

8. LightGBM source code. *Github*. URL: <https://github.com/Microsoft/LightGBM> (дата звернення 01.05.2020)
9. Chen T. Story and lessons behind the evolution of XGBoost. URL: <https://homes.cs.washington.edu/~tqchen/2016/03/10/story-and-lessons-behind-the-evolution-of-xgboost.html> (дата звернення 01.05.2020)
10. Neyman J. On the two different aspects of the representative method: the method of stratified sampling and the method of purposive selection. *Journal of the Royal Statistical Society*, 97(4). 1934. P. 558-625. URL: <http://www.stat.cmu.edu/~brian/905-2008/papers/neyman-1934-jrss.pdf> (дата звернення 01.05.2020)
11. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing*. №25, MIT Press, Cambridge. URL: <http://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/imagenet.pdf> (дата звернення 01.05.2020)
12. Salakhutdinov R.R., Mnih A., Hinton, G.E. Restricted Boltzmann Machines for Collaborative Filtering. *International Conference on Machine Learning*. Corvallis, Oregon. 2007. URL: <http://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/netflix.pdf> (дата звернення 01.05.2020)
13. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 2nd edition. New Jersey: Prentice Hall, 2003.
14. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series). Cambridge: The MIT Press, 2016

Статтю подано до редакції 12.09.2020

УДК: 519.71: 336.71

DOI 10.33111/mise.99.11

Піскунова О. В.,

доктор економічних наук, професор кафедри
економіко-математичного моделювання

Водзянова Н. К.,

старший викладач кафедри
економіко-математичного моделювання

Панченко К. С.,

здобувач кафедри
економіко-математичного моделювання,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

Piskunova O.V.,

Doctor of Economics,
Professor of the Department of Economic and Mathematical Modeling

Vodzyanova N.K.,

Senior Lecturer of the Department of Economic and Mathematical Modeling

Panchenko K.S.,

Graduate Student of the Department of Economic and Mathematical Modeling,
SHEI KNEU named after V. Hetman

КОНЦЕПЦІЯ СТРЕС-ТЕСТУВАННЯ РИНКОВОГО РИЗИКУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕКОНОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

CONCEPT OF MARKET RISK STRESS-TESTING USING METHODS OF ECONOMETRIC MODELLING

Анотація. Актуальність теми дослідження обумовлена тим, що з одного боку проведення стрес-тестування ризиків банку, в тому числі ринкового, є обов'язковою регуляторною вимогою, а з іншого боку немає чітких рекомендацій щодо її якісної реалізації та впровадження. Новими науковими результатами публікації є розроблення концепції стрес-тестування ринкового ризику комерційного банку на підґрунті методів економетричного моделювання. У статті запропоновано концептуальні положення організації та проведення стрес-тестування ринкового ризику в кооперації з глибоким дослідженням кожного з етапів концепції. Одним із найважливіших етапів стрес-тестування є побудова шоківих сценаріїв, які з одного боку мали би історичне підґрунтя, а з іншого — враховували глибину можливої кризи. При цьому важливо адекватно оцінити потенційні збитки, оскільки їх недооцінка може призвести до хибного відчуття безпеки, а надмірна переоцінка — до зайвого резервування капіталу задля покриття високого ризику. Для вирішення цієї проблеми запропоновано моделювання сценаріїв стрес-тестування на підґрунті методів економетричного моделювання, що дозволить врахувати наявні взаємозв'язки між фінансовими та макроекономічними показниками, які впливають на ринковий ризик та адекватно оцінити величину ризику. Виконано аналітичний огляд класичного та сучасного економетричного інструментарію у контексті можливості та доцільності його застосування до моделювання сценаріїв стрес-тестування та запропоновано використання моделі векторної авторегресії, яка створює найкращі умови для моделювання ринкового ризику в умовах стресової економічної ситуації та дозволяє провести найбільш повний і об'єктивний аналіз взаємного впливу ключових ризик-факторів ринкового ризику. Детально описано критерії відбору змінних, які характеризують ринковий ризик, для моделювання стрес-тестування. Результати наукового дослідження можуть бути корисними для ризик-підрозділів комерційних банків, які впроваджують інструменти стрес-тестування ринкового ризику у внутрішній системі управління ризиками.

Ключові слова: ринковий ризик; стрес-тестування; моделювання сценаріїв стрес-тестування; економетричні моделі; ризик-фактори; функція імпульсних відгуків; векторно-авторегресійна модель.

