

УДК 3367.71:005.21

DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V27(2021)-16

Пась Я. І., аспірант кафедри банківського і страхового бізнесу, Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

ORCID ID: 0000-0002-3675-2015

e-mail: yaruna86@ukr.net

Симультаивна модель розвитку банківського бізнесу

Анотація. Дослідження розвитку банківського бізнесу доцільно проводити за допомогою інструментарію економіко-математичного моделювання, головною особливістю якого є застосування опосередкованого пізнання за допомогою штучно створених об'єктів – моделей. Необхідність використання моделювання як наукового методу визначається тим, що багато аспектів, які стосуються цих об'єктів дослідити практично неможливо, або такий аналіз вимагає багато часу та коштів. Для кращого розуміння важливості моделювання розвитку банківського бізнесу доречно навести приклад: розроблення та застосування неправильної стратегії розвитку банківського бізнесу може зумовити настання значних проблем не тільки у цій сфері, зокрема зниження ліквідності банківської системи, зростання обсягів проблемних кредитів, підвищення рівня ризиковості. З інструментів економіко-математичного моделювання для дослідження розвитку банківського бізнесу, необхідно використовувати економетричні методи і моделі. Це пов'язано з тим, що поведінка показників банківського бізнесу має випадковий характер. Між тим, економетричні моделі є найпоширенішим типом соціально-економічних моделей, які використовують для аналізу комплексного розвитку банківського бізнесу. Запропоновано симультаивну модель розвитку банківського бізнесу, яка містить шість рівнянь: рівняння капіталу та резервів банків, рівняння сукупних активів банків, рівняння кредитів банківських установ (за винятком спеціальних резервів), рівняння доходів банку, рівняння витрат банківських установ, рівняння валового внутрішнього продукту. Здійснено аналіз адекватності побудованої моделі за допомогою F-Фішера. Побудовано та досліджено симультаивну модель розвитку банківського бізнесу, яка дає змогу визначити структуру взаємозв'язків між показниками діяльності банківського сектору України та чинниками зовнішнього середовища. Проаналізовано визначальні чинники, які впливають на розвиток банківського бізнесу.

Ключові слова: банківський бізнес; розвиток банківського бізнесу; моделювання розвитку банківського бізнесу; симультаивна модель; рівняння симультаивної моделі.

Pas Yaruna, graduate student of the Department of Banking and Insurance Business, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

Semulative Model of Banking Business Development

Abstract. Introduction. Research on the development of the banking business should be carried out using the tools of economic and mathematical modeling, the main feature of which is the use of indirect cognition with the help of artificially created objects - models. The need to use modeling as a scientific method is determined by the fact that many aspects related to these objects are almost impossible to explore, or such an analysis requires a lot of time and money. To better understand the importance of modeling the development of the banking business, it is appropriate to give an example, the development and application of the wrong strategy for the development of the banking business can cause significant problems not only in this area, including reduced liquidity of the banking system. From the tools of economic and mathematical modeling to study the development of the banking business, it is necessary to use econometric methods and models. This is because the behavior of the banking business is random. Meanwhile, econometric models are the most common type of socio-economic models used to analyze the integrated development of the banking business.

Purpose. Research of indicators between variables of the semulative model of banking business development, carrying out the specification and construction of the semulative model of banking business development.

Results. A semulative model of banking business development is proposed, which includes six equations: equation of capital and reserves of banks, equation of total assets of banks, equation of bank loans (except for special reserves), equation of bank income, equation of banks' costs, gross domestic product equation. The analysis of adequacy of the constructed model by means of F-Fisher is carried out.

Conclusions. A semulative model of banking business development has been built and studied, which makes it possible to determine the structure of relationships between the performance indicators of the banking sector of Ukraine and environmental factors. The determining factors influencing the development of the banking business are analyzed.

Keywords: banking business; development of banking business; modeling of development of banking business; semulative model; equation of semulative model.

JEL Classification: G21.

