

УДК 330.4: 332.1

Осипова О.І.

*кандидат економічних наук,
старший викладач кафедри економіко-математичного моделювання
Київського національного економічного університету
імені Вадима Гетьмана*

Ігнатова Ю.В.

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіко-математичного моделювання
Київського національного економічного університету
імені Вадима Гетьмана*

Шендерівська Л.П.

*кандидат економічних наук,
доцент кафедри організації видавничої справи,
поліграфії і книгорозповсюдження
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІЙ ПОПИТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОСТОРОВО-АВТОРЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

ESTIMATION OF DEMAND FUNCTIONS USING SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODELS

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена побудові функцій попиту на м'ясо, молоко та рибу в Україні з урахуванням наявності просторових ефектів. Виявлення просторової автокореляції в даних відбувалося шляхом розрахунку глобального індексу Морана. Для оцінювання функцій попиту використовувалися просторово-авторегресійні моделі з панельною структурою даних. Побудовані моделі дають змогу дійти висновку, що на рівень споживання м'яса, молока та риби істотний вплив мають ціни на вищезгадані продукти та наявні доходи населення. Крім того, для всіх трьох моделей отримано значущий та додатний коефіцієнт просторової автокореляції. Тому споживання м'яса, молока та риби в регіоні залежить від рівня їх споживання у сусідніх регіонах.

Ключові слова: просторові економетричні моделі, індекс Морана, просторова автокореляція, попит, продукти харчування.

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена построению функций спроса на мясо, молоко и рыбу в Украине с учетом наличия пространственных эффектов. Выявление пространственной автокорреляции в данных осуществлялось путем расчета глобального индекса Морана. Для оценки функций спроса использовались пространственно-авторегрессионные модели с панельной структурой данных. Построенные модели позволяют сделать вывод, что на уровень потребления мяса, молока и рыбы существенное влияние имеют цены на вышеупомянутые продукты и доходы населения. Кроме того, для всех трех моделей получен значимый и положительный коэффициент пространственной автокорреляции. Поэтому потребление мяса, молока и рыбы в регионе зависит от уровня их потребления в соседних регионах.

Ключевые слова: пространственные эконометрические модели, индекс Морана, пространственная автокорреляция, спрос, продукты питания.

ANNOTATION

The article is devoted to the construction of demand functions for meat, milk and fish in Ukraine, taking into account the presence of spatial effects. Detection of spatial autocorrelation in data was done by calculating the global Moran index. For the estimation of demand functions, models of spatial autoregression with panel data structure were used. The constructed models allow us

to conclude that the prices for the above-mentioned products and the existing incomes of the population have a significant impact on the level of consumption of meat, milk and fish. In addition, for all three models, a significant and positive coefficient of spatial autocorrelation is obtained. Therefore, the consumption of meat, milk and fish in the region depends on the level of their consumption in the neighboring regions.

Keywords: spatial econometric models, Moran index, spatial autocorrelation, demand, food products.

Постановка проблеми. Присутність просторових ефектів та просторової автокореляції часто можна діагностувати в економетричних моделях, що будуються на основі регіональних даних. Моделі просторової економетрики, яка виникла на стику економетрики і регіональної економіки, знайшли широке застосування в аналізі просторових даних. Однією з перших робіт із просторової економетрики традиційно вважається робота Люка Анселіна «Оцінювання моделей з просторово-авторегресійною структурою» [1]. Ідея, що лежить в основі просторової автокореляції та просторово-економетричних моделей, відома як 1-й закон географії, що був сформульований Вальдо Тоблером у 1970 році: «Все пов'язано з усім іншим, але близькі речі більш пов'язані, ніж віддалені речі» [2]. Тобто під час моделювання економічних показників у регіонах необхідно враховувати як вплив інших показників у цих регіонах, так і значення цих самих економічних показників в інших, як правило, сусідніх регіонах. Під час побудови просторово-економетричних моделей міра близькості регіонів враховується шляхом включення в модель так званої вагової матриці сусідів W , про яку більш докладно буде написано далі. Параметр моделі, що відображає вплив інших регіонів на залежну змінну, називають коефі-