Abstract. The relevance of the topic of research is conditioned by the fact, that on the one hand conducting stress testing of the bank's risks, including market risks, is a mandatory regulatory requirement, and on the other hand there are no clear recommendations to its quality implementation and enforcement. New scientific results of the publication are the development of the concept of market risk stress testing of a commercial bank, based on econometric modeling methods. The article proposes the conceptual thesis of the organization and conducting of market risk stress testing in cooperation with in-depth study of each stages from the concept. One of the most important stages of stress testing is the construction of shock scenarios, which on the one hand would have a historical basis, and on the other — take into account the depth of a possible crisis. At the same time, it is important to adequately assess potential losses, as their underestimation can lead to a false sense of security,

and overly overestimation — to excessive capital provisions with the purpose to cover high risk. To solve this problem, it is proposed to model stress testing scenarios using econometric modeling methods, which would take into account the existing relationships between affecting market risk financial and macroeconomic indicators and adequately measure risk value. Authors have done an analytical review of classical and modern econometric tools in the context of the possibility and feasibility of its application to the modeling stress testing scenarios and they offered to use vector autoregression model, which creates the best conditions for modeling market risk in a stressful economic situation and allows the most complete and objective analysis of the mutual influence on key risk factors of market risk. The criteria for selecting variables, that characterize market risk for modeling stress testing, are described in details. The results of scientific research can be useful for risk units of commercial banks, that implement tools for stress testing of market risk in the internal risk management system.

Keywords: market risk; stress testing; modeling of stress-testing scenarios; econometric models; risk-factors; impulse responsible function; vector autoregression model.

Постановка проблеми.

Оцінювання та управління ринковим ризиком комерційних банків України є важливою складовою системи фінансової безпеки країни. Своєчасне виявлення проблем і визначення шляхів їх вирішення допомагають вітчизняним банкам витримати несприятливі ринкові потрясіння, викликані нестабільною економічною ситуацією. Обов'язковою вимогою як національних регуляторів, так і міжнародних фінансових організацій є проведення стрес-тестування ринкового ризику комерційними банками. Дана вимога є критично-важливим елементом ризик-менеджменту, а її порушення може загрожувати стабільності банківської системи. Водночас існуючі регуляторні положення обмежуються лише загальними рекомендаціями, залишаючи процес розробки методики та реалізації процесу стрес-тестування на розсуд банків. Тому розроблення науково обґрунтованої концепції стрес-тестування ринкового ризику для комерційних банків України є надзвичайно актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема оцінювання ринкового ризику методами стрес-тестування досліджувалась у працях як вітчизняних науковців, серед яких, зокрема, у працях Івасіва І. В., Максимової А. В., Корнилюка Р. В., Бобиль В. В., Краснової І. В., Шматковської-Шморгай В. Б., Беленької Г. В., так і в працях зарубіжних учених, наприклад, Petar Marković і Branko Urošević. У праці [1] розглянуто теоретичні засади макроекономічного стрес-тестування банків і показано основні етапи його проведення, проте основна увага тут зосереджена на кредитному ризику, тоді як ринковий

ризик лише згадується. У праці [2] викладено концептуальні положення щодо стрес-тестування усіх видів банківських ризиків, у тому числі й ринкового. Проте важливою проблемою, не висвітленою у праці, залишилось визначення економічно обґрунтованих стрес-сценаріїв на підґрунті математичних моделей.

Класичний підхід до стрес-тестування ринкового ризику застосовує Національний банк України. У 2019 році у рамках щорічної оцінки стійкості банківського сектору регулятором було проведено стрес-тести на фінансову стійкість вітчизняної банківської системи [3, с. 1, 2]. Оцінювалась достатність капіталу банків за базовим і несприятливим макроекономічними сценаріями, які покривають кредитний, ринковий ризики та ризик ліквідності та побудовані на припущеннях зміни макроекономічних показників, серед яких зниження реального ВВП, девальвація гривні, прискорення інфляції та пов'язане з цим підвищення відсоткових ставок. Основним висновком цього аналізу стало те, що банківська система України виявилась надійною при погіршенні низки макроекономічних факторів за базового сценарію, проте за несприятливого сценарію більшість банків уже потребували докапіталізації.

