

УДК 330.4

DOI: 10.25140/2411-5215-2019-2(18)-129-136

*Наталія Шадура-Никипорець, Юлія Никипорець***ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАСШТАБІВ ВИРОБНИЦТВА НА ЕКОЛОГІЧНІ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГІОНУ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНОГО  
ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ***Наталія Шадура-Никипорець, Юлія Никипорець***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАСШТАБОВ ПРОИЗВОДСТВА  
НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГИОНА  
НА ОСНОВЕ СТОХАСТИЧЕСКОГО ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА***Nataliia Shadura-Nykyporets, Yuliia Nykyporets***INVESTIGATION OF THE IMPACT OF SCALE OF PRODUCTION  
ON THE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE REGION  
ON THE BASIS OF STOCHASTIC FACTOR ANALYSIS**

Стаття присвячена дослідженню взаємозв'язку економічних та екологічних параметрів функціонування регіональної господарської системи на основі використання прийомів кореляційно-регресійного аналізу. На прикладі Чернігівської області розроблено стохастичні моделі прямого зв'язку в системі відносин «виробництво – довкілля», які дозволяють математично описати залежність екологічних характеристик регіону від рівня валового регіонального продукту.

**Ключові слова:** кореляційно-регресивний аналіз; стохастична модель; регіон; коефіцієнт еластичності; поле кореляції; еколого-економічний аналіз.

Рис.: 1. Табл.: 2. Бібл.: 7.

Статья посвящена исследованию взаимосвязи экономических и экологических параметров функционирования региональной хозяйственной системы на основе использования приемов корреляционно-регрессионного анализа. На примере Черниговской области разработаны стохастические модели прямой связи в системе отношений «производство – окружающая среда», которые позволяют математически описать зависимость экологических характеристик региона от уровня валового регионального продукта.

**Ключевые слова:** корреляционно-регрессионный анализ; стохастическая модель; регион; коэффициент эластичности; поле корреляции; эколого-экономический анализ.

Рис.: 1. Табл.: 2. Библ.: 7.

The article is devoted to the study of the interconnection of economic and environmental parameters of the functioning of a regional economic system on the basis of the use of correlation-regression analysis techniques. On the example of the Chernihiv region, stochastic models of direct communication in the system of relations “production – environment” were developed, which allow mathematically to describe the dependence of the ecological characteristics of the region on the level of gross regional product.

**Keywords:** correlation-regression analysis; stochastic model; region; coefficient of elasticity; correlation field; ecological-economic analysis.

Fig.: 1. Table: 2. References: 7.

JEL Classification: C50; R11

**Постановка проблеми.** Еколого-економічний аналіз являє собою сучасну модернізаційну компоненту традиційного економічного аналізу, що сформувалася протягом останніх десятиліть відповідно до вимог парадигми сталого розвитку. Сферою реалізації такого аналізу можуть бути всі сторони господарської діяльності у взаємозв'язку з її екологічними інтер- та екстерналіями (прямий зв'язок «виробництво – довкілля») чи причинно-наслідкові зв'язки між станом довкілля та економічними умовами й результатами діяльності господарюючих суб'єктів (зворотний зв'язок «довкілля – виробництво») на мікро-, мезо- чи макрорівнях. Така еколого-економічна оцінка суспільних явищ і процесів передбачає використання різноманітного методичного інструментарію, важливим компонентом котрого є стохастичні факторні моделі, розроблені з використанням кореляційно-регресійного аналізу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Стохастичний аналіз являє собою узагальнену назву цілого комплексу методів дослідження (дисперсійний, регресійний, кореляційний, компонентний, багатовимірний тощо) взаємозалежностей результативного показника від одного чи кількох факторів. Стохастичні моделі відрізняються невизна-

## ПРОБЛЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА РОЗВИТКУ ПРОДУКТИВНИХ СИЛ РЕГІОНУ

ченістю, адже на відміну від детермінованого аналізу, де взаємозв'язок «причина – результат» описується функціональною залежністю, одному набору факторів можуть відповідати різні значення результативного показника, і навпаки. Найбільш затребуваними в математичному ймовірнісному моделюванні економічних процесів є кореляційний та регресійний методи.

