

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ «ДОСТАВКА – РЕАЛИЗАЦИЯ» СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ

Е.М. Лебедь¹, М.А. Коцюк¹, И.А. Горяева²

¹ Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

² Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Статья посвящена исследованию закономерностей процесса доставки и реализации скоропортящейся продукции на примере бахчевых культур. Цель работы – установить закономерности функционирования процесса «доставка – реализация» скоропортящихся продуктов для обоснования оптимальной величины партии товара. Отмечено, что для разработки логистической цепи «доставка – реализация» скоропортящейся продукции необходимо решить три первоочередные задачи: описать процесс реализации партии продукции; установить зависимость между спросом и ценой продукции; исследовать динамику изменения стоимости продукции. На основе регрессионной модели была установлена зависимость изменения цены на арбузы на протяжении сезона торговли. При помощи динамического программирования исследовано изменение объема заказа в зависимости от интенсивности спроса и розничной цены товара. Доказано, что в качестве критерия эффективности оптимизации логистической цепи, последним участником которой является торговое предприятие, целесообразно принимать скорость получения прибыли.

Ключевые слова: перевозка, эффективность, скоропортящиеся продукты, модель, логистика, поставка.

Исследования показывают, что в Российской Федерации на различных стадиях производства, доставки и реализации сельскохозяйственной продукции ее потери могут составлять до 45 %, что в натуральном выражении намного превышает объемы ее импорта [1]. Таким образом, задача построения логистической цепи доставки и реализации скоропортящихся продуктов является актуальной. Эффективным способом решения данной задачи может быть методология теории управления запасами и логистики.

В этой области знания выполнено большое количество теоретических исследований и практических реализаций. Они изложены в работах прикладной логистики [2–3] и теории управления запасами [4–10]. Как правило, в работах рассматриваются производственные системы с присущими для них закономерностями. Авторы работ [4, 6, 7] обращают внимание на то, что значительное количество предложенных моделей ввиду принятых допущений не может быть реализовано на практике. В целом же представленные решения зачастую ограничиваются участком «производство – склад» и не охватывают комплексного процесса доставки и реализации в пределах единой логистической цепи с учетом всех ее характеристических параметров. Кроме этого отмечается, что во многих случаях решения сложные и неудобные в использовании. Поэтому только в 45 % работ сформулированные задачи доведены до практического решения [4].

Авторы монографий [6, 7] обращают внимание на то, что управление запасами скоропортящихся товаров имеет существенные отличия от стандартных моделей и более сложное математическое описание и решения. Кроме того, работа

предприятий торговли существенно отличается от работы промышленных предприятий. В частности, для предприятий торговли более существенным критерием является не сокращение затрат на приобретение и хранение запасов, а скорость оборота капитала и получение прибыли. В этом направлении выполнены только единичные работы, посвященные отдельным аспектам построения логистической цепи без комплексного ее описания [8, 9]. В работе [10] автором при разработке логистической холодной цепи допущены существенные погрешности в установлении закономерности динамики изменения качества продукта, описания транспортной составляющей и эффективности процесса в целом.

Поэтому разработка логистической системы доставки и реализации скоропортящихся продуктов является задачей, имеющей важное практическое значение.

Исследование было проведено на примере бахчевых культур.

Для скоропортящихся товаров характерным является тенденция изменчивости цены и спроса на протяжении торгового сезона. Таким образом, для определения времени и величины заказываемой партии товара наиболее важными задачами являются прогнозирование спроса и реализационной цены продукции.

Теоретической базой для решения задачи прогнозирования спроса являются положения теории маркетинга о наличии зависимости между спросом и предложением [11] и теории психофизики о связи реакции человека на внешнее раздражение [12].

Зависимость между спросом (λ/λ_{\max}) и ценой товара (P_r/P_c) была установлена в виде:

$$\frac{\lambda}{\lambda_{\max}} = \left(\frac{P_r}{P_c}\right)^k \quad (1)$$

Обработка данных наблюдений позволила получить зависимость:

$$\frac{\lambda}{\lambda_{\max}} = 2,6154 \cdot \left(\frac{P_r}{P_c}\right)^{-2,6443} \quad (2)$$

Проверка значимости модели регрессии выполнена с использованием F-критерия Фишера. Сравнение полученного значения критерия ($F = 477$) с табличным $F_{кр}(0,05; 1; 45) = 4,06 (F > F_{кр})$ указывает на статистически надежную оценку уравнения регрессии. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Прогноз реализационной цены сезонного товара во многих случаях можно осуществить с помощью установленной закономерности, полученной методом статистического анализа данных предыдущих торговых сезонов. Например, среднемесячной цене на бахчевые культуры присуща выраженная тенденция к уменьшению стоимости по мере длительности сезона. При посуточном рас-

смотрении эта тенденция менее очевидная, так как изменение цены не монотонное, а дискретное, и в определенные периоды времени цена может подниматься. Цена может иметь постоянное значение разные по длительности периоды времени, за которыми следует внезапный рост или падение. Другими словами, на очевидную тенденцию изменения цены продукции накладываются случайные колебания, проявления которых с каждым годом уменьшаются по амплитуде и частоте.

