

УДК 330.43

Сердюков К.Г.*кандидат економічних наук, доцент,
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця***Кайдаш О.В.***аспірант
Харківського національного економічного університету
імені Семена Кузнеця*

КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ОБСЯГИ КАПІТАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙ

Представлена робота є одним із можливих варіантів застосування методів математичної статистики та створення математичної моделі у різних галузях науки. Встановлено кореляційні зв'язки між елементами, що досліджувалися. Результатом роботи є представлене рівняння регресії для економічної моделі, що кількісно виражає зв'язок між валовим внутрішнім продуктом та капітальними інвестиціями.

Ключові слова: капітальні інвестиції, кореляційний аналіз, фактор лінійної регресії, інвестиційна привабливість.

Serdiukov K.G., Kaidash O.V. KORRELACIONNO-REGRESSIONNIY ANALIZ VLIYANIYA MAKROEKONOMICHSKIH POказATELEY NA OBYEM KAPITALNYKH INVESTITSIIY

Представленная работа является одним из возможных вариантов применения методов математической статистики и создание математической модели в различных областях науки. Установлены корреляционные связи между элементами которые исследовались. Результатом работы является представленное уравнение регрессии для экономической модели, которое количественно выражает связь между валовым внутренним продуктом и капитальными инвестициями.

Ключевые слова: капитальные инвестиции, корреляционный анализ, фактор линейной регрессии, инвестиционная привлекательность.

Serdiukov K.H., Kaidash O.V. CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS OF THE EFFECT OF MACROECONOMIC INDICATORS ON CAPITAL INVESTMENT

The presented work is one of the possible variants of application of methods of mathematical statistics and the creation of a mathematical model in various fields of science. Correlation relations between the investigated elements are established. The result of the work is the regression equation presented for the economic model, which quantitatively expresses the connection between gross domestic product and capital investment.

Keywords: capital investment, correlation analysis, linear regression factor, investment attractiveness.

Постановка проблеми. Дослідження інвестиційних процесів в економіці завжди перебувало у центрі економічної думки. Актуальність цього питання зумовлена тим, що інвестування є ключовим елементом ефективної господарської діяльності суб'єктів підприємництва та економічного зростання держави. Однією з проблем світової економіки є проблема недостатності інвестиційних ресурсів та боротьби за їхнє ефективне використання. Економіка України не є винятком, адже саме одну з найважливіших ролей у забезпеченні стабільного розвитку економіки держави відіграє позитивна динаміка капітальних інвестицій, які є витратами на придбання або створення матеріальних і нематеріальних необоротних активів.

Аналіз останніх досліджень. Методичні підходи формування економіко-математичних моделей представлено в роботах Гуцько В.І., Долінський Л.Б., Микитюк П.П., Омецинська Н.В., Романюк В.М., Фатюха Н.Г.

Мета. Визначити головні чинники, які впливають на обсяги капітальних інвестицій за допомогою кореляційно-регресійного аналізу, перевірити значущість обраних чинників впливу за допомогою регресійного аналізу.

Виклад основного матеріалу. Оздоровлення та розвиток сучасної економіки України неможливий без активізації інвестиційної діяльності, пошуку та залучення надійних інвесторів, які б розміщували свої інвестиції на довгострокові терміни, забезпечуючи цим стабільний розвиток важливих ланок господарства. Варто зазначити, що за останній час Україна значно відстає від розвинутих країн за

багатьма факторами продуктивності виробництва та рівнем добробуту населення. Промисловим підприємствам потрібно залучати інвестиції для модернізації наявних потужностей, адже саме після модернізації підприємство стає більш стійким до фінансових коливань.

На наш погляд, має сенс дослідити взаємозалежність між обсягом капітальних інвестицій та такими макроекономічними індикаторами, як: індекс інфляції, облікова ставка НБУ, курс національної валюти, індекс цін реалізації продукції, обсяги експорту, ВВП.

