

## **1.8. Адаптивна модель аналізу доходів і видатків населення України**

У сучасних умовах побудови Україною соціально-орієнтованої ринкової економіки, що прагне до європейських стандартів, показником її ефективності має бути високий рівень життя населення. Одна з основних функцій держави – соціальна – пов'язана саме із забезпеченням його зростання. Оскільки основною складовою рівня життя населення є матеріальне становище (основні показники – доходи та витрати громадян), а ситуація у сфері доходів характеризується постійним соціальним напруженням, тому надзвичайно важливими є наукові дослідження, присвячені теоретичними та практичними питанням формування сукупних доходів і видатків населення, відслідковуванням тенденцій у їх зміні з метою своєчасного коригування механізму реалізації соціальної політики [1].

Дослідженням питань підвищення рівня життя населення зокрема через ефективне управління процесами формування додів населення займалися такі вчені: Л. Абалкін, В. Антонюк, С. Біла, Н. Борецька, А. Гальчинський, В. Геєць, В. Гриньова, Т. Гуцан, Я. Жаліло, Е. Лібанова, В. Мандибура, О. Новікова, А. Саввов, Є. Парамонова, Н. Холод та інші.

Мета даної роботи полягає в розробці економіко-математичної моделі аналізу сукупних доходів та видатків населення України на основі системи одночасних структурних рівнянь з параметричною адаптацією методом стохастичної апроксимації.

В роботі пропонується для досягнення поставленої мети виконати ряд завдань:

- 1) виділити основні макроекономічні чинники, що описують основні взаємозв'язки між сукупними доходами та видатками населення України;
- 2) побудувати комплексну модель аналізу доходів та видатків населення України на основі системи одночасних структурних рівнянь;
- 3) провести параметричною адаптацію побудованої моделі на основі методу стохастичної апроксимації;

4) проаналізувати динаміку впливу основних чинників на сукупні доходи та видатки населення України.

У ході реалізації першого завдання було визначено, що сукупні видатки залежать від сукупних доходів населення. Коефіцієнт парної кореляції  $r$  між цими показниками для періоду дослідження з 2006 р. по 2016 р. склав 0,9925. Після вилучення трендів з цих показників задля нівелювання інфляційного впливу коефіцієнт парної кореляції  $r_{res}$  між залишками цих показників залишився дуже високим і склав 0,8196.

Сукупні доходи залежать, у першу чергу, від ВВП – основного показника, що характеризує економічну діяльність в реальному секторі економіки ( $r = 0,9886$ ,  $r_{res} = 0,8209$ ). Вплив інших факторів, зокрема рівня цін, темпів зростання продуктивності праці, кредитно-грошової, податкової та бюджетної політик держави, рівня безробіття та інших не є суттєвим.

Основним джерелом економічного зростання є інвестиції. Тому в рамках даного дослідження було обрано прямі іноземні інвестиції в Україну з країн ЄС у якості основного чинника, що дозволяє оцінити одночасно і потенціал економічного зростання країни, і якість економічних реформ через посилення привабливості економіки України для іноземних інвесторів. Коефіцієнт парної кореляції між ВВП та показником прямих іноземні інвестиції в Україну з країн ЄС складає 0,9652, а між залишками – 0,7334.

У ході реалізації другого завдання на основі результатів, отриманих на попередньому етапі дослідження, було побудовано наступну систему одночасних структурних рівнянь:

$$\begin{cases} GDP_t = a_{10} + a_{11}t + a_{12}Inv_t \\ Inc_t = a_{20} + a_{21}t + a_{23}GDP_t, \\ Exp_t = a_{30} + a_{31}t + a_{34}Inc_t \end{cases} \quad (1)$$

де  $Inv_t$  – прямі іноземні інвестиції в Україну з країн ЄС, грн;  $GDP_t$  – ВВП у розрахунку на 1 особу, грн;  $t$  – фактор часу,  $t = \overline{1, T}$ ;  $Inc_t$  – середньомісячні

сукупні доходи у розрахунку на 1 особу, грн;  $Exp_t$  – середньомісячні сукупні витрати у розрахунку на 1 особу, грн;  $a_{ij}$  – параметри моделі,  $i = \overline{1,3}, j = \overline{1,4}$ .