цієнтом просторової автокореляції. Якщо цей коефіцієнт у моделі є значущим, то робиться висновок про наявність просторових ефектів, тобто будь-яка зміна, що сталася в одному регіоні, є наслідком змін, що відбулися в інших, як правило, сусідніх регіонах [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стрімкий розвиток інформаційно-комп'ютерних технологій та поява спеціалізованого програмного забезпечення сприяли широкому розповсюдженню моделей просторової економетрики в економічних дослідженнях. Сьогодні просторово-економетричні моделі з однаковим успіхом застосовуються для аналізу як регіональних даних [3; 4], так і даних по групах країн [5; 6]. Прикладами робіт, в яких за допомогою просторово-економетричних моделей проводиться дослідження попиту, є роботи [7–9].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Водночас прикладних робіт, у яких для регіональних досліджень використовуються моделі просторової економетрики на основі українських даних, сьогодні майже не існує.

Формулювання цілей статті. У цій статті ми зробили спробу побудувати функції попиту для м'яса, молока та риби в регіонах України з урахуванням наявності просторових ефектів. Вибір саме цих продуктів харчування можна пояснити так. Серед продовольчих груп, які формують так званий базовий набір продуктів харчування в Україні (який включає м'ясо, молоко, яйця, хліб і продукти переробки зерна, картоплю, овочі, фрукти, рибу, олію та цукор) [10], середньодушове споживання м'яса, молока і риби знаходиться на найнижчому щодо раціональних норм харчування рівні. Як можна побачити на рис. 1, у 2015 році середнє споживання обраних нами продуктів харчування становить не більше 65% від раціональних норм споживання цих продуктів. Водночас споживання інших груп продуктів харчування (за винятком фруктів) практично відповідає величинам раціональних норм споживання.

Крім того, ці продукти харчування є основним джерелом білків, що саме по собі робить їх цінними продуктами в харчовому раціоні людини. Тому аналіз чинників, що впливають на формування попиту на м'ясо, молоко і рибу, є цікавим та актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для побудови функцій попиту використовувалися регіональні дані щодо середньодушових обсягів споживання м'яса, молока і риби в 2002–2015 роках [11]. Пояснюючими змінними були обрані роздрібні ціни на вищезазначені продукти харчування та середньодушові доходи населення.

З метою виявлення у регіональних даних просторової автокореляції застосовуються індекси просторової автокореляції. Глобальний індекс просторової автокореляції виражає загальну ступінь схожості між просторово близькими регіонами за значенням досліджуваного показника Y . Глобальні індекси просторової автокореляції призначені для виявлення наявності загальної тенденції до кластеризації на досліджуваній території. Локальний індекс просторової автокореляції виражає для кожного регіону ступінь подібності між цим та сусідніми регіонами за значенням досліджуваного показника Y [12].

Оскільки для цілей нашої роботи нам досить виявити наявність просторових ефектів загалом, зосередимо свою увагу тільки на глобальному індексі просторової автокореляції.

Найбільш відомим тестом для діагностики просторової автокореляції є глобальний індекс просторової автокореляції Морана [13]:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}}, \quad (1)$$

де N – кількість регіонів, y_i – значення досліджуваної змінної Y в регіоні i , y_j – значення досліджуваної змінної Y в регіоні j , \bar{y} – середнє