Оскільки нашою метою є дослідження впливу різних макроекономічних факторів на капітальні інвестиції, то при проведенні кореляційно-регресійного аналізу саме обсяги цих інвестицій вважатимемо результуючою ознакою (залежною змінною), а всі інші чинники вважатимемо пояснювальними ознаками (незалежними змінними). Базисом кореляційно-регресійного аналізу є оцінювання парних коефіцієнтів кореляції між залежною та незалежними змінними. Ці коефіцієнти показуватимуть щільність взаємозв'язку між економічними показниками, що досліджуються. Таким чином, обчислення коефіцієнтів кореляції дозволить визначити ступінь впливу ключових макроекономічних факторів на обсяги капітальних інвестицій. Для проведення кореляційно-регресійного аналізу необхідно сформувати вибірку статистичних даних. Візьмемо офіційні дані Держкомстату [8] у річному вимірі.

Для аналізу була взята вибірка даних за 16 років, з 2002 по 2017 рр. (табл. 1). Зрозуміло, що більш

Таблиця 1

Макроекономічні показники України за 2002-2017 рр.

Рік	Капітальні інвестиції (млрд.грн)	ВВП (млрд. грн.)	Експорт продукції (млрд. грн.)	Індекс інфляції, %	Індекс цін реалізованої продукції, %	Облікова ставка НБУ	Курс долара США
2002	12,9	234,1	17,96	99,4	100,8	7	5,33
2003	13,1	277,4	20,68	108,2	105,2	7	5,33
2004	140	357,5	32,67	112,3	109	9	5,32
2005	102	457,3	34,29	110,3	113,5	9,5	5,12
2006	139,7	565	38,37	111,6	109,1	8,5	5,05
2007	222,2	751,1	49,25	116,6	112,8	8	5,05
2008	317,2	990,8	66,97	122,3	125,2	12	5,45
2009	166,7	947	39,7	112,3	115,9	10,25	7,79
2010	180,6	1079,3	51,43	109,1	109,4	7,75	7,93
2011	241,3	1300	68,4	104,6	108	7,75	7,95
2012	273,3	1404,7	68,8	99,8	100,6	7,5	7,99
2013	249,9	1465,2	63,3	100,5	99,7	6,5	7,99
2014	219,4	1587	53,9	124,9	112,1	14	11,89
2015	273,1	1988,5	38,13	143,3	148,7	22	21,86
2016	359,2	2385,4	36,36	112,4	113,9	14	25,55
2017	448,5	2982,9	43,27	113,7	114,4	14,5	26,62

віддалені в часі є статистичні дані, то меншим є їх вплив на сучасний стан економічної системи. Однак точність кореляційно-регресійного аналізу підвищується зі збільшенням обсягу вибірки.

Сформувавши статистичну вибірку, за допомогою програмного пакету статистичного аналізу STATISTICA побудуємо відповідну кореляційну матрицю [9, с. 5], наведену у табл. 2.

Основне завдання кореляційного аналізу – визначення зв'язку між випадковими змінними і оцінювання його інтенсивності та напрямку [9, с. 56]. Отже, відповідні коефіцієнти кореляції показують щільність зв'язку між ознаками.

Наведені у табл. 2 абсолютні значення коефіцієнтів кореляції перевищують 0,3, що говорить про помірний прямий взаємозв'язок між обсягами капітальних інвестицій та обраними ключовими макроекономічними чинниками.

Таблиця 2

Кореляційна матриця залежності обсягів капітальних інвестицій та інших макроекономічних показників

№ з/п	Макроекономічні показники	Коефіцієнт кореляції
1	ВВП	0,894
2	Експорт продукції	0,57
3	Індекс інфляції	0,302
4	Індекс цін реалізованої продукції	0,342
5	Облікова ставка НБУ	0,524
6	Курс долара США	0,72

Можна стверджувати, що залежність безумовно існує, але вона не є щільною. Зокрема, такі обрані макроекономічні показники, як: індекс інфляції та облікова ставка, не є абсолютно незалежними, як того вимагає кореляційно-регресійний аналіз. Оскільки у сучасних реаліях корегування рівня облікової ставки НБУ є одним з механізмів регулювання темпів інфляції.

З таблиці 2 видно, що найбільша щільність зв'язку спостерігається між обсягами капітальних інвестицій та валовим внутрішнім продуктом (коефіцієнт кореляції становить 0,894). Визначивши фактор, який має найбільший вплив на обсяги капіталь-

них інвестицій, проведемо щодо нього регресійний аналіз.