Оскільки дана система є рекурентною, то її параметри були оцінені за допомогою 1МНК, застосованого послідовно до кожного рівняння на основі вихідних даних за період з 2006 по 2016 рр. [5]. Отримана модель має вигляд:

$$\begin{cases} GDP_t = 6210,761 + 2116,538 \cdot t + 0,0338 \cdot Inv_t \\ Inc_t = 314,294 + 150,085 \cdot t + 0,0346 \cdot GDP_t \\ Exp_t = 76,452 - 31,858 \cdot t + 0,6305 \cdot Inc_t \end{cases} .$$

Для перевірки статистичної значущості окремих параметрів моделі було використано критерій Стюдента. Розрахункові значення статистики Стюдента склали:  $t_{a_{10}} = 3,922$ ;  $t_{a_{11}} = 3,492$  та  $t_{a_{12}} = 3,051$  для першого рівняння;  $t_{a_{20}} = 3,851$ ;  $t_{a_{21}} = 4,477$  та  $t_{a_{23}} = 4,067$  для другого рівняння;  $t_{a_{30}} = 0,788$ ;  $t_{a_{31}} = -0,717$  та  $t_{a_{34}} = 4,047$  – для третього рівняння.

Порівнюючи розрахункові значення критерію Стюдента з табличним  $t_{\text{табл}}(\alpha = 0,05; k = 10) = 2,228$ , можна зробити висновок, що усі параметри за виключенням  $a_{30}$  і  $a_{31}$  є статистично значущими.

Для перевірки адекватності моделей були розраховані коефіцієнти детермінації (0,9729; 0,9935 та 0,9859 відповідно для першого, другого та третього рівняння) та статистики Фішера (143,7; 613,4 та 280,4 відповідно). Коефіцієнти детермінації в усіх випадках близькі до 1, а розрахункові значення критерію Фішера є значно більшими за табличне значення. Тобто кожна з цих моделей є адекватною та статистично значущою в цілому.

У ході реалізації третього завдання було розглянуто теоретичні основи параметричної адаптації регресійних рівнянь на основі стохастичної апроксимації.

Стохастичний підхід припускає відомими статистичні характеристики випадкових процесів і випадкових функцій, що відображають зовнішні впливи на модельовану систему і структурні співвідношення між її елементами. Однак

імовірнісні характеристики системи для більшості задач заздалегідь не відомі, а їх визначення часто пов'язано з великими труднощами.

Тому виникає необхідність застосування адаптивного підходу до рішення задачі оптимального управління при невідомій чи неповній початковій інформації, без визначення заздалегідь статистичних характеристик системи. Цей підхід полягає в послідовному застосуванні методу стохастичної апроксимації як основи для побудови адаптивних економетричних моделей. Це дозволяє одержати рішення задачі ідентифікації та задачі прогнозування без явного розгляду імовірнісних характеристик [2].

Для визначення відсутньої початкової інформації про систему при адаптивному підході використовується поточна інформація. Остання виникає в процесі функціонування системи під впливом управляючих впливів. Управляючі впливи на систему переслідують двояку мету. По-перше, вони служать засобом для вивчення системи, визначення невідомих структурних характеристик. По-друге, вони сприяють спрямування системи до оптимального стану. Таким чином, принцип дуального управління при адаптивному підході відіграє вирішальну роль.

Основними методами рішення адаптивних задач управління є імовірнісні ітеративні методи, засновані на принципах стохастичної апроксимації.

Розглянемо процес параметричної адаптації комплексної економетричної моделі. Об'єктом адаптації є коефіцієнти системи структурних рівнянь (параметри) моделі.

Позначимо через  $F_t = (F_{i,t})$  об'єднання векторів функцій усіх рівнянь регресії, що входять у модель ( $i = \overline{1, M}$ ), де  $M$  – розмірність вектора  $F_t$ . Вектор  $F_{\varphi t} = (F_{\varphi t})$ , ( $i = \overline{1, M}$ ) – вектор фактичних значень економічних показників.

