

## МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 339.54

DOI: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.25-63>

### ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

### ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS FOR EVALUATION OF FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY

**Задорожня Т.М.**

кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри управлінського обліку,  
бізнес-аналітики та статистики,  
Університет державної фіскальної служби України

**Параниця Н.В.**

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри управлінського обліку,  
бізнес-аналітики та статистики  
Університет державної фіскальної служби України

**Шостак А.С.**

студентка навчально-наукового інституту обліку, аналізу та аудиту,  
Університет державної фіскальної служби України

**Zadorozhna Tatiana**

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor Department of Management  
Accounting, Business Analysis and Statistics,  
University of State Fiscal Service of Ukraine

**Paranytsia Nadiya**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor Department of Management  
Accounting, Business Analysis and Statistics,  
University of State Fiscal Service of Ukraine

**Shostak Anna**

Student of the Institute of Accounting, Analysis and Audit,  
University of State Fiscal Service of Ukraine

*В сьогоденнішніх умовах в Україні гостро постає питання розвитку зовнішньо-економічної діяльності. В дослідженні розглянуто регресійний і кореляційний аналіз залежностей при оцінюванні взаємозв'язків зовнішньої діяльності України. Сформована концептуальна модель ефективності зовнішньо-економічної діяльності на макро- і мезорівнях, що відображає можливість реалізації індикативного підходу. Модель включає уточнений понятійний апарат, в якому визначені критерії (прямий – коефіцієнт віддачі зовнішньо-економічної діяльності, непрямий коефіцієнт зовнішньоекономічної безпеки) і сфери виникнення ефектів (економічне зростання; виробництво; фінанси; положення на ринку праці; рівень життя населення; наукові дослідження та інновації; інфраструктура; екологія). Запропоновано приблизний перелік індикаторів оцінки ефективності, алгоритм їх розрахунку і аналізу.*

**Ключові слова:** зовнішньоекономічна діяльність, експорт, імпорт, система ефективності коефіцієнтів, ВВП, прямі іноземні інвестиції, зовнішній борг.

*В сегодняшних условиях в Украине остро стоит вопрос развития внешнеэкономической деятельности. В исследовании рассмотрены регрессионный и корреляционный анализ зависимостей в оценке взаимосвязей внешней деятельности Украины. Сложившаяся концептуальная модель эффективности внешнеэкономической деятельности на макро- и мезоуровне, что отражает возможность реализации индикативного подхода. Модель включает уточненный понятийный аппарат, в котором определены критерии (прямой – коэффициент отдачи внешнеэкономической деятельности, косвенный коэффициент внешнеэкономической безопасности) и сферы возникновения эффектов (экономический рост, производство; финансы, положение на рынке труда, уровень жизни населения; научные исследования и инновации; инфраструктура, экология). Предложено примерный перечень индикаторов оценки эффективности, алгоритм их расчета и анализа.*

**Ключевые слова:** внешнеэкономическая деятельность, экспорт, импорт, система эффективности коэффициентов, ВВП, прямые иностранные инвестиции, внешний долг.

*A conceptual model of the effectiveness of foreign economic activity at the macro- and mezzanine levels has been formed, which reflects the possibility of implementing an indicative approach. The model includes a refined conceptual apparatus, which defines the criteria (direct – coefficient of return of foreign economic activity, indirect coefficient of foreign economic security) and spheres of effects (economic growth; production; finances; position on the labor market; standard of living; research and innovation; infrastructure; ecology). An approximate list of performance evaluation indicators, an algorithm for calculating and analyzing them is offered. Modern FEA models are characterized by progressive methods of analysis and more realistic conditions, however, most of them are focused on microeconomic systems, in firms. Traditional models of foreign trade and the international capital movement are aimed at explaining the benefits of international specialization and demonstrate theoretical ideas about the structure and directions of foreign trade. However, these models have low adequacy (by virtue of accepted assumptions) and weak analytical tools (graphical and arithmetic methods), which reduces their practical applicability under real conditions. On the basis of such research it will be possible to develop the priorities of foreign economic relations in accordance with the priorities of the national economy of the country as a whole, namely: to identify safe areas of development of foreign economic activity; develop a single law that regulates the entire investment sector in Ukraine; to improve the work of e-government, since without its quality work it is impossible to control foreign economic agreements, etc. In order to achieve this goal, the following tasks have been set and solved: to develop a conceptual model of the effectiveness of foreign economic activity of subjects of macro- and meso-level, detailing the criteria, indicators, evaluation indicators and algorithm for their calculation. Methods of analysis and synthesis, method of coefficients, tabular method were used in the research process. A conceptual model of the effectiveness of FEAs at the macro- and mesoscale, including the refined conceptual apparatus, criteria, spheres of effects, a list of evaluation indicators and an algorithm for their calculation.*

**Key words:** foreign trade, export, import, coefficient efficiency system, GDP, foreign direct investment, external debt.