Методи регресійного аналізу дають змогу оцінити щільність зв'язку між ознаками та оформити уявлення про вид цього зв'язку у вигляді рівняння, що описує залежність між середнім значенням однієї залежної ознаки та значеннями незалежних факторів, вплив яких на залежну ознаку намагаються оцінити.

Для зручності розрахунку параметрів рівняння лінійної регресії отримані результати обчислення занесемо в табл. 3.

Розрахуємо параметри рівняння регресії:

$$b = \frac{(\overline{xy}) - \bar{x}\bar{y}}{x^2 - (\bar{x})^2} = \frac{322868,941 - 209,944 * 1173,325}{1954122,59 - (1173,325)^2} = 0,13 ;$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 209,944 - 0,13 * 1173,325 = 54,42 .$$

Одержимо наступне емпіричне рівняння простої лінійної регресії:

$$\text{Обсяг капітальних інвестицій } (Y_x) = a + bx = 54,42 + 0,13x$$

Якість цієї економетричної моделі визначається відповідними показниками, зокрема: коефіцієнтом детермінації, критеріями Фішера та Ст'юдента. Проведемо дослідження якості даної моделі.

$$\sigma(y)^2 = \overline{y^2} - (\bar{y})^2 = 56782,343 - 209,944 * 209,944 = 12705,96 ,$$

$$\sigma(y) = 112,721$$

$$\sigma(x)^2 = \overline{x^2} - (\bar{x})^2 = 1954122,588 - 1173,325 * 1173,325 = 577431,03 ,$$

$$\sigma(x) = 759,889$$

Для визначення тісноти лінійного зв'язку визначимо коефіцієнт кореляції:

$$r_{xy} = b \frac{\sigma(x)}{\sigma(y)} = 0,13 * \frac{759,889}{112,721} = 0,894$$

Розрахуємо коефіцієнт детермінації:

$$r_{xy}^2 = 0,894 * 0,894 = 0,7984$$

Це означає, що на 79,84% капітальних інвестицій (y) пояснюється варіацією фактора x – валовим внутрішнім продуктом, а на 20,16% іншими факторами. Враховуючи велику кількість чинників, що впливають на інвестиційну привабливість, отриманий результат вважаємо досить значимим. Загалом

Таблиця 3

Результати обчислення взаємозв'язку капітальних інвестицій та ВВП

№	X	Y	Y*X	X ²	Y ²	Ȳ _x	Y-Ȳ _x	Ȳ _y -Ȳ _x I/Y	(Y-Ȳ _x) ²
1	234,1	12,9	3019,9	54802,8	166,4	85,5	-72,6	5,6	5263,8
2	277,4	13,1	3633,9	76950,8	171,6	91,2	-78,1	6,0	6098,3
3	357,5	140	50050,0	127806,3	19600,0	101,8	38,2	0,3	1458,6
4	457,3	102	46644,6	209123,3	10404,0	115,0	-13,0	0,1	170,0
5	565	139,7	78930,5	319225,0	19516,1	129,3	10,4	0,1	107,9
6	751,1	222,2	166894,4	564151,2	49372,8	154,0	68,2	0,3	4654,1
7	990,8	317,2	314281,8	981684,6	100615,8	185,8	131,4	0,4	17279
8	947	166,7	157864,9	896809,0	27788,9	179,9	-13,2	0,1	175,4
9	1079,3	180,6	194921,6	1164888,5	32616,4	197,5	-16,9	0,1	285,0
10	1300	241,3	313690,0	1690000,0	58225,7	226,7	14,6	0,1	212,2
11	1404,7	273,3	383904,5	1973182,1	74692,9	240,6	32,7	0,1	1068,5
12	1465,2	249,9	366153,5	2146811,0	62450,0	248,6	1,3	0,0	1,6
13	1587	219,4	348187,8	2518569,0	48136,4	264,8	-45,4	0,2	2058,9
14	1988,5	273,1	543059,4	3954132,3	74583,6	318,0	-44,9	0,2	2015,4
15	2385,4	359,2	856835,7	5690133,2	129024,6	370,6	-11,4	0,0	130,0
16	2982,9	448,5	1337830,7	8897692,4	201152,3	449,8	-1,3	0,0	1,7
Підсумок	18773,2	3359,1	5165903,1	31265961,4	908517,5	-	-	13,55	40980
Середнє значення	1173,325	209,944	322868,94	1954122,59	56782,343	-	-	-	-
σ	759,889	112,721							

обчислене значення коефіцієнта детермінації говорить, що дійсно було виявлено один з головних чинників впливу на обсяги капітальних інвестицій.

