

УДК 519.876.5:339.37(477)

Гальків Л. І., Демчишин М. Я.

МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛІЗОВАНОГО ПОПИТУ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

Досліджено та змодельовано динаміку реалізованого попиту населення України за 1995-2009 рр., а також чинників, що його визначають. Обґрунтовано параметри моделей та обчислено прогнозні значення. Побудовано та проаналізовано регресійні моделі реалізованого попиту.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання; моделі тренду; реалізований попит; роздрібна торгівля

Halkiv L., Demchyshyn M.

MODELING OF THE REALIZED DEMAND OF POPULATION OF UKRAINE

The article deals with the investigated and modeled dynamics of the realized demand of Ukrainian population in 1995-2009 and factors for establishment. The parameters of models are proved. Prediction values are calculated. Regressive models of realized demands are formalized and analyzed.

Keywords: economic-mathematical modeling, trend models, realized demand, retail business.

Вступ. Однією зі складових внутрішнього ринку країни, яка має соціальне значення та відіграє важливу роль у життєзабезпеченні населення, а саме – задоволенні найнеобхідніших потреб різних соціальних груп, окремих домогосподарств, кожної людини – виступає споживчий ринок. Н. Бутенко [1], визначаючи цю категорію, акцентує увагу на тому, що на споживчому ринку окремі особи й домогосподарства купують товари та користуються

послугами для особистого або сімейного споживання (використання), чим забезпечується безперервність процесу суспільного відтворення.

Для аналізу задоволення попиту населення України через роздрібну торговельну мережу і застосування отриманих результатів у процесі прийняття управлінських рішень чільне місце належить методу моделювання, який передбачає конструювання моделі на основі попереднього вивчення

об'єкта, визначення його найбільш суттєвих характеристик, експериментальний і теоретичний аналіз створеної моделі, а також необхідне коригування на підставі одержаної інформації [2, с. 24]. Оскільки стан та динаміка платоспроможного попиту формується за умов невизначеності і ризикованості, то це зумовлює використання в аналітичних цілях стохастичних моделей.

Теоретико-методологічні аспекти моделювання та прогнозування в торговельній сфері розроблялися широким колом вітчизняних науковців. Зокрема Н. Міценко [3] описала основні методи, які застосовують в процесі прогнозування показників у сфері роздрібною торгівлі, О. Казакова [4] охарактеризувала систему управління розвитком роздрібною торговельною мережі на базі використання принципів адаптивного управління, В. Распопова [5] запропонувала моделі оцінки потенціалу торговельної мережі.

Однак актуальними залишаються питання побудови економіко-математичних моделей реалізованого попиту населення України в сучасних умовах та визначення його перспектив змін на посткризовий період. При виконанні даного дослідження в якості параметричної оцінки реалізованого попиту населення ми обрали обсяг роздрібною товарообороту.

У статті поставлено за мету побудувати моделі динаміки реалізованого попиту населення України за 1995-2009 роки та чинників, що його формують, обґрунтувати їх параметри та обчислити прогнозні показники. Також ставилось завдання регресійного аналізу реалізованого попиту.

Результати. У межах дослідження реалізованого попиту населення, нами використано підхід Г. Мамонтової та П. Юр'євої [6, с. 88-89] до

виділення чинників формування роздрібною товарообороту. Вихідні дані для моделювання наведено в табл. 1. Зауважимо, що вартісні показники (роздрібною товарооборот, доходи населення, доходи на одну особу) з метою елімінації інфляційної складової проіндексовано у ціни 1995 року.

Для кожного досліджуваного показника побудовано чотири моделі тренду:

$$\text{лінійну } y = a_0 + a_1 t, \quad (1)$$

$$\text{параболічну } y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (2)$$

$$\text{степеневу функцію } y = a_0 t^{a_1}, \quad (3)$$

$$\text{експоненціальне рівняння } y = a_0 e^{a_1 t}, \quad (4)$$

де y – показник, тенденція якого досліджується; t – час, $1, n$; a_0, a_1, a_2 – параметри рівняння тренду.