Матриця  $a = (a_{ij})$  – матриця структурних коефіцієнтів рівнянь,  $i = \overline{1, M}$ . Рядок з номером  $i$  матриці  $a$  відповідає  $i$ -му елементу вектора  $F_t$ . Число стовпців матриці  $a$  дорівнює максимальному числу факторів у рівняннях регресії  $N$  [2].

Елемент  $a_{ij}$  матриці  $a$  приймемо рівним  $j$ -му коефіцієнту  $i$ -го рівняння регресії ( $i = \overline{1, M}; j = \overline{0, N}$ ); номером 0 позначений вільний член рівняння регресії). Якщо число ненульових коефіцієнтів рівняння регресії  $N_1 < N$ , то приймемо  $a_{ij} = 0 (j = N_1 + 1, \dots, N)$  [2].

Матриця факторів  $\Phi_t = (F_{i,t})$ ,  $\Phi_t = (\varphi_{ij}^t)$ , ( $i = \overline{1, M}; j = \overline{0, N}$ ) формується з векторів правих частин рівнянь регресії. Елемент  $\varphi_{ij}^t$  матриці  $\Phi_t$  – це фактор рівняння регресії при коефіцієнті  $a_{ij}$ . Елементи  $\varphi_{i0}^t$  приймаються дорівненими 1.

Тепер систему одночасних рівнянь у матричному виді можна записати:  $F_t = a\Phi_t'$  чи у векторній формі:

$$F_{it} = \sum_{j=0}^N a_{ij}\varphi_{ij}^t. \quad (2)$$

У базовому періоді, для якого будується економетрична модель, можна проводити порівняння розрахункових економічних показників з їх фактичними значеннями. При цьому погрішності, що містяться у фактичних часових рядах, не враховуються. Фактичні значення вважаються тим еталоном, до якого повинні наближатися розрахункові значення, вироблювані моделлю, а вихідні коефіцієнти рівнянь регресії – початковими даними в цьому наближенні.

Власне кажучи, виникає задача ідентифікації невідомої системи за допомогою моделі, що навчається. Модель, що навчається, здатна після закінчення часу змінювати свою структуру та параметри так, щоб за своїми властивостями наблизитися до реальної досліджуваної системи.

Структурні коефіцієнти необхідно змінювати таким чином, щоб модельована система перейшла в бажаний для нас стан. Такий перехід можливий при виконанні наступних умов: повинна бути сформульована мета навчання та розроблений алгоритм навчання [3].

Метою навчання виступатиме мінімізація середнього квадратичного відхилення розрахункових значень  $F_t$  від фактичних значень показників  $F_{\varphi t}$  [2]:

$$J_i(\Phi_{it}, a_i^t) = \frac{1}{2} \left( F_{\Phi_{it}} - \sum_{j=0}^N a_{ij}^t \varphi_{ij}^t \right)^2 \rightarrow \min(i = \overline{1, M}; t = \overline{1, T}), \quad (3)$$

де  $\Phi_{it}$  –  $i$ -й рядок матриці факторів  $\Phi_i$ ;  $\alpha_i^t$  –  $i$ -й рядок матриці коефіцієнтів  $\alpha^t$ .

Коефіцієнти  $a_{ij}^t$  і значення факторів  $\varphi_{ij}^t$  ( $i = \overline{1, M}; j = \overline{0, N}$ ) повинні задовольняти системі рівнянь моделі (2), у якій матриця коефіцієнтів рівнянь регресії непостійна, вона змінюється від року до року протягом періоду  $T$ .

Задача оптимального навчання економетричної моделі формулюється в такий спосіб. Визначити коефіцієнти  $\bar{a}_{ij}^t$  і значення факторів  $\bar{\varphi}_{ij}^t$  ( $i = \overline{1, M}; j = \overline{0, N}$ ) такі, що виконуються рівняння системи (2) і умова мінімуму (3).

Управляючі параметри, з одного боку, служать для ідентифікації об'єкта управління (моделі), з іншого боку – є засобом досягнення оптимального стану. У нашій моделі об'єктом ідентифікації є коефіцієнти рівнянь регресій  $a_{ij}^t$ , а управляючими параметрами – фактори  $\varphi_{ij}^t$ . Розглянемо умови застосування та зміст адаптивного алгоритму ідентифікації в загальному виді [3].

