

УДК 330.43:330.322

Рафал Ренбілас

*Вища школа бізнесу Домброва Гурніча, Польща*

**МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКО-ІНВЕСТИЦІЙНОГО  
ВЗАЄМОВПЛИВУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ РОЗВИТКУ**

*У статті викладено результати досліджень щодо моделювання економіко-інвестиційного взаємовпливу в сучасних умовах. Доведено, що розроблені економетричні моделі можуть бути використані як дієвий інструментарій аналізу економічних явищ взаємозв'язку та прогнозування.*

**Ключові слова:** економіко-інвестиційний взаємовплив, економетричні моделі, прямі іноземні інвестиції.

Рафал Ренбілас

*Высшая школа бизнеса Домброва Гурничя, Польша*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКО-ИНВЕСТИЦИОННОГО  
ВЗАИМОВЛИЯНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ**

*В статье изложены результаты исследований по моделированию экономико-инвестиционного взаимодействия в современных условиях. Доказано, что разработанные эконометрические модели могут быть использованы как действенный инструментальный анализа экономических явлений взаимосвязи и прогнозирования.*

**Ключевые слова:** экономико-инвестиционное взаимодействие, эконометрические модели, прямые иностранные инвестиции.

Rafal Rebilas

*Higher Business School of Dabrowa Gornicza, Poland*

**MODELING THE ECONOMIC AND INVESTMENT INTERACTION  
WITHIN MODERN DEVELOPMENT PARADIGM**

*The article presents the results of research on modeling the economic and investment interaction under modern conditions. It has been proved that the developed econometric models can be used as effective tools for economic phenomena interconnections analysis and forecasting.*

**Keywords:** economic and investment interaction, econometric models, foreign direct investment.

**Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Економіка кожної країни потребує постійного залучення інвестиційних ресурсів. Об'єктивна тенденція приєднання Польщі до міжнародної системи руху капіталу та використання закономірностей світового досвіду в залученні іноземного капіталу є характерними рисами сучасного етапу розвитку.

Оскільки світова міграція капіталів регулюється об'єктивними законами економіки, то процес руху капіталів може бути прогнозованим та врахованим при формуванні стратегії взаємин країни-реципієнта з іноземним капіталом. Звідси прогнозованим та врахованим може бути вплив надходжень прямих іноземних інвестицій на певні макроекономічні характеристики країни-реципієнта.

**Аналіз останніх публікацій по проблемі.** Огляд основних підходів до моделювання економічного зростання з врахуванням прямих іноземних інвестицій (далі – ПІІ) свідчить про те, що пошук оптимальної економічної моделі продовжується. В Польщі дослідження впливів ПІІ на економіку країни-реципієнта на рівні системного економетричного підходу ще залишається поза широкою увагою, тому необхідно провести дослідження впливу прямих

іноземних інвестицій на економічне зростання та з'ясувати, наскільки сильним є вплив ПІІ та наскільки кардинально вони можуть змінювати траєкторію розвитку економіки[3].

**Метою дослідження** є процес моделювання економіко-інвестиційного взаємовпливу в сучасних умовах розвитку.

**Невирішені частини дослідження** Зі світової практики відомо, що іноземні інвестиції, з одного боку, можуть потенційно прискорювати темпи економічного зростання, підвищувати зайнятість, технологічний рівень економіки, з іншого, можлива залежність від іноземних технологій і капіталів і навіть рецесія у випадках трансферу відсталих технологій і методів організації виробництва. Крім того, макроекономічні параметри країни-реципієнта можуть суттєво змінювати напрями, обсяги, структуру та часовий лаг іноземного інвестування.

Інвестиційні процеси не є статичним і перебувають у постійній динаміці як на зовнішньому, так і на внутрішньому рівнях. Постійні зміни у світових потоках капіталів, глобалізаційні та трансформаційні процеси неминуче впливають на інвестиційне позиціонування Польщі у світі та і на внутрішні наслідки інвестування[5].

