

TVAR-моделі індикаторів фінансової безпеки макроекономічних систем: оцінка впливу енергетичного «шоку»

Владислав Олександрович Полянський

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
61166, пр. Науки, 9А, м. Харків, Україна

Анотація. При порушенні зв'язків в економічних системах виникає розбалансування та існує теоретична ймовірність загрозового стану для їх розвитку. Звідси постає питання проблематики пошуку ефективного механізму економічної безпеки загалом та фінансової безпеки зокрема є важливими елементами роботи макроекономічних складових. Метою дослідження є розробка моделей, що дозволяють оцінити вплив енергетичного «шоку» на індикатори фінансової безпеки, виявити порогові значення екзогенних змінних, при яких «шок» має деструктивний характер на рівень фінансової безпеки та може призвести до дестабілізації фінансової системи. У роботі використано розгалужену структуру наукових методів, які полягають у теоретичному та емпіричному дослідженні фінансової безпеки макроекономічних систем. Основні результати роботи присвячені розгляду проблеми проектування ефективних механізмів забезпечення фінансової безпеки за умов дії екзогенних «шоків» глобальної економіки. Розглянуто поняття «шоку», наведено приклади впливу «шоків» на макроекономічні індикатори. У роботі виділено енергетичний «шок» як домінуючий для аналізу та формування ефективної політики макроекономічної стабільності. Обґрунтовано інформаційний простір ознак дослідження, що включає дані ціни на нафту марки BRENT та такі індикатори грошово-кредитної та валютної безпеки, як темп інфляції та валютний курс. Акцент на підсистемах грошово-кредитної та валютної безпеки зроблено через значущість даних каналів інфікування кризою задля забезпечення фінансової безпеки. Обґрунтовано величину лага в моделі за допомогою інформаційних критеріїв; проведено оцінювання та тестування якості моделі; здійснено оцінку стабільності системи на основі функції імпульсних відгуків, розроблено TVAR-модель. Проаналізовано галузі зміни екзогенної змінної, що відображають статистично значущий вплив енергетичного «шоку» на темп інфляції. Таким чином, отримані результати дозволили виділити режими енергетичної безпеки, які стають каналом інфікування фінансової сфери та суттєвого зростання рівня інфляції. Практична значущість включає універсальність та можливість застосування підходу оцінки для досліджень через можливість використовувати увесь алгоритм як повноцінний ансамбль моделей. Результати даного матеріалу можуть використані при формуванні державних політик фінансової безпеки та реакції на дестабілізуючі зовнішні впливи.

Ключові слова: безпека макрорегіонів, ризики та загрози, індикатори безпеки, ціна нафти, порогові режими.

TVAR-models of Macroeconomic Systems Financial Security's Indicators: Assessment of the Impact of Energy "Shock"

Vladyslav Oleksandrovych Polianskyi

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
61166, 9A Nauka Ave., Kharkiv, Ukraine

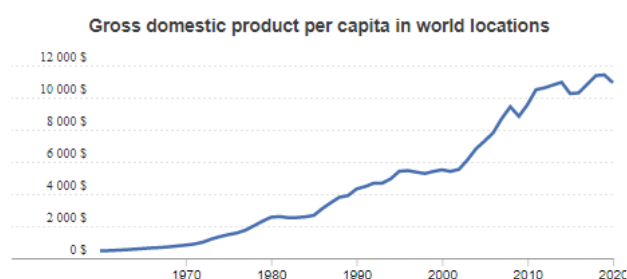
Abstract. When the links are damaged in economic systems, the imbalance is blamed on the actual theoretical stability of the dangerous station for development. That is why the finding effective mechanism of economic security is fueled by the heat and the financial security of the zone by

important elements of the work of macroeconomic warehouses. The method of further investigation is the development of models that allow estimating the impact of an energy "shock" on the financial security indicators, revealing the threshold values of exogenous changes, with such a "shock" may be destructive in nature on the level of financial security, and you can bring the financial system to destabilization. In practice, the author has developed the structure of methods, which are similar to the theoretical and empirical studies of financial security of macroeconomic systems. The main work results is devoted to the consideration of the problem of designing effective mechanisms for ensuring financial security under the conditions of exogenous "shocks" of the global economy. The concept of "shock" is considered, examples of the impact of "shocks" on macroeconomic indicators are given. The work highlights the energy "shock" as dominant for the analysis and formation of an effective macroeconomic stability policy. The information space of research features is substantiated, including BRENT oil price data and indicators of monetary and currency security, such as the rate of inflation and the exchange rate. Emphasis on subsystems of monetary credit and currency security is made due to the importance of these channels of crisis infection in order to ensure financial security. The value of the lag in the model is substantiated with the help of information criteria; evaluation and testing of the quality of the model was carried out; system stability was assessed based on the impulse response function, the TVAR model was developed. The areas of change of the exogenous variable reflecting the statistically significant impact of the energy "shock" on the rate of inflation are analyzed. Thus, the obtained results made it possible to identify the regimes of energy security, which become a channel of infection of the financial sphere and a significant increase in the level of inflation. The practical significance includes the universality and the possibility of setting the assessment approach for success through the possibility of winning the whole algorithm as a complete ensemble of models. The results of this material can be used in the formation of sovereign policies of financial security and reactions to destabilizing outbursts.