Для установления тенденции изменения цены на арбузы с течением времени по статистическим данным 2011–2013 гг. [12] был установлен период длительностью 140 суток, на протяжении которого происходила торговля отечественными плодами. На протяжении трех лет средняя цена товара рассчитывалась ежедневно. В результате расчетов установлено, что динамика изменения цены с принятой на практике 5 % точностью описывается полиномом пятой степени (рис. 2). Дальнейшее повышение степени полинома увеличивает сложность описания и расчетов без существенного повышения значения достоверности аппроксимации.

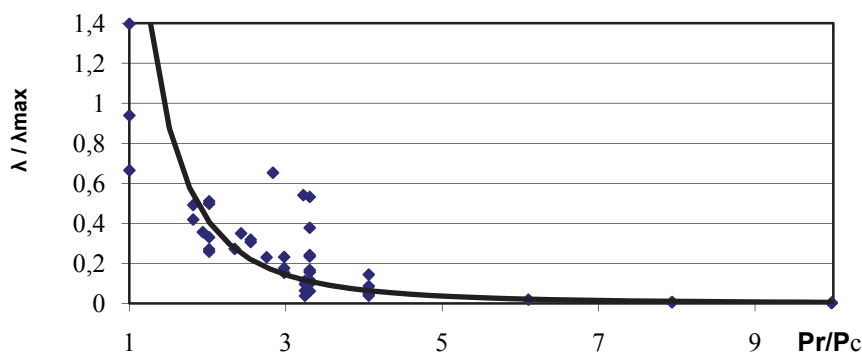


Рис. 1. Зависимость относительных изменений спроса и цены товара

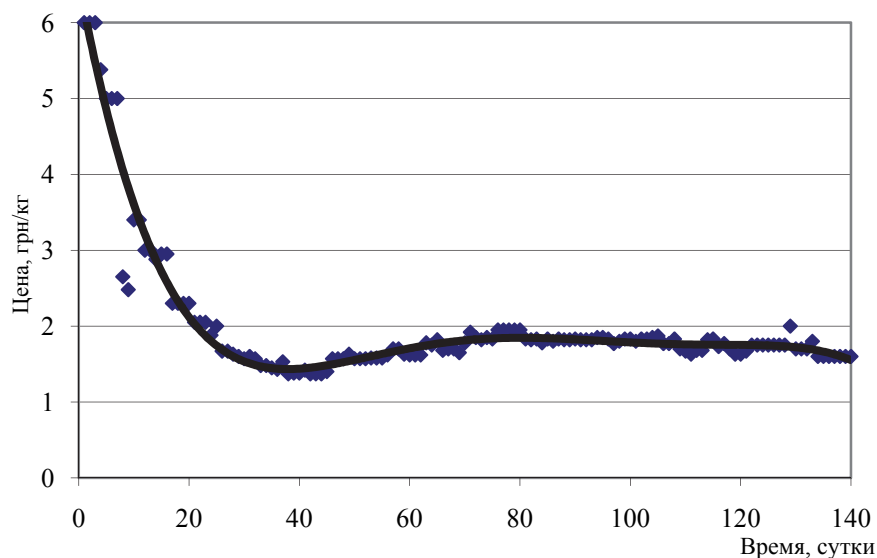


Рис. 2. Аппроксимация динамики цены арбузов за торговый сезон

В частности для полинома третьей степени $R^2 = 0,811$, четвертой – $R^2 = 0,928$, а шестой – $R^2 = 0,946$.

Поскольку целью процесса доставки и реализации товара является получение максимальной выгоды участников процесса, то за обобщенный критерий эффективности целесообразно принять максимизацию прибыли за сезон. При этом критериями оптимизации процесса могут являться как абсолютная прибыль за торговую сессию, так и скорость этой прибыли.

В результате расчетов были установлены значения оптимальной партии поставки бахчевых культур, которая характеризуется непостоянными объемами поставок и продолжительностью торговых сессий (рис. 3).

за сессию», несмотря на то, что количество отправок возрастает вдвое.

Литература

1. Скульская, Л.В. Потери сельскохозяйственной продукции и продовольственных ресурсов в Российской Федерации / Л.В. Скульская, Т.К. Широкова // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 6. – С. 63–83.

2. Транспортная логистика / Л.Б. Миротин, Б.Э. Таибаев, В.А. Гудков и др.; под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2002. – 512 с.

3. Модели и методы теории логистики / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Ю.В. Малевич и др.; под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.