Термін «кореляція» вперше застосував Ж. Кюв'є у праці «Лекції з порівняльної анатомії» (1800-1805), а математичні основи методу кореляції були викладені О. Браве у 1846 р. («кореляція» – від латинського *correlation* відношення, що означає співвідношення, відповідність предметів або понять) [3]. Однак у дослідженнях важливо вивчати не стільки міру кореляції, скільки її форму і характер зміни одного показника (результативного) залежно від зміни іншого (факторного). Такі завдання вирішуються методами регресійного аналізу. Перші спроби застосування цього методу в економіці були зроблені наприкінці ХІХ – на початку ХХ століття: у Росії – роботи Е. Е. Слуцького, А. А. Чупрова, на Заході – роботи В. Парето, Гукера та ін. [3].

Використання кореляційно-регресійного аналізу дозволяє встановити характер і тісноту зв'язку між досліджуваними явищами; визначити і кількісно виміряти ступінь впливу окремих факторів (чи їх сукупності) на рівень досліджуваного явища; на підставі фактичних даних моделі залежності розраховувати кількісні зміни аналізованого явища [3; 4].

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Методичний інструментарій стохастичного факторного аналізу на сьогодні є детально розробленим, однак поява нових сфер наукових інтересів та проблем прикладного характеру, що спричинені тенденціями міждисциплінарних досліджень, орієнтацією на багатоаспектність у вивченні явищ і процесів, вимогами щодо гармонізації складових розвитку суб'єктів на мікро-, мезо- чи макрорівнях, актуалізує питання вивчення можливостей використання традиційних прийомів кореляційно-регресійного аналізу у вирішенні питань нової сучасної проблематики. Однією з таких сфер є еколого-економічний аналіз, що передбачає дослідження економічних та екологічних характеристик у своїй холистичній залежності та зумовленості.

**Мета статті.** Метою цієї статті є дослідження можливостей застосування стохастичних моделей аналізу на прикладі оцінки взаємозв'язків економічних та екологічних параметрів функціонування регіональної господарської системи.

**Виклад основного матеріалу.** Скориставшись методом кореляційно-регресійного аналізу проведемо дослідження прямих еколого-економічних зв'язків («виробництво – довкілля») між економічними (валовий регіональний продукт (ВРП)) та екологічними (викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, утворення та утилізація відходів, капітальні інвестиції та поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища (ОНПС)) характеристиками на прикладі Чернігівської області (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка економіко-екологічних характеристик Чернігівської області

Показник	Рік							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, тис. т	47,4	49,5	45,8	43,7	41,9	33,9	37,1	31,6
Утворення відходів, тис. т	410,2	539,2	740,6	674,7	848,3	867,3	720,6	732,7
Утилізація відходів, тис. т	83,2	87,3	103,1	233,4	107,3	133,5	104,3	130,6
Капітальні інвестиції на ОНПС, млн грн	27,16	46,86	43,82	51,82	24,47	30,87	23,01	47,43
Поточні витрати на ОНПС, млн грн	174,3	204,8	192,7	166,9	198,7	219,0	235,3	285,5
ВРП, млрд грн	17,01	21,17	23,93	24,24	28,16	36,97	43,36	43,23

Джерело: [1; 5; 7].

## ПРОБЛЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА РОЗВИТКУ ПРОДУКТИВНИХ СИЛ РЕГІОНУ

Початковим етапом нашого дослідження є визначення форми зв'язку між результативними (екологічними) та факторним (економічним) параметрами. Skorиставшись графічним методом можемо виявити параметри, тенденції зміни яких носять синхронізований характер, тобто можуть бути описані рівнянням регресії. Серед досліджуваних екологічних характеристик (табл. 1) зміна обсягів утилізації відходів та капітальних інвестицій характеризуються динамікою, що не узгоджується з варіюванням ВРП.

Для отримання кращого попереднього уявлення про наявність кореляційних залежностей та математичну форму зв'язку між досліджуваними показниками еколого-економічного розвитку чернігівського регіону доцільно скористатися графічним прийомом побудови поля кореляції, яке являє собою «точкову діаграму двовимірного розсіювання об'єктів спостереження в системі координат  $x; y$ » [2].

Побудова поля кореляції ведеться за такими правилами:

– градація осей  $y$  і  $x$  не обов'язково розпочинається з нуля, вона повинна узгоджуватися з абсолютним розмахом варіації: початок і кінець шкал на осях повинен включати відповідно  $y_{\min}$  і  $y_{\max}$  та  $x_{\min}$  і  $x_{\max}$ , порожніх областей на діаграмі не повинно бути;

– співвідношення сторін поля кореляції (довжини шкал на осях) повинне приблизно відповідати співвідношенню коефіцієнтів варіації змінних. Ці вимоги необхідні для бачення розсіювання об'єктів спостереження на діаграмі таким, яким воно є в дійсності [2].