Оцінка статистичної значущості отриманих моделей тренду (або адекватність моделі до вихідних даних) проводилась на основі значення коефіцієнта детермінації R^2 . Чим більшим є значення R^2 і ближче до одиниці, тим надійнішою чи достовірнішою є модель тренду, і навпаки, чим менше значення R^2 і ближче до нуля, тим менш надійнішою чи достовірнішою є дана модель. Оскільки з математичної точки зору оцінка за наближенням значення коефіцієнта детермінації до 1 чи 0 є неточною, то було визначено значення коефіцієнтів детермінації R^2 , які відповідають табличним критичним значенням статистичного критерію Фішера перевірки математичної моделі на адекватність до вихідних даних для ймовірностей $p = 0,95$ і $p = 0,99$ і кількості спостережень $n = 15$. Застосування коефіцієнтів детермінації для оцінки

Таблиця 1

Вихідні статистичні дані показників роздрібною торговельною мережі України за 1995-2009 роки*

Роки	Середньорічна чисельність населення, тис. осіб	Торгова площа магазинів, тис. кв. м	Кількість об'єктів торгівлі, тис. од	Проіндексовані дані		
				доходи населення, млн. грн.	доходи на одну особу, грн.	роздрібною товарооборот, млн. грн.
1995	51512,8	10950	133661	26498	512	11964
1996	51057,8	10393	131973	22358	436	9620
1997	50594,6	9685	127499	23960	471	9060
1998	50144,5	8767	121032	23529	467	8358
1999	49674,0	7755	111562	21816	437	7811
2000	49176,5	7029	103246	35411	716	7910
2001	48690,2	6515	96393	38803	793	8453
2002	48230,3	6054	89317	45092	930	9670
2003	47813,0	5896	83849	49950	1041	11579
2004	47451,6	5976	78563	58270	1224	14354
2005	47105,2	6359	75203	71401	1510	17659
2006	46787,8	6847	73551	81001	1726	22298
2007	46509,4	7493	71888	94814	2033	27113
2008	46258,2	8089	69183	104081	2244	29999
2009	46053,3	8015	65334	97121	2105	24988

* Джерело: укладено за даними Державної статистичної служби України [7]

Таблиця 2		
Моделі тренду кількості об'єктів торгівлі України за 1995-2009 роки		
Тип моделі тренду	Рівняння тренду	Коефіцієнт детермінації
лінійна	$y_t = -5336t + 138169$	0,961**
параболічна	$y_t = 228,7t^2 - 8994,4t + 148535$	0,987**
степенева	$y_t = 162635t^{-0,3024}$	0,882**
експоненціальна	$y_t = 144775e^{-0,0558t}$	0,981**

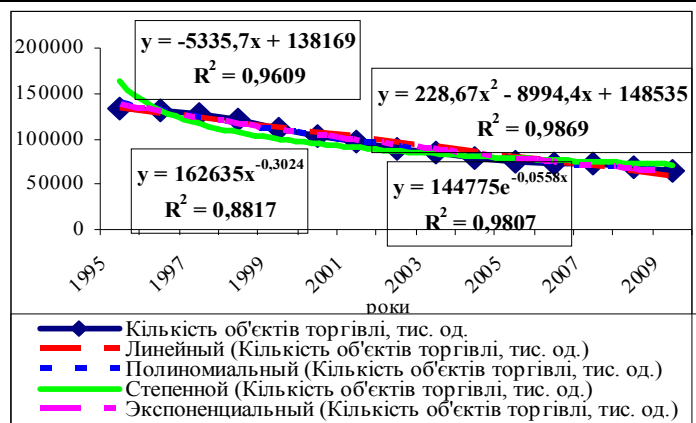


Рис. 1. Емпірична і теоретичні лінії тренду кількості об'єктів торгівлі України за 1995-2009 роки

Примітка. ** – адекватність моделі до вихідних даних з ймовірністю $p = 0,99$ (рівень значущості $\alpha = 0,01$).