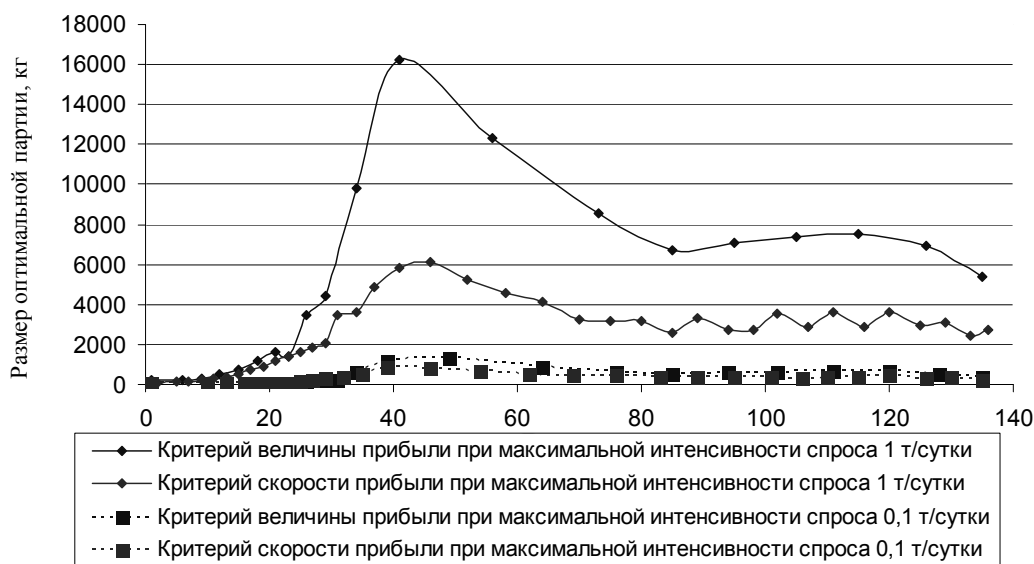


Рис. 3. Оптимальные размеры партий отправки при разных критериях эффективности и значениях максимальной интенсивности спроса

Установлено, что интенсивность спроса определяет оптимальный объем поставки: с увеличением интенсивности спроса оптимальный объем поставки возрастает. Величина оптимальной партии поставки зависит от дня реализации скоропортящейся продукции. При этом изменение интенсивности спроса уменьшает не только масштаб зависимости, но и положение экстремальных значений на оси времени. Более сложной, с точки зрения аналитического описания, является зависимость оптимальных сроков поставки. С учетом этого оптимальные параметры целесообразно рассчитывать варьированием величины партии поставки. В качестве критерия оптимизации следует принимать скорость получения прибыли, так как в этом случае прибыль за сезон продаж достигает величины, на 35 % большей величины результата оптимизации по критерию «максимальная прибыль

4. Рыжиков, Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

5. Рубальский, Г.Б. Управление запасами при случайном спросе (модели с непрерывным временем) / Г.Б. Рубальский. – М.: Сов. радио, 1977. – 160 с.

6. Nahmias, S. Perishable Inventory Systems. – New York: Springer Science+Business Media, 2011. – 96 p.

7. Deniz, B. Essays on Perishable Inventory Management. Carnegie Mellon University, 2007. – 148 p.

8. Новицкая, Е.В. Математическая модель розничной продажи скоропортящейся продукции: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / Е.В. Новицкая. – Томск: Томский государственный университет, 2005. – 19 с.

9. Степанова, Н.В. *Оптимальное управление ценой при продаже скоропортящегося товара* / Н.В. Степанова, А.Ф. Терпугов // *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета*, 2007, № 4(17). – С. 35–39.

10. Blackburn, J. *Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce. Production and Operations Management*. – 2009. – Vol. 18, Issue 2. – P. 129–137.

11. *Маркетинг* / В.В. Литчук, Р.П. Дудяк, С.Я. Бугіль, Я.С. Янишин. – Львів: Магнолія 2006, 2012. – 456 с.

12. Лупадин, В.И. *Психофизическое шкалирование* / В.И. Лупадин. – Свердловск: Уральский университет, 1989. – 240 с.

13. Рынок «Шувар». – <http://shuvar.com> (дата обращения 18.11.2013).

Лебедь Евгений Михайлович. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортные системы и безопасность дорожного движения», Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина), elebed@ols.com.ua

Коцюк Максим Александрович. Аспирант кафедры «Транспортные системы и безопасность дорожного движения», Национальный транспортный университет (г. Киев, Украина), m.kotsiuk@ukr.net

Горяева Ирина Александровна. Доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), i.goryaeva@mail.ru

Поступила в редакцию 5 октября 2015 г.