Візуальний аналіз побудованих полів кореляції (рис. 1) дає підстави для проведення подальших досліджень для трьох екологічних характеристик: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (рис. 1, а), поточні витрати на ОНПС (рис. 1, б) та обсяги утворення відходів (рис. 1, д).

Що ж стосується показників обсягів утилізації відходів та капітальних інвестицій на ОНПС, то як і за попереднім порівнянням характеристик динамічного ряду, можна констатувати відсутність кореляційних залежностей, що зумовлено наявністю аномальних об'єктів спостереження та розшаруванням полів кореляції як прояву неоднорідності об'єктів спостереження.

Виявлені кореляційні залежності доцільно описати аналітичними формами лінійного (рис. 1, а та б), та параболічного (рис. 1, д) типу.

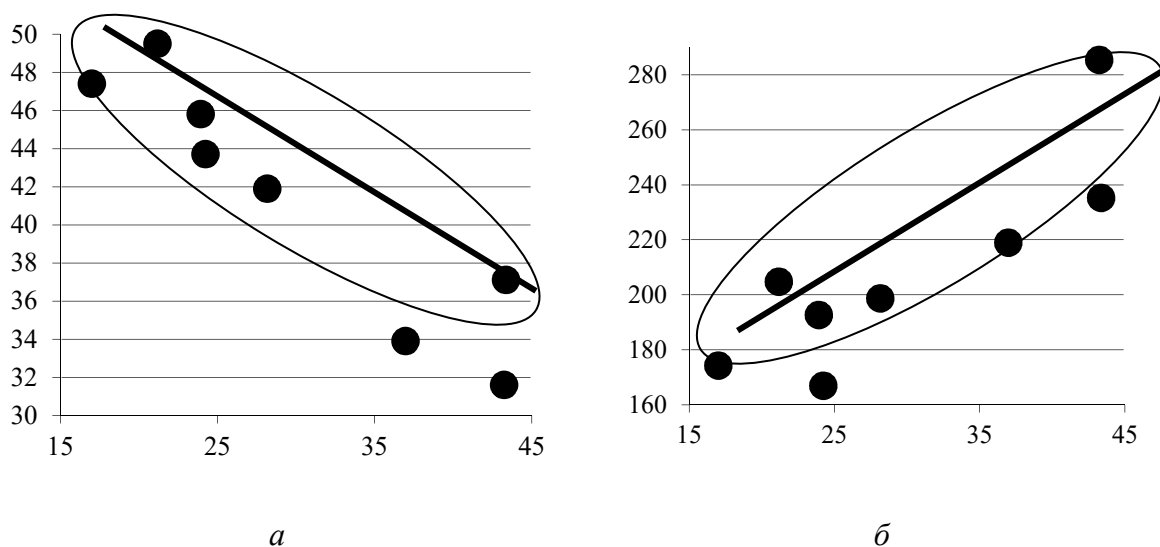


Рис. 1. Поля кореляції ВРП з екологічними параметрами регіону:  
а – викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря; б – поточні витрати на ОНПС;  
в – утилізація відходів; г – капітальні інвестиції на ОНПС; д – утворення відходів