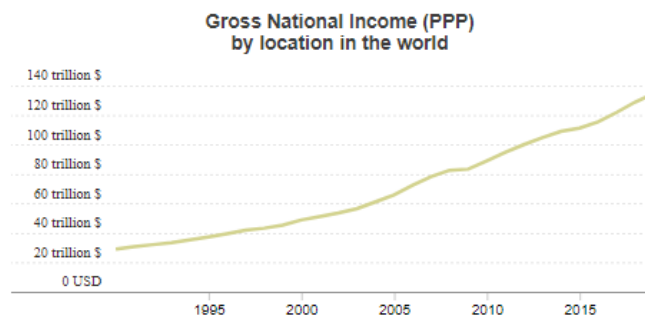
Keywords: security of macroregions, risks and threats, security indicators, oil price, threshold regimes.

Вступ

Сучасний етап розвитку економіки характеризується посиленням глобалізаційних процесів. Останні несуть у собі як низку переваг, так і нові загрози та ризики, що потребують адекватної адаптації існуючих систем управління для забезпечення сталого функціонування та розвитку макроекономічних систем. Так в якості метрики підвищення ефективності функціонування виробничо-економічних систем внаслідок глобалізаційних процесів можна виділити графічну експоненційну модель зростання світової економіки, яка спостерігається в останні 30 років (рис. 1) [1].



а) Динаміка валового внутрішнього продукту на душу населення у період 1960-2020 рр.



б) Динаміка валового національного доходу на душу населення у період 1985-2019 рр.

Рисунок 1. Чинники покращення загального добробуту населення планети, які виражені у формі доходів

Джерело: [1].

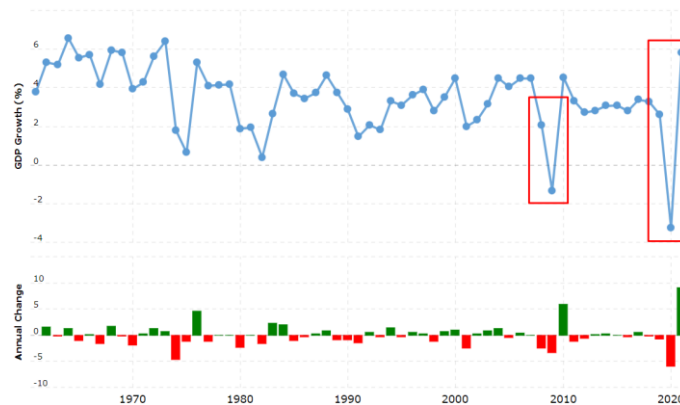
Експоненційна модель зростання світової економіки стала можливою за рахунок високої мобільності праці та капіталу, характерних для глобалізації, швидкості розповсюдження інновацій тощо. Водночас глобальна економіка через відсутність формальних кордонів створює нові типи ризиків та загроз, що в певний момент часу призводять до наростання ймовірності реалізації «шоків», під якими розуміються надзвичайні подразники (фактори), що створюють умови для різкої зміни режимів функціонування економічних систем та призводять до дестабілізації. В економічному просторі поширення «шоків» відбувається за допомогою каналів розповсюдження, де найчастіше виділяються торговельний, інформаційний та фінансовий. Ключову роль відіграє саме фінансовий, оскільки, як показують численні дослідження, саме «шоки» фінансового каналу призводять до найбільш тривалих негативних флуктуацій індикаторів безпеки та формування кризових ситуацій. Тому постає питання дослідження впливу «шоків» на індикатори фінансової безпеки макроекономічних систем [2]. На рис. 2 представлено приклади впливу «шоків» різноманітного характеру на індикатори економічної безпеки та, зокрема, фінансової безпеки макрорегіонів.



а) Інфляція в Євросоні, період 2008-2022 рр.



б) рівень світового безробіття, період 1990-2020 рр.



в) рівень світового темпу росту ВВП, період 1960-2020 рр.

Рисунок 2. Вплив «шоку» на окремі макроекономічні показники

Джерело: [3; 4].

Для періоду 2022 року є характерним поява енергетичного «шоку», що продукований порушенням стандартних ланцюгів постачання сировини, обмеженістю переміщення платежів та капітальних інвестицій, міжнародною ізоляцією територій, які у минулі роки були основними постачальниками енергоресурсів. Посилений вплив енергетичного «шоку» підтверджує динаміка ціни за барель нафти марки BRENT, яка приведена на рис. 3.



Рисунок 3. Графічна інтерпретація енергетичного «шоку» у цінах на нафту марки BRENT в доларах США

Джерело: [5].

У сформованих умовах одним з актуальних завдань управління фінансовою безпекою є оцінка впливу енергетичного «шоку» на динаміку індикаторів фінансової безпеки, сценарний аналіз можливих його наслідків з метою вибору адекватних інструментів забезпечення макроекономічної стабільності.

При оцінці [5] варто наголосити, що у першому кварталі 2022 року у світовій економіці реалізувався так званий енергетичний «шок», котрий став наслідком зміни кон'юнктури на міжнародних ринках. Ключовий постачальник енергоресурсів Російська Федерація внаслідок військового втручання в Україну опинилась під міжнародними економічними санкціями та значно знизила експорт нафти, газу та інших ресурсів. У такій ситуації на ринку виникла ситуація зменшення пропозиції продукції через відсутність адекватної заміни обмежених енергоносіїв, що викликало зростання попиту та цін.