**Постановка проблеми.** Сучасні моделі ЗЕД характеризуються прогресивними методами аналізу і більш реалістичними умовами, проте, в більшості своїй орієнтовані на мікроекономічні системи, тобто фірми.

В ході аналізу існуючі економіко-математичні моделі ЗЕД були розділені на дві великі сукупності: моделі зовнішньої торгівлі і моделі міжнародної інвестиційної діяльності, кожна з яких, в свою чергу, включає традиційні та сучасні моделі.

Традиційні моделі зовнішньої торгівлі і міжнародного руху капіталу націлені на пояснення вигод міжнародної спеціалізації і демонструють теоретичні уявлення про структуру та напрямки ЗЕД. Однак, дані моделі мають низьку адекватність (в силу прийнятих припущень) і слабкий аналітичний інструментарій (графічні та арифметичні методи), що знижує їх практичну застосовність в реальних умовах.

На основі такого дослідження можна буде розробити пріоритети зовнішньоекономічних зав'язків відповідно до пріоритетів національної економіки країни в цілому, а саме: визначити

безпечні райони розвитку зовнішньоекономічної діяльності; розробити єдиний закон, який регулює весь інвестиційний сектор в Україні; поліпшити роботу електронного уряду, оскільки без його якісної роботи неможливо контролювати зовнішньоекономічні угоди і т.д.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

При формуванні авторського підходу до побудови економіко-математичних моделей індикативної оцінки ефективності зовнішньоекономічної діяльності істотне значення мали праці вітчизняних і зарубіжних дослідників фундаментального і прикладного характеру.

Так, при формуванні принципів і критеріїв класифікації моделей зовнішньоекономічної діяльності автори використовували праці Козак Ю.Г. [3], Лаврова Ю.В. [4], Назаров М.Г. [5], Шемшученко Ю. С. [2].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Мета дослідження визначається зростанням ролі зовнішньоекономічної діяльності, яка стала вагомим чинником фінансової стабільності і розвитку національного виробництва, важливим інструментом надбання

конкурентоспроможності, що є компонентом економічної безпеки. Важливе значення зовнішньоекономічної діяльності як для окремих підприємницьких структур, так і в масштабах країни визначає потребу в її аналітичному супроводі. Необхідність такого супроводу, в свою чергу, пов'язана з постійним вдосконаленням теоретичного базису і прикладних інструментів економіко-математичного моделювання, включаючи адаптовані методики оцінки ефективності.

Для досягнення мети виникає необхідність вирішення наступного завдання: використати концептуальну модель ефективності зовнішньоекономічної діяльності суб'єктів макро- і мезорівня, що деталізує критерії, показники, індикатори оцінки та алгоритм їх розрахунку. В процесі дослідження будемо використовувати методи аналізу та синтезу, метод коефіцієнтів, табличний метод.

Наочно концептуальна модель ефективності ЗЕД макро- і мезорівня, що включає уточнений понятійний апарат, критерії, сфери виникнення ефектів, перелік індикаторів оцінки та алгоритм їх розрахунку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Формування даних статистики зовнішньої торгівлі товарами здійснюється на основі «Методологічних положень статистики зовнішньої торгівлі України», затверджених наказом Держкомстату України від 07.12.2006 № 588 [1].

Експорт – митний режим, відповідно до якого товари вивозяться за межі митної території України для вільного обігу без зобов'язання про їх повернення на цю територію та без встановлення умов їх використання за межами митної території України [1].

Імпорт – митний режим, відповідно до якого товари ввозяться на митну територію України для вільного обігу без обмеження строку їх перебування на цій території та можуть використовуватися без будь-яких митних обмежень [1].

Реекспорт – це митний режим, відповідно до якого товари, що були раніше ввезені на митну територію України або на територію вільної митної зони, вивозяться за межі митної території України без сплати вивізного мита та без застосування заходів нетарифного регулювання зовнішньоекономічної діяльності [1].

Під сальдом зовнішньої торгівлі розуміємо різницю між вартістю експорту і імпорту.