**Виклад основних результатів та їх обґрунтування.** Зв'язок між відкритістю і привабливістю економіки для прямого іноземного капіталу та її розвитком відбувається не в ідеально ізольованій моделі – паралельно додаються впливи внутрішніх чинників (потенціалів) економіки, які мають системний характер. Тому треба проводити дослідження з урахуванням внутрішніх чинників.

Для дослідження економіко-інвестиційного взаємовпливу із врахуванням реалій Польщі запропоновано економетричну модель «ПІІ → економічне зростання» з таким набором чинників:

$$GGDP_t = \alpha + \beta_1 GEXP_t + \beta_2 GFDI_t + \beta_3 GGDI_t + \beta_4 GIFL_t + \beta_5 HC_t + \beta_6 OPEN_t + \varepsilon, \quad (1)$$

де  $\alpha, \beta_i, (i = 1...6)$  – коефіцієнти, які потрібно оцінити;

$GGDP$  – залежна змінна, темп зростання реального ВВП, % до попереднього року;

$GEXP$  – темп зростання експорту товарів і послуг, % до попереднього року;

$GFDI$  – темп зростання ПІІ, чисті притоки, % до попереднього року;

$GGDI$  – темп зростання капітальних інвестицій, % до попереднього року;

$GIFL$  – інфляція, у цінах споживачів, річний %;

$HC$  – змінна «людського капіталу» – частка осіб, які перебувають на навчанні у вищих навчальних закладах у загальній частині населення, % на початок року;

$OPEN$  – змінна «відкритості економіки», експорт товарів і послуг у відношенні до ВВП, %;

$t$  – часовий період;

$\varepsilon$  – впливи, не включені в модель, випадкове збурення.

Джерелом статистики є дані **Index of Economic Freedom, The Heritage Foundation, U.S.A.**

Для попереднього визначення напрямку та сили щільності зв'язку між залежною змінною ( $GGDP$ ) і чинниками моделі було проведено кореляційний аналіз. Обчислені коефіцієнти кореляції ( $\rho$ ) вказують на те, що:

- змінна притоку ПІІ значно впливає на залежну змінну  $GGDP$  ( $\rho_{GFDI} = 0,83$ ), тому подальше дослідження є доцільним;

- вплив капітальних інвестицій ( $GGDI$ ) на темп зростання реального ВВП ( $GGDP$ ) більший, ніж вплив ПІІ ( $\rho_{GFDI} = 0,97$ );

- отримано підтвердження позитивного і значного впливу відкритості економіки на її зростання ( $\rho_{OPEN} = 0,89$ ).

Регресійний аналіз, проведений у програмному пакеті E.Views, та аналіз статистичних характеристик (коефіцієнта множинної детермінації (R); середньоквадратичної помилки рівняння (SE); критерію Стьюдента (T); критерію Дурбіна-Уотсона (DW)) дозволив зробити висновок, що модель оцінки впливу «ППІ → економічне зростання» має відповідні розраховані коефіцієнти:

$$GGDP=61,04+0,09GEXP_t+0,24GFDI_t+0,3GGDI_t-0,026GIFL_t+0,87HC_t+0,004OPEN_t$$

$$(6,70)^* \quad (3,53)^* \quad (3,75)^* \quad (6,39)^* \quad (-3,40)^* \quad (3,25)^* \quad (3,01)^*$$

$$R^2 = 0,9710. \text{ Скоригований } R^2 = 0,9132. \text{ F-statistic} = 16,78. \text{ DW} = 2,08.$$

Перевірка адекватності моделі з урахуванням статистичних характеристик підтвердила, що модель є якісно прийнятною і не потребує додаткового уточнення. Усі коефіцієнти моделі мають очікувані знаки. Значення F-статистики свідчить про загальну якість (адекватність) моделі (на рівні 5%). Як показує значення статистики Дурбіна-Уотсона, модель не містить автокореляції. Аналіз t-статистик (наведені у дужках під відповідними коефіцієнтами) свідчить, що всі оцінки чинників рівнянь є значущими на рівні 5% та 10%, Коефіцієнт детермінації (R<sup>2</sup>) також є значущим. Скоригований R<sup>2</sup> пояснює вплив чинників на залежну змінну моделі на рівні 91,32%.