Ще у 2020 році для виходу із міжнародного локдауну, продукovanого COVID-19, у світову фінансову систему були додане стимулювання економічного росту. Ці впливання здійснили прогнозований ефект відновлення, проте надлишок грошових коштів спричинив поступове підвищення інфляційних сподівань.

Тобто ціни на енергетичні ресурси та інфляція увійшли в резонанс. У роботі перевіряється гіпотеза про значущий вплив «шоку» у сфері енергетичної безпеки на темпи інфляційних очікувань.

Літературний огляд

В українській та іноземній літературі дослідженню питання фінансової безпеки макроекономічних систем присвячено значну кількість публікацій. Автор М. Єрмошенко [6] вбачає у фінансовій безпеці стан фінансово-кредитної системи держави, наявність балансу між фінансовими інструментами та звертає увагу на обов'язкову умову стійкості до впливу дестабілізуючих чинників. П. Мекшун [7] зробив акцент на поєднанні економічної та фінансової безпеки, де вказані елементи приймаються як частини для формування сталого розвитку та загального добробуту. Як показав аналіз джерел, особлива увага при формуванні механізмів забезпечення фінансової безпеки звертається на реалізацію системи індикаторів, наприклад, у джерелі [8]. Деякі з іноземних авторів намагаються описати фінансову безпеку через ретроспективний погляд на кризові явища [9], дослідження системного ризику на ринках [10]. Проте найбільш поширене бачення формування механізмів забезпечення фінансової безпеки макроекономічних систем можна знайти в сполучі з економіко-математичними методами. Так автор О. Фарина [11] розглядає фінансову безпеку через призму фінансової стійкості; використовує векторну модель для діагностики стійкості фінансової безпеки України. У роботі Ю. Баженової [12] фокус дослідження направлений на формування динамічної стохастичної моделі економічної рівноваги, яка враховує вплив монетарної та фіскальної політик на безпеку країни в цілому. Колектив авторів на чолі з Л. Гур'яною [13] зупинився на застосуванні VAR (Vector autoregressive model) та ECM (Error correction model) для аналізу ефектів впливу «шоків» на економічну та фінансову безпеку макрорегіонів через обґрунтування системи індикаторів та формування комплексної оцінки рівнів безпеки. Роботи науковців [14] та [15] досліджують можливість застосування TVP-VAR-моделей для оцінки наслідків впливу «шоків».

Узагальнюючи проведений аналіз наукових розробок, слід сказати про безумовну ефективність запропонованих авторами підходів та перспективність застосування різних модифікацій технологій VAR-моделювання для дослідження впливу «шоків» на індикатори фінансової безпеки [16-17]. Разом з тим, слід зазначити, що існуючі розробки недостатньо повно розглядають питання оцінки впливу енергетичного «шоку» [18-19] на індикатори фінансової безпеки, тому удосконалено модельний апарат оцінки. При цьому набуло подальшого розвитку новий теоретичний і практичний підхід до комбінації модельного базису.

Метою дослідження є розробка моделей, що дозволяють оцінити вплив енергетичного «шоку» на індикатори фінансової безпеки, виявити порогові значення екзогенних змінних, при яких «шок» має деструктивний характер на рівень фінансової безпеки та може призвести до дестабілізації фінансової системи.

Матеріали та методи

Як було зазначено вище, ефективним інструментом побудови моделі динаміки індикаторів фінансової безпеки є VAR-модель. Вибір цього математичного інструментарію обумовлено можливістю моделювати взаємозалежні змінні, оцінювати вплив «шоків» на економічну динаміку. Побудова VAR-моделі включає такі етапи: перевірку часових рядів на стаціонарність за допомогою критерію Дікі-Фуллера; визначення порядку інтеграції та коригування змінних; тестування на характер причинно-наслідкових зв'язків на підставі тесту Гренджера; оцінювання та визначення порядку (лагу) VAR-моделі; побудову імпульсних функцій, декомпозицію дисперсій та оцінювання стабільності системи [20]. У роботі використовується така модифікація VAR-моделі, як TVAR-модель (Threshold vector autoregressive model), що дозволяє визначити порогові значення екзогенних індикаторів,

перевищення яких призводитиме до деструктивного впливу «шоків» на фінансову безпеку економічних систем.

Для оцінки енергетичного «шоку» запропоновано обрати дані вартості найбільш вагомого ресурсу цього типу – нафти, а точніше – вартості 1 бареля нафти марки BRENT за щомісячні періоди від січня 2012 по березень 2022 року [5]. В якості індикаторів фінансової безпеки розглядаються показники грошово-кредитної та валютної безпеки (темпи інфляції та величина курсу долара), оскільки основною критичною підсистемою фінансової безпеки для національної економіки є саме валютна безпека, якщо звернутись до країн із економікою, що розвиваються [21-23]. Обробка даних здійснювалась в середовищі EViews.

На етапах попереднього аналізу часові ряди були протестовані на стаціонарність, перетворені, проаналізовані на наявність двосторонніх причинних зв'язків. Підтверджено наявність значущих зв'язків, побудована VAR-модель включає три фактори: темп інфляції (INFLATION_LEVEL), курс долара (EXCHANGE_RATE), ціна одного бареля нафти марки BRENT (BRENT_PRICE).

Нижче розглядаються результати її реалізації.