Статистичні спостереження за обсягами зовнішньої торгівлі товарами здійснюються на основі даних вантажних митних декларацій (ВМД), які заповнюють декларанти при митному оформленні товарів, з дорахуванням обсягів сальдо-перетоків електроенергії, нафти сирови та природного газу (ДП «Енергоринок», Мінпаливенерго та НАК «Нафтогаз України»), а також статистичних звітів підприємств і організацій України щодо експорту-імпорту товарів, що не підлягають митному декларуванню [2].

До найважливіших форм зовнішньоеконо-

мічної діяльності з урахуванням науково-технічного прогресу відносять: міжнародну торгівлю товарами й послугами; рух капіталів та іноземні інвестиції; міграцію робочої сили – переміщення працездатного населення, обумовлене економічними чинниками; обмін у сфері науки й техніки; валютно-кредитні відносини; міжнародні перевезення; міжнародний туризм; маркетинг; лізинг – довгострокову оренду устаткування; інжиніринг – інженерно-консультаційні та інженерно-будівельні послуги комплексного характеру під час проектування та спорудження промислових об'єктів. Така діяльність регулюється зовнішньоекономічною політикою держави. Для формування митної статистики зовнішньої торгівлі України використовуються такі показники: напрямок переміщення товару через кордон (ввезення або вивезення); країна походження; країна призначення; торгівельна країна (придбання або продажу товару); країна відправлення; динаміка зовнішньої торгівлі – обсяг товарообігу, експорту, імпорту; статистична вартість; код і найменування товару; вага нетто; код і найменування додаткової одиниці виміру; кількість товару в додатковій одиниці виміру; характер угоди; митний режим; особливості переміщення товару через кордон; додаткові особливості переміщення товару через кордон; динаміка цін на експортні та імпортні товари; зміна структури зовнішнього товарообігу; частка країни у світовому товарообігу; іноземні інвестиції; динаміка та структура зовнішнього боргу; участь у міжнародній спеціалізації; ефективність роботи зовнішньоторговельних організацій. Ступінь участі країни у зовнішньоекономічних зв'язках характеризується широким спектром індикаторів, до яких належать: коефіцієнт відкритості національної економіки – відношення обсягу експорту та імпорту до ВВП; коефіцієнт покриття імпорту експортом; частка чистого експорту у ВВП; товарна структура експорту та імпорту; товарна структура критичного імпорту; обсяг експорту та імпорту на душу населення; частка імпорту в загальному обсязі споживчих товарів; частка країни у світовій торгівлі (експорті, імпорті); частка іноземних інвестицій у ВВП; обсяг і структура іноземних інвестицій; обсяг виробництва продукції іноземними та спільними підприємствами; співвідношення між обсягами залученого капіталу та експортом вітчизняного капіталу; співвідношення цін на зовнішньому та внутрішньому ринках; енергомісткість і матеріаломісткість експорту; вплив виробництва експортної продукції на екологію; частка експорту (імпорту) наукомісткої продукції у загальному обсязі експорту (імпорту). Формування статистичного експорту в географічному розрізі здійснюється за країною призначення. У випадку, якщо на момент митного оформлення країна призначення невідома, формування даних здійснюється за торговель-

ною країною (країною або територією офіційної реєстрації нерезидента – сторони зовнішньоекономічного договору) [2, с. 25].

Більшість використовуваних математичних моделей, методик оцінки та індикаторів орієнтовані на мікрорівень ЗЕД і не дозволяють комплексно оцінити її ефективність в масштабі національних і регіональних систем. Науково-теоретичні та емпіричні дослідження, присвячені соціально-економічній ефективності ЗЕД, обмежені оцінкою лише основних агрегованих напрямків впливу на економічне зростання (наприклад, динаміка валового внутрішнього продукту), для аналізу застосуємо регресійний аналіз з використанням рівняння. У загальному вигляді модель має вигляд:

$$Y_{it} = a_0 + \alpha \cdot F_{it} + \beta \cdot X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

де  $a_0, \alpha, \beta$  – коефіцієнти,  $F_{it}$  – показник розвитку зовнішньоекономічної діяльності  $i$  в момент часу  $t$ ,  $X_{it}$  – значення допоміжних змінних для країни  $i$  в момент часу  $t$ ,  $\varepsilon_{it}$  – випадкова похибка регресії [7, с. 61].

Інформаційною базою для оцінки залежності промислового сектору від фінансово сектору служать дані офіційних джерел Державної служби статистики України, Національного банку України та дані Державної фіскальної служби України (табл. 1).