адекватності моделі дозволяє той факт, що згідно з формулою обчислення розрахункового значення

критерію Фішера $F_{розр} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{k_2}{k_1}$ певному

критичному значенню критерію Фішера $F_{розр}$ завжди відповідає критичне значення коефіцієнта детермінації R^2 [8, с. ???]. У нашому випадку табличним (критичним) значенням критерію Фішера для $n=15$, $F_{табл}(k_1=1, k_2=n-1-1=15-1-1=13, \alpha=0,01) = 9,07$ і $F_{табл}(k_1=1, k_2=13, \alpha=0,05) = 4,67$ відповідають значення коефіцієнтів детермінації $R^2(\alpha=0,01) = 0,42$ і $R^2(\alpha=0,05) = 0,27$. Порівняння коефіцієнтів детермінації для кожної побудованої моделі тренду із критичними значеннями коефіцієнтів детермінації, а саме $R^2=0,27$ (за ймовірності $p=0,95$) та $R^2=0,42$ (за ймовірності $p=0,99$) дає оцінку моделі тренду на відповідність до емпіричних даних. Значення R^2 , які є меншими від критичних значень, вказують на статистичну неввірогідність побудованих моделей тренду.

площі (табл.3, рис.2), є адекватними до вихідних даних за критерієм Фішера, оскільки розраховані для цих моделей коефіцієнти детермінації перевищують критичні значення.

Лінійні рівняння вказують на щорічне зменшення торговельних об'єктів у середньому на 5336 одиниць, а їх торговельної площі – на 214 тис. кв. м. Значення коефіцієнта детермінації для отриманих моделей дає підстави стверджувати про параболічну тенденцію розвитку цих показників і найвищу вірогідність їх прогнозу саме за такою моделлю. Роздрібний товарооборот у досліджуваному періоді виявляв тенденцію до зростання (табл. 4, рис. 3). Порівняння значень коефіцієнтів детермінації для побудованих нами різних рівнянь роздрібного товарообороту із критичними значеннями ($R^2=0,27$ за ймовірності $p=0,95$ і $R^2=0,42$ за ймовірності $p=0,99$) вказує на найвищу адекватність параболічної моделі до вихідних даних та вірогідність прогнозу за цим рівнянням.

Як і товарооборот, в Україні щорічно зростають доходи на душу населення (табл. 5, рис. 4).

Таблиця 3		
Моделі тренду торговельної площі магазинів (на кінець року) України за 1995-2009 роки		
Тип моделі тренду	Рівняння тренду	Коефіцієнт детермінації
лінійна	$y_t = -214t + 9433,6$	0,351*
параболічна	$y_t = 73,53t^2 - 1390,5t + 12767$	0,962**
степенева	$y_t = 10790t^{-0,1903}$	0,549*
експоненціальна	$y_t = 9245,5e^{-0,0249t}$	0,308*

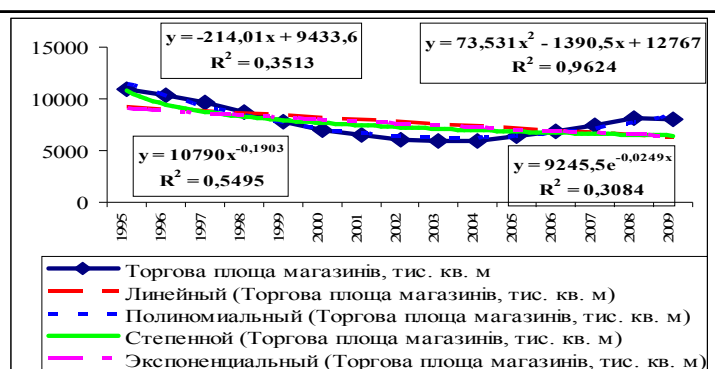


Рис. 2. Емпірична і теоретичні лінії тренду торговельної площі магазинів (на кінець року) України за 1995-2009 роки

Примітка. * – адекватність моделі до вихідних даних з ймовірністю $p = 0,95$; ** – адекватність моделі до вихідних даних з ймовірністю $p = 0,99$.