Результати та обговорення

На рис. 4 показано визначення порядку лагу моделі, яке засноване на аналізі різноманітних статистичних критеріїв [24-25]. До уваги взято статистики значення логарифмічної ймовірності (LogL), модифікованої лінійної регресії (LR), остаточної похибки прогнозування (FPE), інформаційних критеріїв Акайке (AIC), Шварца (SC) та Ханнана-Куїнна (HQ) [26-27]. По кожному із критеріїв автоматично обрані оптимальні значення, які позначені (*). Таким чином, визначено, що лаг, який повинен бути врахованим в моделі, дорівнює 3-м.

Sample: 2012M01 2022M03
Included observations: 115

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1082.765	NA	31864.03	18.88286	18.95447	18.91193
1	-749.3572	643.6213	113.0067	13.24099	13.52742	13.35725
2	-727.2816	41.46377	90.05434	13.01359	13.51484	13.21705
3	-670.2232	104.1936	39.07505*	12.17779*	12.89386*	12.46844*
4	-665.5671	8.259527	42.20845	12.25334	13.18423	12.63118
5	-655.4725	17.38029*	41.51780	12.23430	13.38001	12.69934
6	-652.2327	5.408980	46.06351	12.33448	13.69501	12.88671
7	-649.7239	4.057632	51.83471	12.44737	14.02273	13.08680
8	-639.0471	16.71165	50.69002	12.41821	14.20838	13.14483

Рисунок 4. Визначення порядку лагу VAR-моделі

Джерело: розрахунок автора.

На рис. 5 представлені критерії якості розробленої моделі векторної авторегресії. Коефіцієнти детермінації (R-squared) для змінних INFLATION_LEVEL, EXCHANGE_RATE та BRENT_PRICE близькі до 1, що говорить про статистичну значимість моделі. Значення критерію Фішера (F-statistic), які перевищують табличні, підтверджують адекватність розробленої моделі. Інформаційні критерії Акайке і Шварца також показують хороші прогностичні властивості моделі (рис. 5) [20].

Estimation Proc:

LS 1 3 INFLATION_LEVEL EXCHANGE_RATE BRENT_PRICE

VAR Model:

INFLATION_LEVEL = C(1,1)*INFLATION_LEVEL(-1) + C(1,2)*INFLATION_LEVEL(-2) + C(1,3)*INFLATION_LEVEL(-3) + C(1,4)*EXCHANGE_RATE(-1) + C(1,5)*EXCHANGE_RATE(-2) + C(1,6)*EXCHANGE_RATE(-3) + C(1,7)*BRENT_PRICE(-1) + C(1,8)*BRENT_PRICE(-2) + C(1,9)*BRENT_PRICE(-3) + C(1,10)

EXCHANGE_RATE = C(2,1)*INFLATION_LEVEL(-1) + C(2,2)*INFLATION_LEVEL(-2) + C(2,3)*INFLATION_LEVEL(-3) + C(2,4)*EXCHANGE_RATE(-1) + C(2,5)*EXCHANGE_RATE(-2) + C(2,6)*EXCHANGE_RATE(-3) + C(2,7)*BRENT_PRICE(-1) + C(2,8)*BRENT_PRICE(-2) + C(2,9)*BRENT_PRICE(-3) + C(2,10)

BRENT_PRICE = C(3,1)*INFLATION_LEVEL(-1) + C(3,2)*INFLATION_LEVEL(-2) + C(3,3)*INFLATION_LEVEL(-3) + C(3,4)*EXCHANGE_RATE(-1) + C(3,5)*EXCHANGE_RATE(-2) + C(3,6)*EXCHANGE_RATE(-3) + C(3,7)*BRENT_PRICE(-1) + C(3,8)*BRENT_PRICE(-2) + C(3,9)*BRENT_PRICE(-3) + C(3,10)

VAR Model - Substituted Coefficients:

INFLATION_LEVEL = 0.438447584574*INFLATION_LEVEL(-1) + 0.158505760963*INFLATION_LEVEL(-2) - 0.0868431261887*INFLATION_LEVEL(-3) + 0.568543812643*EXCHANGE_RATE(-1) + 0.291841547235*EXCHANGE_RATE(-2) - 0.838807204011*EXCHANGE_RATE(-3) + 0.0207757708347*BRENT_PRICE(-1) - 0.0109919589974*BRENT_PRICE(-2) - 0.00296559796249*BRENT_PRICE(-3) + 48.3904777273

EXCHANGE_RATE = -0.0829800505089*INFLATION_LEVEL(-1) + 0.0776172355092*INFLATION_LEVEL(-2) - 0.017443265927*INFLATION_LEVEL(-3) + 0.746175834427*EXCHANGE_RATE(-1) + 0.117783630736*EXCHANGE_RATE(-2) + 0.0945740830162*EXCHANGE_RATE(-3) - 0.0508429086177*BRENT_PRICE(-1) + 0.00216883719847*BRENT_PRICE(-2) + 0.0330982928849*BRENT_PRICE(-3) + 4.336569392

BRENT_PRICE = 0.245688352967*INFLATION_LEVEL(-1) - 0.0187151534869*INFLATION_LEVEL(-2) - 0.289656752208*INFLATION_LEVEL(-3) - 0.365866693344*EXCHANGE_RATE(-1) + 0.592851352855*EXCHANGE_RATE(-2) - 0.115695014751*EXCHANGE_RATE(-3) + 1.41632909325*BRENT_PRICE(-1) - 0.657665155961*BRENT_PRICE(-2) + 0.245038652133*BRENT_PRICE(-3) + 3.8750237335

R-squared	0.786643	0.974134	0.930645
Adj. R-squared	0.769187	0.972018	0.924970
Sum sq. resids	89.13179	186.0535	2540.697
S.E. equation	0.900161	1.300537	4.805959
F-statistic	45.06319	460.2973	164.0038
Log likelihood	-152.4301	-196.5852	-353.4347
Akaike AIC	2.707168	3.443086	6.057246
Schwarz SC	2.939459	3.675377	6.289537
Mean dependent	100.9983	21.54775	59.20242
S.D. dependent	1.873656	7.774639	17.54539

б) критерії якості

а) рівняння VAR-моделі

Рисунок 5. Результати побудови моделі векторної авторегресії

Джерело: розрахунок автора.