Постановка проблеми. Циклічність розвитку банківського бізнесу зобов'язує суб'єктів управління банківської установи адекватно реагувати на зміни економічної кон'юнктури для забезпечення ефективного функціонування банківської установи на фінансовому ринку. Швидкість реакції на зміни визначає успіх в управлінні розвитком банківського бізнесу, а математичні моделі є основним елементом підтримки прийняття рішень, оскільки мають найменшу серед інших видів моделей матеріаломісткість та допомагають підготувати та провести експерименти швидко і без соціального ризику.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню особливостей та закономірностей розвитку банківського бізнесу присвячені праці українських науковців: А. Єріна, Г. Косенко, І. Скоромович, О. Степаненко та інших, проте деякі аспекти розвитку банківського бізнесу потребують подальшого дослідження.

Формулювання цілей дослідження. Метою статті є всебічний розгляд взаємозв'язків між показниками банківського бізнесу, проведення специфікації та побудова симульативної моделі розвитку банківського бізнесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінювання взаємозв'язків між показниками банківського бізнесу доцільно використовувати економетричні методи та моделі, зокрема симульативні моделі або системи одночасних рівнянь (Simultaneous equation models, SEM). Симульативні моделі за своєю формою є множиною лінійних економетричних моделей (рівнянь), в яких кожна ендогенна змінна y_i залежить від екзогенних змінних x_j та інших ендогенних змінних y_k ($k \neq i$), тобто такі моделі описують певний тип одночасності причинно-наслідкових зв'язків між змінними.

На макrorівні органами виконавчої влади та центральними банками досить часто застосовують різні економетричні методи та моделі для прогнозування динаміки досліджуваних показників та вивчення взаємозв'язків між ними. Так, наприклад, Національний банк України застосовує Квартальну прогнозну модель (КПМ), яка є одним із найвірогідніших варіантів такої базової макроекономічної моделі, що описує основні риси української економіки, та є структурною моделлю трансмісійного механізму монетарної політики [1]. КПМ була розроблена таким чином, щоб генерувати майбутні дії монетарної влади. Необхідною умовою для цього є моделювання відповіді монетарної політики на економічну ситуацію і подальша трансмісія дій монетарної політики на реальний сектор економіки.

Повна модель КПМ включає близько 50 рівнянь. Однак, більшість цих рівнянь є простими визначеннями або тотожностями, що моделюють зв'язки між рівнями та темпами зростання. Крім того,

розробляються додаткові модулі для моделі, що дозволить аналізувати та прогнозувати окремі сектори економіки [5]. Серед найбільш відомих симульативних моделей, які використовують центральні банки, варто відмітити AREA-WIDE MODEL (AWM) та NEW AREA-WIDE MODEL Європейського центрального банку, The Bank of England quarterly model (BEQM). Усі ці моделі використовуються для моделювання та прогнозування динаміки основних макроекономічних показників, розроблення різних сценаріїв розвитку економічної системи та дослідження впливу різних «шоків» на динаміку досліджуваних макроекономічних показників [4].

Показники розвитку банківського сектору та макроекономічні показники України утворюють складну систему взаємозв'язків, яку неможливо дослідити тільки вивчаючи якусь одну сферу або сектор економічної системи України. Тому для дослідження розвитку банківського бізнесу в Україні необхідно виділити дві групи показників:

1. Ендогенні показники банківського бізнесу, які є результатом діяльності вітчизняних банків та залежать від стану та динаміки економічної системи України.

2. Екзогенні показники (показники зовнішнього середовища), які є чинниками розвитку банків та описують динаміку економічної системи України.

Серед ендогенних показників банківського бізнесу України варто виділити:

- y_1 – капітал та резерви банків, млрд грн;
- y_2 – сукупні активи банків, млрд грн;
- y_3 – кредити банків, млрд грн;
- y_4 – доходи банків, млрд грн;
- y_5 – видатки банків, млрд грн;
- y_6 – валовий внутрішній продукт, млрд грн

Серед екзогенних змінних симульативної моделі розвитку банківського бізнесу, доцільно виділити:

- x_1 – рівень безробіття населення (за методологією МОП) у віці 15-70 років, у відсотках до економічно активного населення у віці 15-70 років;
- x_2 – індекс споживчих цін, до грудня попереднього року, %;
- x_3 – прямі інвестиції в Україну, млрд грн;
- x_4 – обсяг реалізованої промислової продукції, кумулятивно, млрд грн;
- x_5 – зайняте населення у віці 15-70 років, усього кумулятивно, млн осіб.

