

[DOI 10.28925/2663-4023.2025.28.810](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.28.810)

УДК 004. 056:330.43

Полотай Орест Іванович

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри управління інформаційною безпекою

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

ORCID ID: 0000-0003-4593-8601

orest.polotaj@gmail.com**Кухарська Наталія Павлівна**

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

доцент кафедри безпеки інформаційних технологій

Національний університет Львівська Політехніка, Львів, Україна

ORCID ID: 0000-0002-0896-8361

kukharska.n@gmail.com

ПРОГНОЗУВАННЯ ІНДЕКСУ ЗАХИЩЕНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Анотація. У статті розглянуто комплексний підхід до прогнозування індексу захищеності локальних комп'ютерних мереж організацій з використанням сучасного економетричного інструментарію. Основна увага приділена адаптації класичних виробничих функцій, зокрема моделі Кобба–Дугласа, до сфери інформаційної безпеки. Запропоновано застосування двох модифікацій виробничої функції Кобба–Дугласа — лінійної та нелінійної форм — для моделювання впливу ключових факторів на рівень захищеності інформаційної інфраструктури. Економетричні моделі, представлені в дослідженні, враховують вплив інвестицій у кібербезпеку, людського капіталу, а також технічних і програмних засобів захисту, які використовуються в межах організаційних інформаційних систем. Зокрема, до моделі включено такі незалежні змінні: обсяг інвестицій в апаратне забезпечення безпеки (наприклад, брандмауери, мережеві екрани, маршрутизатори з функціями безпеки), витрати на програмне забезпечення захисту (системи виявлення та запобігання вторгненням, антивіруси, SIEM), а також параметри, що характеризують людський фактор, зокрема кількість фахівців з інформаційної безпеки, які залучені на підприємстві. У статті здійснено теоретичне обґрунтування вибору моделі, визначено основні ендогенні та екзогенні змінні, проаналізовано їх вплив на результативну змінну, а також розглянуто підходи до збору, валідації та попередньої обробки емпіричних даних. Побудовано економетричну модель на основі реальних даних, зібраних з низки організацій різного профілю, що дало змогу провести апробацію моделі в реальних умовах. Оцінювання параметрів моделі здійснювалося методами множинної регресії з використанням програмного забезпечення для економетричного аналізу Statistica. Результати моделювання підтвердили доцільність використання функцій Кобба–Дугласа у сфері кібербезпеки та дали можливість комбінувати обсяги вхідних даних для моделювання майбутньої ситуації, та визначати загальний рівень захищеності організаційних мереж. Отримані висновки можуть бути корисними для формування ефективної політики управління інформаційною безпекою, оптимізації витрат на кіберзахист, а також для стратегічного планування інвестицій у розвиток інформаційної інфраструктури. Запропонований підхід є гнучким і масштабованим, що дозволяє адаптувати його до специфіки окремих галузей або організацій.

Ключові слова: модель Кобба–Дугласа; локальна комп'ютерна мережа; кібербезпека; коефіцієнт детермінації.

ВСТУП

У сучасному цифровому світі кібербезпека стала критично важливим компонентом інформаційної політики будь-якої організації. Зростаюча кількість кіберзагроз, складність атак та постійне ускладнення ІТ-інфраструктури вимагають не лише технічних, а й



аналітичних підходів до управління інформаційною безпекою. Одним із ключових напрямів є створення та впровадження методів прогнозування рівня захищеності ІТ-систем.

Індекс захищеності локальної мережі є узагальненим кількісним показником, який відображає рівень стійкості інформаційної інфраструктури до зовнішніх та внутрішніх загроз. Його своєчасна оцінка та прогнозування дозволяє виявляти потенційні ризики, оптимізувати розподіл ресурсів та приймати обґрунтовані рішення щодо вдосконалення заходів кіберзахисту.

У цьому контексті економетричні моделі відкривають нові можливості для побудови ефективних прогнозних систем, які базуються на аналізі динаміки загроз, параметрів мережі, рівня інвестицій у безпеку та інших релевантних чинників.