На рис. 6 представлені критерії точності прогнозу, отриманого на підставі VAR-моделі. Так, значення середньої абсолютної відсоткової похибки моделі (MAPE) для визначених факторів менше 10%, що відповідає високій точності прогнозування.

Sample: 2012M01 2022M03
Included observations: 123

Variable	Inc. obs.	RMSE	MAE	MAPE	Theil
BRENT_PRICE	123	4.601356	3.251012	5.834693	0.037324
EXCHANGE_RATE	123	1.245169	0.737817	3.972493	0.027211
INFLATION_LEV...	123	0.861838	0.643935	0.635887	0.004266

Рисунок 6. Прогностичні характеристики VAR-моделі

Джерело: розрахунок автора.

На рис. 7 представлений результат побудови імпульсної функції, котра показує відгук змінних у відповідь на «шок» – зміну випадкової складової часового ряду ціни одного бареля нафти на одне стандартне відхилення.

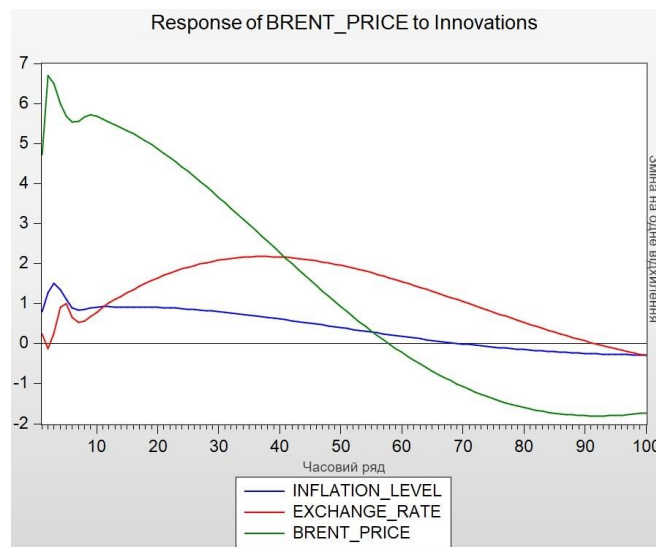


Рисунок 7. Графіки імпульсних функцій

Джерело: розрахунок автора.

Дані рис. 7 дозволяють підтвердити гіпотезу про суттєвий вплив енергетичного «шоку» на такі індикатори фінансової безпеки, як темп інфляції та валютний курс. Далі була висунута гіпотеза про те, що цей вплив є диференційованим при різних порогових значеннях екзогенної змінної. Для перевірки гіпотези використана модель TVAR. На рис. 8 наведено параметри розробленої порогової векторної авторегресії, де в якості порогової величини представлено ціну на нафту марки BRENT за один барель.

Sample: 2012M01 2022M03
 Included observations: 123
 Selection: Trimming 0.15, Sig. level 0.05
 Threshold variable: BRENT_PRICE

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BRENT_PRICE < 44.799999 -- 29 obs				
INFLATION_LEVEL	-0.466858	0.649188	-0.719141	0.4736
EXCHANGE_RATE	-0.938991	0.280474	-3.347870	0.0011
C	108.5901	67.66992	1.604703	0.1115
44.799999 <= BRENT_PRICE < 55.109999 -- 26 obs				
INFLATION_LEVEL	-0.113164	0.343972	-0.328993	0.7428
EXCHANGE_RATE	0.034500	0.291007	0.118554	0.9058
C	61.43795	37.10701	1.655697	0.1007
55.109999 <= BRENT_PRICE < 65.769999 -- 26 obs				
INFLATION_LEVEL	-0.336199	0.291511	-1.153298	0.2513
EXCHANGE_RATE	0.035884	0.267074	0.134360	0.8934
C	92.57136	32.50633	2.847794	0.0053
65.769999 <= BRENT_PRICE < 83.369999 -- 24 obs				
INFLATION_LEVEL	-0.246459	0.704735	-0.349719	0.7272
EXCHANGE_RATE	-0.461196	0.099506	-4.634846	0.0000
C	107.9939	70.91044	1.522963	0.1307
83.369999 <= BRENT_PRICE -- 18 obs				
INFLATION_LEVEL	6.501979	1.644053	3.954847	0.0001
EXCHANGE_RATE	-0.580837	0.272392	-2.132355	0.0352
C	-558.3694	162.4583	-3.437002	0.0008
R-squared	0.961744	Mean dependent var	59.96382	
Adjusted R-squared	0.956785	S.D. dependent var	17.99863	
S.E. of regression	3.741576	Akaike info criterion	5.590740	
Sum squared resid	1511.934	Schwarz criterion	5.933690	
Log likelihood	-328.8305	Hannan-Quinn criter.	5.730045	
F-statistic	193.9373	Durbin-Watson stat	1.564185	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Рисунок 8. Результат побудови TVAR-моделі

Джерело: розрахунок автора.

