

DOI: [10.32702/2307-2105-2020.5.102](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.5.102)

УДК 330.4

*А. Г. Мельник,  
к. е. н., асистент кафедри економіки підприємства та управління персоналом,  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці  
ORCID ID: 0000-0003-3817-1051  
О. І. Мельник,  
к. е. н., приватний підприємець,  
дослідник кафедри економіки підприємства та управління персоналом,  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці  
ORCID ID: 0000-0002-0296-5426  
Я. В. Мельник,  
дослідник кафедри економіки підприємства та управління персоналом,  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці  
ORCID ID: 0000-0008-35866-7842*

## **ВИЗНАЧЕННЯ МІРИ ВПЛИВУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТУ ДОХОДУ НА РЕАЛЬНИЙ ОБСЯГ РЕГІОНАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОРЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ КОЙКА ТА МОДЕЛІ АДАПТИВНИХ ОЧІКУВАНЬ**

*A. Melnyk  
PhD in Economics, assistant,  
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University  
O. Melnyk  
PhD in Economics, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University  
Ya. Melnyk  
researcher, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University*

## **DETERMINING THE DEGREE OF IMPACT AND FORECASTING THE EFFECT OF INCOME ON THE REAL VOLUME OF REGIONAL PRODUCTION USING THE AUTOREGRESSIVE MODEL KOIKA AND THE MODEL OF ADAPTIVE EXPECTATIONS**

*У даній статті розглядаються розрахункові та аналітичні аспекти моделювання мезоекономічних лагових процесів для регіонів з достатньо нестабільним економічним кліматом. Одним серед найвлучніших прикладів таких регіонів в Україні є Чернівецька область, яка відстає по динаміці значної кількості як і суто економічних, так і соціально-демографічних факторів. Дослідження лагових економічних процесів у такому контексті є важливим для формування економічного аналізу регіону, виокремленні окремих факторів та явищ, що негативно впливають на сталий розвиток регіону, та подальшому формуванні економічних заходів для усунення цих детермінант.*

*Для реалізації моделювання цих процесів у даній статті було використано економіко-математичний інструментарій, зокрема авторегресійну модель Койка, а також модель адаптивних очікувань, для прогнозування поведінки лагових явищ. У статті було досліджено явище лагового ефекту доходів по відношенню до обсягу реалізованої продукції у регіоні, побудовано авторегресійну модель Койка та модель адаптивних очікувань для цього процесу, проаналізовано основні репрезентативні результати та зроблено висновки щодо моделювання такого процесу в контексті проблемного економічного регіону.*

*This article examines the calculation and analytical aspects of modeling mesoeconomic lag processes for regions with an unstable economic climate. One of the most accurate applicants in Ukraine is the Chernivtsi region, which remains in the dynamics of a significant number of both purely economic and socio-demographic factors. The research of lag economic processes in this context is very important to use for economic analysis of development and the formulation of clear conclusions and tasks, separations working factors and those that have negative influence on a sustainable development, and formulation next tasks in order to eliminate influence of this determinant. In addition, real research of unstable regions is interesting in consideration terms of mesoeconomic analysis.*

*To implement the modeling of these processes in this article, were used economic and mathematical tools, in particular the Koyck autoregressive model, as well as the model of adaptive expectations, to predict the behavior of lag of this thing. This economic and mathematical tools allows you to easily and effectively explore connection and determination of lag things ,and as explore the lag effect in the future. The article investigates the phenomenon of lag effect of revenues in relation to the volume of sold products wich based in the data of Chernivtsi region, builds a self-regression model Koyck and a model of adaptive expectations for this process, which gave accurate picture of connctions between research economic determinant in mathematic view, that give ability to quantify connection and predict lag influence changes in the future. In addition to this, in the article was analyzed the main representative results and draws conclusions on modeling such a process in the context of the problem economic region.*