Постановка проблеми. Незважаючи на стрімкий розвиток технічних засобів захисту, більшість сучасних організацій не мають ефективного механізму для кількісної оцінки та прогнозування рівня кіберзахисності локальних мереж. Переважна частина наявних підходів ґрунтується на якісних оцінках або статичних індикаторах, що не враховують взаємозв'язку між ключовими економічними та організаційними факторами, такими як рівень інвестицій у безпеку, людський капітал, технічна модернізація тощо.

У цьому контексті перспективним є застосування економетричних моделей, зокрема моделі Кобба–Дугласа, яка дозволяє описувати взаємозв'язок між обсягом результату (у цьому випадку — рівнем захищеності мережі) та чинниками виробництва: інвестиціями в інформаційну безпеку, обсягом і кваліфікацією людського капіталу, задіяного в сфері кіберзахисту.

Врахування цих параметрів дає змогу побудувати більш точні, адаптивні моделі прогнозування індексу захищеності локальних мереж організації. Проте, до сьогодні такі підходи залишаються малодослідженими в контексті ІТ-безпеки, що зумовлює наукову й практичну актуальність запропонованого підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створення прогнозування за допомогою економічних моделей розкрито у дослідженнях Я. Тінбергена [9], Роберта Клейна [10]. Проте дослідження прогнозів не завжди дає багато інформації про відмінності між економічними моделями. В роботі [12] детальніше розглянуто економічні моделі, а саме, економетричні, які дозволяють зробити прогноз в економічних системах. Однак ці та інші роботи не використовуються в сфері інформаційної та кібербезпеки, зокрема для визначення індексу захищеності локальних комп'ютерних мереж.

Мета статті. Метою даного дослідження є розробка та обґрунтування економетричної моделі прогнозування індексу захищеності локальних мереж організації з урахуванням впливу обсягів інвестицій у кібербезпеку та людського капіталу, залученого до забезпечення інформаційної безпеки. Для досягнення цієї мети планується адаптація моделі Кобба–Дугласа до специфіки інформаційної інфраструктури організацій, з подальшим проведенням кількісного аналізу та емпіричної перевірки запропонованого підходу.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Прогнозування — процес формування прогнозу про розвиток об'єкта на основі вивчення тенденцій його розвитку. Одним із важливих напрямків прогнозування суспільного розвитку є економічне прогнозування.

Для аналізу та прогнозування комплексного розвитку держави широко застосовуються економетричні моделі, які є найпоширенішим різновидом соціально-економічного моделювання. Їх структура базується на функціональних, регресійних та



балансових рівняннях, що кількісно описують взаємозв'язки між макроекономічними показниками на різних стадіях процесу відтворення.

Спочатку економетричні моделі мали спрощений вигляд і відображали окремі елементи економічного процесу. Проте за останні десятиліття відбувся стрімкий розвиток складних (комплексних) економетричних моделей, спрямованих на моделювання функціонування національної економіки в цілому. З часом ці моделі вдосконалювались, поглиблювались та адаптувались до практичних потреб, що призвело до підвищення рівня їх деталізації.

Суть комплексних економетричних моделей полягає у формалізації зв'язків між ключовими макроекономічними змінними, які виражаються через відповідні рівняння. До основних змінних і співвідношень, що включаються в такі моделі, належать: обсяг виробленої продукції, доходи та споживання, капіталовкладення та основні фонди, рівень зайнятості та безробіття, обсяги зовнішньої торгівлі тощо.

У межах економетричних моделей розрізняють декілька типів змінних:

Ендогенні змінні — ті, що визначаються системою рівнянь моделі та є предметом аналізу;

Екзогенні змінні — вводяться до моделі ззовні та не пояснюються її структурою;

Передвизначені змінні — охоплюють екзогенні змінні та лагові (із запізненням) значення ендогенних змінних;

Пояснюючі змінні — це сукупність передвизначених змінних і тих ендогенних змінних, які використовуються у рівняннях моделі як аргументи.