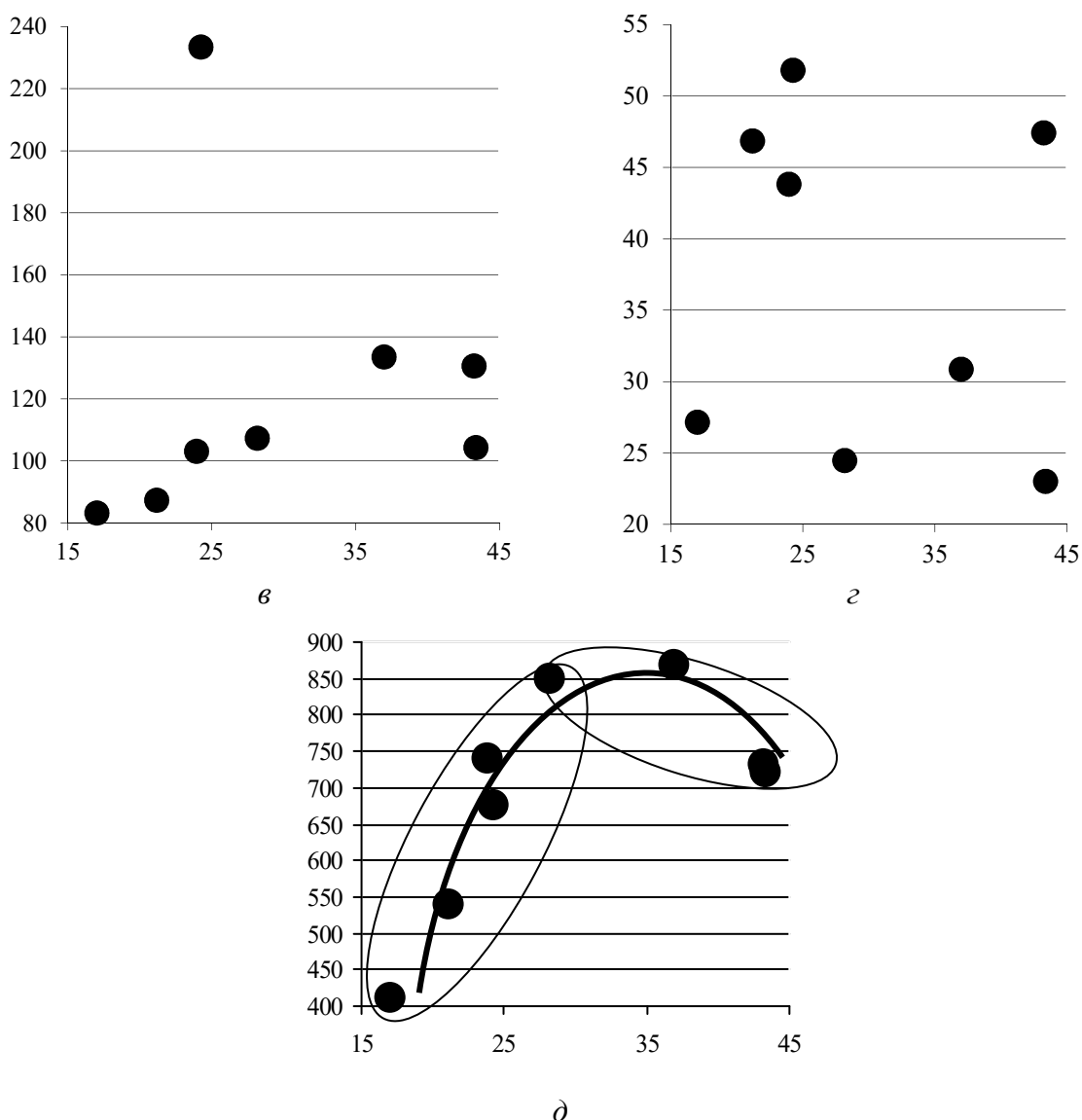


Рис. 1, аркуш 2

Розпочнемо розрахунки з парних лінійних моделей регресії. Для кількісного вимірювання щільності лінійної залежності використовують коефіцієнт лінійної парної кореляції (correlation coefficient) [2; 6]:

$$r_{yx} = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (1)$$

де  $r$  – коефіцієнт лінійної парної кореляції;

$\bar{x}, \bar{y}$  – середні значення факторного та результативного показників;

$\sigma_x, \sigma_y$  – середні квадратичні відхилення відповідних величин.

Розраховані значення коефіцієнтів кореляції (табл. 2) дозволяють нам виявити, з якими екологічними показниками існує найвища щільність зв'язку динаміки ВРП лінійного типу: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (-0,93) та поточні витрати на ОНПС (0,85).

Для показника обсягів утворення відходів коефіцієнт кореляції набуває достатньо високого значення (0,61), однак зважаючи на попередні висновки, зроблені на основі поля кореляції, для цього індикатора використовуємо криволінійну модель.

Таблиця 2

*Коефіцієнти кореляції екологічних характеристик Чернігівської області з ВРП*

Показник	Середнє значення	Середньоквадратичне відхилення	Коефіцієнт кореляції
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, тис. т	41,3625	6,0958	-0,9278
Утворення відходів, тис. т	691,7	142,7646	0,6147
Утилізація відходів, тис. т	122,8375	45,0093	0,0788
Капітальні інвестиції на ОНПС, млн грн	36,93163	10,949	-0,1859
Поточні витрати на ОНПС, млн грн	209,6689	35,3721	0,8497
ВРП, млрд грн	29,7575	9,4996	–

Джерело: розраховано автором за даними [1; 5; 7].