Припустимо, що між досліджуваними макроекономічними показниками та показниками розвитку банківського бізнесу України існують лінійні кореляційні залежності. Кореляційна залежність є одним з різновидів стохастичних залежностей, коли зміна однієї випадкової змінної зумовлює зміну математичного сподівання іншої випадкової змінної [2].

Для вибору кінцевої моделі було використано постулати економічної теорії, теорії грошей, а також метод виключень та покроковий регресійний аналіз, які дають змогу статистично обґрунтувати остаточний

вигляд симультивної моделі та суттєво доповнюють логічні економічні гіпотези про взаємозалежності між показниками банківського бізнесу. Ідея методу виключень полягає у тому, що на початковому етапі у модель включають усі можливі економічні змінні, а потім поступово виключають їх за допомогою перевірки статистичних гіпотез про їхню статистичну значущість.

Кінцева симультивна модель розвитку банківського бізнесу в Україні містить шість рівнянь:

1. Рівняння капіталу та резервів банків України:

$$y_1 = f(y_2, x_1, x_2), \quad (1)$$

або його можна записати за допомогою структурних параметрів:

$$y_1 = \beta_{12} y_2 + \alpha_{10} + \alpha_{11} x_1 + \alpha_{12} x_2 + \varepsilon_1 \quad (1.1)$$

Рівняння капіталу та резервів комерційних банків України (1) описує вплив рівня безробіття населення (x_1), індекс споживчих цін (x_2) та сукупних активів банків України (y_2) на величину капіталу та резервів банків України (y_1).

2. Рівняння сукупних активів банків України:

$$y_2 = \beta_{23} y_3 + \alpha_{20} + \alpha_{23} x_3 + \alpha_{25} x_5 + \varepsilon_2 \quad (2)$$

Згідно рівняння сукупних активів банків України (2), на величину сукупних активів України (y_2) впливають величина кредитів банків (за винятком спеціальних резервів) (y_3), величина прямих інвестицій в Україну (x_3) та чисельність зайнятих у віці 15-70 років (x_5).

3. Рівняння кредитів банків (за винятком спеціальних резервів):

$$y_3 = \beta_{32} y_2 + \beta_{36} y_6 + \alpha_{30} + \alpha_{33} x_3 + \alpha_{34} x_4 + \varepsilon_3 \quad (3)$$

Рівняння кредитів банків (3) визначає, що величина кредитів банків (за винятком спеціальних резервів) (y_3) залежать від величини сукупних активів банків (y_2), величини валового внутрішнього продукту (y_6), величини прямих інвестицій в Україну (x_3) та обсягу реалізованої промислової продукції (x_4).

4. Рівняння доходів банків:

$$y_4 = \beta_{43} y_3 + \alpha_{40} + \alpha_{44} x_4 + \varepsilon_4 \quad (4)$$

Рівняння доходів банків (4) відображає вплив величини кредитів банків (за винятком спеціальних резервів) (y_3) та обсягу реалізованої промислової продукції (x_4) на величину доходів банків (y_4).

5. Рівняння витрат банків:

$$y_5 = \beta_{52} y_2 + \beta_{53} y_3 + \alpha_{50} + \alpha_{54} x_4 + \alpha_{55} x_5 + \varepsilon_5 \quad (5)$$

За рівнянням витрат банків (5) величина сукупних активів банків (y_2), величина кредитів банків (за винятком спеціальних резервів) (y_3), обсяг реалізованої промислової продукції (x_4) та чисельність зайнятих у віці 15-70 років (x_5) визначають величину витрат банків (y_5).