Серед екзогенних змінних часто використовуються спеціально введені штучні змінні, що моделюють вплив факторів, які не піддаються безпосередньому або достатньо точному статистичному вимірюванню. У нашому випадку, прикладами таких змінних є: атаки нульового дня, які впливають на індекс захищеності локальних мереж організації, лінійні та нелінійні часові тренди, фіктивні змінні для якісних або невимірюваних явищ, а також допоміжні змінні типу авторегресійних [12]. Одним з ефективних варіантів застосування економетричних моделей є Модель Кобба–Дугласа.

Модель Кобба–Дугласа — це одна з найвідоміших виробничих функцій в економіці, яка використовується для моделювання залежності обсягу виробництва від кількості витрачених ресурсів, зокрема праці та капіталу. Вперше вона була запропонована у 1928 році американськими економістами Чарльзом Коббом та Полом Дугласом, які намагалися описати зв'язок між економічними ресурсами та виробленим продуктом у промисловості США.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В табл. 1 показані вхідні дані дослідження, які отримані з різних підприємств та організацій з 18 років та будуть використані для побудови моделі Кобба–Дугласа.

Таблиця 1

Вхідні дані дослідження

№ року	Y	K1	K1	L
1	94,1	1668,10	1652,6	10
2	87,2	1249,30	1635,2	29
3	83,9	849,20	1015,2	38
4	72,4	726,90	1520,6	39

5	79,9	624,40	1236,2	41
6	83,1	538,10	898,1	47
7	95,1	570,90	685,1	48
8	95,7	501,70	998,5	49
9	103,1	482,30	1200,3	46
10	108,40	615,50	889,9	56
11	138,20	1123,70	1265,2	66
12	113,50	879,60	1900,5	76
13	115,10	1202,60	1520,3	75
14	109,20	1489,95	1002,2	72
15	95,20	1602,77	568,2	72
16	107,50	1774,00	998,2	74
17	112,90	2185,47	450,2	73
18	100,80	1962,44	751,2	73

де,

Y — індекс захищеності локальної мережі: чим він вищий, тим краще захищена комп'ютерна мереж [7];

K1 — інвестиції в апаратне забезпечення безпеки (брандмауери, мережеві екрани);

K2 — затрати на програмне забезпечення безпеки (антивіруси, IDS/IPS),

L — людський фактор (кількість кваліфікованого персоналу з ІБ або годин навчання).

Побудуємо дві моделі: лінійну, нелінійну моделі Кобба-Дугласа і визначимо з них найкращу. Всі обчислення потрібно будуть використовуватися в програмному забезпеченні *Statistica* та MS Excel.

Лінійна модель Кобба-Дугласа $Y=A+bK_1+ cK_2+dL$ — обчислюється за допомогою меню *Statistics* у модулі *Multiple Regression/Множинна регресія* програмного забезпечення *Statistica* (рис. 1). Після запуску даного меню відкриється наступне вікно, в якому необхідно вибрати параметри та натиснути на кнопку *OK*.