У задачі оптимального навчання (2) – (3) елементи матриці  $\Phi_t$  не відомі. Тому функціонал (3) явно записати не можна. Відомі тільки окремі реалізації факторів  $\varphi_{ij}^t$ , що відповідають структурним коефіцієнтам  $a_{ij}^t$  прийнятим у моделі. У такій ситуації визначення оптимальних векторів  $\bar{\alpha}_i^t$  досягається за допомогою адаптивного алгоритму ідентифікації, а саме [2]:

$$a_i^t[n] = a_i^t[n-1] + \Gamma_i[n] \nabla a_i Q_i(\varphi_i^t[n], a_i^t[n-1]), \quad (4)$$

де  $Q_i(\varphi_i^t[n], a_i^t[n-1]) = \frac{1}{2} (F_{\Phi_{it}} - \sum_{j=0}^N a_{ij}^t \varphi_{ij}^t)^2$  – конкретна реалізація функціонала (3), що відповідає вектору  $\varphi_i^t[n]$ ;  $n$  – номер ітерації;  $\nabla a_i Q_i = (\frac{\partial Q_i}{\partial a_{i0}}, \frac{\partial Q_i}{\partial a_{i1}}, \dots, \frac{\partial Q_i}{\partial a_{iN}})$  – градієнт функціонала  $Q$ ;  $\Gamma_i[n]$  – квадратна матриця розмірності  $N$ , що забезпечує збіжність  $a_i^t[n]$  до  $\bar{a}_i^t$ .

За допомогою алгоритму (4) за значеннями  $\varphi_i^t[n]$ , що спостерігаються, визначається оцінка вектора  $a_i^t[n]$ , що з часом прагне до вектора  $a_i^t$ . Значення факторів  $\varphi_{ij}^t$  ( $j = \overline{0, N}, i = \overline{1, M}$ ) реалізації векторів  $\varphi_i^t$  а також інші ендогенні змінні визначаються в результаті рішення системи одночасних рівнянь (2), при підстановці в них векторів  $a_i^t[n-1]$ , вироблених алгоритмом (4) [2]. Екзогенні змінні, а також фактори рівнянь регресії, що залежать від попереднього моменту часу ( $t-1$ ), утворюють визначену частину системи (2). Як початкове наближення рішення системи рівнянь вибираються значення ендогенних змінних, отримані в попередньому періоді ( $t-1$ ). Вихідними для  $n$ -ї ітерації є значення змінних  $\varphi_i^t$ , обчислених на  $(n-1)$ -й ітерації [3].

Початковими значеннями  $a_i^t[0]$  для першого року роботи моделі служать вихідні значення коефіцієнтів рівнянь регресії, отримані методом найменших квадратів. Е.М. Левицький у своїх роботах [2, 3] пропонує для року  $t$  початковими значеннями  $a_i^t[0]$  брати оптимальні оцінки  $\bar{a}_i^{t-1}$ , отримані на попередньому кроці  $t-1$  роботи моделі.

Елементи матриці  $\Gamma[n]$  повинні підкорятися визначеним умовам для забезпечення збіжності алгоритму (4) [3]:

$$\Gamma_i[n] = L_i[n]^{-1} = \left( \sum_{m=1}^n \varphi_i^t[m], (\varphi_i^t[n])' \right)^{-1}. \quad (5)$$

Алгоритм (4) з матрицею  $\Gamma_i[n]$  виду (5) є рекурентною формою МНК. Застосування цього методу пов'язане з необхідністю обертання матриці  $L_i[n]$ .

Виконуючи задачу оптимального навчання, значення коефіцієнтів  $a_{ij}^t$  для кожної реалізації факторів  $\varphi_{ij}^t$  у моменти часу  $t$  пропонується визначати, ґрунтуючись на формулі, запропонованій в роботі, де градієнт функціонала розглядається як середньозважена величина [4]:

$$\begin{aligned}
a_{ij}^t[n] = & a_{ij}^t[n-1] + \\
& + \left[ (|a_{ij}^t[n-1]| \times \varphi_{ij}^t[n]) / \left( \sum_{j=0}^N |a_{ij}^t[n-1]| \varphi_{ij}^t[n] \right) \right] \times \\
& \times \left[ \frac{1}{n^{\frac{1}{2}} (\varphi_{ij}^t[n])^2} \right] \times \left( F_{\text{fit}} - \sum_{j=0}^N |a_{ij}^t[n-1]| \varphi_{ij}^t[n] \right) \varphi_{ij}^t[n].
\end{aligned} \tag{6}$$