Серед отриманих результатів порогової векторної авторегресії найбільшу практичну цінність має той діапазон значень, де наявна статистична значущість параметрів інфляції та курсу. Цій умові відповідає проміжок, де BRENT_PRICE > 83,37 \$. Тобто якщо ціна нафти вище за вказане числове значення, то відбувається статистично значуща зміна інфляції та курсу долара.

Таким чином, TVAR-модель дозволяє визначити порогове значення вартості енергоресурсів, перевищення якого може призвести до дестабілізуючого впливу на фінансову систему та стає загрозою грошово-кредитній та валютній безпеці.

Проводячи паралелі з роботами [28-30], можна говорити про реалізацію нетипового підходу для оцінки фінансової безпеки макроекономічних систем. У працях [31-32] автори надають бачення глобальної економіки через застосування макроекономічного моделювання, де втілено узагальнені алгоритми розрахунку. Для джерел [33-35] натомість притаманні спільні ключові риси із даною працею, однак розглянуто локальні системи економічних індикаторів без прив'язки до глобальних макроекономічних зрушень. У даній роботі приведено дослідження окремого «шоку» енергетичної сфери, який доволі непросто спрогнозувати стандартними підходами VAR або ECM-моделей. Тому обрана стратегія реалізації безперечно дозволила отримати вагомні практичні результати прогнозування макроекономічних параметрів.

Висновки

У роботі досліджено можливості застосування TVAR-моделі (Threshold vector autoregressive model) для оцінки впливу енергетичного «шоку» на індикатори фінансової безпеки, зокрема

грошово-кредитній та валютній безпеці. Модель апробована на даних країни-репрезентанта кластеру країн з економікою, що розвивається. Результати моделювання дозволили виділити критичні режими енергетичної безпеки, які стають каналом інфікування кризою фінансової сфери та причиною суттєвого зростання рівня інфляції. Знайдені порогові значення цін на енергоресурси можуть бути використані як маркер при розробці енергетичної політики, що дозволяє забезпечити макроекономічну стабільність. Перспективою подальших досліджень є розроблення шляхів використання переліку екзогенних змінних для тестування підсистем фінансової безпеки на прояви різноманітних видів «шоків» та реалізація сценарного аналізу поведінки макроекономічних систем.

Список використаної літератури

- [1] Data commons. Place explorer. Earth. URL: <https://datacommons.org/place/Earth> (дата звернення: 30.03.2022).
- [2] Стрельченко І.І. Математичне моделювання процесів транскордонного розповсюдження кризових явищ на фінансових ринках: дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.11. Київ, 2020. 504 с.
- [3] The 12 global economic indicators to watch. URL: <https://www.bloomberg.com/graphics/world-economic-indicators-dashboard> (дата звернення: 30.03.2022).
- [4] Macrotrends – The premier research platform for long term investors. URL: <https://www.macrotrends.net> (дата звернення: 30.03.2022).
- [5] FINVIZ – financial visualization. URL: <https://finviz.com> (дата звернення: 30.03.2022).
- [6] Єрмошенко М.М. Фінансова безпека держави: національні інтереси, реальні загрози, стратегія забезпечення: монографія. Київ: КНТЕУ, 2001. 309 с.
- [7] Мекшун П.В. Еволюція наукових підходів до визначення суті економічної безпеки національної економіки та необхідності її державного забезпечення. *Економічний форум*. 2013. № 3. С. 24–29.
- [8] Хомин О., Васюк С.В. Актуальні проблеми економічної безпеки держави, регіону, підприємства. Львів: ЛьвДУВС, 2017. 288 с.
- [9] Wójcik D., Cojoianu T.F. Resilience of the US securities industry to the global financial crisis. *Geoforum*. 2018. Vol. 91. С. 182–194. doi: 10.1016/j.jbankfin.2020.106009.
- [10] Quantification of systemic risk from overlapping portfolios in the financial system / S. Poledna та ін. *Journal of Financial Stability*. 2020. Vol. 52. Article number 100808. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2020.100808> (дата звернення: 30.03.2022).
- [11] Фарина О. Динамічні моделі оцінювання стабільності фінансової системи України: автореф. дис. ... канд. економ. наук: 08.00.11. Київ, 2015. 212 с.
- [12] Баженова Ю.В. Моделювання впливів монетарної та фіскальної політики на економіку України за допомогою відкритої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги. *Економіка та держава*. 2009. № 7. С. 33–36.
- [13] Гурьянова Л.С., Клебанова Т.С., Разумовский С.А., Непомнящий В.В. Анализ динамических эффектов влияния «шоков» на экономическую безопасность макрорегионов. *Вестник ВолГУ*. 2017. Т. 19, № 3. С. 46–60.
- [14] Huang A., Qiu L., Li Z. Applying deep learning method in TVP-VAR model under systematic financial risk monitoring and early warning. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2021. Vol. 382. Article number 113065. doi: 10.1016/j.cam.2020.113065.
- [15] Exploring the dynamic effects of financial factors on oil prices based on a TVP-VAR model / F. Wen et al. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2019. Vol. 532. Article number 121881. doi: 10.1016/j.physa.2019.121881.
- [16] Подмазко О.М. Національна економічна безпека: аналіз основних підходів. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2014. Т. 1, № 2. С. 140–150.