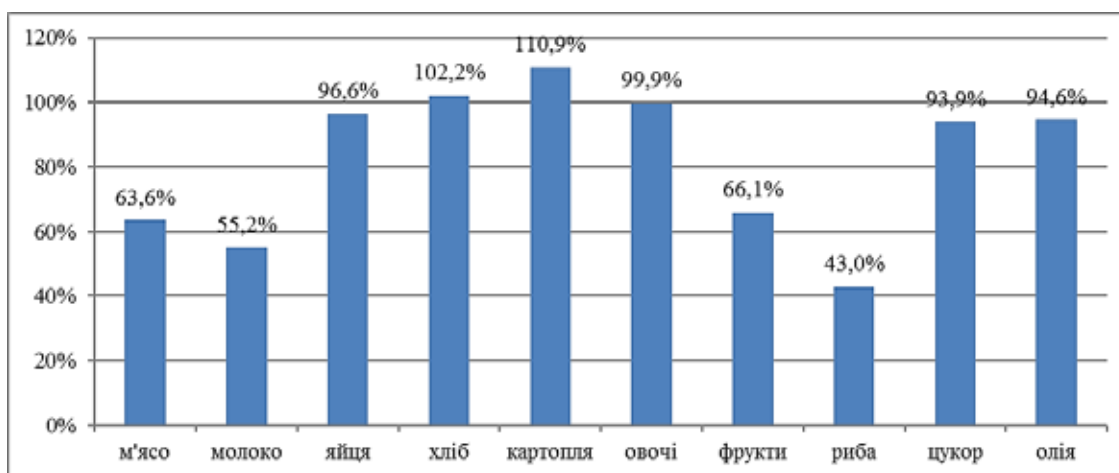


Рис. 1. Споживання продуктів харчування щодо раціональних норм в Україні у 2015 році
Джерело: сформовано авторами на основі даних Державної служби статистики України

значення досліджуваної змінної Y , w_{ij} – елементи вагової матриці W . Вагова матриця являє собою квадратну симетричну матрицю розміру $N \times N$, кожний елемент якої (w_{ij}) характеризує ступінь сусідства об'єктів i та j . Діагональні елементи матриці дорівнюють нулю. У нашій роботі ми використовували матрицю зворотних відстаней, тобто недіагональні елементи матриці розраховувалися за таким правилом: $w_{ij} = 1 / d_{ij}$, де d_{ij} – відстань між головними містами регіонів i та j по автомобільних шляхах [14].

Індекс Морана приймає значення від -1 до 1 . Значення -1 свідчить про те, що регіони зі значеннями досліджуваного показника Y вище середнього межують із регіонами, в яких значення Y нижче середнього. Значення 1 говорить про існування позитивної залежності: регіони, в яких Y вище середнього, межують один з одним. Асимптотично центрований та нормований індекс Морана має нормальний розподіл, його значущість перевіряється за допомогою z -статистики.

У таблиці 1 представлені результати розрахунку глобальних індексів Морана для середньодушових рівнів споживання м'яса, молока і риби в 2002–2015 роках. Значущість цього індексу в таблиці відзначена так: для p -рівня $\leq 0,01$ – ***, для p -рівня $\leq 0,05$ – **, для p -рівня $\leq 0,1$ – *.

Як бачимо, наявність просторової автокореляції діагностовано для всіх розглянутих продуктів, хоча істотний вплив просторових ефектів на рівень споживання м'яса простежується лише з 2005 року. Додатні значення отриманих індексів Морана свідчать про наявність прямо пропорційної залежності рівнів споживання м'яса, молока і риби в окремо взятому регіоні від рівнів їх споживання в сусідніх регіонах.

Далі перейдемо до оцінювання функцій попиту на м'ясо, молоко і рибу з урахуванням наявності просторової автокореляції в даних. Це можна зробити за допомогою просторових регресійних моделей. Метою просторової регресії є оцінка взаємозв'язку між пояснювальною змінною Y та однією або декількома пояснюючими змінними X , беручи до уваги просторову залежність між спостереженнями.