Враховуючи, що для лінійної регресії коефіцієнт кореляції ( $r$ ) є не лише критерієм тісноти зв'язку, але і критерієм точності апроксимації (підбору формули, що виражає залежність), можна за спрощеною схемою визначити параметри лінійного парного рівняння регресії [4, с. 240]:

$$Y_x = a + b \cdot x, \quad (2)$$

де  $Y_x$  – значення результативного показника (екологічний параметр);

$a, b$  – параметри прямої;

$x$  – значення факторного показника (економічний параметр, ВРП).

Зважаючи на функціональний зв'язок між лінійним коефіцієнтом кореляції ( $r$ ) і коефіцієнтом повної регресії ( $b$ ) визначимо його величину для двох обраних екологічних параметрів за формулою [4, с. 241]:

$$b = r \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x}. \quad (3)$$

Так, для показника поточних витрат на ОНПС коефіцієнт лінійної регресії становить:  $b = 0,8497 \cdot \frac{35,372}{9,499} = 3,1638$  грн / тис. грн, тобто збільшення ВРП на одну тисячу

гривень спричиняє в середньому приріст суми поточних витрат на ОНПС у регіоні на 3,1638 грн. Це вказує на той факт, що розширення регіональних масштабів виробництва стимулює фінансування витрат на заходи з охорони навколишнього природного середовища, сприяючи балансуванню його еколого-економічних характеристик.

Наступним кроком проведемо розрахунок екзогенного параметра ( $a$ ) лінійного парного рівняння регресії, який характеризує вплив на обсяг поточних витрат на ОНПС не внесених до моделі факторів:

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}. \quad (4)$$

Підставивши всі відомі значення до формули (4) проведемо розрахунки:  $a = 209,6697 - 3,1638 \cdot 29,7575 \Rightarrow a = 115,522$  млн грн, тобто за відсутності регіонального виробництва (ВРП = 0) на поточні витрати на ОНПС буде спрямована сума 115,522 млн грн.

Функція залежності розміру поточних витрат на ОНПС від ВРП для Чернігівської області набуває вигляду:

$$ПВ_{ОНПС} = 115,522 + 3,1638 \cdot ВРП.$$

Для показника викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря коефіцієнт лінійної регресії становить:  $b = -0,9278 \cdot \frac{6,096}{9,499} = -0,5954$  тис. т / млрд грн, тобто при збільшенні ВРП на один мільярд гривень обсяг викидів забруднюючих речовин в атмос-

## ПРОБЛЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА РОЗВИТКУ ПРОДУКТИВНИХ СИЛ РЕГІОНУ

ферне повітря в регіоні зменшиться в середньому на 0,5954 тис. т. Це вказує на той факт, що нарощення масштабів національного виробництва відбувається через залучення екологічно досконаліших технологій.

Екзогенний параметр (а) лінійного парного рівняння регресії, що характеризує вплив на обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, не внесених до моделі факторів, становить:  $a = 41,3625 + 0,5954 \cdot 29,7575 \Rightarrow a = 59,0792$  тис. т. Це означає, що за відсутності регіонального виробництва ( $ВРП = 0$ ) обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря становить 59,0792 тис. т, тобто забруднення повітря спричиняє не лише господарська діяльність регіону.

Регіональна функція залежності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від ВРП набула вигляду:

$$V_{\text{забр. реч.}} = 59,0792 - 0,5954 \cdot \text{ВРП}.$$

Достовірність розрахованих моделей підтверджує коефіцієнт детермінації, що показує, яка частка загальної варіації результативної ознаки визначається досліджуваним фактором. Коефіцієнт детермінації визначимо за формулою [6]:

$$R^2 = \frac{\sigma_y^2 - \sigma_{y_{\text{Теор}}}^2}{\sigma_y^2}, \quad (5)$$

де показники визначаються за формулами:

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}; \quad (6)$$

$$\sigma_{y_{\text{Теор}}}^2 = \frac{\sum (y_i - y_{\text{Теор}})^2}{n}, \quad (7)$$

де  $y_i$  – поточні (фактичні) значення залежної змінної;

$y_{\text{Теор}}$  – теоретичні значення;

$\bar{y}$  – середні значення;

