

### Литература

1. *Bitner, M. Services marketing* / M. Bitner, V. Zeithaml. — Massachusetts : McGraw-Hill, 2000.
2. *Gronroos, C. Service management and marketing* / C. Gronroos. — West Sussex : John Wiley, 2007.
3. *Беквит, Г. Четыре ключа к маркетингу услуг* / Г. Беквит. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2005.
4. *Лавлок, К. Маркетинг услуг: персонал, технологии, стратегии* / К. Лавлок. — М. : Вильямс, 2005.
5. *Лавлок, К. Marketing uslug: personal, tekhnologii, strategii* / K. Lavlok. — М. : Vil'yams, 2005.
6. *Майкл, А. Мобильный маркетинг* / А. Майкл, Б. Солтер. — М. : ИТД, 2007.
7. *Майкл, А. Mobil'nyy marketing* / A. Maykl, B. Solter. — М. : ITD, 2007.
8. *Демченко, Е. В. Концепция маркетинга на рынке услуг* / Е. В. Демченко // Рос. науч. журн. — 2012. — № 2 (27). — С. 292—297.
9. *Demchenko, E. V. Kontseptsiya marketinga na rynke uslug* / E. V. Demchenko // Ros. nauch. zhurn. — 2012. — № 2 (27). — S. 292—297.
10. *Демченко, Е. В. Формирование рынка услуг сотовой связи в Республике Беларусь* / Е. В. Демченко // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. — 2014. — № 2. — С. 34—39.
11. *Demchenko, E. V. Formirovanie rynka uslug sotovoy svyazi v Respublike Belarus'* / E. V. Demchenko // Vesn. Belarus. dzyarzh. ekan. un-ta. — 2014. — № 2. — S. 34—39.
12. *Официальный сайт ИП «Велком»* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.velcom.by>. — Дата доступа: 04.11.2015.
13. *Официальный сайт СООО «Мобильные ТелеСистемы»* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mts.by>. — Дата доступа: 04.11.2015.
14. *Официальный сайт ЗАО «БеСТ»* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.life.com.by>. — Дата доступа: 04.11.2015.

*Статья поступила в редакцию 25.11.2015 г.*

УДК 330.43:658.86

**I. Deniseiko  
G. Chitaya**  
BSEU (Minsk)

## THE ECONOMETRIC MODELING OF THE TRADE FLOWS OF THE WHOLESALE TRADE ENTERPRISE WITH PANEL DATA

*The article consider the selection of a linear regression model of sales of nomenclature groups of food products wholesale trade companies based on panel data. Built two-factor regression equation with fixed effects, that is used for analysis and short-term forecasting of demand for commodity.*

**Keywords:** *wholesale trade; sales management; nomenclatural group of products; stocks; econometric model; the regression equation; panel data; a fixed effects model; statistical tests; elasticity coefficients; a sales forecast; exogenous and endogenous variables.*

**И. В. Денисейко  
Г. О. Читая**  
доктор экономических наук, доцент  
БГЭУ (Минск)

## ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОВАРНЫХ ПОТОКОВ ОПТОВОГО ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

*В статье рассмотрены вопросы обоснования выбора линейной регрессионной модели объема продаж номенклатурных групп продовольственных товаров оптового торгового предприятия*

на основе панельных данных. Построено двухфакторное уравнение регрессии с фиксированными эффектами, которое используется для анализа и краткосрочного прогнозирования спроса на реализуемые предприятием товарные позиции.

**Ключевые слова:** оптовая торговля; управление продажами; номенклатурные группы товаров; складские запасы; эконометрическая модель; уравнение регрессии; панельные данные; модель с фиксированными эффектами; статистические тесты; коэффициенты эластичности; прогноз продаж; экзогенные и эндогенные переменные.

## Введение

Специфика функционирования предприятия оптовой торговли состоит в закупке определенного количества номенклатурных групп товаров, их складировании и дальнейшей продаже потребителям с целью получения прибыли. Взаимодействие с поставщиками товаров и их покупателями приводит к формированию входящего и исходящего потоков. Рациональная организация оптовой торговли предполагает определение обоснованных запасов товаров на складе предприятия, сбалансированных с существующим и прогнозируемым спросом на них. Увеличение объемов продаж является одной из главных целей предприятия и выступает обобщающим экономическим показателем.

