

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ НАУКОЄМНОГО ВИРОБНИЦТВА

© 2014 КРАВЧЕНКО С. М.

УДК 330.322

Кравченко С. М. Використання економіко-математичних методів для дослідження перспектив розвитку інвестиційної діяльності у сфері наукоємного виробництва

У статті наведено алгоритм використання кореляційно-регресійного аналізу для дослідження факторів, що впливають на розвиток інвестиційної діяльності у сфері наукоємних виробництв. Використовуючи статистичні дані Державної служби статистики, було виокремлено групу показників, які впливають на інвестиційну політику у сфері наукоємних виробництв. За допомогою кореляційного аналізу було виокремлено показники, що суттєво впливають на цей процес. До них віднесено: кількість освоєного виробництва нових видів продукції, найменувань, питома вага організацій, що займалися інноваціями, питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП. Побудована модель дозволяє, змінюючи вхідні параметри, досліджувати різні стани інвестиційного процесу, що відбувається у сфері наукоємних виробництв. За результатами дослідження було визначено, що саме питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП найбільш суттєво впливає на розвиток наукоємних виробництв. Отже, усі напрямки інвестиційної політики в цій сфері мають бути спрямовані саме на покращення даного показника.

Ключові слова: інвестиційна діяльність, регресійна модель, новітні технологічні процеси, наукоємне виробництво.

Рис.: 11. Табл.: 1. Формул.: 1. Бібл.: 8.

Кравченко Сергій Миколайович – здобувач, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пл. Свободи, 5, Держпром, 7 під'їзд, 8 поверх, Харків, 61022, Україна)

E-mail: aleksvman@gmail.com

УДК 330.322

UDC 330.322

Кравченко С. Н. Использование экономико-математических методов для исследования перспектив развития инвестиционной деятельности в сфере наукоёмкого производства

В статье приведен алгоритм использования корреляционно-регрессионного анализа для исследования факторов, влияющих на развитие инвестиционной деятельности в сфере наукоёмких производств. Используя статистические данные Государственной службы статистики, была выделена группа показателей, влияющих на инвестиционную политику в сфере наукоёмких производств. С помощью корреляционного анализа были выделены показатели, существенно влияющие на этот процесс. К ним отнесены: количество освоённого производства новых видов продукции, наименований, удельный вес организаций, занимавшихся инновациями, удельный вес объема выполненных научных и научно-технических работ в ВВП. Построенная модель позволяет, изменяя входные параметры, исследовать различные состояния инвестиционного процесса, происходящего в сфере наукоёмких производств. По результатам исследования было определено, что именно удельный вес объема выполненных научных и научно-технических работ в ВВП наиболее существенно влияет на развитие наукоёмких производств. Следовательно, все направления инвестиционной политики в этой сфере должны быть направлены именно на улучшение данного показателя.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, регрессионная модель, новейшие технологические процессы, наукоёмкое производство.

Рис.: 11. Табл.: 1. Формул.: 1. Библ.: 8.

Кравченко Сергей Николаевич – соискатель, Научно-исследовательский центр индустриальных проблем развития НАН Украины (пл. Свободы, 5, Госпром, 7 подъезд, 8 этаж, Харьков, 61022, Украина)

E-mail: aleksvman@gmail.com

Kravchenko S. M. Using the Economic-Mathematical Methods to Study the Prospects for Development of Investment Activity in the Field of Knowledge-Intensive Production

In the article the algorithm of using correlation and regression analysis to study the factors affecting the development of investment activity in the field of knowledge-intensive productions is introduced. Using the statistics from the State statistics service, a group of indicators of influence on the investment policy in the field of knowledge-intensive productions was allocated. On the basis of correlation analysis the indicators with significant influence on this process were identified. These include: the amount of the commercial production of new types of products, items, the share of organizations involved in innovation, the proportion of the amount of finished scientific and scientific-technical works in the GDP. The constructed model provides, while modifying the input parameters, for exploring of different states of the investment process, occurring in the field of knowledge-intensive productions. According to results of the study, it has been determined that the proportion of the amount of finished scientific and scientific-technical works in the GDP is the factor, which has the most significant influence on the development of knowledge-intensive productions. Therefore, all directions of investment policy in this area should be focused on the improvement of this indicator.

Key words: investment activity, regression model, the latest technological processes, knowledge-intensive production.