Отриманні значення використовуються для розрахунку нових значень оцінок коефіцієнтів  $a_{ij}^t$  за формулою (6). У випадку досяжності збіжності результатом роботи алгоритму є структурні коефіцієнти  $a_{ij}^t[n]$ , що були отримані на відповідному кроці  $n$  головного циклу функції [3].

Зміну структурних коефіцієнтів можна розглядати як зміну ступеня впливу відповідного фактора на показник. Останнє може бути результатом зміни або ефективності використання фактора, або величини витрат фактора. Таким чином, застосування методу адаптації дає можливість вивчати зміну ефективності використання і ступеню впливу різних факторів на залежні від них показники.

Розглянемо результати параметричної адаптації на основі стохастичної апроксимації для запропонованої моделі аналізу сукупних доходів та витрат населення. Алгоритмізація методу параметричної адаптації структурних коефіцієнтів була реалізована авторами Прокопович С.В. та Яценко Р.М. у роботі [4] за допомогою середовища Microsoft Excel. Програмна реалізація методу представлена у вигляді користувацької функції, оскільки ця форма запису виконуваних алгоритмів є доволі зручною для практичного застосування. Результатом адаптації є матриця структурних коефіцієнтів, яка наведена в табл. 1.



## Матриця структурних коефіцієнтів

Рік	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{20}$	$a_{21}$	$a_{23}$	$a_{30}$	$a_{31}$	$a_{34}$
2006	6220,5	2119,9	0,0339	298,81	142,70	0,0329	74,252	-32,621	0,6123
2007	6477,8	2207,5	0,0353	298,47	142,53	0,0328	71,673	-33,765	0,5910
2008	7225,0	2462,2	0,0394	317,42	151,58	0,0349	79,925	-28,417	0,6591
2009	5588,6	1904,5	0,0305	313,50	149,71	0,0345	81,231	-26,961	0,6699
2010	5759,9	1962,9	0,0314	326,48	155,91	0,0359	76,169	-28,697	0,6281
2011	6311,6	2150,9	0,0344	317,98	151,85	0,0350	76,189	-28,651	0,6283
2012	6274,9	2138,4	0,0342	324,72	155,07	0,0357	72,127	-29,746	0,5948
2013	6121,6	2086,1	0,0334	327,06	156,19	0,0360	71,484	-30,007	0,5895
2014	6071,3	2069,0	0,0331	297,42	142,03	0,0327	76,086	-28,065	0,6274
2015	5826,5	1985,6	0,0317	309,76	147,92	0,0341	76,154	-28,028	0,6280
2016	6708,8	2286,2	0,0366	314,74	150,30	0,0346	76,010	-27,713	0,6268

Розглянемо реалізацію четвертого завдання.

Аналізуючи отримані значення параметрів регресійних рівнянь можна провести чітку аналогію з подіями у світі й Україні за досліджувані 11 років. Першим результуючим фактором є ВВП – узагальнюючий показник, що відображає загальний стан економіки країни. Графік зміни впливу інвестицій з ЄС на об'єм ВВП України наведений на рис. 1.