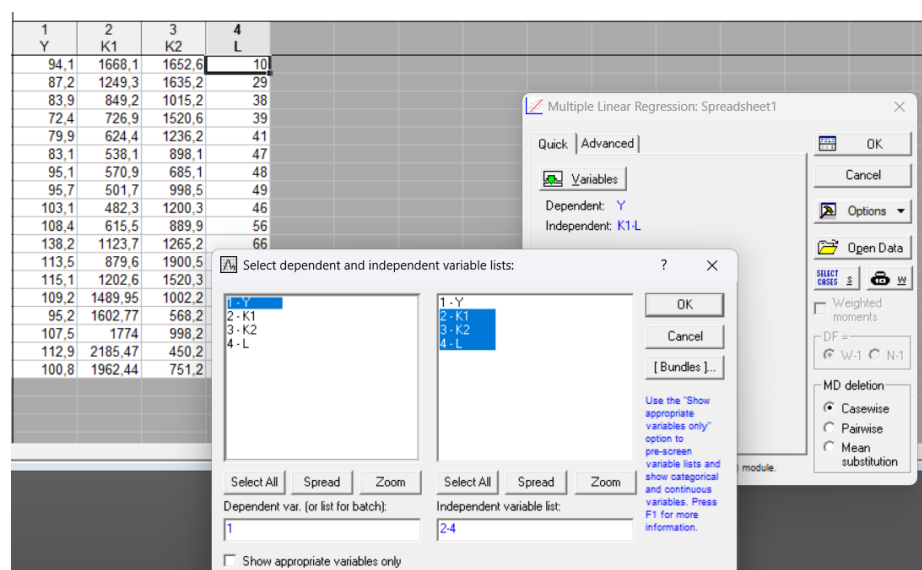


Рис. 1. Вибір залежних та незалежних змінних для аналізу

Після вибору залежних та незалежних змінних, отримаємо параметри лінійної моделі Кобба-Дугласа (рис. 2).

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1)						
R= .67590281 R²= .45684461 Adjusted R²= .34045417 F(3,14)=3.9251 p<.03170 Std. Error of estimate: 12.812						
N=18	Beta	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(14)	p-level
Intercept			55.09233	16.38191	3.362997	0.004642
K1	0.137503	0.213037	0.00393	0.00609	0.645439	0.529080
K2	0.235819	0.211670	0.00924	0.00830	1.114090	0.284002
L	0.663266	0.220778	0.54704	0.18209	3.004222	0.009472

Рис. 2. Отримані параметри лінійної моделі Кобба-Дугласа

З даного рисунку, для подальших обчислень необхідно використати такі параметри:

$$A = 55,09$$

$$b = 0,00393$$

$$c = 0,00924$$

$$d = 0,54704$$

Функція має вигляд: $Y=55,09+0,00393*K1+0,00924*K2+0,54704*L$

При цьому коефіцієнт детермінації R² рівний 0,45, кількість значущих параметрів (параметрів, які відображені червоним кольором) — 2, середнє відхилення 0.

Друга модель, параметри якої необхідно знайти, нелінійна модель Кобба-Дугласа має вираз $Y=A*K1^b*K2^c*L^d$. Обчислення проводяться в модулі *Statistics-Advanced linear-Nonlinear Models — Nonlinear Estimation / Аналіз — поглиблені методи аналізу-нелінійне оцінювання*. У цьому вікні необхідно ввести формулу для подальших обчислень параметрів моделі (рис. 3).

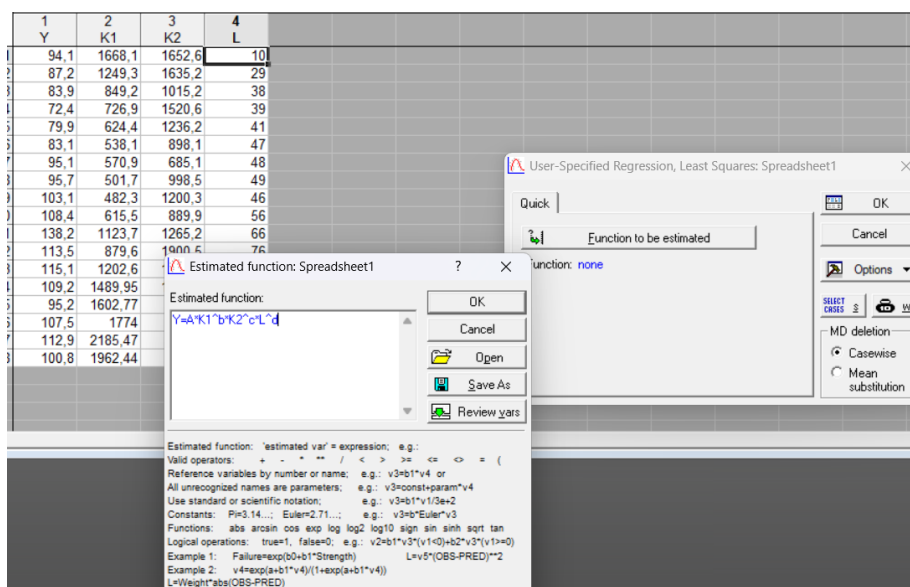


Рис. 3. Ввід формули для аналізу

Після введення необхідної формули, отримаємо параметри нелінійної моделі Кобба-Дугласа (рис. 4).