Побудовані нами моделі, що описують динаміку кількості об'єктів торгівлі України за 1995-2009 роки (табл. 2, рис. 1) та їх торговельної

Оцінка адекватності отриманих моделей за значенням коефіцієнта детермінації R^2 свідчить про вірогідність усіх отриманих моделей. Коефіцієнт ліній-

Таблиця 4 Моделі тренду роздрібногo товарообороту України за 1995-2009 роки		
Тип моделі тренду	Рівняння тренду	Коефіцієнт детермінації
лінійна	$y_t = 1446,5t + 3150,3$	0,703**
параболічна	$y_t = 205,5t^2 - 1842t + 12466$	0,912**
степенева	$y_t = 6431,7t^{0,3832}$	0,384*
експоненціальна	$y_t = 6359,4e^{0,0905t}$	0,7**

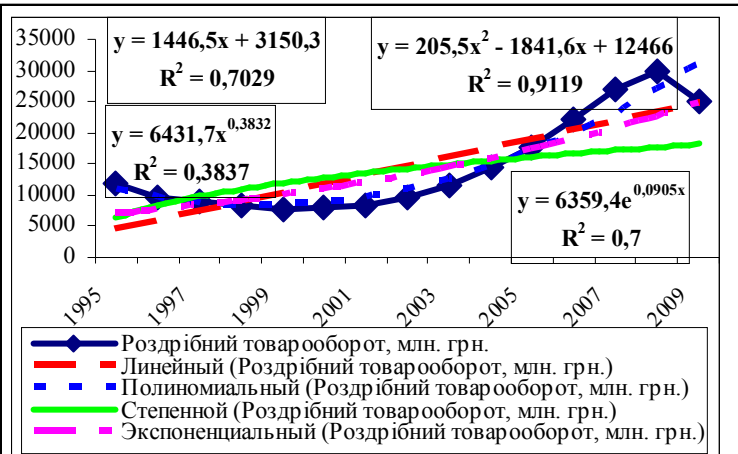


Рис. 3. Емпірична і теоретичні лінії тренду роздрібногo товарообороту України за 1995-2009 роки

Примітка. * – адекватність моделі до вихідних даних з ймовірністю $p = 0,95$, ** – адекватність моделі до вихідних даних з ймовірністю $p = 0,99$.

ного рівняння тренду вказує на щорічне збільшення цього показника у цінах 1995 року на 140,44 грн. У той же час, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,972$, який є найбільшим, дає підстави зробити висновок про найвищу вірогідність параболічної моделі тренду.

2. Вибір суттєвих факторів, які необхідно враховувати при побудові моделей залежностей показників роздрібногo торговельногo мережі.

Таблиця 5 Моделі тренду доходів на одну особу в Україні за 1995-2009 роки		
Тип моделі тренду	Рівняння тренду	Коефіцієнт детермінації
лінійна	$y_t = 140,44t - 13,84$	0,912**
параболічна	$y_t = 9,4t^2 - 10,08t + 412,6$	0,972**
степенева	$y_t = 266,9t^{0,674t}$	0,735**
експоненціальна	$y_t = 321,7e^{-0,0558t}$	0,941**