Pic.: 11. Tabl.: 1. Formulae: 1. Bibl.: 8.

Kravchenko Serhii M. – Applicant, Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (pl. Svobody, 5, Derzhprom, 7 pidyizd, 8 po-verkh, 61022, Ukraine)

E-mail: aleksvman@gmail.com

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

ЕКОНОМІКА

Інвестиційну політику в Україні можна розглядати як багатофакторну систему цілеспрямованих вчинків і дій, яка свідомо формується на державному та регіональному рівнях в інтересах ширшого залучення на конкретну територію додаткових ресурсів як у грошовій, так і в матеріальній формах. Основними факторами, які формують інвестиційну політику, є фактори економічного, політичного, правового, соціального та іншого середовища.

При дослідженні факторів інвестиційної політики можна використовувати декілька підходів [1, 2, 5, 7]:

1. Використання *дескриптивного підходу* дозволить описово визначити фактори, які найбільше впливають на інвестиційний процес та інвестиційну діяльність. У рамках цього підходу інвестиційний процес та інвестиційна діяльність розглядається як система.

2. На підставі *конструктивного підходу* можна побудувати модель факторів впливу на інвестиційний процес та інвестиційну діяльність як системи. Він дозволить визначити інвестиційний процес та інвестиційну діяльність як системи на основі функціонально-цільового

підходу, тобто інвестиційна політика розглядатиметься як комплексна модель, яка складається з відповідного переліку факторів розвитку наукоємних виробництв. На основі цього підходу будуть визначені обґрунтовані показники, які мають найбільший вплив на розвиток інноваційної політики у сфері наукоємних виробництв.

Метою роботи є визначення факторів, які впливають на активізацію інвестиційної діяльності у сфері наукоємних виробництв.

Модель – це вираження формальної залежності у вигляді деяких математичних співвідношень, що відображають зв'язок між певними явищами [6,8].

Економетрична модель – це особливий клас економіко-математичних моделей, в яких дослідник вирішує цілий ряд завдань [6, 8, 9]:

- 1) вибір форми математичної залежності, яка описує поведінку економічного об'єкта, на основі системи спостережень;
- 2) оцінка параметрів даної моделі різними методами (метод найменших квадратів, метод максимальної правдоподібності та ін.);
- 3) перевірка статистичної значущості моделі.

Для розвитку наукоємних виробництв доцільно постійно підвищувати рівень технологічного процесу. Це сприятиме не лише отриманню більшого доходу, але й дозволить активізувати інвестиційну діяльність в цій сфері. Отже, можна висунути гіпотезу про наявність групи показників, які впливають на впровадження нових технологічних процесів у наукоємних виробництвах. Для підтвердження або скасування цієї гіпотези побудуємо множину регресійну модель. Вхідні дані для побудови моделі представлено в *табл. 1*.

Множинну регресійну модель будемо за допомогою пакета Statistica 8.0. В основі регресійної моделі покладено фактори в динаміці з 2000 по 2011 рр.: кількість освоєного виробництва нових видів продукції, найменувань, питома вага організацій, що займалися

інноваціями, і питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП [3].

На початку дослідження необхідно провести аналіз впливу факторних ознак на результуючу.

Variable	Correlations (Spreadsheet2) Marked correlations are significant at p < ,05000 N = 12 (Casewise deletion of missing data)			
	Y	X1	X2	X3
Y	1,000000	-0,513311	-0,118920	-0,760846
X1	-0,513311	1,000000	0,808013	0,673791
X2	-0,118920	0,808013	1,000000	0,454418
X3	-0,760846	0,673791	0,454418	1,000000

Рис. 1. Підсумкова кореляційна матриця

Значення коефіцієнта парної кореляції вище 0,5 говорить про високий рівень залежності між рівнями результуючої та факторної ознак.

Наступним кроком є побудова множинної лінійної регресії. Результати аналізу наведено на *рис. 2*.

Multiple Regression Results		
Dependent: Y	Multiple R = ,85706044	F = 7,379266
	R ² = ,73455259	df = 3,8
No. of cases: 12	adjusted R ² = ,63500982	p = ,010840
Standart error of estimate: 236,80256514		
Intercept: 2410,0107142	Std. Error: 1184,976	
t (8) = 2,0338	p = ,0764	
X1 b* = -,63	X2 b* = ,684	X3 b* = -,65

Рис. 2. Результати регресійного аналізу

Визначення параметрів та якості моделі наведено на *рис. 3*.