Розрахуємо середню похибку апроксимації:

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - Y_x(x_i)}{y_i} \right| * 100\% = (13,546 * 100\%) / 16 = 84,64\%$$

Оцінку значимості рівняння регресії в цілому проведемо за допомогою *F*-критерію Фішера. Фактичне значення *F*-критерію:

$$F = \frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} (n - 2) = \frac{0,7984}{1 - 0,7984} * 14 = 55,45$$

Табличне значення критерію при $\alpha = 0,05$ і степенях $k_1 = 1$ і $k_2 = 14$ складають $F_{табл} = 4,60$. Оскільки $F_{факт} = 55,45 > F_{табл} = 4,6$ то рівняння регресії визнається статистично значимим, а побудована модель є адекватною.

Проведемо оцінку статистичної значимості параметрів регресії за допомогою *t*-статистики Ст'юдента.

Табличне значення *t*-критерію для числа степенів свободи $df = n - 2 = 16 - 2 = 14$ і $\alpha = 0,05$ складає $t_{табл} = 2,14$.

Розрахуємо випадкові похибки параметрів регресії та коефіцієнта кореляції:

$$S_{заг} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y(x_i) - Y_x(x_i))^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{40980,2}{14}} = 54,103$$

Розрахуємо стандартну похибку коефіцієнта регресії *m*(a):

$$m(a) = S_{заг} \frac{(\sum X^2)^{1/2}}{\sigma_x n} = 54,103 \frac{\sqrt{31265961,4}}{759,889 * 16} = 24,88$$

Розрахуємо стандартну похибку параметра *b* визначається по формулі:

$$m(b) = \frac{S_{заг}}{\sigma(x)\sqrt{n}} = \frac{54,103}{759,889 * 4} = 0,0178$$

Розрахуємо стандартну похибку коефіцієнта кореляції Пірсона *m*(r):

$$m(r) = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - 0,798}{14}} = 0,12$$

Визначаємо фактичні значення коефіцієнтів t_a, t_b, t_r :

$$t_a = a/m(a) = 54,42/24,88 = 2,19$$

$$t_b = b/m(b) = 0,13/0,0178 = 7,45$$

$$t_r = r/m(r) = 0,894/0,12 = 7,45$$

$$t(0,05,14) = 2,14$$

Розрахуємо довірчі інтервали для параметрів регресії *a, b*:

$$a \pm t_{таб} m(a) = 54,42 \pm 2,14 * 24,88 = 54,42 \pm 53,25$$

Отже $a \in [1,17; 107,67]$;

$$b \pm t_{таб} m(b) = 0,13 \pm 2,14 * 0,0178 = 0,13 \pm 0,04$$

Отже $b \in [0,09; 0,17]$

Параметри *a, b*, знаходячись у вказаних межах, не приймають нульових значень, тобто є статистично значимими.

Побудуємо графік лінійної функції з довірчими інтервалами (рис. 1).

Для достовірності аналізу потрібно перевірити точність побудованої моделі за допомогою аналізу залишків (рис. 2).

За графіком складно судити про закон розподілу помилок при моделі, тому для більш детального аналізу побудуємо гістограму (рис. 3).

Проаналізувавши рис. 2 та рис. 3. можна сказати, що оскільки розкид значень невеликий можна говорити про точність отриманої моделі.

Оскільки модель є адекватною, а її параметри значимі, то за моделлю можна побудувати прогноз.

Виконаємо прогноз капітальних інвестицій на 2018 рік, якщо ВВП планується збільшити на 15 % в порівнянні з 2017 роком.