До стандартних підходів оцінки ринкового ризику належить модель Value-at-Risk, основною метою якої є оцінка з певною ймовірністю збитків вартості від несприятливої зміни цін фінансового інструменту, та стресова VaR-модель, яка дає змогу скласти уявлення про можливі втрати з огляду на гірші ринкові умови шляхом аналізу поведінки зміни ціни активів на однорічному інтервалі значного фінансового стресу. Вказані підходи застосовуються, як правило, в умовах стабільної економічної ситуації, тому не можуть вважатись універсальними. Для оцінювання ринкового ризику в умовах економічних криз та нестабільної економічної ситуації необхідно застосування інших підходів, які базуються на моделюванні сценаріїв стрес-тестування, у тому числі з використанням сучасних методів економетричного моделювання.

Таким чином, аналіз літератури дозволяє зробити висновок про необхідність подальшого розвитку методології стрес-тестування ринкового ризику для вітчизняних комерційних банків, зокрема у напрямку застосування економетричних методів і моделей.

Метою статті є розроблення концепції стрес-тестування ринкового ризику на основі методів економетричного моделювання для комерційних банків України, що є новим науковим результатом публікації.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для представлення розробленої у дослідженні концепції стрес-тестування ринкового ризику комерційних банків необхідно ввести визначення понять ринкового ризику та стрес-тестування, які сформульовані у праці [4] автора статті. Під ринковим ризиком розуміється величина можливих збитків банку внаслідок відхилення фінансових результатів від запланованих через певну зміну валютних курсів, процентних ставок або ринкової вартості фінансових інструментів, цінних паперів або інших активів. Під стрес-тестуванням розуміється оцінка впливу малоймовірних екстремальних подій на фінансові показники банку. Виходячи з цього, стрес-тестування ринкового ризику комерційного банку полягає в оцінці розміру збитків від шоківих подій, які призвели до зміни валютних курсів, процентних ставок або ринкової вартості цінних паперів чи інших фінансових інструментів.

Можна виокремити такі основні складові процесу стрес-тестування ринкового ризику комерційного банку: налаштування вхідних параметрів стрес-тестування; формування сценаріїв стрес-тестування; впровадження отриманих результатів сценарного аналізу у внутрішні бізнес-процеси банку. Найпроблемнішою складовою методології стрес-тестування є визначення сценаріїв стрес-тестування, для чого пропонується застосовувати методи економетричного моделювання.

Першим важливим завданням, яке необхідно вирішити при розробці концепції моделювання сценаріїв стрес-тестування, являється визначення переліку змінних, які описують такі сценарії. Формування зазначеного переліку змінних спирається на прийняту класифікацію видів ринкового ризику [5]:

1) процентний ризик — це існуючий або потенційний ризик для прибутковості або капіталу банку, що виникає в результаті несприятливих змін рівня ринкових процентних ставок; його джерелом є дисбаланс активів і зобов'язань, чутливих до зміни процентних ставок і строків погашення;

2) валютний ризик — наявний або потенційний ризик для надходжень і капіталу, який виникає через несприятливі коливання курсів іноземних валют і цін на банківські метали; його джерелом є незбалансованість активів і зобов'язань щодо кожної з валют за термінами і обсягами;

3) фондовий ризик — існуючий або потенційний ризик збитків унаслідок несприятливої зміни ринкових котирувань цінних паперів і похідних фінансових інструментів на фондових ринках, який виникає під впливом факторів, пов'язаних як з емітентом

цінних паперів і похідних фінансових інструментів, так і з загальними коливаннями ринкових цін на фінансові інструменти.

Найширше розповсюдженими видами ринкового ризику, які на практиці притаманні будь-якому комерційному банку незалежно від його діяльності, є валютний і процентний ризик. Фондовий ризик є специфічнішим, оскільки більшість банківських установ України не роблять вкладень у цінні папери та похідні фінансові інструменти. Тому з метою створення універсальної моделі стрес-тестування ринкового ризику пропонується дослідити вплив саме валютного та процентного ризиків в умовах нестабільної економічної ситуації.

Для формування позицій, чутливих до ринкового ризику, було проаналізовано річні окремі фінансові звітності 4 комерційних банків станом на 31.12.2018 р. (табл. 1), які знаходяться в десятці найбільших комерційних банків України та представляють 4 основні групи банків: банк з іноземним капіталом (АТ «Райффайзен банк Аваль»), банк з державним капіталом (АТ «Ощадбанк»), банк з російським капіталом (АТ «Альфа-банк») і банк з приватним капіталом (АТ «ПУМБ») [6—9].