Аналізуючи дані на *рис. 2* та *рис. 3* можна зробити такі висновки:

Таблиця 1

Вихідні дані для побудови багатофакторної регресійної моделі

Рік	Впроваджено нових технологічних процесів, процесів (Y)	Кількість освоєного виробництва нових видів продукції, найменувань (X ₁)	Питома вага організацій, що займалися інноваціями, % (X ₂)	Питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП, % (X ₃)
2000	1403	15323	18,0	1,36
2001	1421	19484	16,5	1,35
2002	1142	22847	18,0	1,24
2003	1482	7416	15,1	1,21
2004	1727	3978	13,7	1,16
2005	1808	3152	11,9	1,11
2006	1145	2408	11,2	1,11
2007	1419	2526	14,2	1,24
2008	1647	2446	13,0	1,19
2009	1893	2685	12,8	1,09
2010	2043	2408	13,8	0,98
2011	2510	3238	16,2	0,93

N=12	Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet2) R = ,85706044 R ² = ,73455259 Adjusted R ² = ,63500982 F(3, 8) = 7,3793 p < ,01084 Std. Error of estimate: 236,80					
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(8)	p-value
Intercept			2410,01	1184,976	2,03381	0,076405
X1	-0,630291	0,380953	-0,03	0,020	-1,65451	0,136620
X2	0,684460	0,316006	119,17	55,021	2,16597	0,062208
X3	-0,647192	0,251961	-1944,09	756,862	-2,56862	0,033199

Рис. 3. Результат побудови багатфакторної економетричної моделі

- кількість освоєного виробництва нових видів продукції, найменувань (X_1) та питома вага організацій, що займалися інноваціями, % (X_2), статистично незначимі, тому що отриманні значення p-value перевищують нормативний рівень (0,05), тобто їх необхідно виключити з дослідження;
- лише питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП, % (X_3) є статистично значима, а отже, впливає на впровадження нових технологічних процесів;
- для подальшого дослідження необхідно виключити з моделі незначимі фактори та провести повторні розрахунки.

За такою ж схемою побудуємо лінійну модель впливу питомої ваги обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП на впровадження нових технологічних процесів.

На рис. 4 і рис. 5 представлено результати побудованої лінійної моделі.

Multiple Regression Results		
Dependent: Y	Multiple R = ,76084555	F = 13,74654
	R ² = ,57888595	df = 1,10
No. of cases: 12	adjusted R ² = ,53677454	p = ,004057
	Standart error of estimate: 266,77309095	
Intercept: 4297,3585762	Std. Error: 721,7460	
t(10) = 5,9541	p = ,0001	
X3 b* = -,76		

Рис. 4. Результати регресійного аналізу

Результати, представлені на рис. 5, підтверджують, що фактор X_3 має найбільший вплив на результуючу ознаку.

Отримані результати можна інтерпретувати таким чином:

- коefficient множинної кореляції дорівнює 0,761 (R). Вимірюється coefficient від -1 до +1. Оскільки значення coefficienta сильно наближене до 1, то можемо говорити про адекватність моделі;

N=12	Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet2) R = ,76084555 R ² = ,57888595 Adjusted R ² = ,53677454 F(1, 10) = 13,747 p < ,00406 Std. Error of estimate: 266,77					
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(10)	p-value
Intercept			4297,36	721,7460	5,95412	0,000140
X3	-0,760846	0,205211	-2285,49	616,4286	-3,70763	0,004057

Рис. 5. Результат побудованої лінійної моделі

- коefficient детермінації моделі дорівнює 0,579 (R^2). Даний coefficient показує, яка частка даних, побудованих за допомогою моделі, відповідає реальним даним. Оскільки coefficient наближений до 1, то підтверджується адекватність моделі;
- скоригований coefficient детермінації на число спостережень і число параметрів дорівнює 0,537 (Adjusted R^2);
- критерій адекватності Фішера $F(1, 10) = 13,747$, отримане значення більше табличного, що підтверджує адекватність моделі;
- середнє квадратичне відхилення помилок моделі складає 266,77;
- $B(a_0, a_1) = (4297,36; -2285,49)$ – параметри моделі;
- середнє квадратичне відхилення параметрів моделі становить (721,75; 616,42);
- $t(10) = (5,95; -307)$ – значимість параметрів за критерієм Стьюдента.