6. Рівняння валового внутрішнього продукту України:

$$y_6 = \beta_{64} y_4 + \alpha_{60} + \alpha_{63} x_3 + \alpha_{64} x_4 + \alpha_{65} x_5 + \varepsilon_6 \quad (6)$$

Рівняння валового внутрішнього продукту (6) описує вплив величини доходів банків (y_4), величини прямих інвестицій в Україну (x_3), обсягу реалізованої промислової продукції (x_4) та чисельності зайнятих у віці 15-70 років (x_5) на величину валового внутрішнього продукту України (y_6).

Для кращого розуміння структури симультивної моделі розвитку банківського бізнесу її доцільно навести у вигляді графіку взаємозв'язків між ендогенними та екзогенними змінними моделі (рис. 1). На рис. 1. напрям стрілки показує скерування причинно-наслідкових зв'язків між змінними: кінець стрілки вказує на наслідок (ендогенну змінну), а початок стрілки – на причину (екзогенну змінну).

Для оцінювання симультивної моделі розвитку банківського бізнесу застосовуємо двокроковий метод найменших квадратів (two-stage least squares estimator, 2SLS) [2]. Ідея цього методу полягає у заміні ендогенних змінних з правої частини кожного рівняння на відповідні штучно побудовані інструментальні змінні. Назву «двокроковий метод найменших квадратів» отримав за те, що оцінювання структурних параметрів симультивної моделі здійснюють двічі застосовуючи метод найменших квадратів:

– перший раз – коли оцінюють параметри рівняння скороченої форми, на основі яких знаходять значення інструментальних змінних;

– другий раз – під час оцінювання структурних параметрів на основі екзогенних та інструментальних змінних.

Для оцінювання структурних параметрів симультивної моделі розвитку банківського бізнесу в Україні було використано економетричний пакет Eviews 10 Student Lite Version [10]. Оцінки параметрів рівняння капіталу та резервів банків України наведено у таблиці 1.