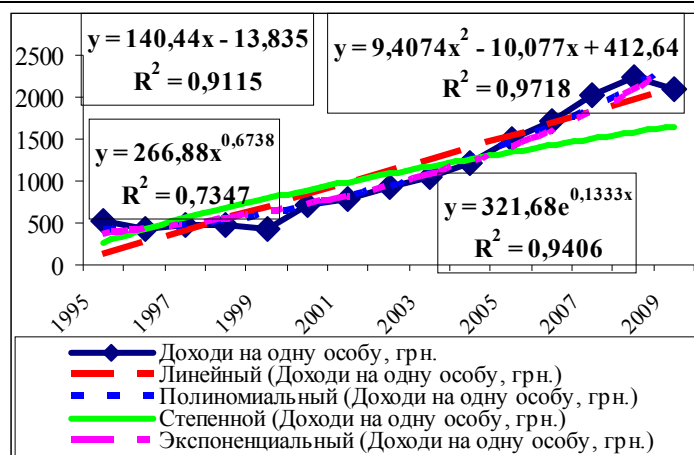


Рис. 4. Емпірична і теоретичні лінії тренду кількості об'єктів торгівлі України за 1995-2009 роки

Примітка. ** – адекватність моделі до вихідних даних з ймовірністю $p = 0,99$ (рівень значущості $\alpha = 0,01$).

Використавши параболічні моделі, нами розраховано прогнозні значення показників роздрібногo мережі на 2011-2013 роки та оцінено їх динаміку змін. З рис.5 бачимо, що у наступні три роки очікується подальше скорочення кількості об'єктів торгівлі при збільшенні торговельногo площі та обсягів реалізації. Доходи на одного мешканця України з виключенням впливу інфляційногo складової у 2013 році порівняно з 2009 роком зростуть на 55,5%.

Моделювання взаємозв'язків показників, що формують реалізований попит було проведено у кілька етапів:

1. Вибір показників, що характеризують роздрібногo торговельногo мережу.

3. Підбір математичних форм зв'язку між результативними ознаками та чинниками, що на них впливають.

4. Оцінка параметрів економетричних моделей розвитку і зв'язків показників роздрібногo торговельногo мережі.

5. Перевірка адекватності моделей до вихідних даних за допомогою статистичних критеріїв.

6. Аналіз отриманих результатів, розробка висновків і рекомендацій про використання за отриманими моделями.

Взаємозв'язки чинників реалізованогo попиту проаналізовано за допомогою парних і множинної регресійних моделей лінійногo, параболічногo, степеневогo і експоненціальногo типу. Нами

проведено аналіз впливу на реалізований попит таких показників як кількість населення України, торгова площа магазинів, кількість об'єктів торгівлі, доходи населення.

вихідних даних показала, що усі моделі є адекватні до емпіричних даних з ймовірністю $p=0,99$, оскільки розрахункові значення критерію Фішера є більшими від табличних. Згідно з критерієм Стьюдента