Збільшення ВВП на 15 % складає:

$$X_p = 1,15 * 2982,9 = 3430,335 \text{ (млрд. грн.)}$$

Прогнозне значення капітальних інвестицій:

$$Y_x(x_p) = Y_x(3430,34) = 54,42 + 0,13 * 3430,34 = 509,1 \text{ (млрд. грн.)}$$

Оцінимо точність прогнозу, розрахувавши помилку прогнозу і його довірчий інтервал:

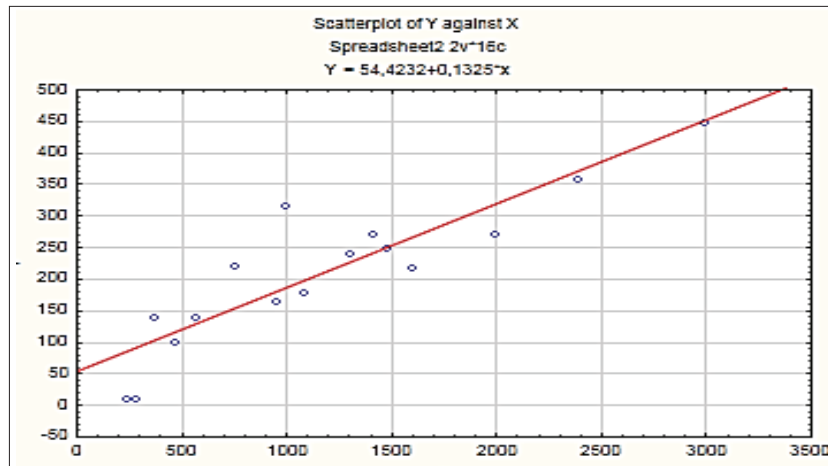


Рис. 1. Графічне зображення побудованої моделі

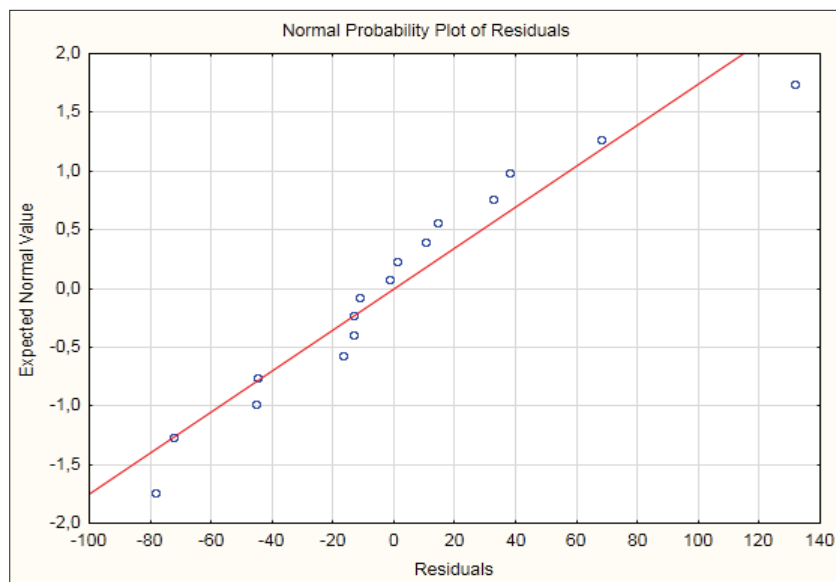


Рис. 2. Графік спостережених змінних залишків

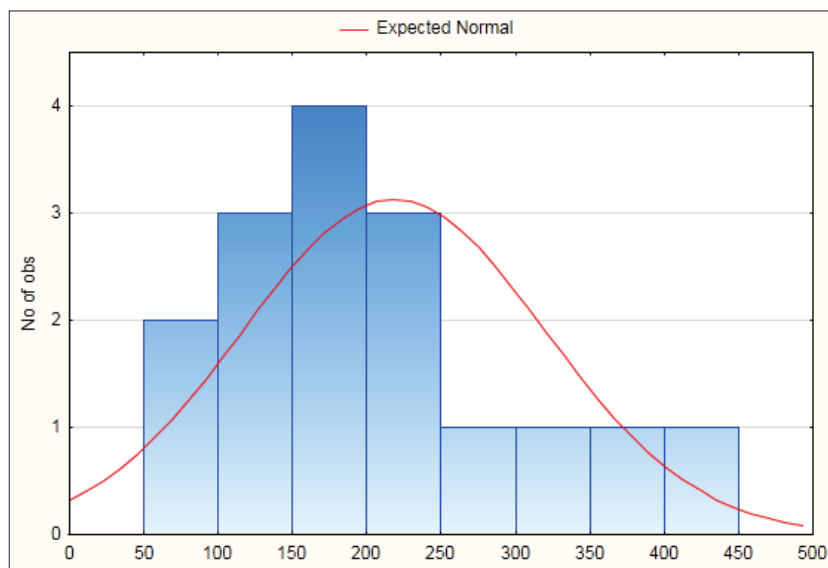


Рис. 3. Гістограма розподілу помилок моделі

$$Y_x(x_p) \pm \Delta_p$$
$$\Delta_p = t_{\text{таб}} * m(x_p) = 2,14 * m(x_p)$$
$$m(x_p) = S_{\text{за}} \left(1 + 1/n + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{n\sigma_x^2} \right)^{1/2} =$$
$$= 54,103 * \sqrt{1 + 1/16 + \frac{(3430,34 - 1173,325)^2}{16 * 577431,03}} = 68,73$$

$$\Delta_p = 2,14 * 68,73 = 147,09$$

Довірчий інтервал прогнозу:

$$Y_x(x_p) \pm \Delta_p = 509,1 \pm 147,09$$

$$\text{і } Y_x(x_p) \in [2052,49; 3978,71]$$

Виконаний прогноз капітальних інвестицій на 2018 рік з імовірністю 0,95 знаходиться в межах від 362,02 млрд. грн до 656,19 млрд. грн.

Висновки. На основі проведеного кореляційного аналізу було доведено, що достатній вплив на обсяг капітальних інвестицій мають наступні макроекономічні чинники: облікова ставка, валютний курс, обсяги експорту продукції та валового внутрішнього продукту. Коефіцієнт кореляції між обсягом капітальних інвестицій та часткою валового внутрішнього продукту становить 0,89, це свідчить про щільний зв'язок між даними. ВВП є основним джерелом капітальних інвестицій. Висхідна статистична вибірка представлена річними даними за 2002-2017 рр. Внаслідок обробки даних було побудовано наступне емпіричне рівняння простої лінійної регресії: $(Y_x) = a + bx = 54,42 + 0,13x$. Провівши ряд розрахунків стосовно значимості всіх параметрів моделі було доведено, що побудована модель є адекватною та за даною моделлю можна побудувати прогноз.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Боровиков, В. П. Популярне введення в сучасний аналіз даних в системі STATISTICA: навч. посіб. для вузів / В. П. Боровиков. – М.: Гаряча лінія – Телеком, 2013. – 288 с.