Більшість використовуваних математичних моделей, методик оцінки та індикаторів орієнтовані на мікрорівень ЗЕД і не дозволяють комплексно оцінити її ефективність в масштабі національних і регіональних систем. Науково-теоретичні та емпіричні дослідження, присвячені соціально-економічній ефективності ЗЕД, обмежені оцінкою лише основних агрегованих напрямків впливу на економічне зростання (наприклад, динаміка валового внутрішнього продукту).

Недостатність математико-методичного

забезпечення оцінки ефектів та ефективності ЗЕД національних і регіональних економічних систем підвищують актуальність розгляду даної тематики і пошуку нових науково обґрунтованих інструментів моделювання.

Для наочності наведемо аналіз коефіцієнтів за 2010–2018 р.р. в таблиці 2:

На підставі розрахункових даних із застосуванням пакета EXCEL отримали лінійне рівняння:

$$Y = -30,51 + 0,1988x_1 + 0,6355x_2 + 0,1754x_3$$

Аналіз отриманих значень дозволяє зробити висновок, що найбільша частка впливу припадає на фактор  $X_2$ , тобто збільшення інвестицій в основний капітал на 1 % призводить до зростання обсягу ВВП на 0,6355 %.

Наступним за силою впливу є фактор  $X_1$  – коефіцієнт покриття імпорту експортом.

Результати перевірки отриманої моделі показали, що існує тісний лінійний зв'язок, коефіцієнт кореляції  $r = 99,65$  %. Значення коефіцієнта детермінації даної моделі становить 0,9929, тобто на 99,29 % індекс ВВП залежить від перелічених факторів. Всі коефіцієнти даної регресійної моделі значущі (значення t-статистики за модулем перевищує значення t-розподілу Ст'юдента).

**Висновки.** Проведена статистична перевірка і аналітична верифікація індикативних моделей ефективності ЗЕД продемонструвала їх адекватність, відповідність тенденціям і порівнянність з існуючими показниками. В даному випадку мова йде про високий рівень залежності виробничого і фінансового секторів від зовнішньоекономічних впливів, а також ослаблення зовнішньоекономічного інвестиційного потенціалу як фактора подальшого інтенсивного розвитку економіки країни.

Позитивні результати практичної реалізації індикаторів оцінки ефективності ЗЕД дозволяють розглядати основні напрями їх вико-

Таблиця 1  
Основні показники зовнішньоекономічної діяльності України за 2010–2018 рр.

Станом на 01.01	Експорт, (млн дол. США)	Імпорт, (млн дол. США)	Прямі інвестиції в Україну (млн дол. США)	Валовий внутрішній продукт (млн грн)	Валовий зовнішній борг, (млн дол. США)	Валовий внутрішній продукт, (млн дол. США)
2010	11936,3	5421,6	38 992,9	1 079 346,0	103 396,0	136 419,0
2011	14180,3	6214,2	45 370,0	1 299 991,0	117 343,0	163 160,0
2012	14096,2	6650,1	48197,6	1 404 669,0	126 236,0	175 781,0
2013	14233,2	7523,0	51 705,3	1 465 198,0	135 065,0	183 310,0
2014	11520,8	6373,1	53 704,0	1 586 915,0	142 079,0	131 805,0
2015	9736,6	5523,0	38 356,8	1 988 544,0	126 308,0	90 615,0
2016	9868,0	5326,5	32 122,5	2 385 367,0	118 729,0	93 270,0
2017	10714,3	5476,1	31 230,3	2 983 882,0	113 518,0	112 154,0
2018	11637,9	6308,8	31 606,4	3 558 706,0	116 578,0	130 832,0

Джерело: розраховано авторами за даними [7-8]



**Аналіз показників зовнішньоекономічних взаємозв'язків за період 2010–2018 рр.**

Рік	Рівень економічного росту	Коефіцієнт покриття імпорту експортом, %	Прямі іноземні інвестиції до ВВП, %	Зовнішній борг до ВВП, %
2010	9,84	45,42	28,58	75,79
2011	8,76	43,82	27,81	71,92
2012	9,29	47,18	27,42	71,81
2013	10,99	52,86	28,21	73,68
2014	24,30	55,32	40,75	107,79
2015	33,47	56,72	42,33	139,39
2016	23,67	53,98	34,44	127,30
2017	14,41	51,11	27,85	101,22
2018	11,67	54,21	24,16	89,11

Джерело: розраховано авторами за даними [7-8]

ристання в процесі державного управління соціально-економічним розвитком території. У процесі формування і реалізації стратегій розвитку ЗЕД індикатори оцінки ефективності можуть бути використані на стадіях «стратегічний аналіз» і «контроль за реалізацією стратегії», що дозволить виявити найбільш залежні