Як видно з моделі, за рівності решти умов, якщо темп зростання ППІ збільшиться на 1% за рік, середній темп зростання реального ВВП прогнозовано зміниться в наступному році на 0,24% (β<sub>2</sub> відповідно).

Одним із важливих каналів, через який ППІ можуть мати значний вплив на економічне зростання країни-реципієнта, зокрема трансформаційних економік є експортна діяльність.

Доцільно провести дослідження ланцюжка «притік ППІ → зростання експорту → економічне зростання» із залученням економетричного апарату. Дія моделювання системи одночасних рівнянь ланцюга «ППІ → експорт → економічне зростання» для економіки Польщі застосовано економетричний метод симультаивних рівнянь:

$$\begin{cases} NX_t = \alpha_0 + \alpha_1 FDI_t + \varepsilon_{t1} & (2) \\ GDP_t = \beta_0 + \beta_1 NX_t + \beta_2 GDP_{t-1} + \varepsilon_{t2} & (3) \end{cases}$$

де α, β – невідомі параметри, які потрібно оцінити;  
 NX – чистий експорт Польщі, млн. дол. США;  
 FDI – ППІ в економіці Польщі станом на початок року, млн. дол. США;  
 GDP – ВВП Польщі, млн. дол. США (як показник зростання економіки);  
 GDP<sub>t-1</sub> – лагова змінна, ВВП Польщі, млн. дол. США;  
 ε<sub>t1</sub>, ε<sub>t2</sub> – випадкові величини відповідних рівнянь;  
 t – час.

Система рівнянь (2)(3) є симультаивною моделлю, особливістю якої є поява залежної змінної (NX<sub>t</sub>) одного рівняння у ролі пояснювальної змінної в іншому рівнянні системи. Така змінна стає стохастичною і, як правило, сильно корельована з випадковою величиною рівняння, у якому з'являється як пояснювальна змінна. У такому випадку, для оцінки невідомих параметрів не можна застосувати класичний метод найменших квадратів (МНК), бо отримані оцінки будуть зміщеними. Для розв'язання цієї проблеми необхідне застосування інших методів оцінювання.

При виборі методу оцінювання для симультаивних рівнянь постає проблема ототожнення (ідентифікації) [6].

Модель системи рівнянь (2)–(3) записується у такому вигляді:

$$\begin{cases} y_1 = f(x_1) & (4) \\ y_2 = f(y_1, x_2) & (5) \end{cases}$$

де  $y_1 = NX_t$ ,  $y_2 = GDP_t$ ,  $x_1 = FDI_t$ ,  $x_2 = GDP_{t-1}$ ;

$y_1, y_2$  – ендогенні змінні, тобто взаємозалежні змінні, які визначаються всередині системи;

$x_1$  – екзогенна змінна, тобто незалежна змінна, яка визначається поза системою;

$x_2$  – попередньо визначена змінна, тобто лагова ендогенна змінна.

Система лінійних функцій ендогенних змінних від усіх екзогенних змінних системи, тобто структурна модель системи (4)–(5), має такий вигляд:

$$\begin{cases} y_1 = a_{01} + a_{11}x_1 + \varepsilon_1 & (6) \\ y_2 = b_{02} + b_{12}y_1 + a_{22}x_2 + \varepsilon_2 & (7) \end{cases}$$

де  $a$  – структурні параметри, які відносяться до екзогенних змінних;

$b$  – структурні параметри, які відносяться до ендогенних змінних.

