания / Г.Л. Бродецкий. – М. : Академия, 2008. – 411 с.
2. Сертификация услуг товарного склада / глав. ред. С.А. Хайрулин. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2002. – 576 с. – (Нормативные документы и комментарии).
3. Миротин Л.Б. Системный анализ в логистике : учеб. / Л.Б. Миротин, Ы.Э. Ташбаев. – М. : Экзамен, 2002. – 480 с.
4. Никифоров В.В. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок : пособие / В.В. Никифоров. – М. : ГроссМедиа: РОСБУХ, 2008. – 192 с.
5. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы) : учеб. для трансп. вузов / А.Г. Некрасов, Е.Ю. Куликова, И.Е. Крыгина и др. ; под общ. ред. Л.Б. Миротина. – М. : Экзамен, 2003. – 448 с.
6. Сергеев В.И. Логистические системы мониторинга цепей поставок : учеб. пособие / В.И. Сергеев, И.В. Сергеев. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 172 с.
7. Hugos Michael ESSENTIAL of Supply Chain Management / Michael Hugos. – New Jersey : Inc., Hoboken, 2008. – 254 p.
8. Хэнфилд Б. Роберт. Реорганизация цепей поставок. Создание интегрированных систем формирования ценности / Б. Роберт Хэнфилд, Л. Эрнест Николс мл. :

- пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2003. – 416 с.
9. Нагорный Е.В. К вопросу целесообразности доставки грузов через передвижные распределительные центры / Е.В. Нагорный, Д.А. Музылёв // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 4/7 (40). – С. 10–14.
10. Нагорный Е.В. Гибридная модель оперативного прогнозирования спроса на специфические грузы на основе нечетко-нейроно-генетического моделирования / Е.В. Нагорный, Д.А. Музылёв // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2010. – №7 (149). – С. 35–39.
11. Нагорный Е.В. Модель для определения рациональных мест дислокации передвижных распределительных центров на полигоне обслуживания / Е.В. Нагорный, Д.А. Музылёв // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 3. – С. 49–52.
12. Нагорный Е.В. Технология планирования работой передвижных РЦ при перевозке груза в виде нечеткого модуля / Е.В. Нагорный, Д.А. Музылёв // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 3/6 (45). – С. 56–60.
- Рецензент: П.Ф. Горбачев, профессор, д. т. н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 16 июня 2011 г.
-