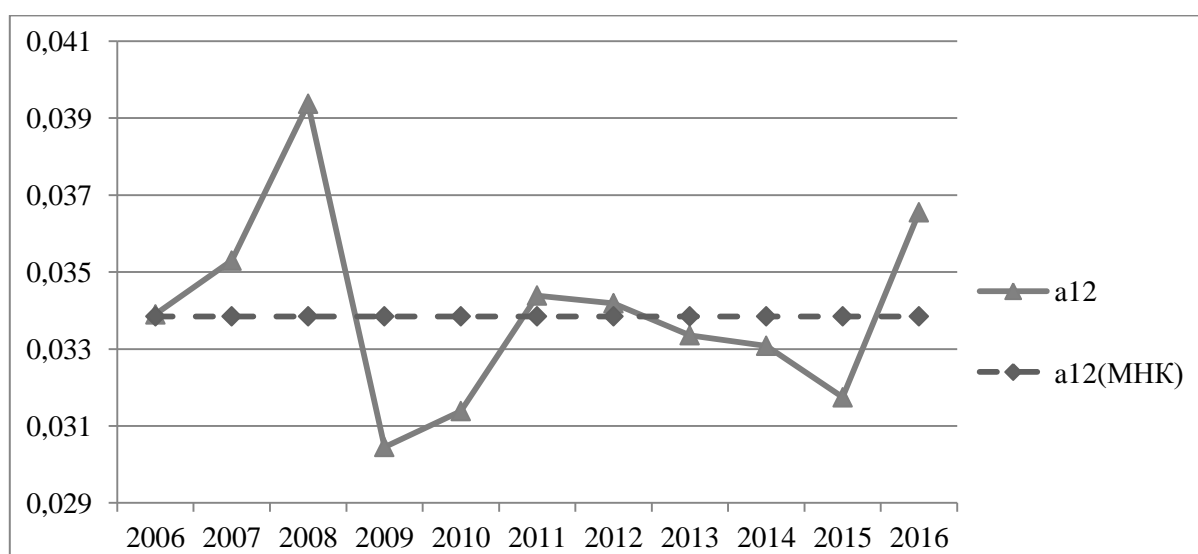


Рис. 1. Графік зміни параметру  $a_{12}$

Як видно з рис. 1 параметр  $a_{12}$  мав зростаючу тенденцію у періоди часу з 2006 по 2008 рр., з 2009 по 2011 рр. та з 2015 по 2016 рр., проте нестабільну. Фактичний об'єм інвестицій у гривні за наведений період постійно зростає, що пов'язано з постійним зростанням курсу долару в Україні. Хоча грошова маса постійно збільшується, але це не завжди призводить до збільшення ВВП. Так, на графіку чітко видно спад у 2009 р., пов'язаний з кризовим явищем, яке охопило майже весь світ. На той час долар знецінився, і всі кошти, які потрапляли в нашу країну не мали впливу на формування ВВП як раніше.

Ще однією критичною точкою є 2014 р., в цьому році відбулося суттєве погіршення економічної ситуації, що обумовлене активними військовими діями на сході України. Це викликало ланцюжкову реакцію дисбалансу усіх макроекономічних показників, що призвело до занепаду економічної ситуації. 2015 рік відображає наслідки подій, що відбулися в попередньому році. Основними факторами, що обумовлюють економічні тенденції даного року є: зниження купівельної спроможності населення внаслідок зменшення реальних доходів; зменшення внутрішнього та зовнішнього попиту внаслідок уповільнювання економічного зростання; ускладнення відносин з основними торговельними партнерами та відтік інвестицій.

Подальші роки Україна перебуває в посткризовому становищі, що ускладнює розвиток всіх сфер життя населення і відображається на їх економічному становищі. Проте у 2016 році відбулося зростання валового нагромадження основного капіталу, яке перевищило 20%, і стосується переважно збільшення інвестицій у виробниче обладнання та устаткування, що вказує на покращення інвестиційних настроїв [6].

Значення показника ВВП за останні 10 років також мало нестабільне зростання. А реальний ВВП за роки незалежності України взагалі встановив світовий рекорд з падіння, оскільки скоротився на 35%.

Вплив внутрішніх та зовнішніх факторів суттєво відображався на зміні показника сукупних доходів населення. Зміна параметра  $a_{23}$  у порівнянні з параметром, що отриманий за допомогою МНК, наведена на рис. 2.