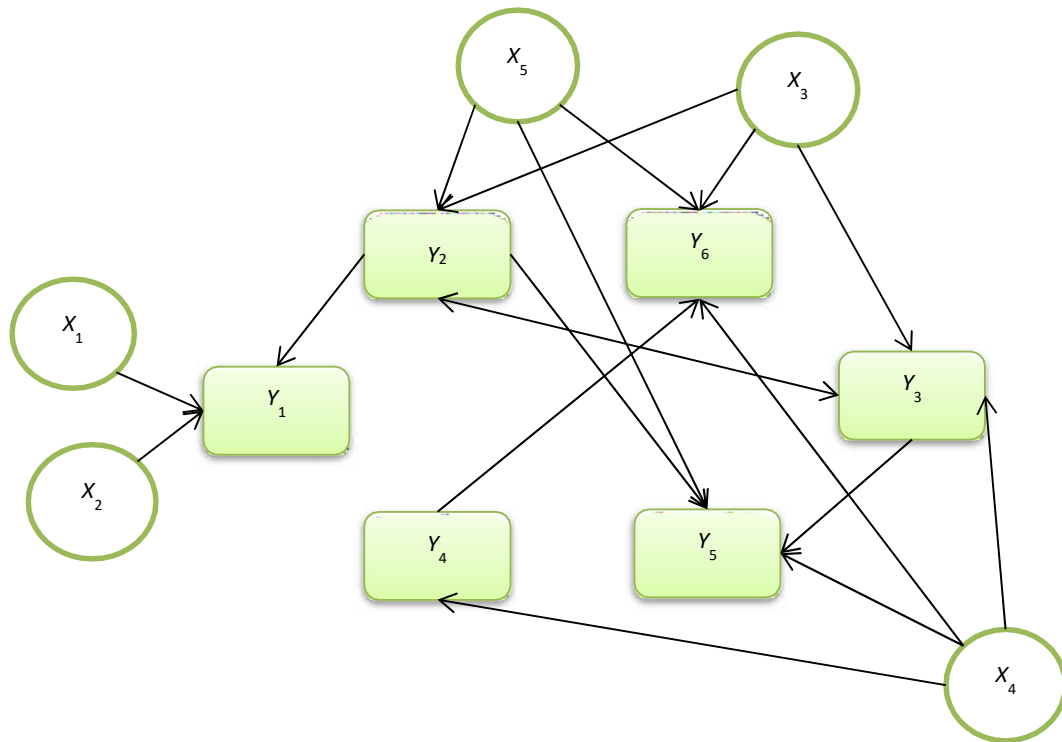


Рисунок 1 – Структура взаємозв'язків між змінними симульативної моделі розвитку банківського бізнесу

Джерело: авторська розробка

Таблиця 1 Оцінки параметрів рівняння капіталу та резервів банків

Змінна	Коефіцієнт	Стандартна похибка	Значення t-статистики
Вільний член моделі	184,8802	30,79397	6,00378
Y_2	0,08846	0,01665	5,3124
X_1	-14,94831	3,42930	-4,35900
X_2	-1,28831	0,24188	-5,32629
Коефіцієнт детермінації (R-squared)			0,7070
Стандартна похибка моделі (S.E. of regression)			14,6230
F-статистика (F-statistic)			25,0820
Статистика Дарбіна-Уотсона (Durbin-Watson statistic)			1,6965

Джерело: авторська розробка

Статистичний аналіз отриманих результатів оцінювання першого рівняння. Насамперед, перевіримо адекватність досліджуваного рівняння, тобто відповідність цього рівняння (побудованої моделі) реальному економічному процесу згідно поставленої цілі дослідження [3]. Для перевіряння адекватності моделі використовують критерій Фішера (F-критерій), емпіричне значення якого дорівнює $F^{em} = 25,082$ (F-statistic). На підставі порівняння емпіричного значення з критичним ($F_{\alpha}^{kr} = 2,690$ за заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$ та кількості ступенів вільності $\nu_1 = 4$ та $\nu_2 = 31$), робимо висновок, що нульову гіпотезу про нульове значення коефіцієнтів множинної регресії можна відкинути. Отже, з довірчою ймовірністю $p=0,95$

можна стверджувати, що побудоване перше рівняння симульативної моделі розвитку банківського бізнесу є адекватним.

На адекватність побудованого рівняння капіталу та резервів банків також вказує досить високе значення відношення множинної детермінації $R^2 = 0,707$ (R-squared), тобто 70,7 % загальної дисперсії величини капіталу та резервів банків пояснюється побудованою моделлю, тобто під впливом включених екзогенних змінних цього рівняння (рівня безробіття населення, індексу споживчих цін, сукупних активів банків) [8].

Статистичну значущість оцінок структурних параметрів рівняння перевіримо за допомогою перевіряння нульових гіпотез про нульове значення коефіцієнтів множинної регресії рівняння. Емпіричні значення t-критерію (t-Statistic) відповідно дорівнюють $t_{b_{12}}^{em} = 5,312$, $t_{a_{11}}^{em} = 4,359$ та $t_{a_{12}}^{em} = 5,326$. На

підставі порівняння цих значень з критичним ($t_{\alpha}^{kr} = 1,96$ за заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$) можна зробити висновок, що з довірчою ймовірністю $p = 0,99$ можна стверджувати про статистичну значущість цих

оцінок параметрів, а також про наявність впливу досліджуваних змінних на величину капіталу та резервів банків України.

Перевірка наявності автокореляції у вибірці було здійснено за допомогою критерію Дарбіна-Уотсона (*Durbin-Watson statistic*), який вказав на відсутність автокореляції, оскільки $d^{em} = 1,696$ за критичних значень $d^{jem} = 1,043$ та $d^{jem} = 1,313$ за заданого рівня значущості $\alpha = 0,01$ та кількості ступенів вільності $v_1 = 4$ та $v_2 = 36$.

На підставі аналізу отриманих економетричних оцінок першого рівняння симульативної моделі розвитку банківського бізнесу можна зробити висновок про його адекватність та можливість його використання для прогнозування майбутньої динаміки величини капіталу та резервів банків [6].