*Great emphasis in this article was made for accurate representation of the data, in particular on the accuracy of the coefficients of the regression determinants and their interpretation, because during the research quite ambiguous results were obtaine. As a conclusion, further research on economic performance in problem regions is important, because the ambiguity and uniqueness of these processes in unstable regions is little studied in modern mesoeconomic science.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** У економічній науці одне з вагомих місць посідає вивчення впливу доходів населення на формування пропозиції на певних ринках чи інтегрально у конкретній економічній системі. Особливе місце цей аспект займає при дослідженні достатньо нестабільних економічних систем різного розміру. Розглядаючи національну економіку України, зокрема її регіональну структуру, можна прийти до висновку, що навіть в умовах достатньо значної економічної нестабільності на рівні країни можна виокремити більш проблемні регіони за показниками економічного росту та добробуту населення, до прикладу Волинську, Сумську, Кіровоградську чи Чернівецьку області. Варто відмітити, що остання посідає одне з найнижчих місць у рейтингу українських областей по критерію середньої заробітної плати, а також по обсягах реалізованої продукції. Виробництво у регіоні знаходиться у фазі стагнації, що породжує інвестиційну непривабливість області та унеможливорює сталий розвиток. Практичне дослідження області у цьому напрямі може сприяти покращенню планування економічної політики розвитку регіону, а також методично застосовуватись для аналізу інших «проблемних» регіонів.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Питання цієї проблематики часто піднімали як і серед вітчизняних так і серед закордонних економістів-науковців, особливо у сфері мезоекономічних питань та моделювання регіональних процесів. Серед закордонних дослідників варто виокремити Філіпа МакКена, Френсіса Адамса та Гордона Кларка, у роботах яких описано особливості регіональних мезоекономічних процесів у США, Західній та Центральній Європі, зокрема і у плані впливу соціально-економічних факторів на економічне становище регіону. Серед вітчизняних економістів подібною проблематикою займалися такі економісти як Ю. Кіндзерський, М. Сичеславський та Л. Дейнеко. Їхні роботи стосувались дослідження впливу

різних соціально-економічних факторів на становище спеціальних економічних зон, а також дослідження регіональних економічних процесів та явищ в контексті впливу на національну економіку.

**Постановка завдання.** Враховуючи сьогоденні нестабільні процеси (висока та різка волатильність національної валюти; дисбаланс темпів інфляції та рівня цін виробників, кризові явища викликані світовою пандемією коронавірусної інфекції та інші) які мають зв'язок із доходом всіх споживчих груп, актуальності набуває дослідження чутливості та прогнозування міри реакції підприємців на зміну доходів споживчих груп.

Об'єктом дослідження стали економічні умови Чернівецької області, зокрема показники реальних доходів на душу населення та реальних обсягів реалізації продукції. Враховуючи те, що область є однією з найнестабільніших в Україні, вивчення чутливих економічних зв'язків та процесів дасть змогу більш краще та грамотніше розуміти як і мікро так і макроекономічну картину цієї регіональної економічної системи. У значній мірі дані зв'язки мають авторегресійний характер, то для їх дослідження було вибрано механізм побудови авторегресійної моделі Койка [1], а також моделі адаптивних очікувань для прогнозування міри реакції пропозиції суб'єктів господарювання.

**Виклад основного матеріалу.** Доходи є однією з головних дефініцій в економічній науці, адже без поняття «доходи» не було б самої економіки. Потоки доходів і витрат можна у першу чергу порівняти з кров'ю, яка циркулює по організму.

Подібно до нестачі крові, зменшення обсягів потоків доходів населення несе за собою достатньо серйозні наслідки, зокрема такі як зменшення сукупного попиту, що тягне за собою відповідне зменшення пропозиції, скорочення робочих місць, ріст безробіття, зменшення ділової активності, що і призводить до певної економічної рецесії та інші. Такі негативні дисбаланси достатньо сильно проявляються у слабких економіках та у країнах, що розвиваються. Крім того це явище не тільки може спостерігатись на рівні національного господарства, але й на певних територіях чи регіонах, а тому може носити локальний характер. Проте і у такому вигляді наслідки цих негативних економічних деформацій значно впливають як і на саму область у якій проявляються, так і на інші економічні регіони, адже у національній економіці господарстві всі регіони мають значні тісні зв'язки.