Перевірка системи на необхідну умову ототожнення (ідентифікації) – «умову порядку» – показує, що рівняння (6) точно ототожене (точно ідентифіковане), оскільки містить 2 ендогенні змінні та не містить жодну екзогенну змінну системи. Інакше кажучи, для цього рівняння мається за «умовою рангу»  $K - k = 2 - 1 = m - 1 = 2 - 1 = 1$ ,

де  $K$  – кількість попередньо визначених змінних у моделі;

$k$  – кількість попередньо визначених змінних у даному рівнянні;

$m$  – кількість ендогенних змінних у даному рівнянні.

Рівняння (7) надіентифіковане, оскільки в ньому є одна ендогенна змінна і відсутня одна екзогенна змінна моделі. Тобто, за правилом «умови рангу»  $K - k = 2 - 1 = 1 > m - 1 = 1 - 1 = 0$ .

Для рівнянь (6)–(7) перевіряється достатня рангова умова ототожнення (ідентифікації). Для цього складено матрицю коефіцієнтів структурної моделі (табл. 1).

Таблиця 1

**Матриця коефіцієнтів структурної моделі**

№ рівняння	1	$y_1$	$y_2$	$x_1$	$x_2$
(6)	$-a_{01}$	1	0	$-a_{11}$	0
(7)	$-b_{02}$	$-b_{12}$	1	0	$-a_{22}$

За ранговою умовою у симультативній моделі, яка містить  $M$ -рівнянь з  $M$ -ендогенними змінними, рівняння буде ототожненим (ідентифікованим) тоді і тільки тоді, коли ранг матриці, утвореної з коефіцієнтів, які відповідають опущеним змінним рівняння, що розглядається, у всіх інших рівняннях моделі, крім цього, дорівнює  $M - 1$ . Тобто, у даному випадку ранг матриці має бути  $M - 1 = 2 - 1 = 1$ .

Для рівняння (6) це буде вектор-рядок  $\{1, -a_{22}\}$ , що дасть змогу говорити про його ототожнюваність (ідентифікацію). Для рівняння (7) – є вектор-число  $\{-a_{11}\}$ , з якого випливає можливість розгляду цього рівняння як ототожнюваного (ідентифікованого).

Для оцінки рівнянь (6)–(7), а звідси й для оцінки рівнянь (3)–(4), застосовано двокроковий МНК(2МНК, 2SLS), який, хоча й розроблений для переототожнених рівнянь, може бути також застосований й до точно ототожнених рівнянь.

Застосування двокрокового МНК включає такі етапи.

1. Визначаються звичайним МНК параметри рівняння (6).

2. Виявляються ендогенні змінні, що знаходяться у правій частині структурного рівняння (7), параметри якого визначено методом 2МНК, та знаходяться їхні розраховані значення за рівнянням (6).

3. Звичайним МНК визначаються параметри структурного рівняння (7), використовуючи як вихідні дані фактичні дані екзогенних змінних і розраховані значення ендогенних змінних, які стоять у правій частині цього структурного рівняння.

Розрахунки застосування 2МНК проводилися у прикладному пакеті E.Views (2SLS з урахуванням White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors), що дало такі поетапні результати.

1. Рівняння (6) має вигляд:

$$\check{Y} = 943,7578 + 1,0069x_1, \quad (8)$$

тобто

$$NX_t = -943,7578 + 1,0069FDI_t. \quad (9)$$

2. Моделюється за вищенаведеним рівнянням зміна (табл. 2).

Таблиця 2

Змінна  $\check{Y}_1$

$\check{Y}_1$	-456,94	-40,5885	504,35	1134,07	1886,3	2360,6	2957,9	3642,9	4565,8	5897,5
$NX_t$										

3. Рівняння (8) має вигляд:

$$y_2 = 27910,4704 + 3,8323 \check{Y}_1 + 0,115x_2, \quad (10)$$

тобто

$$GDP = 27910,4704 + 3,8323NX_{mod} + 0,115 GDP_{-1}. \quad (11)$$

Отже, отримані за методом двокрокових найменших квадратів оцінки системи рівнянь (6)–(7) мають такі значення (табл. 3).