Для побудови функцій попиту ми використовували моделі просторової автокореляції (SAR)

із панельною структурою даних, яка в загальному вигляді може бути представлена так:

$$y_{it} = \rho W y_{it} + \beta x_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

де y_{it} – значення пояснювальної змінної для i -го регіону в момент часу t ; x_{it} – значення пояснюючих змінних для i -го регіону в момент часу t , β – коефіцієнти біля пояснюючих змінних, W – стандартизована вагова матриця сусідів, μ_i – неспостережувані індивідуальні ефекти, ε_{it} – випадкові збурення, ρ – коефіцієнт просторової автокореляції. Значущість i знак цього параметра дають змогу дійти висновку про те, що на значення залежної змінної в регіоні i впливають значення залежних змінних в сусідніх регіонах [12].

Як уже згадувалося раніше, для побудови регресійних моделей залежними змінними є середньодушові обсяги споживання м'яса (\ln_meat_{it}), молока (\ln_milk_{it}) і риби (\ln_fish_{it}). Пояснюючими змінними в моделях є середньодушові доходи населення (\ln_income_{it}) і роздрібні ціни на розглянуті продукти харчування ($\ln_price_meat_{it}$, $\ln_price_milk_{it}$, $\ln_price_fish_{it}$ відповідно). Величина доходів населення і ціни скориговані на індекс інфляції. Також незалежними змінними є змінні, що відображають наявність просторової залежності в даних – $\rho w \ln_meat_{it}$, $\rho w \ln_milk_{it}$, $\rho w \ln_fish_{it}$. За допомогою цих змінних у моделі враховується вплив на значення залежної змінної в регіоні i значень залежної змінної у всіх інших регіонах. Для побудови моделей використовувалися дані по 24 регіонах України за період із 2002 по 2015 рік. У результаті оцінювання отримано такі моделі, як:

$$\ln_meat_{it} = 12,247 + 0,699 w \ln_meat_{it} + 0,004 \ln_income_{it} - 0,134 \ln_price_meat_{it}. \quad (3)$$

$$\ln_milk_{it} = 43,978 + 0,809 w \ln_milk_{it} + 0,004 \ln_income_{it} - 1,647 \ln_price_milk_{it}. \quad (4)$$

$$\ln_fish_{it} = 1,513 + 0,891 w \ln_fish_{it} + 0,001 \ln_income_{it} - 0,158 \ln_price_fish_{it}. \quad (5)$$

Для всіх трьох моделей значення параметра ρ виявилось значущим і додатним. Це свідчить

Таблиця 1

Значення глобального індексу Морана для м'яса, молока та риби у 2002–2015 роках

Рік	М'ясо	Молоко	Риба	Рік	М'ясо	Молоко	Риба
2000	-0.002	0.282***	0.185***	2008	0.055**	0.264***	0.151***
2001	-0.002	0.292***	0.143***	2009	0.008	0.221***	0.160***
2002	-0.005	0.290***	0.187***	2010	0.046**	0.218***	0.134***
2003	-0.006	0.291***	0.169***	2011	0.052**	0.229***	0.150***
2004	-0.025	0.272***	0.196***	2012	0.055**	0.211***	0.167***
2005	0.028*	0.257***	0.187***	2013	0.046**	0.217***	0.159***
2006	0.056**	0.212***	0.191***	2014	0.057**	0.195***	0.114***
2007	0.033*	0.249***	0.184***	2015	0.004	0.214***	0.111***

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України

про те, що на рівень споживання м'яса, молока і риби в окремо взятому регіоні чинять прямо пропорційний вплив рівні споживання відповідних продуктів харчування в сусідніх регіонах. Коефіцієнти при інших пояснюючих змінних можна інтерпретувати як коефіцієнти еластичності за доходом і ціною. Значення цих коефіцієнтів дають змогу дійти висновку про те, що на споживання розглянутих продуктів харчування незначний позитивний вплив справляє величина доходу. Зниження цін на досліджувані продукти харчування, як і очікувалося, приводить до значного збільшення попиту на них. Варто зазначити, що для третьої моделі не вдалося отримати значущого коефіцієнта при змінній $\ln income_{it}$. Ми припускаємо, що це пояснюється тим, що на споживання риби в регіоні більш істотний вплив мають обсяги її вилу, ніж розмір доходів населення.