Розглядаючи подібні економічні процеси в Україні варто відмітити, що у кожній області вони проявляються по-різному. Зокрема вони можуть носити як і позитивний так і негативний характер. Якщо мова йде про зміну обсягів потоків доходів, то вона може бути і позитивною, зокрема при збільшенні їх обсягів, яке не носить інфляційний характер, має значний позитивний вплив. Проте, як свідчить світовий досвід, у над великих об'ємах доходи можуть навіть зашкодити регіону. Особливу увагу варто приділяти достатньо проблемним регіонам, адже цей дисбаланс у них проявляється значно масштабніше ніж у інших. Одним з таких економічних регіонів є Чернівецька область.

Варто відмітити, що потоки доходів споживчих груп Чернівецької області у значній мірі є нестабільними, а тому дослідження взаємозв'язку доходів домогосподарств та обсягу реалізованих товарів є економічним явищем, яке потрібно детально проаналізувати та зробити висновки про його поведінку.

Основні масиви даних для дослідження було застосовано з ресурсів Державної служби статистики України та Міністерства фінансів України. Зокрема інформація охоплювала номінальні та реальні потоки доходів населення, а також номінальний та реальний обсяг реалізованої продукції. У таблиці 1 наведені блоки з вище наведеними даними за 2010-2018 рр., які стосуються Чернівецької області.

**Таблиця 1.**

**Динаміка номінального і реального обсягу реалізованої продукції підприємств та номінальної та реальної заробітної плати у Чернівецькій області за 2010-2018 рр.**

Рік	Номінальний обсяг реалізованої продукції (млн. грн.)	Реальний обсяг реалізованої продукції (млн. грн.)	Номінальний дохід на душу населення (грн.)	Реальний дохід на душу населення (грн.)
2010	10 321,4	9 460,5	13 503,3	16 878,8
2011	12 614,4	12 059,7	15 992,5	17 864,2
2012	13 290,5	13 317,1	18 107,5	20 462
2013	12 554,4	12 491,9	19 438,2	21 129,1
2014	14 375,4	11 509,5	18 475,6	15 833,9
2015	18 095,3	12 627,6	23 929	20 866,1
2016	20 686	18 403,91	28 360,8	29 835,8
2017	27 063,1	23 802,2	36 214,5	41 067,8
2018	31 211,5	28 425,8	42 762	45 669,8

З даних таблиці 1 можна побачити вплив макроекономічних деформацій на реальні обсяги реалізованої продукції та доходів населення. Важливо відмітити, що для аналізу варто у першу чергу оцінювати реальні показники цих факторів, так як лише у реальному співвідношенні можна зрозуміти чи відбулись зрушення. Крім того хотілось би відзначити, що для масових соціальних маніпуляцій часто використовують ефект «більших цифр». Тому середньостатистичний громадянин достатньо важко розуміє які економічні ефекти може потягти за собою подібна маніпуляція масовою свідомістю.

Проаналізувавши дані з Таблиці 1 та співставивши їх з аналогічними показниками інших областей можна прийти до висновку про достатньо великий рівень нестабільності регіону та його вразливості до економічних деформацій. Не менш цікавим є і той факт, що за деякі роки у регіоні реальні доходи є більшими ніж номінальні. Попри усю абсурдність цього явища у рамках України, а особливо, Чернівецької області, це явище ніяк не свідчить про економічний ріст регіону, тому що такі результати можуть бути викликані відсутністю реакції місцевих виробників щодо зміни макроекономічної цінової ситуації у міру низької платоспроможності попиту у регіоні. Так як взаємозв'язки між категоріями у Таблиці 1 є достатньо складними, у ході дослідження було підібрано економіко-математичні моделі, які якнайкраще відображають реальний зв'язок та дозволять достатньо легко пояснити залежності і пояснювальних змінних. Важливо на цьому етапі розуміти і зміст економічних категорій та взаємозалежностей, у даному випадку – це розуміння явища авторегресії. Для грамотної аргументації та моделювання економічних зв'язків було обрано авторегресійну модель Койка. Вона базується на припущеннях, що вплив пояснюючих змінних на залежний показник є нескінченною, як і сам лаг. Крім того важливо зауважити, що в моделі існує припущення про те, що вплив лагових значень пояснювальної змінної спадає у геометричній прогресії. Дані взаємозалежності Я.М. Койка виразив у наступній рівності, яку назвали моделлю Койка:

$$b_j = b_0 \lambda^j, j = \overline{0, n}, 0 < \lambda < 1$$

де  $n$  – обсяг вибірки;

$b_0$  – початковий мультиплікатор;

$\lambda$  – поліноміальний темп зменшення впливу у часі лагових значень пояснювального фактора на кінцевий результат.