Таким чином, можна сформулювати загальний вид моделі:

$$Y = 4297,36 - 2285,49 \cdot X_3;$$

- вектор значень критерію Стьюдента $t(10) = (5,95; -307)$, що визначає значимість параметрів моделі.

Виходячи з аналізу отриманих результатів дана модель в цілому адекватна і якісна, але параметри моделі при змінних X_1 та X_2 є не значимі.

Визначимо середнє та середньоквадратичне відхилення вибірок всіх змінних. У результаті проведення розрахунків було оцінено середні значення, середньоквадратичне відхилення за екзогенною (X_3) та ендогенною (y) змінними (рис. 6).

Variable	Means and Standart Deviations (Spreadsheet2)		
	Means	Std. Dev.	N
X3	1,164	0,1305	12
Y	1636,667	391,9637	12

Рис. 6. Результати розрахунку описових статистик за ендогенною та екзогенними змінними

Побудуємо графік лінійної функції з довірчими інтервалами. Аналіз графіку (рис. 7) доводить високу якість побудованої моделі та відповідність модельних значень фактичним.

На рис. 8 наведено розрахунок та аналіз залишків моделі й аналізу її помилок.

На рис. 9 наведено таблицю, що містить фактичні значення залежної змінної (*Observed value*), її теоретичні значення (*Predicted value*) і помилки моделі (*Residual*).

і питомою вагою обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП існує зворотній зв'язок. Також присутній помітний зв'язок між питомою вагою організацій, що займалися інноваціями, та кількістю освоєного виробництва нових видів продукції. Однак подальше дослідження виявило, що ані перший, ані другий фактор на впливають на результативний;

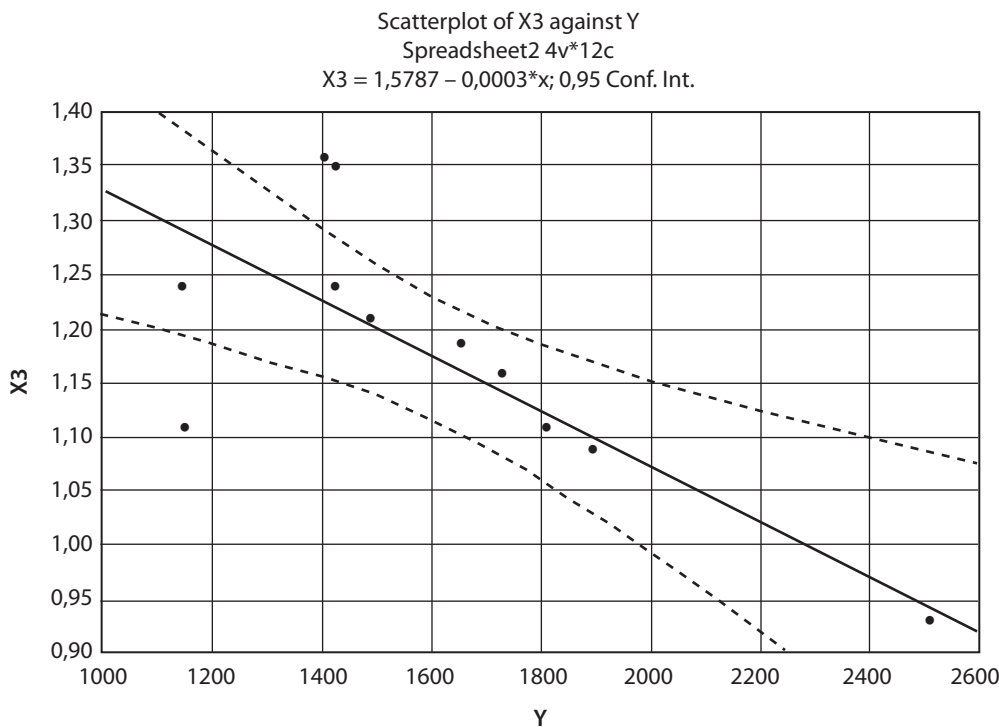


Рис. 7. Графічне представлення результатів побудованої моделі

Dependent: Y	Multiple R = ,76084555	F = 13,74654
	R ² = ,57888595	df = 1,10
No. of cases: 12	adjusted R ² = ,53677454	p = ,004057
Standart error of estimate: 266,77309095		
Intercept: 4297,3585762	Std. Error: 721,7460	
t (10) = 5,9541	p = ,0001	

★ регресійний аналіз дозволив убрати з моделі ці два фактори і залишити лише один, який дійсно впливає на впровадження нових технологій.