Model is: $Y=A*K1^b*K2^c*L^d$ (Spreadsheet1)					
Dep. Var. : Y					
Level of confidence: 95.0% (alpha=0.050)					
	Estimate	Standard error	t-value df = 14	p-level	Lo. Conf Limit Up. Conf Limit
A	12,12019	11,79338	1,027712	0,321515	-13,1741 37,41447
b	0,09262	0,06965	1,329850	0,204829	-0,0568 0,24199
c	0,10181	0,09090	1,119989	0,281565	-0,0932 0,29678
d	0,19321	0,08004	2,414066	0,030048	0,0216 0,36487

Рис. 4. Отримані параметри нелінійної моделі Кобба-Дугласа

З даного рисунку для подальших обчислень необхідно використати такі параметри::

A = 12,12

b = 0,0926

c = 0,1018

d = 0,1932

Функція матиме вигляд: $Y=12,12*K1^{0,0926}*K2^{0,1018}*L^{0,1932}$

Коефіцієнт детермінації R^2 рівний 0,39, кількість значущих параметрів 1, середнє відхилення 0,0163.

Всі знайдені параметри двох моделей Кобба-Дугласа занесемо у зведену таблицю (табл. 2).

Таблиця 2

Зведені результати оцінювання параметрів моделей

№з/п	Параметри				Критерії оцінки		
	A	b	c	d	R^2	К-сть значущих параметрів	Середнє відхилення
1	55,09	0,00393	0,00924	0,54704	0,45	2	0
2	12,12	0,0926	0,1018	0,1932	0,307	1	0,0163

Для побудови прогнозу необхідно вибрати кращу модель. Краща модель та, в якій більший коефіцієнт детермінації, більша кількість значущих параметрів та менше середнє відхилення. В нашому випадку підходить перша модель — лінійна модель Кобба-Дугласа, оскільки в ній більший коефіцієнт детермінації, більша кількість значущих параметрів — 2, та менше середнє відхилення.

Коефіцієнт детермінації це статистичний показник, що відображає ступінь відповідності економетричної моделі фактичним даним. Його значення лежить у межах від 0 до 1. Даний коефіцієнт детермінації дозволяє оцінити якість моделі — чи добре вона відображає реальні процеси, порівнювати моделі — вибрати ту, яка краще підходить для прогнозування, що було зроблено в нашому випадку. У випадку з моделюванням захищеності комп'ютерної мережі або іншими показниками, коефіцієнт детермінації допоможе оцінити, наскільки модель Кобба-Дугласа здатна пояснити зміну індексу захищеності. Тобто, якщо в нашому випадку коефіцієнт детермінації рівний 0,45 то це означає, що побудована лінійна модель Кобба-Дугласа вказує на те, що на індекс



захищеності в обсязі 45% впливають значення K_1 і K_2 та L і на 55% інші фактори, екзогенні змінні.

Для обчислення прогнозного значення індексу захисту на наступні роки, необхідно знати майбутні значення K_1 і K_2 та L . Таким чином, моделюючи майбутню ситуацію з різними показниками інвестицій у безпеку та залученості ІТ-фахівців для захисту власної комп'ютерної мережі, можна отримувати різні значення індексу захищеності, серед яких можна вибрати оптимальне для успішного а головне безпечного ведення бізнесу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У статті запропоновано методичний підхід до прогнозування індексу захищеності комп'ютерних мереж організацій на основі використання економетричних моделей, зокрема виробничої функції Кобба–Дугласа. Проведене дослідження дозволило адаптувати класичні економічні інструменти до завдань оцінювання рівня інформаційної безпеки та визначення впливу окремих ресурсних факторів на загальний індекс захищеності.