За допомогою перетворення Койка можна скористатись переходом до моделі авторегресії, що має дві незалежні змінні  $x_t$  і  $y_{t-1}$ . У кінцевому результаті модель набуде наступного вигляду:

$$y_t = a(1 - \lambda) + b_0 x_t + \lambda y_{t-1} + u_t,$$

$$u_t = \varepsilon_t - \lambda \varepsilon_{t-1}, \text{ де}$$

$y_t, y_{t-1}$  – поточне та лагове значення залежної змінної

$b_0$  – початковий мультиплікатор;

$\lambda$  – поліноміальний темп зменшення впливу у часі лагових значень пояснювального фактора на кінцевий результат;

$u_t$  – відхилення регресії із врахуванням лагового впливу.

$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}$  – поточне та лагове відхилення регресії

Для побудови такої моделі, було згруповано дані реальних показників обсягів реалізації продукції, а також доходів населення Чернівецької області за 2010-2018 рр.. Ці дані консолідовані у таблиці 2.

**Таблиця 2.**  
**Вибіркові дані щодо реальних показників обсягів реалізації товарів та показників доходів Чернівецької області за 2010-2018рр.**

Рік	Обсяг реалізованої продукції (млн. грн.) ( $y_t$ )	Показник реальних доходів населення (грн.) ( $x_t$ )	Лагові значення залежної змінної (млн. грн.) ( $y_{t-1}$ )
2010	9 460,5	12 376,99	-
2011	12 059,7	15 289,2	9 460,5
2012	13 317,1	18 143,79	12 059,7
2013	12 491,9	19 341,49	13 317,1
2014	11 509,5	14 792,31	12 491,9
2015	12 627,6	16 698,53	11 509,5
2016	18 403,91	25 232,03	12 627,6
2017	23 802,2	31 850,92	18 403,91
2018	28 425,8	38 945,36	23 802,2

Побудувавши регресію за допомогою звичайного методу найменших квадратів (МНК) можна отримати оцінки параметрів регресії. У таблиці 3 подана інформація, щодо отриманих результатів побудови регресії.

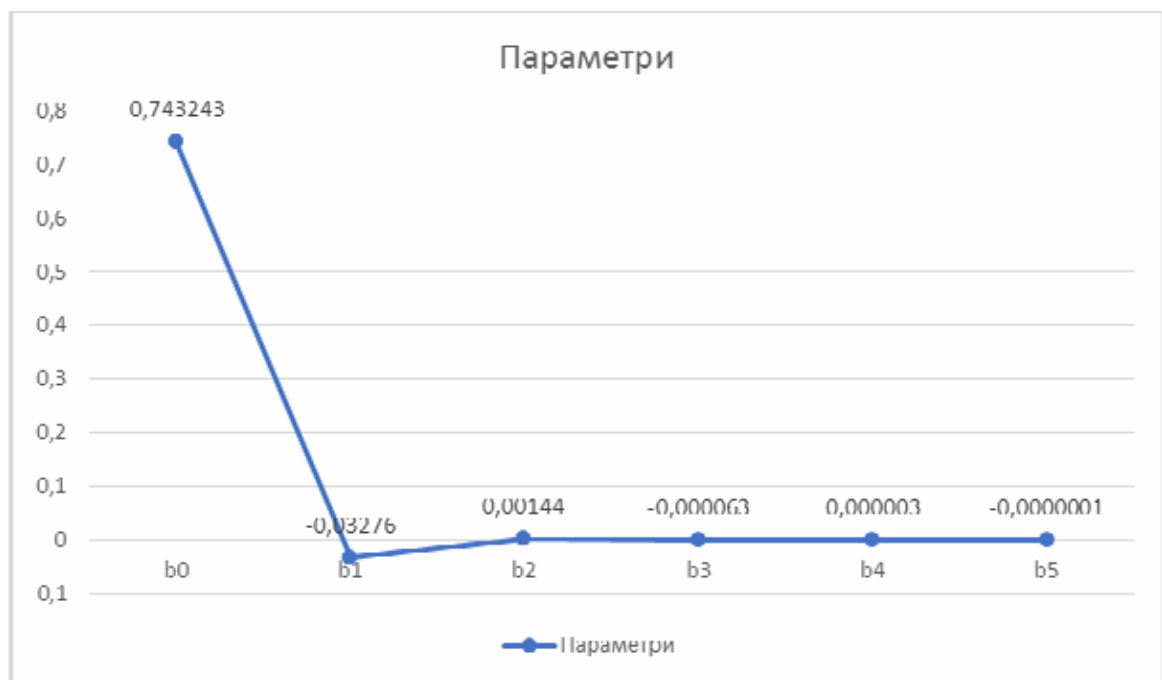
**Таблиця 3.**  
**Параметри побудованої регресії Койка**