Таблиця 1

ПОЗИЦІЇ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ, ЧУТЛИВІ ДО РИНКОВОГО РИЗИКУ

	Валютний ризик		Процентний ризик	
	+ (схильний) / – (несхильний)	Найбільші відкриті валютні позиції	+ (схильний) / – (несхильний)	Рівень агрегації процентних позицій
АТ «Ощадбанк»	+	долар США євро інші валюти	+	0-1 місяць 1-3 місяці 3-12 місяців 1-5 років понад 5 років
АТ «Райффайзен банк Аваль»	+	долар США євро рубль інші валюти	+	до 1 року понад 1 рік
АТ «Альфа-банк»	+	долар США євро інші валюти	+	0-1 місяць 1-12 місяців 1-5 років понад 5 років
АТ «ПУМБ»	+	долар США євро рубль інші валюти	+	0-1 місяць 1-3 місяці 3-6 місяців 6-12 місяців понад 1 рік

У зв'язку з тим, що в офіційній звітності валютні та процентні позиції наведені в різних рівнях агрегації, тому пропонуємо об'єднати портфелі по максимальному рівню та виділити відповідні їм фактори ризику таким чином (табл.. 2):

Таблиця 2

ФОРМУВАННЯ ПОЗИЦІЙ, ЧУТЛИВИХ ДО РИНКОВОГО РИЗИКУ

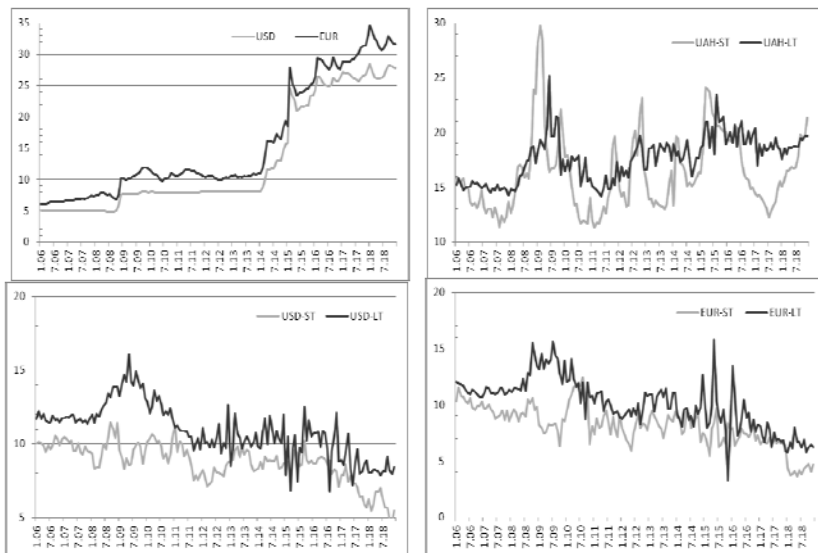
Вид ринкового ризику	Назва позиції	Назва ризик-фактору	Опис ризик-фактору
Валютний ризик	Валютна позиція в доларах США	USD	Зміна обмінного курсу гривні до долара США
	Валютна позиція в євро	EUR	Зміна обмінного курсу гривні до євро
	Валютна позиція в інших валютах*		
Процентний ризик	Процентні позиції в гривні до 1 року	UAH-ST	Зміна коротко-строкової (до 1 року) процентної ставки в національній валюті
	Процентні позиції в гривні понад 1 рік	UAH-LT	Зміна довгострокової (понад 1 рік) процентної ставки в національній валюті
	Процентні позиції в доларах США до 1 року	USD-ST	Зміна коротко-строкової (до 1 року) процентної ставки в іноземній валюті (долар США)
	Процентні позиції в доларах США понад 1 рік	USD-LT	Зміна довгострокової (понад 1 рік) процентної ставки в іноземній валюті (долар США)
	Процентні позиції в євро до 1 року	EUR-ST	Зміна коротко-строкової (до 1 року) процентної ставки в іноземній валюті (євро)
	Процентні позиції в євро понад 1 рік	EUR-LT	Зміна довгострокової (понад 1 рік) процентної ставки в іноземній валюті (євро)

*Оскільки валютні позиції в інших валютах мають найменші обсяги (менше 7 % від загальної валютної позиції), тому для аналізу стрес-тестування вони матимуть незначний вплив. Пропонуємо знехтувати впливом валютних позицій в інших валютах на

діяльність комерційних банків у стресових умовах і виключити їх з подальшого розгляду.