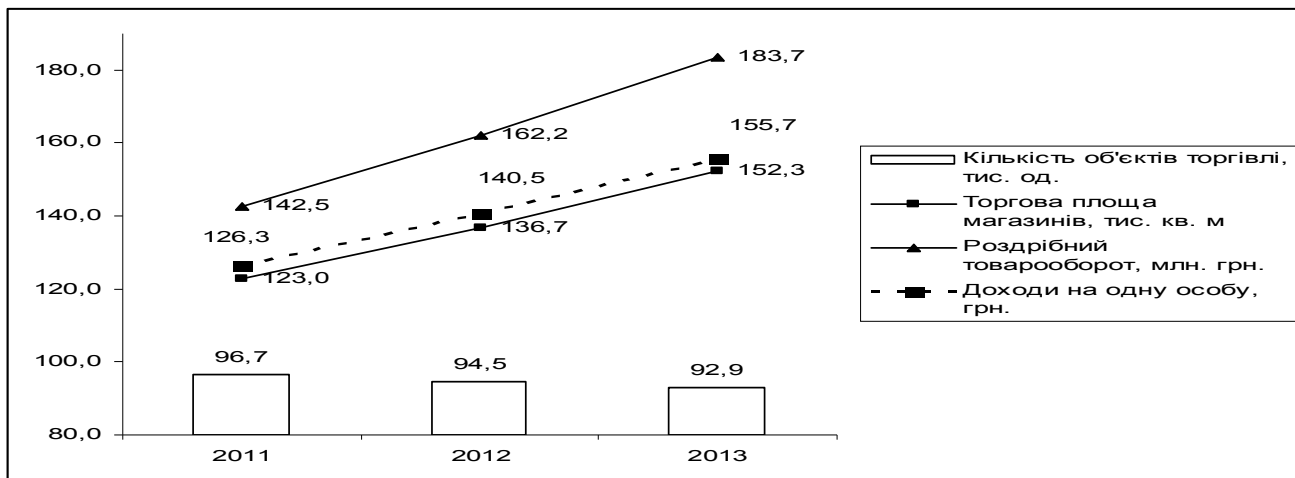


Рис.5. Темпи приросту прогнозованих показників роздрібної мережі України, % до 2009 р.

У табл. 6 показано результати кореляційно-регресійного аналізу цих залежностей, зокрема, 1) рівняння регресії; 2) коефіцієнт кореляції R ; 3) коефіцієнт детермінації R^2 ; 4) розрахункові значення критерію Фішера, за допомогою яких можна зробити оцінку моделі на адекватність до вихідних даних (табличні значення критерію Фішера для ступенів свободи $k_1=m-1$, m – кількість факторів, $k_2=n-m-1=15-1-1=13$, n – кількість спостережень та ймовірності p $F_{\text{табл.}}(k_1=1, k_2=13, p=0,95)=4,84$, $F_{\text{табл.}}(k_1=1, k_2=13, p=0,99)=9,86$); 5) розрахункові значення критерію Стьюдента перевірки коефіцієнтів рівняння на статистичну вірогідність (табличне значення критерію Стьюдента для ступенів свободи $k = n-1$, l – кількість параметрів рівняння та ймовірності p : у випадку парної лінійної регресії $t_{\text{табл.}}(k=15-2=13, p=0,95)=2,16$, $t_{\text{табл.}}(k=13, p=0,99)=3,012$; у випадку множинної лінійної регресії $t_{\text{табл.}}(k=15-5=10, p=0,95)=2,228$, $t_{\text{табл.}}(k=10, p=0,99)=3,169$); 6) значення критерію Дарбіна-Уотсона перевірки моделі на автокореляцію залишків (табличні значення $DW_1(\alpha, p, n)$ і $DW_2(\alpha, p, n)$, α – рівень значущості, p – кількість факторів, n – кількість спостережень).

Введемо позначення змінних: x_0 – обсяг реалізованого попиту, млн. грн., x_1 – середньорічна чисельність населення, тис. осіб, x_2 – кількість об'єктів торгівлі, тис.од., x_3 – торгова площа магазинів, тис.кв.м, x_4 – доходи у розрахунку на 1 особу, грн.

Згідно з отриманими результатами (табл. 6) можна стверджувати, що найбільший вплив на обсяг реалізованого попиту мають такі показники, як чисельність населення ($R_{0,1} = 0,887$), кількість об'єктів торгівлі ($R_{0,2} = 0,746$), доходи населення у розрахунку на 1 особу ($R_{0,4} = 0,957$). Перевірка отриманих регресійних моделей на адекватність до

коефіцієнти регресійних моделей, які відображають цей вплив, є статистично вірогідними з ймовірністю $p=0,99$. Значення коефіцієнта регресії парної моделі роздрібного товарообороту від чисельності населення вказує на на прямий зв'язок між даними показниками. Отже, демографічні процеси негативно впливають на обсяг споживчого попиту. Згідно з рівнянням $\tilde{x}_0 = 37287,2 - 0,236x_2$ прослідковується збільшення товарообороту на 0,236 млн грн. за зменшення кількості об'єктів торгівлі на 1 тис. Це свідчить про укрупнення підприємств торгівлі (рис.6). Прямий вплив мають на реалізований попит доходи населення. Якщо доходи населення на 1 особу зростатимуть на 1 грн, то реалізований попит при цьому зростатиме в середньому на 11,226 млн. грн. ($\tilde{x}_0 = 2264,8 + 11,226x_4$).