Апробація моделей на реальних емпіричних даних продемонструвала, що як лінійна, так і нелінійна форма функції Кобба–Дугласа здатні ефективно моделювати взаємозв'язки між рівнем кіберзахисту та обсягами інвестицій у апаратне забезпечення, програмні засоби та людський капітал.

Застосування економетричних підходів дозволяє підвищити обґрунтованість стратегічного планування заходів кіберзахисту, забезпечити оптимізацію ресурсного розподілу, а також формувати довгострокові прогнози з урахуванням динаміки інвестицій та змін у технологічному середовищі.

У подальших дослідженнях доцільно розширити набір факторів, включивши метрики рівня загроз, інтенсивність атак та ефективність виявлення інцидентів, а також адаптувати модель до специфіки різних галузей та розмірів організацій. Запропонований підхід може слугувати фундаментом для створення інтегрованих систем підтримки прийняття рішень у сфері інформаційної безпеки. Також планується застосовувати більшу кількість моделей, для того, щоб існувала можливість вибрати модель, яка буде більш чітко враховувати конкретні ендогенні змінні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Andrews, D. (1993). Tests for parameter stability and structural change with unknown change point. *Econometrica*, 59, 817–858.
2. Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth* (2nd ed., p. 29, fn. 7). The MIT Press.
3. Bazylevych, V. D., Bazylevych, K. S., & Balastryk, L. O. (2005). Zmist, tsili ta zasady (instrumenty) makroekonomichnoi polityky. Teorii ekonomichnoi polityky Ya. Timberhena ta R. Mandella. *Makroekonomika: Pidruchnyk — Macroeconomics: Textbook* (2nd ed., revised, Theme 13), 595–611.
4. Brown, M. (2017). Cobb–Douglas functions. In *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 1–4. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95121-5_480-2
5. Chen, Y. (1999). Banking panics: The role of the first-come, first-served rule and information externalities. *Journal of Political Economy*, 107(5), 946–968.
6. Filipe, J., & Adams, F. G. (2005). The estimation of the Cobb–Douglas function: A retrospective view. *Eastern Economic Journal*, 31(3), 427–445.
7. Klein, L. R. (2006). Pivdenna i Skhidna Azia: lokomotyv svitovoi ekonomiky [South and East Asia: Locomotive of the world economy]. *Ekonomika i prohnouzuvannia — Economy and Forecasting*, (1), 33–41.



8. Makarenko, O. S. (2005). Informatsiini tekhnolohii dlia velykoho mista: modeliuvannia, prohnozuvannia, peredbachennia [Information technologies for large cities: modeling, forecasting, prediction]. *Aktualni problemy ekonomiky — Actual Problems of Economics*, (10), 166–170.
9. Nakonechnyi, S. I., Tereshchenko, T. O., & Romaniuk, T. P. (2006). *Ekonometriia: Pidruchnyk — Econometrics: Textbook*. KNEU.
10. Nechyba, T. J. (2017). *Microeconomics: An intuitive approach with calculus* (2nd ed.). Cengage Learning.
11. Polotai, O., Kukharska, N., Samotyy, V., & Lagun, A. (2020). Trend extrapolation method for qualitative prognosis of the global cybersecurity index in Ukraine. *ISTCMTM*, 81(4), 30–34.
12. Wikipedia contributors. (n.d.). *Cobb–Douglas production function*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Cobb%E2%80%93Douglas_production_function