- [17] Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розрахунку рівня економічної безпеки України: Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29.10.2013 р. № 1277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text> (дата звернення: 30.03.2022).
- [18] Evans C.L., Marshall D.A. Fundamental economic shocks and the macroeconomy. *Journal of Money, Credit and Banking*. 2009. Vol. 41, No. 8. P. 1515–1555.
- [19] Шинкоренко Т.П. Макроекономічні шоки: теоретичні та емпіричні аспекти. *Економіка і прогнозування*. 2010. № 2. С. 44–60.
- [20] Моделі аналізу динаміки індикаторів фінансової безпеки держави / Л.С. Гурьянова та ін. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2017. Т. 1, № 22. С. 254–264.
- [21] Мінфін. Ставки, індекси, тарифи. URL: <https://index.minfin.com.ua> (дата звернення: 30.03.2022).
- [22] IndexMundi. Commodity prices. URL: <https://www.indexmundi.com/commodities> (дата звернення: 30.03.2022).
- [23] Офіційний сайт Національного банку України. URL: <https://bank.gov.ua> (дата звернення: 30.03.2022).
- [24] Бауэр П.В., Комков В.Н. Построение модели векторной авторегрессии с механизмом коррекции ошибок для прогнозирования инфляции в Республике Беларусь. URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/237878/1/214-217.pdf> (дата звернення: 30.03.2022).
- [25] Esmaeili P., Rafei M. Dynamics analysis of factors affecting electricity consumption fluctuations based on economic conditions: Application of SVAR and TVP-VAR models. *Energy*. 2021. Vol. 226. Article number 120340.
- [26] Gouriéroux C., Monfort A., Renne J.-P. Statistical inference for independent component analysis: Application to structural VAR models. *Journal of Econometrics*. 2017. Vol. 196, № 1. P. 111–126. doi: 10.1016/j.jeconom.2016.09.007.
- [27] Гельруд Я.Д., Угрюмов Е.А., Рыбак В.Л. Векторная модель авторегрессии показателей производственной деятельности строительного предприятия. *Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика*. 2018. Вып. 7, № 3. С. 19–30. doi: 10.14529/cmse180302.
- [28] Калинкова И.Ю. Экономические шоки в макроэкономической теории: методологический детерминизм. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Экономика и право*. 2012. № 7. С.3–10.
- [29] Cesa-Bianchi A., Sokol A. Financial shocks, credit spreads, and the international credit channel. *Journal of International Economics*. 2022. Vol. 135. Article number 103543. doi: 10.1016/j.jinteco.2021.103543.
- [30] Kang W., Ratti R.A., Vespignani J. Financial and nonfinancial global stock market volatility shocks. *Economic Modelling*. 2021. Vol. 96. P. 128–134. doi: 10.1016/j.econmod.2020.12.031.
- [31] Pesaran M.H., Di Mauro F. *The gvar handbook: Structure and applications of a macro model of the global economy for policy analysis*. Oxford: Oxford University Press, 2013. 286 p.
- [32] Chen Z., Liang C., Umar M. Is investor sentiment stronger than VIX and uncertainty indices in predicting energy volatility? *Resources Policy*. 2021. Vol. 74. Article number 102391. doi: 10.1016/j.resourpol.2021.102391.
- [33] Economic policy uncertainty index. URL: https://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html (дата звернення: 30.03.2022).
- [34] Yuhan R.J., Sohieben G.P.D. Relationship between inflation, exchange rate and money supply in Indonesia using threshold vector autoregressive (TVAR). *Proceedings of the 17th International Conference on Ion Sources* (Geneva, August 10-12, 2018). Geneva, 2018. Article number 020128. doi: 10.1063/1.5054532.

- [35] Aleem A., Lahiani A. A threshold vector autoregression model of exchange rate pass-through in Mexico. *Research in International Business and Finance*. 2014. Vol. 30. C. 24–33. doi: 10.1016/j.ribaf.2013.05.001.