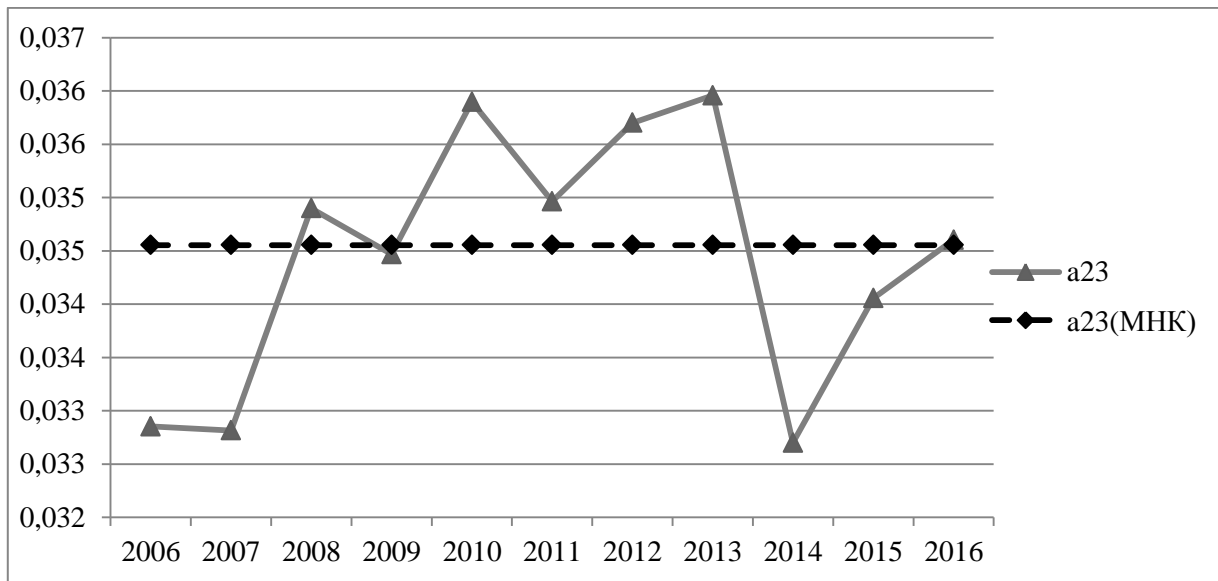


Рис. 2. Графік зміни параметру  $a_{23}$

В умовах зростання економіки країни доходи населення зростають, тому можна стверджувати, що залежність показника доходу населення від ВВП доволі тісна. Як видно з рис. 2 навіть в умовах впливу зовнішніх факторів на ВВП, зокрема світової кризи, залежність доходів від даного показника поступово збільшувалась. Проте з 2014 р. скорочення ВВП, стрімка інфляція на тлі глибокої девальвації гривні суттєво скоротила доходи населення.

Доходи населення формуються під впливом багатьох факторів і вони суттєво скоротилися у 2015 р. через глибоку економічну рецесію і високу інфляцію. Помірна бідність (розраховується Світовим банком за національною методологією) зросла з 15% у 2014 р. до 22% у 2015 [6].

У 2016 р. реальні доходи населення підвищились за рахунок сповільнення зростання споживчих цін та відновлення економічного зростання. Інфляція скоротилась із 43,3% наприкінці 2015 р. до 12,4% – у 2016 р., за рахунок стабілізації ситуації на валютному ринку та поміркованої монетарної політики, тоді як зростання реальної заробітної плати становило 11,6% у річному співставленні у грудні 2016 р. [6]. Однак ситуація на ринку праці залишається складною, а рівень безробіття зріс з 9,1% у 2015 р. до 9,3% у 2016 р. [5].

На рис. 3 зображено графік зміни показника впливу сукупних доходів на сукупні витрати населення в динаміці у порівнянні з параметром, що отриманий за допомогою МНК.

Збільшення сукупних доходів веде до збільшення і сукупних витрат, проте не завжди в однаковій мірі. За останні роки об'єм доходів населення постійно зростає, проте аналізуючи отриманий графік можна сказати, що не завжди зростання доходу сприяло збільшенню витрат.

Найбільше розмір витрат залежав від доходів до 2009 року, коли кожне збільшення чи зменшення доходів більшою мірою впливало на витрати, вони також збільшувались або зменшувались. Проте після кризи 2009 року, залежність витрат від об'єму доходів населення зменшилась. Як видно з вищенаведеного графіка параметр  $a_{34}$  знизився і за останні 3 роки майже не змінився. Це свідчить про збільшення впливу зовнішніх факторів на формування витрат, що не залежать від об'єму доходів населення.