Таблиця 3

Значення оцінки рівнянь (6)–(7) за методом 2МНК

	Залежна змінна	
	$NX_t$	$GDP_t$
Константа	-943,7875	27910,4704
	(-2,9706)*	(3,3323)*
$FDI_t$	1,0069	...
	(7,8076)	
$NX_t$	...	3,8323
		(3,9615)*
$GDP_{-1}$	...	0,1115
		(3,2994)*
$R^2$	0,8840	0,6327
$\bar{R}^2$	0,8695	0,5802
Статистика Дурбіна-Уотсона	2,02	1,95
$t_{пор} (\alpha=0,05)$	2,3060	2,4469
$t_{пор} (\alpha=0,10)$	1,8595	1,9432

Як видно з отриманих результатів, обидва рівняння моделі є значущими та істотними на рівні 5% і не містять автокореляції, на що вказують значення статистики Дурбіна-Уотсона. Оцінки чинників рівнянь є значущими на рівні 5% і 10%, як показує аналіз t-статистик.  $R^2$  і скоригований  $R^2$  є значущими для обох рівнянь і пояснюють вплив чинників на залежні змінні рівнянь (2)–(3) на рівні 87% та 58% відповідно.

Отримані результати моделювання системи (2)–(3), яка відповідає економічному ланцюгу: «приплив ПІІ → зростання експорту → економічне зростання», показують, що ПІІ є важливим чинником для зростання експорту, що, у свою чергу, приводить до зростання економіки. Таким чином, однією зі складових стратегії інвестиційно-економічного розвитку є можливість Польщі залучати більші обсяги ПІІ, яка залежить від відкритості економіки до торговельної діяльності.

**Висновки та результати досліджень** Результати моделювання показали, що запропоновані економетричні моделі можуть бути використані у вигляді інструментарію для аналізу економічних явищ взаємозв'язку а також як інструмент прогнозування.

Виходячи з вищевикладеного, можна констатувати, що головне у проблемі інвестицій – їх ефективність, створення умов для інтенсифікації вкладень у найбільш ефективні, конкурентоспроможні виробництва, які дають швидку віддачу, що дозволяє максимально збільшити доходи підприємств, населення і бюджету; запобігати тим капітальним та іншим витратам, що ведуть лише до розтринькування ресурсів і посилення інфляції.

#### References

#### Література

1. Ganushchak-Yefimenko, L.M. (2013). *Ekonomichna intehratsiia yak osnova rozvytku pidpriemstv maloho ta serednoho biznesu* [Economic integration as a basis for small and medium enterprises business]. *Aktualni problemy ekonomiky – Actual Problems of Economics*, Vol. 141, No. 3, Pp. 70–78 [in Ukrainian].
1. Ганущак-Єфіменко Л.М. Економічна інтеграція як основа розвитку підприємств малого та середнього бізнесу / Л.М. Ганущак-Єфіменко // *Актуальні проблеми економіки*. – 2013. – № 3. – С. 70–78.
2. Oblój, K. (2007). *Zarządzanie strategiczne*. PWE, Warszawa [in Polish].
2. Oblój K. *Zarządzanie strategiczne* / Krzysztof Oblój. – PWE, Warszawa, 2007.
3. Oblój, K., Palikot, Ja. (2003). *Myśli o nowoczesnym biznesie*. Słowo/Obraz Terytoria, Gdańsk [in Polish].
3. Oblój K. *Myśli o nowoczesnym biznesie* / Krzysztof Oblój, Janusz Palikot. – Słowo/Obraz Terytoria, Gdańsk, 2003.
4. Borowiecki, R. (red.) (2009). *Pomiar i ocean procesow kreowania wartosci w balaniu efektywnosci przedsiebiorstwa*. Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Krakow [in Polish].
4. *Pomiar i ocean procesow kreowania wartosci w balaniu efektywnosci przedsiebiorstwa* / R. Borowiecki (red.). – Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Krakow, 2009.
5. Rogowski, W., Kasiewicz, S. (2004). *Zmodyfikowane metody oceny oplacalnosci przedsiwziec inwestycyjnych*. W: *Studia i prace kolegium zarzadzania i finansow*. Zeszyt Naukowy 50. Szkoła Głowna Handlowa w Warszawie. Elma Brooks, Warszawa [in Polish].
5. Rogowski W. *Zmodyfikowane metody oceny oplacalnosci przedsiwziec inwestycyjnych* / W. Rogowski, S. Kasiewicz // *Studia i prace kolegium zarzadzania i finansow*. Zeszyt Naukowy 50. – Szkoła Głowna Handlowa w Warszawie. Elma Brooks, Warszawa, 2004.
6. Walica, H. (2007). *Inwestycje i controlling w przedsiebiorstwie*. Wydawnictwo Wyzszej Szkoły Biznesu w Dabroweie Gornicze, Dabroweie Gornicze [in Polish].
6. Walica H. *Inwestycje i controlling w przedsiebiorstwie* / H. Walica. – Wydawnictwo Wyzszej Szkoły Biznesu w Dabroweie Gornicze, Dabroweie Gornicze, 2007.