В работе оптовой торгово-закупочной фирмы ключевую роль играет обоснование объемов закупок и складированных запасов товаров. Эти два показателя являются основополагающими для формирования плана продаж. Эмпирические данные динамики их изменения подтверждают существование значимой статистической связи с объемами продаж. Формализация зависимости между рассматриваемыми индикаторами посредством методов эконометрического моделирования позволит создать инструмент анализа и прогнозирования спроса.

### Выбор вида регрессионной линейной модели, построенной на панельных данных

Для крупной оптовой торговой организации, занимающейся закупками и продажами внушительного количества товарных позиций, образующих номенклатурные группы, правомерно их классифицировать по объемам продаж. В частности, использование ABC-анализа может послужить статистическим приемом выделения приносящих наибольшую прибыль групп продуктов. Эффективный контроль за движением всеми их потоками на предприятии способствует снижению потерь и увеличению прибыли.

Сбор информации по материальным потокам каждой товарной группы во времени приводит к формированию панельных данных, их обработка и построение эмпирических зависимостей с помощью эконометрического подхода может дать дополнительную прогнозно-аналитическую информацию, необходимую для эффективного управления товарооборотом на предприятии.

Для построения модели введем следующие обозначения:

$x_1$  — средний запас товаров заданной номенклатурной группы за рассматриваемый период (экзогенная переменная);

$x_2$  — средние объемы закупок товаров заданной номенклатурной группы за рассматриваемый период (экзогенная переменная);

$y$  — средние объемы продаж товаров заданной номенклатурной группы за рассматриваемый период (эндогенная переменная).

Справедливо указать на следующие очевидные условия:

$$0 \leq y \leq x_1 + x_2. \quad (1)$$

Простейшая модель взаимосвязи перечисленных факторов — это линейная модель вида

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon. \quad (2)$$

Модель (2) является простейшей, служит для проведения анализа имеющих место тенденций в вариации численных значений переменных факторов. В то же время она не учитывает условия (1).

По нашему мнению, один из возможных подходов к конструированию модели, включающей ограничения (1), состоит в изменении спецификации модели.

Пусть  $F(z)$  — некоторая возрастающая функция, определенная на промежутке  $(-\infty; +\infty)$  и принимающая значения на множестве  $[0; 1]$ , такая, что  $\lim_{z \rightarrow -\infty} F(z) = 0$  и  $\lim_{z \rightarrow +\infty} F(z) = 1$ . В качестве  $F(z)$  можно взять, например, логистическую функцию

$$F(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}. \quad (3)$$

В результате получим нелинейную регрессионную модель

$$y = (x_1 + x_2) \cdot F(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2) + \varepsilon. \quad (4)$$

В силу того, что  $F(z) \in [0; 1]$ , для любого  $z$  значения  $y$ , найденные по формуле (4), всегда удовлетворяют условию (1).

Оценивание параметров модели (4) для набора переменных  $(x_{1it}, x_{2it}, y_{it}, i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T)$  сопряжено с проблемами недостаточного теоретического обеспечения процедур идентификации модели с переменными, статистические выборки по которым являются панельными. Авторы статьи считают это направление научно значимым для последующих исследований. В этой связи в настоящей работе предлагается построение модели (2).

Панельные данные по набору переменных  $(x_{1it}, x_{2it}, y_{it})$  формируются по выборочной совокупности номенклатурных групп товаров с временным тактом в один месяц. Подписные индексы при переменных:  $i$  — номер номенклатурной группы товара,  $t$  — временной такт (например, месяц).

В связи с тем, что построение модели осуществляется на основе панельных данных, недостаточно определить только функцию регрессии, необходимо принимать в расчет также наличие различий между объектами (номенклатурными группами товаров). Если различия (или эффекты) имеются, то необходимо определить, являются они случайными или фиксированными. Следовательно, возникает необходимость выбора между объединенной моделью регрессии, моделью с фиксированными эффектами и моделью со случайными эффектами. Кроме объективных соображений по выбору модели и выполнения необходимых предпосылок существуют статистические тесты, позволяющие подтвердить или опровергнуть гипотезу о наличии фиксированных или случайных эффектов в пространственных наблюдениях. Тесты предполагают попарное сравнение этих трех видов моделей [2].

При выборе между объединенной моделью регрессии, в которой не учитываются различия между экономическими объектами, и моделью с фиксированным эффектом вида

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_m x_{mit} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

правомерно использовать  $F$ -тест для проверки нулевой гипотезы об отсутствии различий между свободными коэффициентами  $\alpha_i$  модели (5). При отклонении нулевой гипотезы выбор осуществляется в пользу модели с фиксированным эффектом.