Загалом, оцінена структурна модель розвитку банківського бізнесу в Україні має вигляд:

Рівняння капіталу та резервів банків України.

$$y_1 = 184,8802 + 0,088460 y_2 - 14,94931 x_1 - 1,288314 x_2 \quad (7)$$

Значення t -статистики для перевірки статистичної значущості параметрів зв'язку: $t_{b_{12}}^{em} = 5,312$, $t_{a_{11}}^{em} = 4,359$, $t_{a_{12}}^{em} = 5,326$.

Рівняння сукупних активів банків України:

$$y_2 = 1851,723 + 0,288693 y_3 + 17,76397 x_3 - 100,5738 x_5 \quad (8)$$

Значення t -статистики для перевірки статистичної значущості параметрів зв'язку: $t_{b_{23}}^{em} = 2,025$, $t_{a_{23}}^{em} = 10,682$, $t_{a_{25}}^{em} = 18,924$.

Рівняння кредитів банків (за винятком спеціальних резервів):

$$y_3 = 395,9261 + 0,922201 y_2 - 1,293626 y_6 - 5,508282 x_3 + 0,195792 x_4 \quad (9)$$

Значення t -статистики для перевірки статистичної значущості параметрів зв'язку: $t_{b_{32}}^{em} = 7,724$, $t_{b_{36}}^{em} = 6,681$, $t_{a_{33}}^{em} = 3,385$, $t_{a_{34}}^{em} = 4,481$.

Рівняння доходів банків:

$$y_4 = -114,2294 + 0,185044 y_3 + 0,100493 x_4 \quad (10)$$

Значення t -статистики для перевірки статистичної значущості параметрів зв'язку: $t_{b_{43}}^{em} = 2,902$, $t_{a_{44}}^{em} = 12,044$.

Рівняння витрат банків:

$$y_5 = 257,8441 - 0,353949 y_2 + 0,680819 y_3 + 0,169784 x_4 - 20,30827 x_5 \quad (11)$$

Значення t -статистики для перевірки статистичної значущості параметрів зв'язку: $t_{b_{52}}^{em} = 5,028$, $t_{b_{53}}^{em} = 5,661$, $t_{a_{54}}^{em} = 10,774$, $t_{a_{55}}^{em} = 3,932$.

Рівняння валового внутрішнього продукту України:

$$y_6 = 1039,970 - 1,634002 y_4 + 3,476014 x_3 + 0,369987 x_4 - 49,23940 x_5 \quad (12)$$

Значення t -статистики для перевірки статистичної значущості параметрів зв'язку: $t_{b_{64}}^{em} = 4,973$, $t_{a_{63}}^{em} = 3,133$, $t_{a_{64}}^{em} = 9,984$, $t_{a_{65}}^{em} = 10,623$.

На основі рівняння (8) можна відзначити, що зростання сукупних активів банків (наприклад, на 1 млрд грн) спричинить зростання величини капіталу та резервів банків на 0,88460 млрд грн, про що вказує значення коефіцієнта множинної регресії $b_{12} = 0,088460$. Негативний вплив економічної та політичної кризи 2014-2018 років, втрата контролю над частиною території України зумовили значні проблеми у фінансовому секторі економіки України, зокрема значного скорочення кількості банків та, відповідно, зменшення величини капіталу та резервів. Тому спостерігається явище, коли зростання величини валового внутрішнього продукту та обсягу реалізованої промислової продукції зумовлюють зменшення величини капіталу та резервів банків.

Згідно рівняння сукупних активів банків України (8), зростання величини сукупних активів банків зумовить зростання величини кредитів банків ($b_{23} = 0,288693$), зростання величини прямих інвестицій в Україну ($a_{23} = 17,76397$) та зменшення чисельності зайнятих у віці 15-70 років ($a_{25} = -100,5738$).