від зовнішньоекономічного фактора складові соціально-економічного розвитку. В кінцевому підсумку, подібний аналіз покликаний виявити більш адаптовані інструменти політики, що проводиться в сфері ЗЕД для сталого розвитку території.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Про зовнішньоекономічну діяльність: Закон України від 16 квітня 1991 р. № 959-XII / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/959-12> (дата звернення 02.02.2020).
2. Юридична енциклопедія: в 6 т. / за ред. Ю. С. Шемшученко. Київ: «Укр. енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 2003. Т. 5: К – М. 736 с.
3. Зовнішньоекономічна діяльність: підприємство-регіон. Навч. посібник. – 6-те вид., перероб. та доп. / За ред. Ю. Г. Козака. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 290 с.
4. Лаврова Ю.В. Економіка підприємства та маркетинг. Конспект лекцій. Харків: ХНАДУ, 2012. 133 с.
5. Назаров. М.Г. Курс социально-экономической статистики: Учебник для вузов Москва: Финстатинформ, ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 771 с.
6. Міністерство фінансів України: веб-сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/> (дата звернення 02.02.2020).
7. Національний банк України: веб-сайт. URL: <http://bank.gov.ua> (дата звернення 02.02.2020).
8. Світовий банк: веб-сайт. URL: <http://data.worldbank.org>. (дата звернення 02.02.2020).
9. African Journal. Financial development and economic growth. *African Journal of Business Management* 2011. Vol.5 (6). P. 2017-2027.
10. Levine R. "More on Finance and Growth: More Finance, More Growth?" *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, July. August. 2003. Vol. 85 (4). P. 31-46.
11. Levine R. Finance and Growth: Theory and Evidence. *NBER Working Paper*. 2004. № 10766. P. 98.
12. Лугінін О.Є. Економетрія: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 278 с.

**REFERENCES:**

1. The Verkhovna Rada of Ukraine (1991), The Law of Ukraine "Pro zovnishnoekonomichnu diialnist", available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/959-12> (Accessed 15 August 2019).
2. Za red. Shemshuchenko, Yu. S. (2003). *Yurydychna entsyklopediia: v 6 t.* [Legal Encyclopedia: 6 vols.]. Kyiv: "Ukr. entsyklopediia" im. M.P. Bazhana. (in Ukrainian)
3. Za red. Kozaka, Yu. H. (2016). *Zovnishnoekonomichna diialnist: pidpriemstvo-rehion.* [Foreign economic activity: enterprise-region]. Kyiv: Tsentri uchbovoi literatury. (in Ukrainian)
4. Lavrova, Yu.V. (2012). *Ekonomika pidpriemstva ta marketynh. Konspekt leksii.* [Enterprise Economics and Marketing. Lecture notes]. Kharkiv: KhNADU. (in Ukrainian)
5. Nazarov, M.H. (2000). *Kurs sotsyalno-ekonomycheskoi statystyky: Uchebnyk dlia vuzov.* [Course of socio-economic statistics]. Moskva: Fynstatynform, YuNYTY-DANA. (in Russian)
6. The official site of Ministerstvo finansiv Ukraine (2019), available at: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/> (Accessed 15 August 2019)

7. The official site of Natsionalnyi Bank Ukraine (2019), available at: <http://bank.gov.ua> (Accessed 15 August 2019)
8. The official site of World Bank (2019), "Ukraine. Database", available at: <http://api.worldbank.org/v2/uk/country/UKR?downloadformat=excel> (Accessed 15 August 2019)
9. Afrykanskyi zhurnal. (2011). *Finansovyi rozvytok ta ekonomichne zrostannia* [Financial development and economic growth]. Afrykanskyi zhurnal upravlinnia biznesom
10. Levin, R. (2003). *Bilshе pro finansy ta zrostannia: bilshе finansiv, bilshе zrostannia*. [More on Finance and Growth: More Finance, More Growth?]. Federalnyi rezervnyi bank Sent-Luisa Ohliad
11. Levin, R. (2004). *Finansy ta rist: teoriia ta dokazy*. [Finance and Growth: Theory and Evidence.]. Robochyi dokument NBER № 10766
12. Luhnin, O.Ie. *Ekonometriia: Navchalnyi posibnyk*. [Econometrics: Tutorial]. Luhnin O.Ie. [Econometrics: [Tutorial]]. – Kyiv: Tsentр uchbovoi literatury. (in Ukrainian)