Модель со случайным эффектом, предполагающая случайный характер индивидуальных отличий, имеет вид

$$y_{it} = \mu + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_m x_{mit} + u_i + \varepsilon_{it}, \quad (6)$$

где  $\mu$  — свободный коэффициент;  $u_i$  — случайные остатки, соответствующие  $i$ -й номенклатурной группе товаров.

Для выбора между обычной моделью и моделью со случайными эффектами целесообразно применение  $LM$ -теста Бреуша—Пагана, основанного на расчете статистики

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left( \frac{\sum_{i=1}^n \left( \sum_{t=1}^T e_{it} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right), \quad (7)$$

где  $e_{it}$  — остатки в обычной модели;  $n$  — количество номенклатурных групп товаров;  $T$  — количество периодов времени.

При нулевой гипотезе об отсутствии случайных эффектов статистика  $LM$  имеет  $\chi^2$ -распределение с одной степенью свободы.

И, наконец, при выборе модели со случайным или фиксированным эффектом, следует использовать тест Хаусмана. Статистика Хаусмана при нулевой гипотезе о предпочтительности использования модели со случайным эффектом имеет  $\chi^2$ -распределение со степенями свободы, соответствующими количеству независимых переменных в модели [3].

Во втором разделе статьи при построении регрессионной модели на панельных данных использование статистических тестов подтвердило целесообразность выбора уравнения линейной регрессии с фиксированными эффектами.

### Линейная регрессионная модель объема продаж с фиксированными эффектами

Для реально функционирующего предприятия оптовой торговли продуктами питания УП «Минский хладокомбинат № 1» были созданы статистические выборки по набору эконометрических переменных  $(x_{1it}, x_{2it}, y_{it})$  по месяцам за период с сентября 2008 г. по январь 2013 г.

С целью выявления номенклатурных групп товаров, приносящих наибольшую прибыль, проведена их классификация с помощью ABC-анализа. Здесь использовано правило 20:80. Известно, что 20 % различных видов товаров обычно приносит предприятию 80 % прибыли [1]. В нашем случае ABC-анализ осуществлен по данным объемов входящих и исходящих товарных потоков (табл. 1).

Таблица 1. Результаты ABC-анализа, произведенного по показателям объемов закупок и объемов продаж номенклатурных позиций товаров предприятия оптовой торговли

Показатель	Группы	Объем продаж		
		А	В	С
Объем закупок	А	9	1	0
	В	1	15	1
	С	0	2	95

Источники: составлено авторами.

Из 124 номенклатурных позиций 9 оказались в группе А, приносящей примерно 80 % прибыли. Именно эта группа была выбрана для построения модели на панельных данных. К этим позициям относились свинина и мясопродукты из нее (позиция 1), говядина и мясопродукты из нее (позиция 2) и др. Таким образом, панельные данные сформированы по принципу: пространственным объектам соответствуют номенклатурные

позиции (группы) товаров, т.е.  $n = 9$ ;  $i = 1, 2, \dots, 9$ , а временные — с тактом продолжительностью в 1 месяц. Длина временных рядов переменных — 53, размерность панельных данных  $9 \times 53$ . Все переменные имеют стоимостное выражение в рублях.

Как говорилось в первом разделе статьи, при работе с панельными данными приходится выбирать между построением объединенной модели, модели с фиксированными или случайными эффектами. В процессе обработки данных сделан выбор в пользу модели множественной линейной регрессии с фиксированными эффектами [5]. Компьютерные расчеты проведены с использованием программного пакета EViews. Получена модель вида

$$y_{it} = \alpha_i + 141\,063\,818 + 0,136 x_{1it} + 0,633 x_{2it} + \varepsilon_{it}. \quad (8)$$

(3,9)                      (6,6)                      (31,0)

При тестировании нулевой гипотезы об отсутствии индивидуальных фиксированных эффектов с помощью  $F$ -теста было получено:  $F_{\text{расч}} = 3,056 > F(0,05; 8; 466) = 1,96$ , т.е. нулевая гипотеза отвергается на 5 %-ном уровне значимости. Тест Хаусмана также указал на наличие фиксированных эффектов. Статистика  $\chi^2_H = 23,4$  больше критического уровня 5,99 при двух степенях свободы.