- 
- |  |   |
|--|---|
| 7. Wrzesinski, M. (2006). Kapital podwyzczonego ryzyka. Process inwestycyjny i efektywnosc. Szkola Glowna – Handlowa w Warszawie – Oficyna Wydawnicza, Warszawa [in Polish]. | 7. Wrzesinski M. Kapital podwyzczonego ryzyka. Process inwestycyjny i efektywnosc / M. Wrzesinski. – Szkola Glowna – Handlowa w Warszawie – Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2006. |
| 8. Fitch Ratings. Retrieved from: <a href="http://www.fitchpolska.com.pl">www.fitchpolska.com.pl</a> [in Polish].  | 8. Fitch Ratings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.fitchpolska.com.pl">www.fitchpolska.com.pl</a> .  |
| 9. Leaseurope. Retrieved from: <a href="http://www.leaseurope.org">www.leaseurope.org</a> [in Polish].   | 9. Leaseurope [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.leaseurope.org">www.leaseurope.org</a> .   |
| 10. Związek Polskiego Leasingu. Retrieved from: <a href="http://www.leasing.org.pl">www.leasing.org.pl</a> [in Polish].  | 10. Związek Polskiego Leasingu [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.leasing.org.pl">www.leasing.org.pl</a> .  |
| 11. Ministerstwo Rozwoju. Retrieved from: <a href="http://www.mg.gov.pl">www.mg.gov.pl</a> [in Polish].  | 11. Ministerstwo Rozwoju [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.mg.gov.pl">www.mg.gov.pl</a> .  |
| 12. Wirtualna Polska Media S.A. Retrieved from: <a href="http://www.money.pl">www.money.pl</a> [in Polish].  | 12. Wirtualna Polska Media S.A. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.money.pl">www.money.pl</a> .   |
| 13. Narodowy Bank Polski. Retrieved from: <a href="http://www.nbp.pl/systemfinansowy">www.nbp.pl/systemfinansowy</a> [in Polish].  | 13. Narodowy Bank Polski [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.nbp.pl/systemfinansowy">www.nbp.pl/systemfinansowy</a> .                                    |
| 14. Polish Private Equity Association. Retrieved from: <a href="http://www.psik.org.pl">www.psik.org.pl</a> [in Polish].   | 14. Polish Private Equity Association [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.psik.org.pl">www.psik.org.pl</a> .   |
| 15. Główny Urząd Statystyczny. Retrieved from: <a href="http://www.stat.gov.pl">www.stat.gov.pl</a> [in Polish].   | 15. Główny Urząd Statystyczny [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <a href="http://www.stat.gov.pl">www.stat.gov.pl</a> .   |