ВИСНОВКИ

Отже, активізація інвестиційної діяльності в наукоємних виробництва напряму залежить від кількості впроваджених нових технік і технологій у виробництво. Для вирішення цього завдання державні органи влади мають розробляти та впроваджувати заходи, метою яких є заохочення підприємців впроваджувати новітні досягнення у сфері високих технологій. Загалом це сприятиме підвищенню рівня конкурентоспроможності держави на міжнародному ринку товаровиробників та покращенню добробуту населення у державі. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Государственное регулирование рыночной экономики / Под ред. В. И. Кушлина, Н. А. Волгина. – М. : Экономика, 2000. – 735 с.
2. Мусіна Л. А. Формування та реалізація державної політики сприяння розвитку інноваційних виробництв і технологій / Л. А. Мусіна // Формування ринкових відносин в Україні: зб. наук. пр. – К. : НДЕІ, 2012. – № 5(132). – С. 78 – 82.

Рис. 8. Діалогове вікно модулю аналізу помилок

Оскільки основна гіпотеза відносно випадкової змінної говорить, що помилки повинні бути розподілені за нормальним законом розподілу, представимо графік помилок моделі на нормально імовірнісному папері (*Residuals/Normal plot of residuals*) (рис. 10).

За графіком (див. рис. 10) складно судити про закон розподілу помилок моделі, тому для більш детального аналізу побудуємо гістограму їх значень з нанесенням графіку нормального закону розподілу (рис. 11).

Проведені розрахунки свідчать, що побудована модель є адекватною, а обраний фактор впливає на впровадження новітніх технологій у наукоємних виробництв. Отже, можна зробити такі висновки:

- ★ початковий аналіз даних за допомогою кореляційної матриці довів, що між кількістю впроваджених нових технологічних процесів

Case No.	Predicted & Residual Values (Spreadsheet2) Dependent variable: Y								
	Observed Value	Predicted Value	Residual	Standart Pred. v.	Standart Residual	Std. Err. Pred. Val.	Mahalanobis Distance	Deleted Residual	Cook's Distance
2000	1403,000	1189,091	213,909	-1,50080	0,80184	143,1898	2,252410	300,475	0,182744
2001	1421,000	1211,946	209,054	-1,42417	0,78364	138,0328	2,028250	285,483	0,153295
2002	1142,000	1463,350	-321,350	-158,116	-1,20458	90,0879	0,337749	-362,713	0,105405
2003	14802,000	1531,915	-49,915	-0,35125	-0,18711	82,0298	0,123378	-55,127	0,002019
2004	1727,000	1646,190	80,810	0,03193	0,30292	77,0536	0,001020	88,166	0,004556
2005	1808,000	1760,464	47,536	0,41512	0,17819	83,9377	0,172321	52,759	0,001936
2006	1145,000	1760,464	-615,464	0,41512	-2,30707	83,9377	0,172321	-683,089	0,324542
2007	1419,000	1463,350	-44,350	-0,58116	-0,16625	90,0879	0,337749	-50,059	0,002008
2008	1647,000	1577,625	69,375	-0,19798	0,26005	78,6400	0,039195	75,977	0,003524
2009	1893,000	1806,174	86,826	0,56839	0,32547	89,5591	0,323066	97,855	0,007582
2010	2043,000	2057,578	-14,578	1,41139	-0,05465	137,1813	1,992032	-19,818	0,000730
2011	2510,000	2171,852	338,148	1,79458	1,26755	163,6054	3,220508	541,996	0,776228
Minimum	1142,000	1189,091	-615,464	-1,50080	-2,30707	77,0536	0,001020	-683,089	0,000730
Maximum	2510,000	2171,852	338,148	1,79458	1,26755	163,6054	3,220508	541,996	0,776228
Mean	1636,667	1636,667	-0,000	-0,00000	-0,00000	104,7786	0,916667	22,659	0,130381
Median	1564,500	1611,907	58,456	-0,08302	0,21912	89,8235	0,330408	64,368	0,006069