References

- [1] Data commons. Place explorer. Earth. Retrieved from <https://datacommons.org/place/Earth>
- [2] Strelchenko, I.I. (2020) *Mathematical modeling of processes of cross-border spread of crisis phenomena in financial markets* (Doctoral thesis, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine).
- [3] The 12 global economic indicators to watch. Retrieved from <https://www.bloomberg.com/graphics/world-economic-indicators-dashboard>.
- [4] Macrotrends – The premier research platform for long term investors. Retrieved from <https://www.macrotrends.net>.
- [5] FINVIZ – financial visualization. Retrieved from <https://finviz.com>.
- [6] Ermoshenko, M.M. (2001) *Financial security of the state: national interests, real threats, security strategy*. Kyiv: KNTEU.
- [7] Mekshun, P.V. (2013). The evolution of scientific investments to the dealing of the essence of the economic security of the national economy and the necessity of state security. *Economic Forum*, 3, 24-29.
- [8] Khomin, O.Y., & Vasyuk, S.V. (2017) *Indicators of financial security in Ukraine*. Lviv: LvDUVS.
- [9] Vinas, F. (2021). How financial shocks transmit to the real economy? Banking business models and firm size. *Journal of Banking & Finance*, 123, article number 106009. doi: 10.1016/j.jbankfin.2020.106009.
- [10] Poledna, S., Martínez-Jaramillo, S., Caccioli, F., & Thurner, S. (2021). Quantification of systemic risk from overlapping portfolios in the financial system. *Journal of Financial Stability*, 52, article number 100808. doi: 10.1016/j.jfs.2020.100808.
- [11] Faryna, O. (2016) *Dynamic models for assessing the stability of the financial system of Ukraine* (Doctoral thesis, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine).
- [12] Bazhenova, Yu.V. (2009). Modeling the impact of monetary and fiscal policy on the economy of Ukraine for the help of an additional dynamic stochastic model of global currency. *Economics and State*, 7, 33-36.
- [13] Guryanova, L., Klebanova, T., Razumovskiy, S., & Nepomnyashchiy, V. (2017). Dynamic effects of the “shocks” influence on the economic safety of macroregions. *Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, 19(3), 46-60. doi: 10.15688/jvolsu3.2017.3.5.
- [14] Huang, A., Qiu, L., & Li, Z. (2021). Applying deep learning method in TVP-VAR model under systematic financial risk monitoring and early warning. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 382, article number 113065. doi: 10.1016/j.cam.2020.113065.
- [15] Wen, F., Zhang, M., Deng, M., Zhao, Y., & Ouyang, J. (2019). Exploring the dynamic effects of financial factors on oil prices based on a TVP-VAR model. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 532, article number 121881. doi: 10.1016/j.physa.2019.121881.
- [16] Podmazko, O.M. (2014). National economic security: Analysis of basic approaches. *Market Economy: Modern Theory and Practice of Management*, 1(2), 140-150.
- [17] The order of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine No. 1277 “On Statement of Methodical Recommendations Concerning Calculation of Level of Economic Safety of Ukraine” (2013, October). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text>.
- [18] Evans, C.L., & Marshall, D.A. (2009). Fundamental economic shocks and the macroeconomy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 41(8), 1515-1555

- [19] Shinkorenko, T.P. (2010). Macroeconomic shocks: Theoretical and empirical aspects. *Economics and Forecasting*, 2, 44-60.
- [20] Guryanova, L.S., Klebanova, T.S., Milevskiy, S.V., Nepomnyaschiy, V.V., & Rudachenko, O.A. (2017). Models for the analysis of the state's Financial Security Indicators Dynamics. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 1(22), 254-264. doi: 10.18371/fcaptp.v1i22.110179.
- [21] Minfin. Rates, indices, tariffs. (2022). Retrieved from <https://index.minfin.com.ua/>.
- [22] IndexMundi. Commodity prices. (2022). Retrieved from <https://www.indexmundi.com/commodities>.
- [23] Official website of the National Bank of Ukraine. (2022). Retrieved from <https://bank.gov.ua/>.
- [24] Bauer, P.V., & Komkov, V.N. (2019). Construction of a vector autoregression model with an error correction mechanism for inflation forecasting in the Republic of Belarus. Retrieved from <https://elib.bsua.by/bitstream/123456789/237878/1/214-217.pdf>.
- [25] Esmaeili, P., & Rafei, M. (2021). Dynamics analysis of factors affecting electricity consumption fluctuations based on economic conditions: Application of SVAR and TVP-Var models. *Energy*, 226, article number 120340. doi: 10.1016/j.energy.2021.120340.
- [26] Gouriéroux, C., Monfort, A., & Renne, J.-P. (2017). Statistical inference for independent component analysis: Application to structural VAR models. *Journal of Econometrics*, 196(1), 111-126. doi: 10.1016/j.jeconom.2016.09.007.
- [27] Gelrud, Ya.D., Ugryumov, Y.A., & Rybak, V.L. (2018). Vector model of autoregression of indicators of industrial activity of a construction enterprise, *Bulletin of the YuUU University. Series: Computational Mathematics and Computer Science*, 7(3), 19-30. doi: 10.14529/cmse180302.
- [28] Kalinkova, I.Yu. (2012). Economic shocks in macroeconomic theory: methodological determinism. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Economy and law*, 7, 3-10.
- [29] Cesa-Bianchi, A., & Sokol, A. (2022). Financial shocks, credit spreads, and the international credit channel. *Journal of International Economics*, 135, article number 103543. doi: 10.1016/j.jinteco.2021.103543.
- [30] Kang, W., Ratti, R.A., & Vespignani, J. (2021). Financial and nonfinancial Global Stock Market Volatility shocks. *Economic Modelling*, 96, 128-134. doi: 10.1016/j.econmod.2020.12.031.
- [31] Pesaran, M.H., & Mauro, D.F. (2013). *The Gvar handbook: Structure and applications of a macro model of the global economy for Policy Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- [32] Chen, Z., Liang, C., & Umar, M. (2021). Is investor sentiment stronger than Vix and uncertainty indices in predicting energy volatility? *Resources Policy*, 74, article number 102391. doi: 10.1016/j.resourpol.2021.102391.
- [33] Economic policy uncertainty index. (2022). Retrieved from https://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html.
- [34] Yuhan, R.J., & Sohibien, G.P. (2018). Relationship between inflation, exchange rate and money supply in Indonesia using Threshold Vector Autoregressive (TVAR). In *AIP Conference Proceedings* (article number 020128). Geneva: University of Geneva. doi: 10.1063/1.5054532.
- [35] Aleem, A., & Lahiani, A. (2014). A threshold vector autoregression model of exchange rate pass-through in Mexico. *Research in International Business and Finance*, 30, 24-33. doi: 10.1016/j.ribaf.2013.05.001.