Тільки у випадку такого показника як торгова площа, можна сказати, що він не має суттєвого впливу на розмір обсягу товарообороту роздрібною торговельною мережі ($R_{0,3} = 0,105$); коефіцієнти регресії не є статистично вірогідними, за критерієм Фішера підтверджується неадекватність моделі $\tilde{x}_0 = 3,610 + 5,828$ до вихідних даних.

Сукупний вплив цих чотирьох факторів відображає модель множинної лінійної регресії:

$$\tilde{x}_0 = -29997,2 + 0,14x_1 - 0,083x_2 + 0,195x_3 + 17,995x_4$$

$$(-0,33) \quad (0,07) \quad (-0,08) \quad (1,04) \quad (4,38)**.$$

Отримана регресійна модель є адекватною до вихідних даних з ймовірністю 0,99 (розрахункове значення критерію Фішера $F_{\text{розра.}}=176,57$ є більшим від табличного $F_{\text{табл.}}(k_1=4, k_2=10, p=0,99)=5,99$), коефіцієнт детермінації $R_{0,1234}^2 = 0,986$ вказує, що зміна значення обсягу реалізованого попиту населення на 98,6% залежить від зміни усіх досліджуваних показників в сукупності. Для даної

Рівняння парної лінійної регресії залежності обсягу реалізованого попиту населення України

Рівняння регресії t -критерій Стьюдента $t_{\text{табл}}(k=13, p=0,95)=2,16,$ $t_{\text{табл}}(k_1=13, p=0,99)=3,012$	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	F -критерій Фішера $F_{\text{табл}}(k_1=1, k_2=11, p=0,95)=4,84,$ $F_{\text{табл}}(k_1=1, k_2=11, p=0,99)=9,86$	Критерій Дарбіна-Уотсона $DW_1(\alpha=0,05(\alpha=0,01), p=1, n=15)=1,08 (0,81)$ $DW_2(\alpha=0,05(\alpha=0,01), p=1, n=15)=1,36 (1,07)$
$\tilde{X}_0 = -168175,3 + 3,77x_1$ (-6,37)** (6,93)**	$R_{0,1} = 0,887$	$R_{0,1}^2 = 0,787$	48,002**	1,34
$\tilde{X}_0 = 37287,2 - 0,236x_2$ (6,47)** (-4,03)**	$R_{0,2} = 0,746$	$R_{0,2}^2 = 0,556$	16,269**	1,309
$\tilde{X}_0 = 3,610 + 5,828x_3$ (1,79) (-0,38)	$R_{0,3} = 0,105$	$R_{0,3}^2 = 0,011$	0,144	0,146
$\tilde{X}_0 = 2264,8 + 11,226x_4$ (1,88) (11,91)**	$R_{0,4} = 0,957$	$R_{0,4}^2 = 0,916$	141,86**	1,47

Примітка. * – статистична вірогідність з ймовірністю $p = 0,95$; ** – з ймовірністю $p = 0,99$.

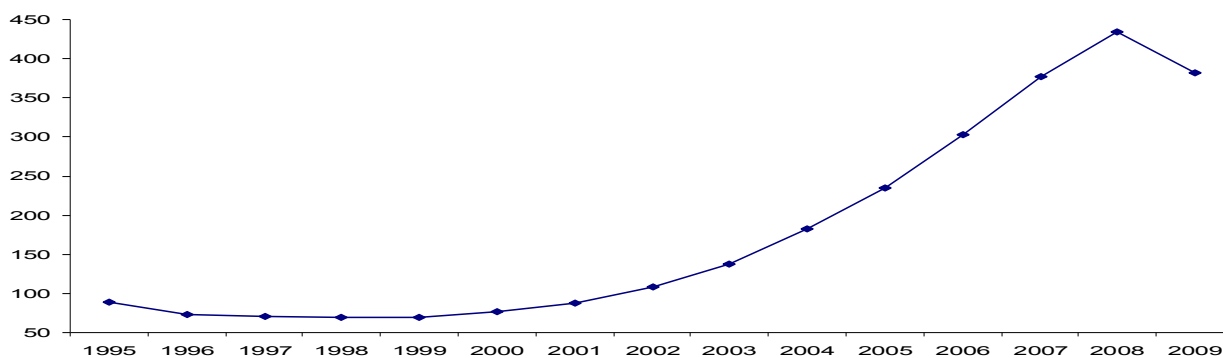


Рис.6. Роздрібний товарооборот на один об'єкт торгівлі в Україні, тис. грн.