Показник	$a(1-\lambda)$	$b_0$	$\lambda$	$a$
Значення	455,898	0,743243	-0,04409	436,6472

Крім цього можна відобразити лагові параметри  $b_1, b_2 \dots b_j$  у таблиці 4.

**Таблиця 4.**  
**Лагові параметри регресії**

Показник	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$
Значення	0,743243	-0,03276	0,00144	-0,000063	0,000003	-0,0000001



**Рис. 1. Графічна інтерпретація отриманих параметрів моделі Койка**

Як бачимо з Таблиці 4, найбільше значення параметра припадає на параметр  $b_0$ , що і легко пояснюється економічно, так як обсяги реалізованої продукції побудовані на первинних споживчих витратах. Звертаємо увагу, що значення параметрів  $b_1, b_2, b_3, b_4$  і  $b_5$  можуть набувати значень як і від'ємних так і додатніх. Подібне явище можна пояснити з точки зору того, що протягом періоду дослідження даної вибірки купівельна спроможність грошей падала та збільшувалась дуже часто і, як правило, достатньо вагомо. Тому це сприяє тому, що низький дохід ставав часто демотиватором купувати товар.

За допомогою економіко-математичного інструментарію можна підрахувати довгостроковий вплив лагових значень факторної ознаки на загальний результат:

$$\sum_{j=0}^{\infty} b_j = b_0 + b_0 \lambda + b_0 \lambda^2 + b_0 \lambda^3 \dots = \frac{b_0}{1-\lambda} = \frac{0,7432}{1-(-0,04409)} = 0,71182$$

Крім того, можна визначити середній лаг наступним способом:

$$l_a = \frac{\sum_{j=0}^{\infty} j b_j}{\sum_{j=0}^{\infty} b_j} = \frac{\frac{b_0 \lambda}{(1-\lambda)^2}}{\frac{b_0}{1-\lambda}} = \frac{|\lambda|}{1-\lambda} = \frac{0,04409}{1+0,04409} = 0,04223$$

Так як  $\lambda < 0,5 - 1_\lambda < 1$ , можна прийти до висновку про те, що у середньому тривалість впливу фактора є меншою від одного періоду часу. Економічно інтерпретуючи цей факт потрібно сказати, що при зменшенні лагового впливу, їхній розподіл у часі є неоднорідним. А це свідчить про те, що вплив заощаджень з часом стає неоднорідним і хаотичним, а тому має тенденцію пришвидшення використання «дріб'язкових» грошових ресурсів.