Таким чином для моделювання сценаріїв стрес-тестування на підґрунті методів економетричного моделювання пропонується наступний набір змінних: USD, EUR, UAH-ST, UAH-LT, USD-ST, USD-LT, EUR-ST, EUR-LT.

На рис. 1 представлено графіки відібраних ринкових ризик-факторів, які побудовані на основі даних за період з січня 2006 року по грудень 2018 року.



Джерело даних: Офіційний сайт НБУ [10]

Рис. 1. Динаміка ринкових ризик-факторів

Як бачимо з рис. 1, кожній змінній притаманні значні коливання зі стрімким зростанням в абсолютному вимірі протягом двох періодів: кінець 2008 року — середина 2009 року та середина 2014 року — кінець 2015 року, які відповідають двом останнім найбільшим економічним кризам в історії України — світовій фінансовій кризі 2008 року та політичній кризі 2014 року. Отже, можемо вважати, що зазначені часові ряди містять достатню інформацію про шоківі події. Крім того спостерігаються суттєві взаємозв'язки між розглядуваними змінними.

Наступним завданням у межах створення концепції стрес-тестування ринкового ризику на підґрунті економетричних моделей

є вибір адекватних методів моделювання сценаріїв стрес-тестування. Основними засобами економетричними моделювання економічних процесів є такі: багатофакторні регресійні моделі; симулятивні системи регресійних рівнянь; ARIMA-моделі (інтегровані моделі авто регресії та ковзного середнього); VAR (вектор-авторегресійні) та ECM моделі (моделі коригування помилки) [11]. Розглянемо детальніше перелічений інструментарій економетричного моделювання з точки зору можливості та доцільності його застосування до моделювання сценаріїв стрес-тестування.

Багатофакторні регресійні моделі вже стали класичним засобом моделювання економічних процесів. Їх побудова передбачає низку неявних припущень щодо структури залежності між змінними, обумовленої інституційним оточенням моделі, при зміні якого моделі втрачають здатність адекватно описувати розглядувані економічні процеси. У контексті моделювання стрес-сценаріїв ринкового ризику це є головним недоліком багатофакторних регресійних моделей.

ARIMA-моделювання відноситься до порівняно нового покоління ефективних і малозатратних засобів прогнозування, коли часовий ряд моделюється лише за допомогою його минулих значень та екзогенної випадкової величини. Його важливою перевагою є те, що побудова ARIMA-моделей не потребує економіко-теоретичного підґрунтя специфікації моделі [11].

Останнім часом зростає увага до помилок моделей і їх дисперсій, які характеризуються періодами, що притаманно, зокрема, часовим рядам обмінних курсів валют, для яких характерно чергування періодів низької та високої волатильності. Для моделювання таких процесів використовують моделі ARCH (авторегресійна модель з умовною гетероскедастичністю) та GARCH (узагальнена авторегресійна модель з умовною гетероскедастичністю) [16]. Моделі GARCH досить часто використовуються у стрес-тестуванні завдяки їх швидкості реагування на різного роду зміни, що відбуваються на ринку і настільки ж швидкого відновлення після сильних коливань на ньому [13].

Недоліком ARIMA та GARCH моделей є те, що вони не дозволяють враховувати взаємозв'язки між різними змінними, що необхідно для створення багатофакторних стрес-сценаріїв.

Інструментом дослідження взаємозв'язків між кількома змінними являються системи симулятивних рівнянь, які ще називаються структурними моделями. Структурні рівняння виражають ендогенні змінні як функції інших ендогенних змінних, екзогенних змінних, а також лагових ендогенних і екзогенних змінних і випадкових вели-

чин. Побудова системи симульативних рівнянь, як і багатofакторних регресійних моделей, потребує низки припущень щодо структури взаємозв'язків між змінними системи.

Розширенням концепції ARIMA-моделювання окремого часового ряду є VAR-моделі. На підґрунті VAR-моделей моделюються одночасно два або більше часових рядів. На відміну від систем одночасних рівнянь у моделях VAR не робиться спроб відтворити реальну структуру економіки, в них не розрізняються ендогенні та екзогенні змінні. Кожне рівняння VAR-моделі описує залежність однієї змінної моделі від лагових значень усіх змінних системи. Таким чином, кожне рівняння моделі є комбінацією моделі з розподіленим лагом і моделі авторегресії. До основних переваг даного класу моделей для моделювання стрес-сценаріїв ринкового ризику можна віднести гнучкість, універсальність, пристосованість до моделювання різних видів часових рядів, відсутність поділу змінних на ендогенні та екзогенні, можливість виявлення зв'язків між будь-яким набором показників.