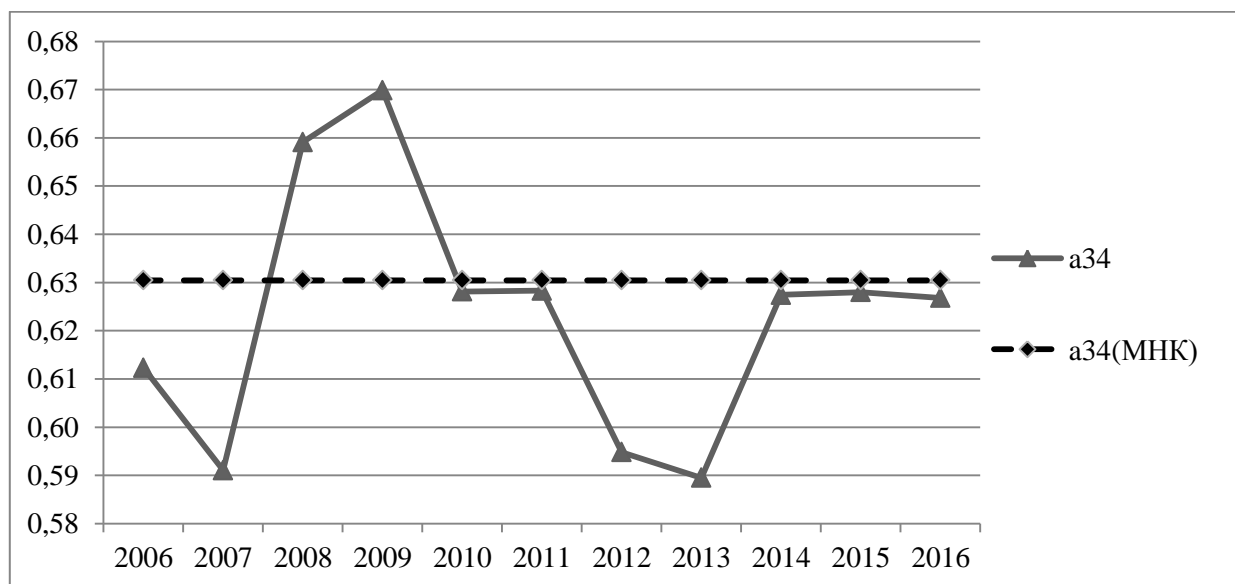


Рис. 3. Динаміка зміни параметру  $a_{34}$

Таким чином, зміну структурних коефіцієнтів можна розглядати як зміну ступеня впливу відповідного фактора на показник, а це може бути результатом зміни або ефективності використання фактора, або величини витрат фактора. Аналіз динаміки структурних коефіцієнтів системи регресійних рівнянь моделі

аналізу доходів та видатків населення дозволяє виявити тенденції зміни коефіцієнтів у базовому періоді та їх залежність від зміни відповідних факторів. Вивчення цих залежностей дозволяє глибше проникнути в механізм формування розглянутих показників, пояснити їхню динаміку. Більш того, знаючи тенденції зміни коефіцієнтів і використовуючи прогнозні дані про зміну факторів, можна у подальшому визначити і тенденції зміни показників.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гуцан Т. Г. Аналіз матеріальної складової рівня життя населення та особливості її регулювання в національній економіці / Т. Г. Гуцан // Бізнес-інформ. – № 7. – 2013. – С. 192-196.
2. Левицкий Е. М. Адаптация в моделировании экономических систем / Е. М. Левицкий. – Москва : Наука, 1997. – 253 с.
3. Левицкий Е. М. Адаптивные эконометрические модели / Е. М. Левицкий. – Новосибирск : Наука. – 1981. – 224 с.
4. Прокопович С. В. Підвищення прогностичних та аналітичних властивостей систем структурних рівнянь на основі параметричної адаптації / С. В. Прокопович, Р. М. Яценко // Бизнес Информ. – № 6. – 2011. – С. 105–109.
5. Статистичний щорічник України за 2016 рік: [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України. – Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/01/Arch\\_zor\\_zb.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_zor_zb.htm)
6. Україна: Економічний огляд, квітень 2017. [Електронний ресурс] / Світовий банк в Україні. – Режим доступу: <http://www.worldbank.org/uk/country/ukraine/publication/economic-update-spring-2017>