Висновки. У статті на основі даних по 24 регіонах України за період 2002–2015 років були оцінені функції попиту на м'ясо, молоко і рибу з урахуванням наявності просторових ефектів. Для оцінювання попиту ми застосували просторово-авторегресійні моделі з панельною структурою даних. Попередньо була побудована і нормалізована вагова матриця зворотних відстаней між регіонами. Розраховані індекси Морана показали наявність додатної просторової автокореляції між регіонами у рівнях споживання розглянутих продуктів і підтвердили доцільність використання просторово-регресійних моделей. Отримані моделі дають змогу дійти висновку, що на величину попиту на м'ясо, молоко і рибу незначний позитивний вплив має розмір доходу, зниження цін на продукти більш істотно впливає на збільшення попиту на них. Крім того, для всіх трьох моделей отримано значущий і додатний коефіцієнт просторової автокореляції, тобто на споживання м'яса, молока і риби в регіоні впливає рівень їх споживання у сусідніх регіонах.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Anselin L. Estimation models for Spatial Autoregressive Structures. Regional Science Dissertation and Monograph Series. – 1980. – Cornell University. Itaca, NY. – 273 p.
2. Tobler W.R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region / W.R. Tobler // *Economic Geography*. – 1970. – № 46(2). – P. 234–240.
3. Демидова О.А. Пространственно-авторегрессионная модель для двух групп взаимосвязанных регионов (на примере восточной и западной части России) / О.А. Демидова // *Прикладная эконометрика* – 2014. – № 2 (34). – С. 19–35.
4. Marques H. Regional inflation dynamics using space–time models / H. Marques, G. Pino, J. Horrillo // *Empirical Economics*, Springer. – 2014. – № 47(3), P. 1147–1172.
5. Arbia G. Convergence in per-capita GDP across European regions using panel data models extended to spatial autocorrelation effects. [Електронний ресурс] / G. Arbia, G. Piras // *European Regional Science Association conference papers*. – 2004. – Режим доступу: <https://ideas.repec.org/p/isa/wpaper/51.html>
6. Antczak E. Spatial Autoregressive Panel Data Models Applied to Evaluate the Levels of Sustainable Development in European Countries / E. Antczak, J. Suchecka // *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Oeconomica*. – 2011. – № 252 (1). – P. 21–44.
7. Baltagi B. Prediction in the Panel Data Model with Spatial Correlation: the Case of Liquor / B. Baltagi, D. Li // *Spatial Economic Analysis*. – 2014. – № 1 (2). – P. 175–185.
8. Gibson J. Spatial correlation in household choices in rural Indonesia/ J. Gibson, B. Kim, S. Olivia// *Asian Economic Journal*. – 2011. – № 25 (3). – P. 271–289.
9. Lopes S.B. GIS-Based Analytical Tools for Transport Planning: Spatial Regression Models for Transportation Demand Forecast/ S. B. Lopes, N. C. M. Brondino, A. N. Rodrigues da Silva// *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* – 2014. – № 3 (2). – P. 565–583.
10. Постанова «Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» № 780 від 11.10.2016 року.
11. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України за 2015 рік: Статистичний збірник [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2016/bl/06/zb_cdnd_16.zip.
12. Moran P. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society*– 1948. – № 10. – P. 243–251.
13. Belotti F., Hughes G., Mortari A. P. XSMLE – A Command to Estimate Spatial Panel Models in Stata. Working paper. CEIS, University of Rome Tor Vergata. – 2013. – 37 p.
14. Drukker D. M., Peng H., Prucha I. R., Raciborski R. Creating and managing spatial-weighting matrices with the *spmat* command / D. M. Drukker, H. Peng, I. R. Prucha, R. Raciborski// *The Stata Journal*. – 2013. – 13 (2). – P. 242–286.