Тому, для моделювання сценаріїв стрес-тестування на підґрунті методів економетричного моделювання пропонуємо застосовувати модель векторної авторегресії, яка є сукупністю динамічних часових рядів, у яких теперішні значення кожної ендогенної змінної залежать від власних лагових значень і від лагових значень всіх інших ендогенних змінних, що входять в систему. У загальному вигляді векторна авторегресійна модель p -го порядку VAR(p), що складається з n рівнянь, має такий вигляд у скороченій векторно-матричній формі:

$$Y_t = a_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t = a_0 + \sum_{j=1}^p A_j Y_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

де Y_t — n -вимірний вектор-стовпчик ендогенних змінних, a_0 — n -вимірний вектор-стовпчик констант, A_j — матриця розмірності $n \times n$ авторегресійних коефіцієнтів при лагових змінних, де $j = 1, 2, \dots, p$, ε_t — n -мірний вектор-стовпчик залишків, які представляють собою білий шум [16, с. 332].

Зауважимо, що при побудові моделей векторної авторегресії серйозною проблемою є вибір величини лага та адекватних методів оцінки параметрів моделі, оскільки звичайний МНК найчастіше непридатний при оцінці параметрів моделей з розподіленим лагом і тим більше непридатний для оцінки параметрів моделей авторегресії.

Варто зазначити, що науковою спільнотою вже розглядалися VAR-моделі та їх використання для моделювання окремих видів банківських ризиків [14, 15], однак для їх застосування при оцінюванні ринкових ризиків в умовах нестабільної економічної ситуації вони потребують подальшого доопрацювання.

Важливою перевагою VAR-моделей при моделюванні стрес-сценаріїв ринкового ризику є можливість аналізу імпульсних відгуків, які за економічною суттю є сценаріями стрес-тестування. Функції імпульсних відгуків відображають зміну залежних факторів внаслідок настання шоку. Оцінюючи систему економетричних рівнянь, можна змоделювати різні поштовхи макроекономічних змінних і врахувати зворотний зв'язок від цих шоків. Водночас слід зазначити, що функції імпульсного реагування є чутливими до впорядкування змінних — це може вважатися основним недоліком їх застосування. Для даної проблеми є два можливі шляхи вирішення — або перебір усіх можливих комбінацій послідовності змінних, що є найточнішим, але в той же час і найбільш ресурсно-затратним методом, або впорядкування змінних у моделі за мірою зростання ймовірної швидкості реакції на будь-який конкретний шок, так як змінні, що знаходяться найпершими в моделі, одразу впливають на наступні змінні, але вплив на них від інших змінних відбувається лише через лаг, і навпаки, змінні, які перелічені в кінці моделі, впливають на попередні змінні лише на наступному лагу, в той час як попередні змінні впливають на них негайно.

Розроблена концепція стрес-тестування ринкового ризику для комерційних банків України представлена схематично на рис. 2.

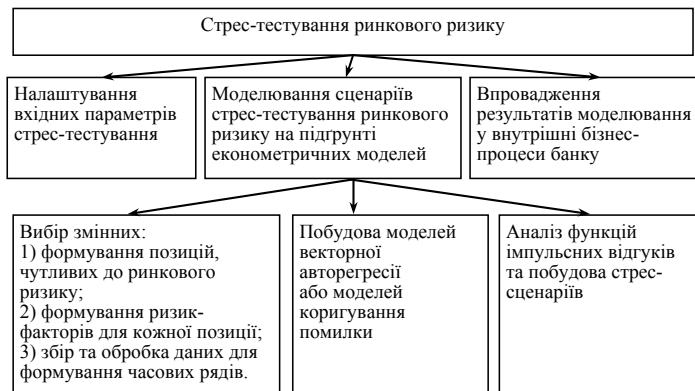


Рис. 2. Концепція стрес-тестування ринкового ризику на основі економетричних моделей.