Рис. 9. Аналіз помилок моделі

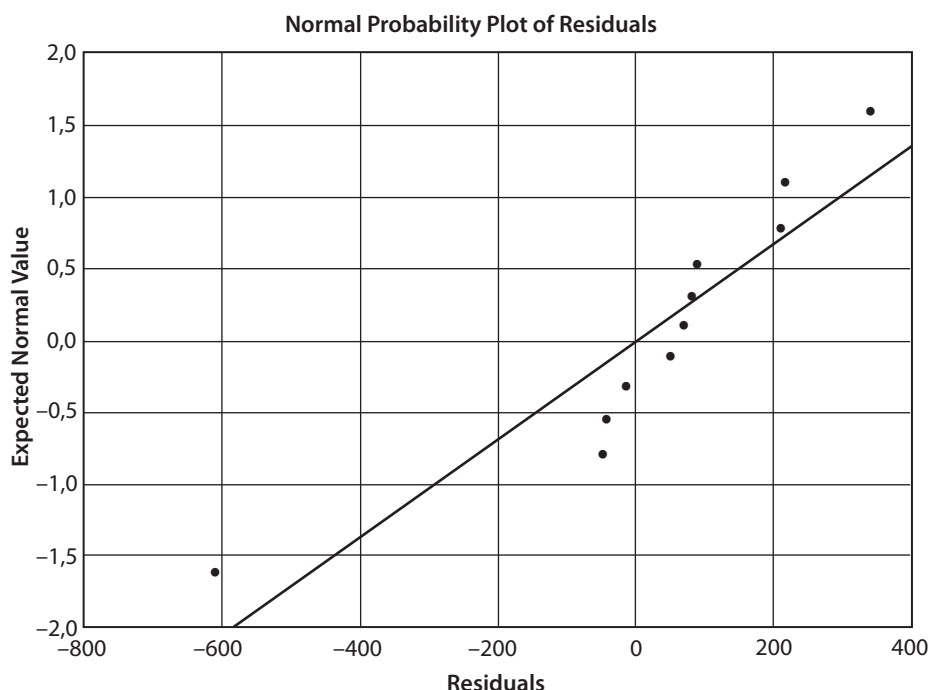


Рис. 10. Графік помилок моделі на нормально імовірнісному папері

3. Державний комітет статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>

4. Секерин А. Б. Методология вторичного статистического анализа факторов инвестиционного потенциала и риска / А. Б. Секерин, В. Г. Шуметов, Л. М. Лазарева // Вопросы статистики. – 2003. – № 11. – С. 69 – 74.

5. Сивелькин В. А. Статистическая оценка инвестиционного климата на региональном уровне / В. А. Сивелькин, В. Е. Кузнецова // Вопросы статистики. – 2003. – № 11. – С. 64 – 68.

6. Твердохлебова Е. А. Социально-экономическое прогнозирование как основа управления развитием террито-

рии / Е. А. Твердохлебова // Молодой ученый. – 2013. – № 7. – С. 249 – 255.

7. Федулова Л. І. Тенденції розвитку інноваційної політики та її вплив на економічне зростання / Л. І. Федулова // Економіка і прогнозування. – 2011. – № 2. – С. 63 – 81.

8. Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей / Р. А. Фишер / Пер. с англ. – М.: Госстатиздат, 2008.

9. Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи : монографія / За ред. О. І. Черняка, П. В. Захарченка. – Бердянськ : Видавництво Ткачук, 2011. – 391 с.