Крім аналізу поточного стану взаємозв'язків обсягів реалізованої продукції та доходів населення варто також і здійснити побудову економіко-математичної моделі, за допомогою якої можна спрогнозувати поведінку ринку при прогнозованому значенні фактору впливу. Для побудови такої моделі та забезпечення збереження авторегресійних зв'язків при дослідженні було вибрано модель адаптивних очікувань. Цей економіко-математичний інструментарій є достатньо поширеним у прогнозуванні значень макроекономічних показників, а тому є часто вживаним та популярним серед економістів. Загальний вигляд моделі та механізму побудови очікувань має наступний вигляд:

$$y_t = a + bx_t^* + \varepsilon_t, \\ x_t^* = \alpha x_t + (1 - \alpha)x_{t-1}^*, \quad 0 < \lambda < 1$$

де  $a, b$  – параметри регресії;

$\alpha$  – коефіцієнт очікувань

$x_t^*$  – очікуване значення факторної змінної у  $t$ -му періоді

Підставляючи механізм побудови очікувань у саму модель і здійснюючи відносно прості математичні перетворення можна прийти до наступного вигляду моделі адаптивних очікувань:

$$y_t = aa + abx_t + (1 - \alpha)y_{t-1} + \varepsilon_t - (1 - \alpha)\varepsilon_{t-1}$$

Важливо відмітити, що побудова моделі адаптивних очікувань базується на авторегресійній моделі Койка, а тому побудова є достатньо простим процесом, враховуючи, що авторегресійна модель Койка вже побудована.

У таблиці 5 консолідовані основні параметри моделі адаптивних очікувань.

Таблиця 5.  
Значення основних параметрів моделі адаптивних очікувань

Показник	$aa$	$ab$	$1 - \alpha$	$\alpha$	$a$	$b$
Значення	455,898	0,743243	-0,04409	1,044088	436,6472	0,711859

Так як  $\alpha$  більше за значення «1», то відповідно це свідчить про те, що тенденції щодо волатильності прогнозованого реального обсягу доходів населення є на сьогоднішній момент достатньо чутливими до змін, а тому це варто враховувати при врахуванні ролі доходів населення у обсягах реалізованих товарів. Також варто відмітити, що є і «зворотні» моделі прогнозування значень не тільки пояснювальних, але й результативних змінних.

Отримавши потрібні параметри, можна легко сформулювати вигляд моделі адаптивних очікувань для прогнозування майбутніх значень реалізованих товарів у  $t$  періоді. Вона буде мати наступний вигляд :

$$y_t = 436,6472 + 0,711859x_t^* + \varepsilon_t$$

Побудувавши таку модель можна достатньо просто прогнозувати зміни обсягів реалізованої продукції у залежності від зміни обсягу реальних доходів.

Отже, за допомогою простого інструментарію економіко-математичного моделювання у ході дослідження було виявлено та сформульовано економіко-математичні зв'язки між обсягами реалізованої продукції у Чернівецькій області та зміні реальних доходів споживачів. Важливо відмітити, що самі зв'язки мають особливості, зокрема наявність у них авторегресії свідчить про те, що вони є достатньо ускладненими і з точки зору моделювання потребують особливого вираження. Для вираження таких взаємозв'язків існує достатньо чимала кількість моделей. Однією з найпоширеніших є модель Койка, яка враховує авторегресійні зв'язки. У даному дослідженні її було застосовано для формування взаємозалежностей, визначення лагового впливу та окресленні основних лагових інтервалів.

Крім того, у ході дослідження було побудовано модель адаптивних очікувань, за допомогою якої можна визначати міру зміни обсягів реалізованих товарів від прогнозованого значення реальних доходів. При подальшому аналізі економічного становища Чернівецької області застосування подібного механізму прогнозування наслідків спрощує подальший аналіз та відповідну побудову регіональних механізмів економічної політики. Таким чином застосування подібного механізму є важливим як і з науково-дослідницької так і з практичної сторони.

## Література.

1. Brockwell P.J. Time Series: Theory and Methods (вид. 2nd) / P.J. Brockwell, R.A. Davis. – New York: Springer, 2009. – 273 с.

2. Малярець Л.М. Математичні методи в сучасних економічних дослідженнях : монографія / Л.М. Малярець. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. –272 с.

#### **References.**

1. Brockwell, P. J. and Davis, R. A. (2009), Time Series: Theory and Methods, 2-nd ed., Springer, New York, USA.
2. Malyarets, L.M. (2011), *Matematychni metody v suchasnykh ekonomichnykh doslidzhenniakh* [Mathematical Methods in the Current Economic Reasons], KhNEU, Kharkiv, Ukraine.

*Стаття надійшла до редакції 20.05.2020 р.*