**Orest Polotai**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Security Management

Work place: Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-4593-8601

orest.polotaj@gmail.com

Nataliia Kukharska

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Technology Security

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-0896-8361

kukharska.n@gmail.com

FORECASTING THE SECURITY INDEX OF COMPUTER NETWORKS USING ECONOMETRIC MODELS

Abstract. The article considers a comprehensive approach to predicting the security index of local computer networks of organizations using modern econometric tools. The main attention is paid to the adaptation of classical production functions, in particular the Cobb–Douglas model, to the sphere of information security. The application of two modifications of the Cobb–Douglas production function — linear and nonlinear forms — is proposed to model the impact of key factors on the level of security of information infrastructure. The econometric models presented in the study take into account the impact of investments in cybersecurity, human capital, as well as technical and software protection tools used within organizational information systems. In particular, the following independent variables are included in the model: the amount of investment in security hardware (for example, firewalls, routers with security functions), the cost of security software (intrusion detection and prevention systems, antivirus, SIEM), as well as parameters characterizing the human factor, in particular the number of information security specialists involved in the enterprise. The article provides a theoretical justification for the choice of the model, identifies the main endogenous and exogenous variables, analyzes their impact on the resulting variable, and also considers approaches to collecting, validating, and pre-processing empirical data. An econometric model was built based on real data collected from a number of organizations of various profiles, which made it possible to test the model in real conditions. The estimation of model parameters was carried out using multiple regression methods using the Statistica econometric analysis software. The modeling results confirmed the feasibility of using Cobb–Douglas functions in the field of cybersecurity and made it possible to combine the volumes of input data to model the future situation and determine the overall level of security of organizational networks. The conclusions obtained can be useful for forming an effective information security management policy, optimizing costs for cyber protection, as well as for strategic planning of investments in the development of information infrastructure. The proposed approach is flexible and scalable, which allows it to be adapted to the specifics of individual industries or organizations.

Keywords: Cobb-Douglas model; local area network; cybersecurity; coefficient of determination

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Andrews, D. (1993). Tests for parameter stability and structural change with unknown change point. *Econometrica*, 59, 817–858.
2. Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth* (2nd ed., p. 29, fn. 7). The MIT Press.
3. Bazylevych, V. D., Bazylevych, K. S., & Balastryk, L. O. (2005). *Zmist, tsili ta zasady (instrumenty) makroekonomichnoi polityky. Teorii ekonomichnoi polityky Ya. Tinberhena ta R. Mandella. Makroekonomika: Pidruchnyk — Macroeconomics: Textbook* (2nd ed., revised, Theme 13), 595–611.
4. Brown, M. (2017). Cobb–Douglas functions. In *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 1–4. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95121-5_480-2



5. Chen, Y. (1999). Banking panics: The role of the first-come, first-served rule and information externalities. *Journal of Political Economy*, 107(5), 946–968.
6. Filipe, J., & Adams, F. G. (2005). The estimation of the Cobb–Douglas function: A retrospective view. *Eastern Economic Journal*, 31(3), 427–445.
7. Klein, L. R. (2006). Pivdenna i Skhidna Aziia: lokomotyv svitovoi ekonomiky [South and East Asia: Locomotive of the world economy]. *Ekonomika i prohnozuvannia — Economy and Forecasting*, (1), 33–41.
8. Makarenko, O. S. (2005). Informatsiini tekhnolohii dlia velykoho mista: modeliuvannia, prohnozuvannia, peredbachennia [Information technologies for large cities: modeling, forecasting, prediction]. *Aktualni problemy ekonomiky — Actual Problems of Economics*, (10), 166–170.
9. Nakonechnyi, S. I., Tereshchenko, T. O., & Romaniuk, T. P. (2006). *Ekonometriia: Pidruchnyk — Econometrics: Textbook*. KNEU.
10. Nechyba, T. J. (2017). *Microeconomics: An intuitive approach with calculus* (2nd ed.). Cengage Learning.
11. Polotai, O., Kukharska, N., Samotyy, V., & Lagun, A. (2020). Trend extrapolation method for qualitative prognosis of the global cybersecurity index in Ukraine. *ISTCMTM*, 81(4), 30–34.
12. Wikipedia contributors. (n.d.). *Cobb–Douglas production function*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Cobb%E2%80%93Douglas_production_function