моделі автокореляція залишків відсутня, що є ще однією вагомою підставою для застосування даної моделі на практиці і прогнозування розвитку роздрібногo товарообігу. Надостовірніший вплив на роздрібний товарооборот мають доходи населення (коефіцієнт регресії для x_4 є за критерієм Стьюдента статистично вірогідним з ймовірністю $p=0,99$).

Висновки. Дослідження динаміки показників роздрібногo торговельногo мережі України за 1995-2009 роки показало, що вартісні характеристики – роздрібний товарооборот, доходи населення – мали тенденцію до зростання, інші показники діяльності – кількість об'єктів торгівлі, торгова площа магазинів – тенденцію до зменшення. Аналіз усіх побудованих моделей на адекватність до вихідних даних виявив, що найбільш достовірно описують тенденції розвитку досліджуваних показників тренди параболічного типу. За параболічними рівняннями у 2012 році і 2013 році щодо 2009 року очікується зменшення кількості об'єктів торгівлі відповідно на 5,5% і на 7,1% при зростанні їх торгової площі відповідно на 36,7% і 52,3%. Отже, триватиме подальше укрупнення роздрібних підприємств з збільшенням їх товарообороту та зро-

станням обсягів задоволення споживчого попиту населення. У межах дослідження виявлено найістотніший вплив на обсяг реалізованого попиту доходів населення. Змодельована нами тенденція та обчислені прогнозні значення доходів на одного мешканця України вказують на перспективи розширення вітчизняного споживчого ринку, а, отже, і на покращення соціально-економічного забезпечення населення.

Розглянута у статті проблематика має перспективи подальших досліджень, зокрема, у руслі розширення досліджуваних чинників, виявлення між ними причинно-наслідкових зв'язків та побудови рівнянь регресії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бутенко Н. В. Основи маркетингу: підручник / Н. В. Бутенко. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://books.efaculty.kiev.ua/mrk/3/t3/3.htm>.
2. Фомин Г. П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: учебник / Г. П. Фомин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 544 с.

3. Міценко Н. Г. Методологія розроблення оптимальних прогнозних показників у роздрібній торгівлі / Н.Г. Міценко, Ю.В. Крук. // Науковий вісник НЛТУ України. Випуск 17.3 (Зб. науково-технічних праць). – Львів: РВВ НЛТУ України, 2007. – С.311-313.

4. Казакова О. Б. Планування розвитку роздрібно-торгівельної мережі : Дис... канд. екон. наук: 08.07.05 “Економіка торгівлі та послуг” / О. Б. Казакова, Донецький держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М.Туган-Барановського. — Донецьк, 2005. — 206 с.

5. Распопова В. А. Модель прогнозування розвитку роздрібно-торгівельної мережі /

В. А. Распопова [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nbu.gov.ua/portal/econ/2010>.

6. Мамонова Г. В. Моделювання перспективного розвитку роздрібно-торгівельної мережі України / Г. В. Мамонова, П. С. Юр'єва // Формування ринкових відносин в Україні: [зб. наук. праць] – 2010. – № 3(106). – С. 88-89.

7. Сайт Державного комітету статистики України : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua>.

8. Економетрія : навч. посібник / В. І. Слейко, І. М. Копич, Р. Д. Боднар, М. Я. Демчишин. – Львів : Вид-во Львівської комерційної академії, 2007. – 352 с.