Наличие фиксированных эффектов предполагает значимые различия в свободных коэффициентах, отличающих номенклатурные группы товаров. Коэффициенты при переменных в такой модели считаются общими для всех изучаемых объектов и оценивают абсолютную меру взаимосвязи факторов [4]. Модель позволила установить, что увеличение запаса продукции на складе в среднем за месяц на 1 млн руб. приводит к увеличению объема продаж в среднем на 136 тыс. руб., при росте объема закупок на 1 млн руб. продажи увеличиваются в среднем на 633 тыс. руб.

Данные фиксированных эффектов для модели (8) представлены в табл. 2. Различия характеризуются уровнем продаж товарных групп. Самыми высокими продажами отличаются товары 2-й группы из представленных. Также наиболее высокие продажи по сравнению с другими видами имеют товарные позиции 7 и 9. Самые низкие продажи наблюдаются у товаров 6-й группы.

Таблица 2. Фиксированные эффекты в модели (8)

Товарная группа	Фиксированный эффект, $\alpha_i$
1	-117 446 738,13
2	251 886 740,13
3	-42 055 224,25
4	-95 156 382,15
5	-54 330 741,87
6	-174 271 732,24
7	233 161 218,10
8	-19 682 804,14
9	17 895 664,55

Источники: составлено авторами.

Прогностические качества модели иллюстрируются графиками фактических и модельных величин продаж по группам товаров. На рис. 1 и 2 приведены графики объемов продаж по фактическим и расчетным их величинам.

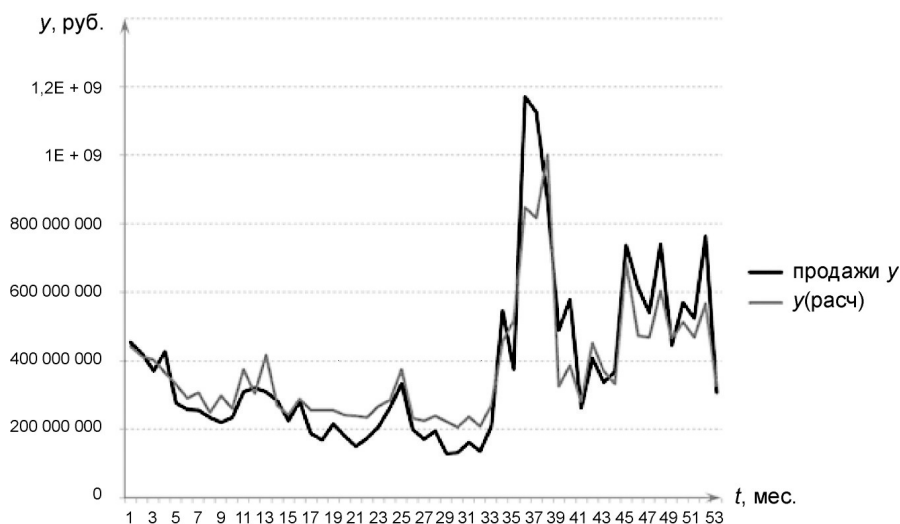


Рис. 1. Графики объемов продаж 8-й номенклатурной группы товаров по фактическим и модельно рассчитанным данным

Источники: составлено авторами.

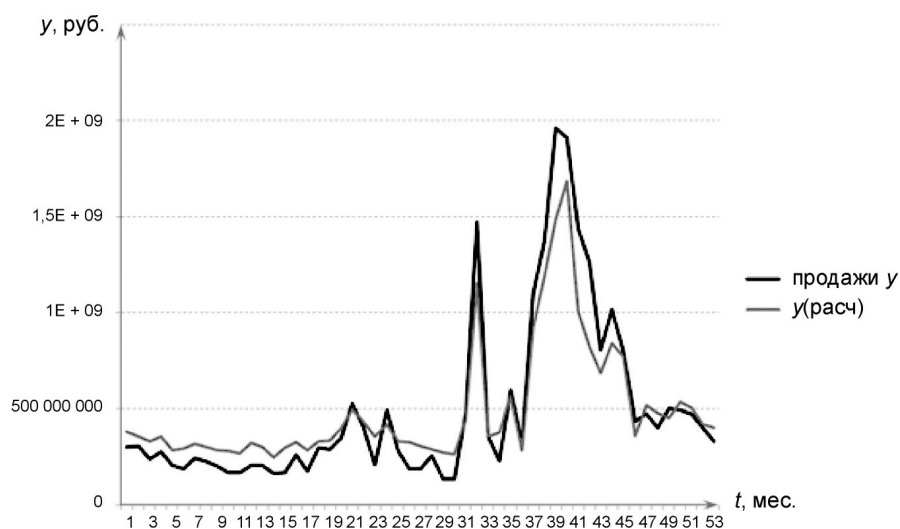


Рис. 2. Графики объемов продаж 9-й номенклатурной группы товаров по фактическим и модельно рассчитанным данным

Источники: составлено авторами.