Distribution of Observed Values

Depended variable: Y

— Expected Normal

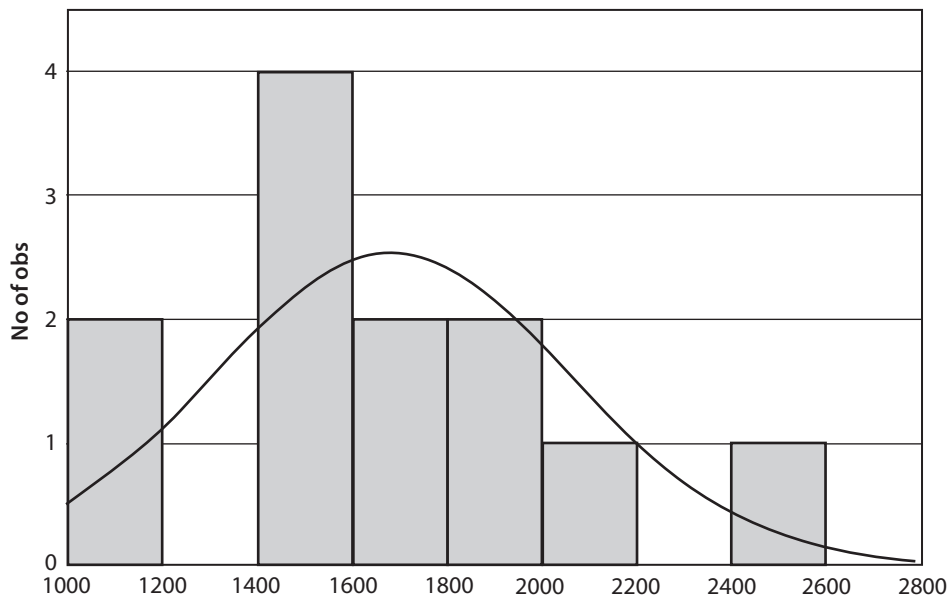


Рис. 11. Гістограма розподілу помилок моделі

10. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса / Э. Янч. – М.: Прогресс, 2004. – 106 с.

11. Robinson D. K. R. Forecasting Innovation Pathways (FIP) for new and emerging science and technologies / Douglas K. R. Robinson, Lu Huang, Ying Guo, Alan L. Porter // *Technological Forecasting & Social Change*. – 2013. – № 80. – P. 267 – 285.

12. Чербякова О. В. Концептуальні основи та існуючі підходи до проблеми регулювання інноваційної діяльності на державному рівні / О. В. Чербякова // *Інвестиції: практика та досвід*. – 2009. – № 17. – С. 79 – 81.

REFERENCES

Cherbiakova, O. V. "Konseptualni osnovy ta isnuuchi pidkhody do problemy rehulivannia innovatsiinoi diialnosti na derzhavnomu rivni" [Conceptual basis and existing approaches to regulation of innovation at the state level]. *Investysii: praktyka ta dosvid*, no. 17 (2009): 79-81.

Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. <http://www.ukrstat.gov.ua>

Fedulova, L. I. "Tendentsii rozvytku innovatsiinoi polityky ta ii vplyv na ekonomichne zrostannia" [Trends of innovation policy and its impact on economic growth]. *Ekonomika i prohnozuvannia*, no. 2 (2011): 63-81.

Fisher, R. A. *Statisticheskie metody dlia issledovateley* [Statistical methods for researchers]. Moscow: Gosstatizdat, 2008.

Gosudarstvennoe regulirovanie rynochnoy ekonomiki [State regulation of the market economy]. Moscow: Ekonomika, 2000.

Musina, L. A. "Formuvannia ta realizatsiia derzhavnoi polityky sprianniia rozvytku innovatsiinykh vyrobnytstv i tekhnolohii" [Formulation and implementation of public policies to promote innovation and technology industries]. *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini*, no. 5 (132) (2012): 78-82.

Prohnozuvannia sotsialno-ekonomichnykh protsesiv: suchasni pidkhody ta perspektyvy [Prediction of socio-economic processes: current approaches and perspectives]. Berdiansk: Vydavnytstvo Tkachuk, 2011.

Robinson, D. K. R. et al. "Forecasting Innovation Pathways (FIP) for new and emerging science and technologies". *Technological Forecasting & Social Change*, no. 80 (2013): 267-285.

Sekerin, A. B., Shumetov, V. G., and Lazareva, L. M. "Metodologiya vtorichnogo statisticheskogo analiza faktorov investitsionnogo potentsiala i riska" [Methodology secondary statistical analysis of the factors of investment potential and risk]. *Voprosy statistiki*, no. 11 (2003): 69-74.

Sivelkin, V. A., and Kuznetsova, V. E. "Statisticheskaya otsenka investitsionnogo klimata na regionalnom urovne" [Statistical evaluation of the investment climate at the regional level]. *Voprosy statistiki*, no. 11 (2003): 64-68.

Tverdokhlebova, E. A. "Sotsialno-ekonomicheskoe prognozirovanie kak osnova upravleniia razvitiem territorii" [Socio-economic forecasting as a basis for management of the development area]. *Molodoy uchenyy*, no. 7 (2013): 249-255.

Yanch, E. *Prognozirovanie nauchno-tekhnicheskogo progressa* [Prediction of scientific and technical progress]. Moscow: Progress, 2004.