Для моделі залежності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від ВРП коефіцієнт детермінації дорівнює:

$$\sigma_y^2 = \frac{297,278}{8} = 37,16, \quad \sigma_{y_{\text{Теор}}}^2 = \frac{41,417}{8} = 5,18.$$

$$R^2 = \frac{37,16 - 5,18}{37,16} = 0,8607.$$

Для моделі залежності розміру поточних витрат на ОНПС від ВРП для Чернігівської області коефіцієнт детермінації дорівнює:

$$\sigma_y^2 = \frac{10006,47}{8} = 1250,81, \quad \sigma_{y_{\text{Теор}}}^2 = \frac{2787,22}{8} = 348,40.$$

$$R^2 = \frac{1250,81 - 348,4}{1250,81} = 0,7215.$$

Це свідчить про те, що обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 86 %, а розмір поточних витрат на ОНПС на 72 % залежать від розміру ВРП, тобто зв'язок між результативними та факторною ознакою є суттєвим і розраховані лінійні моделі є достовірними.

## ПРОБЛЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА РОЗВИТКУ ПРОДУКТИВНИХ СИЛ РЕГІОНУ

З метою виявлення порівняльної сили впливу обраного економічного фактора (ВРП) на екологічні характеристики регіону обчислимо часткові коефіцієнти еластичності за формулою [3]:

$$E_x = b \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{y}}. \quad (8)$$

Коефіцієнт еластичності поточних витрат на ОНПС за ВРП становить:  $E_{\text{ВРП}}^{\text{ПВ}} = 3,1638 \cdot \frac{29,7575}{209,669} = 0,85$ , тобто зростання ВРП на 1 % призводить до зрощення поточних витрат на ОНПС на 0,85 %.

Коефіцієнт еластичності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за ВРП становить:  $E_{\text{ВРП}}^{\text{В}} = -0,5954 \cdot \frac{29,7575}{41,3625} = -0,428$ , тобто зростання ВРП на 1 % призводить до скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 0,428 %.

Продовжимо розрахунки для криволінійної моделі регресії. Оскільки зі збільшенням економічного показника (ВРП) значення екологічного параметра (утворення відходів) зростають до певного рівня, а потім починають знижуватися (рис. 1, д), то для опису такої залежності найбільше підходить парабола другого порядку:

$$Y_x = a + b \cdot x + c \cdot x^2. \quad (9)$$

Відповідно до вимог методу найменших квадратів для визначення параметрів  $a$ ,  $b$ ,  $c$  необхідно розв'язати наступну систему рівнянь [4, С. 242; 6]:

$$\begin{cases} n \cdot a + b \cdot \sum x + c \cdot \sum x^2 = \sum y \\ a \cdot \sum x + b \cdot \sum x^2 + c \cdot \sum x^3 = \sum x \cdot y \\ a \cdot \sum x^2 + b \cdot \sum x^3 + c \cdot \sum x^4 = \sum x^2 \cdot y \end{cases}, \quad (10)$$

яка з урахуванням вихідних та розрахункових даних набуває виду:

$$\begin{cases} 8 \cdot a + b \cdot 238,06 + c \cdot 7806,012 = 5533,6 \\ a \cdot 238,06 + b \cdot 7806,012 + c \cdot 277516,0881 = 171335,16 \\ a \cdot 7806,012 + b \cdot 277516,0881 + c \cdot 10481884,56 = 5762769,403 \end{cases}.$$

Розв'язавши систему рівнянь, отримаємо рівняння зв'язку, що описує залежність обсягу утворення відходів від ВРП для Чернігівської області:

$$Q_{\text{від}}^{\text{утвор}} = -1112,492 + 117,068 \cdot \text{ВРП} - 1,721 \cdot \text{ВРП}^2.$$

Підставивши в рівняння регресії відповідні значення ВРП, можна визначити теоретичні значення обсягу утворення відходів для кожного спостереження досліджуваної вибірки. Наявність рівняння регресії і розрахунків за ним теоретичних значень результативного показника дозволяють розрахувати кореляційне відношення ( $\eta$ ), що вимірює щільність зв'язку при криволінійній формі залежності [2; 6]:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_y^2 - \sigma_{y\text{Теор}}^2}{\sigma_y^2}}. \quad (11)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{163053,84}{8} = 20381,73, \quad \sigma_{y\text{Теор}}^2 = \frac{7721,90}{8} = 965,24.$$