DOI: 10.14529/em090422

OPTIMIZATION OF THE “DELIVERY-SALE” OF PERISHABLE FOODS LOGISTICS CHAIN

E.M. Lebed¹, M.A. Kotsyuk¹, I.A. Goryaeva²

¹ National Transport University, Kiev, Ukraine

² South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

This article is concerned with the research of the law of the process of delivery and sale of perishable foods using the example of gourds. The purpose of the study is to define the law of perishable foods “delivery-sale” process functioning in order to substantiate an optimal volume of the batch of goods. In order to develop the “delivery-sale” of perishable foods logistics chain, the article points out the necessity for accomplishing three main tasks: to describe the batch of goods realization process; to define the dependency between demand and item price, to research the cost changing dynamics. On the basis of the regression model, the dependency of watermelons’ price throughout the trading season was determined. The order volume change depending on the demand pull and item retail price was analyzed with the help of dynamic programming. The efficiency criterion for optimization of the logistics chain, the last agent of which is a trade enterprise, is proved to be the speed of goods receipt.

Keywords: transportation, efficiency, perishable foods, model, logistics, delivery.

References

1. Skul'skaya L.V., Shirokova T.K. *Poteri sel'skokhozyaystvennoy produktsii i prodovol'stvennykh resursov v Rossiyskoy Federatsii* [Loss of agricultural products and food resources in the Russian Federation]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of Forecasting], 2010, no. 6, pp. 63–83.

2. Mirotin L.B., Tashbaev Y.E., Gudkov V.A. et al. *Transportnaya logistika* [Transportation logistics]. Moscow, Ekzamen Publ., 2002. 512 p.

3. Lukinskiy V.S., Lukinskiy V.V., Malevich Yu.V. et al. *Modeli i metody teorii logistiki* [Models and methods of the theory of logistics]. St. Petersburg, Piter Publ., 2008. 448 p.

4. Ryzhikov Yu.I. *Teoriya ochereyey i upravlenie zapasami* [The theory of queues and inventory control]. St. Petersburg, Piter Publ., 2001. 384 p.

5. Rubal'skiy G.B. *Upravlenie zapasami pri sluchaynom sprose (modeli s nepreryvnym vremenem)* [Inventory management at a random demand (continuous-time model)]. Moscow, Sov. radio Publ., 1977. 160 p.

6. Nahmias S. *Perishable Inventory Systems*. New York: Springer Science+Business Media, 2011. – 96 p. DOI: 10.1007/978-1-4419-7999-5_4
7. Deniz B. *Essays on Perishable Inventory Management*. Carnegie Mellon University, 2007. 148 p.
8. Novitskaya E.V. *Matematicheskaya model' roznichnoy prodazhi skoroportyashcheysoya produktsii* [Mathematical model of retail sale of perishable foods]. Extended abstract of Candidate of Physical and Mathematical Sciences Dissertation. Tomsk, 2005. 19 p.
9. Stepanova N.V., Terpugov A.F. Optimal'noe upravlenie tsenoy pri prodazhe skoroportyashchegosya tovara [Optimal price control when selling perishable foods]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta* [Vestnik of Siberian State Aerospace University], 2007, no. 4(17). pp. 35–39.
10. Blackburn J. Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce. *Production and Operations Management*, 2009, vol. 18, iss. 2, pp. 129–137. DOI: 10.1111/j.1937-5956.2009.01016.x
11. Lipchuk V.V., Dudyak R.P., Bugil' S.Ya., Yanishin Ya.S. *Marketing* [Marketing]. L'viv, Magnoliya 2006 Publ., 2012. 456 p.
12. Lupadin V.I. *Psikhofizicheskoe shkalirovanie* [Psychophysical scaling]. Sverdlovsk, Ural'skiy universitet, 1989. 240 p.
13. *Rynok "Shuvar"* ["Shuvar" market]. Available at: <http://shuvar.com> (accessed 18.11.2013).

Maxim A. Kotsiuk. Postgraduate student at the Department of Transportation system and Road-Traffic Safety, National Transport University, Ukraine, m.kotsiuk@ukr.net

Evgenii M. Lebed. Candidate of Science (Engineering), associate professor, Department of Transportation system and Road-Traffic Safety, National Transport University, Ukraine, elebed@ols.com.ua

Irina A. Goryaeva. Associate professor, Department of Automobile Transport Operation, South Ural State University, Chelyabinsk, i.goryaeva@mail.ru

Received 5 October 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Лебедь, Е.М. Оптимизация логистической цепи «доставка-реализация» скоропортящейся продукции / Е.М. Лебедь, М.А. Коцюк, И.А. Горяева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 165–169. DOI: 10.14529/em090422

FOR CITATION

Lebed E.M., Kotsyuk M.A., Goryaeva I.A. Optimization of the “Delivery-Sale” of Perishable Foods Logistics Chain. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2015, vol. 9, no. 4, pp. 165–169. (in Russ.). DOI: 10.14529/em090422