Висновки. Процес управління ринковими ризиками в умовах кризи вимагає індивідуальних підходів до управління в кожному окремому випадку, особливо в ситуаціях, коли кризові події виникають динамічно, суперечливо і складно прогнозованими. З цієї метою було розроблено концептуальні положення організації та проведення стрес-тестування ринкового ризику із застосуванням економетричних методів моделювання. В дослідженні було обґрунтовано вибір змінних і встановлено, що найкраще ринковий ризик описують валютні та процентні макро-індикатори, серед яких валютні курси долара та євро по відношенню до гривні та короткострокові і довгострокові процентних ставок по кредитах у гривні, доларі та євро. Також у дослідженні проведено аналітичний огляд методів економетричного моделювання у контексті їх можливості та доцільності застосування для моделювання сценаріїв стрес-тестування. За розробленою авторами концепцією найефективнішими та найбільш пристосованими з метою формування шоківих сценаріїв ринкового ризику виявились моделі векторної авторегресії, які мають широкий інструментарій для моделювання ринкового ризику в умовах стресової економічної ситуації та дозволяють провести найбільш повний і об'єктивний аналіз взаємного впливу ключових ризик-факторів ринкового ризику. Подальшого аналізу потребує впровадження розробленої концепції для стрес-тестування ринкового ризику на прикладі комерційних банків України, дослідження взаємозв'язків між сформованими змінними та побудова стрес-сценаріїв для оцінки ринкового ризику в нестабільних економічних умовах.

Бібліографічні посилання

1. Івасів І. Б., Максимова А. В., Корнилюк Р. В. Макроекономічне стрес-тестування банків: монографія. Київ : КНЕУ, 2014. 186, [6] с.
2. Бобиль В. В. Управління банківськими ризиками в умовах фінансової кризи: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.08. Полтавська державна аграрна академія. Полтава, 2015. 442 с.
3. Звіт про стрес-тестування банків у 2019 році. Національний банк України. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Stress_Test_Results_2019.pdf?v=4 (дата звернення 19.08.2020)

4. Панченко К.С. Стрес-тестування ринкового ризику на макрорівні: вітчизняний та зарубіжний досвід. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2020. Випуск 1(75), частина 2. С. 154-162.

5. МСФЗ 7 «Фінансові інструменти: розкриття інформації». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929_007 (дата звернення 15.09.2020)

6. Річна окрема фінансова звітність АТ «Райффайзен банк Аваль» за 2018 рік. URL: https://www.aval.ua/storage/files/otdelnaya-godovaya-finansovaya-otchetnost-za-2018g-s-zaklyuc_1556020658.pdf. (дата звернення 05.09.2019)

7. Річна окрема фінансова звітність ПАТ «Ощадбанк» за 2018 рік. URL: https://www.oschadbank.ua/sites/default/files/2019-04/SSBU_18fsu_Separate.pdf. (дата звернення 05.09.2019)

8. Річна окрема фінансова звітність АТ «Альфа-банк» за 2018 рік. URL: <https://alfabank.ua/storage/files/finzvitnit-abpkf-za-2018.pdf>. (дата звернення 05.09.2019)

9. Річна окрема фінансова звітність АТ «Перший український міжнародний банк» за 2018 рік. URL: https://about.pumb.ua/content/cmsfile/gu/фінансова_%20звітність_18_%20fuiб_%20ukr_%20financial%20statements.pdf. (дата звернення 05.09.2019)

10. Офіційний сайт Національного банку України. URL: <https://bank.gov.ua>.

11. Лук'яненко І. Г., Городніченко Ю. О. Сучасні економетричні методи у фінансах. Навчальний посібник. Київ : Літера ЛТД, 2002. 352 с.

12. Беленька Г. В. Математичні методи діагностування фінансової стабільності банківського сектору України: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11. ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана». Київ, 2011. 165 с.

13. Краснова І. В. Управління активами на інтегрованих фінансових ринках: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.08. Київський Національний Економічний Університет ім. Вадима Гетьмана, 2018. 410 с.

14. Губарева І. О. Середіна Г. В. Прогнозування індикаторів фінансової безпеки України. *Економіка розвитку*. 2017. № 4 (84). С. 38–48.

15. Зеленська М. І., Аксьонова А. С. Прикладні аспекти дослідження взаємозв'язків між сегментами фінансового ринку України. *Ефективна економіка* № 1, 2014. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2696>. (дата звернення 20.04.2020)

16. Економетрика. Учебник : под ред. И.И. Елисевой. Москва : Финансы и статистика, 2005. 576 с.

Статтю подано до редакції 06.10.2020