$$\eta = \sqrt{\frac{20381,73 - 965,24}{20381,73}} = \sqrt{0,9526} = 0,976.$$

## ПРОБЛЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА РОЗВИТКУ ПРОДУКТИВНИХ СИЛ РЕГІОНУ

Порівнявши значення кореляційного відношення ( $\eta = 0,976$ ) та коефіцієнта кореляції ( $r = 0,6147$ ), можемо чітко зазначити, що крива точніше апроксимує залежність, ніж пряма. Про повноту рівняння зв'язку можна судити за індексом детермінації, значення котрого ( $R^2 = 0,9526$ ) свідчить, що розрахована модель є достовірною, оскільки обсяг утворення відходів на 95 % визначається варіацією ВРП.

**Висновки і пропозиції.** Проведене дослідження вказує, що масштаби регіонального виробництва тісно пов'язані з формування регіональних екологічних характеристик, що вимагає при плануванні динаміки ВРП урахування прогнозів їх зміни. Використання методів кореляційно-регресійного аналізу виявляється дієвим інструментом у процесі проведення еколого-економічного аналізу як прямих («виробництво – довкілля»), так і обернених («довкілля – виробництво») зв'язків на мікро-, мезо- чи макрорівнях і може використовуватися як у теоретичних наукових дослідженнях, так і дослідженнях прикладного характеру, зокрема під час проведення стратегічного екологічного оцінювання.

### Список використаних джерел

1. Головне управління статистики у Чернігівській області. URL: <http://www.chernigivstat.gov.ua/books/silgosp.php>.
2. Доля В. Т. Економетрія: навчальний посібник. Харків: ХНАМГ, 2009. 208 с.
3. Купалова Г. І. Теорія економічного аналізу: навчальний посібник. Київ, 2008. 639 с.
4. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). Київ: Центр учбової літератури, 2012. 448 с.
5. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
6. Приймак В. І. Математичні методи економічного аналізу. Київ: Центр учбової літ., 2009. 296 с.
7. Статистичний збірник «Довкілля України» за 2017 рік / за ред. О. М. Прокопенко. Київ: Державна служба статистики України, 2018. 225 с.

### References

1. *Holovne upravlinnia statystyky u Chernihivskii oblasti [Main Department of Statistics in Chernihiv region]*. Retrieved from <http://www.chernigivstat.gov.ua/books/silgosp.php>.
2. Dolia, V. T. (2009). *Ekonometriia [Econometrics]*. Kharkiv: KhNAMH [in Ukrainian].
3. Kupalova, H. I. (2008). *Teoriia ekonomichnoho analizu [The theory of economic analysis]*. Kyiv [in Ukrainian].
4. Opra, A. T. (2012). *Statystyka (modulnyi variant z prohramovanoi formoiu kontroliu znan) [Statistics (modular version with programmable knowledge control form)]*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
5. Ofitsiinyi sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [The State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>.
6. Pryimak, V. I. (2009). *Matematychni metody ekonomichnoho analizu [Mathematical methods of economic analysis]*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
7. Prokopenko, O. M. (2018). *Statystychnyi zbirnyk «Dovkillia Ukrainy» za 2017 rik [Environmental Statistics for 2017]*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian].

**Шадура-Никипорець Наталія Тимофіївна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної економіки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

**Шадура-Никипорець Наталия Тимофеевна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры теоретической и прикладной экономики, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14035, Украина).

**Shadura-Nykyporets Nataliia** – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of Department of Theoretical and Applied Economics, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenko Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: [nikyporetc@ukr.net](mailto:nikyporetc@ukr.net)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7990-0105>

ResearcherID: H-1176-2016

**Никипорець Юлія Ігорівна** – студентка, Київський національний університет імені Тараса Шевченка (вул. Володимирська, 60, м. Київ, 01033, Україна).

**Никипорець Юлия Игоревна** – студентка, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко (ул. Владимирская, 60, г. Киев, 01033, Украина).

**Nykyporets Yuliia** – student, Taras Shevchenko National University of Kyiv (60 Volodymyrska Str., 01033 Kyiv, Ukraine).

E-mail: [Nikyporetc78@gmail.com](mailto:Nikyporetc78@gmail.com)

Шадура-Никипорець Н., Никипорець Ю. Дослідження впливу масштабів виробництва на екологічні характеристики регіону на основі стохастичного факторного аналізу. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2019. № 2 (18). С. 129-136.