2. Гунько, В. І. Фактори та показники формування інвестиційної привабливості підприємств / В. І. Гунько *Financial space*. – 2013. – № 1. – С. 85-88.
3. Долінський, Л. Б. Кореляційно-регресійний аналіз інвестиційної привабливості АПК [Текст] / Л. Б. Долінський, О. С. Рибачок // *Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2016. – Том 24. – № 1. – С. 30-37.*
4. Методика розрахунку інтегральних регіональних індексів економічного розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uazakon.com/documents/date_1a/pg_ibcnog/index.htm.
5. Микитюк П.П. Аналіз результатів діяльності підприємств на основі кореляційно-регресійного методу [Електронний ресурс] / П. П. Микитюк, Т. Р. Фецович // *Вісник Львівської комерційної академії. Серія: Економічна. – 2014. – Вип. 44. – С. 105-111. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlca_ekon_2014_44_23*
6. Омецинська Н. В. Кореляційно-регресійний аналіз залежності валового регіонального продукту від окремих видів інвестицій [Електронний ресурс] / Н. В. Омецинська // *Науковий вісник Академії муніципального управління. Серія: Економіка. – 2014. – Вип. 2. – С. 116-124. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvam_ekon_2014_2_15*
7. Офіційний сайт Держкомстату. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua.
8. Романюк В. М. Кореляційно-регресійний аналіз ефективності корпоративного управління ПАТ «Мотор Січ» / В. М. Романюк // *Інвестиції: практика та досвід. – 2015. – № 16. – С. 130-135. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2015_16_29*
9. Фатюха Н. Г. Кореляційно-регресійний аналіз валютного курсу [Електронний ресурс] / Н. Г. Фатюха, Д. В. Циганок // *Агросвіт. – 2017. – № 22. – С. 39-41.*