Зростання сукупних активів банків (наприклад, на 1 млрд грн) спричинить зростання кредитів банків (за винятком спеціальних резервів) на 0,9222 млрд грн, про що свідчить рівняння (9). Також зростання величини кредитів банків спричиняє збільшення обсягу реалізованої промислової продукції (x_4), оскільки для забезпечення зростання випуску продукції потрібні кошти, одним з джерел яких є кредити банків. Водночас зростання величини валового внутрішнього продукту (y_6) та величини прямих інвестицій в Україну (x_3) негативно впливає на приріст обсягів кредитів банків (за винятком спеціальних резервів).

На основі рівняння (10) можна зробити висновок, що вплив величини кредитів банків (за винятком спеціальних резервів) (y_3) на 1 млрд грн спричиняє приріст доходів банків на 0,185044 млрд грн. Водночас величина доходів банків України (y_4) зростає на 0,1005 млрд грн за рахунок приросту обсягу реалізованої промислової продукції (x_4) на 1 млрд грн.

За рівнянням витрат банків (11) зменшення величини сукупних активів банків (y_2) та чисельності зайнятих у віці 15-70 років (x_5) спричиняють зростання величини витрат банків (y_5), про що свідчать від'ємні значення оцінок структурних параметрів біля цих змінних. В той же час зростання величини кредитів банків (за винятком спеціальних резервів) (y_3) та обсягу

реалізованої промислової продукції (x_4) зумовить додатній приріст величини витрат банків.

Оцінки рівняння валового внутрішнього продукту (12) відображають, що за рахунок приросту величини доходів банків (y_4) величина валового внутрішнього продукту (y_6) зменшиться на 1,6340 млрд грн, за рахунок зростання величини прямих інвестицій в Україну (x_3) – зросте на 3,4760 млрд грн, за рахунок

зростання обсягу реалізованої промислової продукції (x_4) – зросте 0,3700 млрд грн та за рахунок зростання чисельності зайнятих у віці 15-70 років (x_5) на 1тис. осіб – зменшиться на 49,2394 млн грн Основні статистичні показники точності та адекватності кожного рівняння симультивної моделі розвитку банківського бізнесу наведено в табл. 2.

Таблиця 2 Статистичні показники точності та адекватності кожного рівняння симультивної моделі розвитку банківського бізнесу

№ рівняння	Перевірка адекватності рівняння		Перевірка наявності автокореляції		Стандартна похибка моделі
	відношення детермінації	висновок	критерій Дарбіна-Уотсона	висновок	
I	0,707	адекватне	1,696	відсутня	14,623
II	0,929	адекватне	1,190	відсутня	48,353
III	0,839	адекватне	1,917	відсутня	42,447
IV	0,826	адекватне	1,318	відсутня	22,028
V	0,831	адекватне	0,994	наявна	32,328
VI	0,970	адекватне	1,983	відсутня	31,873

Джерело: авторська розробка

На основі табл. 2 можна зробити висновок, що кожне рівняння симультивної моделі є адекватним, оскільки коефіцієнти множинної детермінації приймають значення, які наближені до одиниці, зокрема екзогенні змінні, що включені у відповідне рівняння моделі, пояснюють 92,9% варіації сукупних активів банків, 83,9% варіації величини кредитів банків (за винятком спеціальних резервів), 82,6% варіації доходів банків, 83,1% варіації величини витрат банків, 97,0% варіації величини валового внутрішнього продукту України. У більшості рівнянь моделі відсутня

Висновок. Побудована симультивна модель розвитку банківського бізнесу в Україні дає змогу проводити аналіз структури взаємозв'язків між чинниками розвитку банківського бізнесу, визначати кількісні параметри цих взаємозв'язків та будувати прогноз динаміки їхньої зміни. Використання економіко-математичного моделювання, зокрема застосування різноманітних економетричних методів та моделей, дає змогу дослідити структуру

автокореляція, тобто значення випадкової величини ϵ_i , а, відповідно, і значення відповідної ендогенної змінної y_i , є незалежними. Проте для рівняння витрат банків спостерігається наявність автокореляції, а тому для оцінювання його структурних параметрів потрібно використати один з методів усунення автокореляції, наприклад, використати авторегресійні моделі AR(n). Отже, на підставі аналізу таблиці 2 можна зробити загальний висновок, що побудована модель є адекватною та може бути використана для моделювання розвитку банківського бізнесу. взаємозв'язків між показниками діяльності банківського сектору України та чинниками зовнішнього середовища (макроекономічними показниками); проаналізувати визначальні чинники, які впливають на розвиток банківського бізнесу; побудувати прогноз динаміки цих показників за різних сценарій економічної кон'юнктури загалом та розвитку банківського бізнесу.