Значение показателя детерминации по модели (8) составило 0,78, т.е. 78 % вариации эндогенной переменной объясняется вариабельностью двух экзогенных переменных. Качество модели высокое, однако она может использоваться исключительно для краткосрочного сценарного прогноза и в основном имеет аналитическое предназначение.

### Заключение

Авторами использован эконометрический аппарат моделирования зависимости объемов продаж от величин закупок девяти номенклатурных товарных групп и размеров их запасов на складе торговой организации. Построена линейная двухфакторная регрессионная модель на так называемых панельных данных, представляющих собой пространственно-временную выборку эндогенной переменной (объемы продаж) и двух экзогенных переменных (объемы закупок и запасы товаров). Панельные данные сформированы по УП «Минский хладокомбинат № 1» из девяти номенклатурных групп товаров по месяцам за период с сентября 2008 г. по январь 2013 г. Длина временных рядов составляет 53, а весь объем выборки — 477. Соблюдено соответствие по единицам измерения, все переменные имеют стоимостное выражение.

Полученное уравнение регрессии имеет аналитическую и прогностическую ценность как по коэффициентам регрессии, так и по коэффициентам средней эластичности продаж от средних значений факторных признаков. Особенность построенной авторами модели с фиксированными эффектами состоит в том, что она позволяет установить эффекты от продаж по каждой номенклатурной группе товаров и определить их приоритетность в управлении продажами. Компьютерные расчеты осуществлены с использованием программного пакета EViews.

### Литература

1. *Стерлигова, А. Н.* Управление запасами в цепях поставок : учебник / А. Н. Стерлигова. — М. : ИНФРА-М, 2008.
2. *Sterligova, A. N.* Upravlenie zapasami v tsepyakh postavok : uchebnik / A. N. Sterligova. — М. : INFRA-M, 2008.
3. *Магнус, Я. Р.* Эконометрика. Начальный курс : учебник / Я. Р. Магнус, П. К. Катусhev, А. А. Пересецкий. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Дело, 2004.
4. *Magnus, Ya. R.* Ekonometrika. Nachal'nyy kurs : uchebnik / Ya. R. Magnus, P. K. Katyshev, A. A. Peresetskiy. — 6-e izd., pererab. i dop. — М. : Delo, 2004.
5. *Greene, W. H.* Econometric analysis / W. H. Greene. — 5<sup>th</sup> ed. — Upper Saddle River, New Jersey, 2003.
6. *Читая, Г. О.* Эконометрическое исследование факторов развития регионов России / Г. О. Читая // Региональная экономика: теория и практика. — 2007. — № 18 (57).
7. *Chitaya, G. O.* Ekonometricheskoe issledovanie faktorov razvitiya regionov Rossii / G. O. Chitaya // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. — 2007. — № 18 (57).
8. *Денисейко, И. В.* Эконометрическое моделирование материальных потоков оптового торгового предприятия с использованием панельных данных / И. В. Денисейко // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы VIII Международ. науч.-практ. конф., Минск, 21—22 мая 2015 г. : в 2 т. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов [и др.]. — Минск, 2015. — Т. 2. — С. 266—267.
9. *Deniseyko, I. V.* Ekonometricheskoe modelirovanie material'nykh potokov optovogo trgovogo predpriyatiya s ispol'zovaniem panel'nykh dannyykh / I. V. Deniseyko // Ekonomicheskiy rost Respubliki Belarus': globalizatsiya, innovatsionnost', ustoychivost' : materialy VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 21—22 maya 2015 g. : v 2 t. / Belorus. gos. ekon. un-t ; redkol.: V. N. Shimov [i dr.]. — Minsk, 2015. — T. 2. — S. 266—267.

Статья поступила в редакцию 09.12.2015 г.