Література:

- Filippova A. Economic- mathematical modeling of a multi-criteria optimization management of a retail unit of a commercial bank. *Вісник Пермського університету*. 2019. С. 93-109.
- Khilenko V. V. Modeling the control effects of the banking system on the functioning of the economy. I. *Dynamics and adjustment of crisis situations. Syst. Analysis*. 2020. P. 22-28.
- Mathematical models to identify pandemic – related risk for banks. URL: <https://banks.am/en/news/fintech/19198> (дата звернення 02.04.2021 р.).
- Statistics how to. URL: <https://www.statisticshowto.com/simultaneous-equations-model/> (дата звернення 23.07.2020 р.).
- Two stage least squares (2SLS) regression analysis. URL: <https://www.statisticssolutions.com/free-resources/directory-of-statistical-analyses/two-stage-least-squares-2sls-regression-analysis/> (дата звернення 20.04.2021 р.).
- Груй А., Вдовиченко А. Квартальна прогнозна модель для України. Робочі матеріали НБУ, 2019. https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/WP_2019-03_Grui_Vdovychenko_ua.pdf?v=4
- Дебела М. І. Практичні аспекти побудови математичних моделей прогнозних тенденцій економічної динаміки. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 6. С. 113-119.
- Медведев М. Г., Николаева О. А. Економіко-математичне моделювання та прогнозування прибутку комерційного банку. *Інтелект XXI*, 2014. С. 68-77.
- Паянок Т. М. Каменчук М. П. Аналіз і прогнозування результатів діяльності банку (на прикладі ПАТ КБ "Приватбанк"). *Облік і фінанси*, 2019. С. 78-87.
- Руська Р. В. Застосування математичних методів в банківській діяльності: методичні рекомендації. Тайп, 2014. 140 с.

References:

1. Filippova, A. (2019). Economic- mathematical modeling of a multi-criteria optimization management of a retail unit of a commercial bank. *Visnyk Permskoho universytetu*, 93-109.
2. Khilenko, V. V. (2020). Modeling the control effects of the banking system on the functioning of the economy. I. *Dynamics and adjustment of crisis situations. Syst. Analysis*, 22-28.
3. Mathematical models to identify pandemic – related risk for banks. Retrieved from : <https://banks.am/en/news/fintech/19198>.
4. Statistics how to. Retrieved from : <https://www.statisticshowto.com/simultaneous-equations-model/>
5. Two stage least squares (2SLS) regression analysis. Retrieved from: <https://www.statisticssolutions.com/free-resources/directory-of-statistical-analyses/two-stage-least-squares-2sls-regression-analysis/>
6. Hruy, A., Vdovychenko, A. (2019). Quarterly forecast model for Ukraine. Working materials of the NBU. Retrieved from https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/WP_2019-03_Grui_Vdovychenko_ua.pdf?v=4
7. Debela, M. I. (2021). Practical aspects of construction of mathematical models of forecast tendencies of economic dynamics. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*, 6, 113-119.
8. Medvediev, M. H., Nikolaieva, O. A. (2014). Economic and mathematical modeling and profit forecasting of a commercial bank. *Intelekt XXI*, 68-77.
9. Paianok, T. M. Kamenchuk, M. P. (2019). Analysis and forecasting of the bank's results (on the example of Privatbank). *Oblik i finansy*, 78-87.
10. Ruska, R. V. (2014). Application of mathematical methods in banking: guidelines. Taip.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License