

РОЗДІЛ 9. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ  
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІЕКОНОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ  
МІЖ МАКРОЕКОНОМІЧНИМ СТАНОМ УКРАЇНИ  
ТА ОБСЯГАМИ ЗАЛУЧЕНИХ ДЕПОЗИТІВECONOMETRIC MODELING OF DEPENDENCES  
BETWEEN MACROECONOMIC CONDITIONS OF UKRAINE  
AND DEPOSITS VOLUMES

У статті досліджено залежність між показниками макроекономічного стану (ВВП України та курс долара до гривні) й обсягами депозитів, залучених депозитними корпораціями. Задля виявлення залежності побудовано векторну авторегресійну модель на основі трьох часових рядів за період з першого кварталу 2011 року до третього кварталу 2019 року. Оскільки вхідна статистика зібрана з різною частотою, то спершу часові ряди зведені до однакової, квартальної частоти. Передмодельний аналіз полягав у зведенні вхідних часових рядів до стаціонарного стану (на підставі розширеного тесту Діккі-Фуллера), кількість лагів оцінено за інформаційним критерієм Акаїке. Тест на причинність Грейнджера підтвердив взаємозалежність між ВВП, курсом долара та депозитами. Специфікація моделі підтвердила залежність курсу долара до гривні та обсягів залучених депозитів від ВВП України. На основі реалізованої VAR-моделі отримано прогноз ВВП України, курсу долара до гривні та обсягів залучених депозитів на десять наступних періодів.

**Ключові слова:** векторна авторегресійна модель, депозит, ВВП, курс долара до гривні, прогноз, інформаційний критерій Акаїке, тест на причинність Грейнджера.

В статье исследована зависимость между показателями макроэкономического

состояния (ВВП Украины и курс доллара к гривне) и объемам депозитов, привлеченных депозитными корпорациями. С целью выявления зависимости построена векторная авторегрессионная модель на основе трех временных рядов за период с первого квартала 2011 года по третий квартал 2019 года. Поскольку входная статистика собрана с разной частотой, то сначала временные ряды сведены к одинаковой, квартальной частоте. Предмодельный анализ заключался в сведении входных временных рядов к стационарному состоянию (на основе расширенного теста Дикки-Фуллера), количество лагов оценено по информационному критерию Акаике. Тест на причинность Грейнджера подтвердил взаимозависимость между ВВП, курсом доллара и депозитам. Спецификация модели подтвердила зависимость курса доллара к гривне и объемов привлеченных депозитов от ВВП Украины. На основе реализованной VAR-модели получено прогноз ВВП Украины, курса доллара к гривне и объемов привлеченных депозитов на десять следующих период.

**Ключевые слова:** векторная авторегрессионная модель, депозит, ВВП, курс доллара к гривне, прогноз, информационный критерий Акаике, тест на причинность Грейнджера.

УДК 330.55:519.862

<https://doi.org/10.32843/bses.49-32>

**Зомчак Л.М.**

к.е.н., доцент,  
доцент кафедри економічної кібернетики  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка

**Рудницька Я.І.**

магістрант  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка

**Zomchak Larysa**

Ivan Franko National University of Lviv

**Rudnytska Yaryna**

Ivan Franko National University of Lviv

*In the developing economics condition, especially small and open economics it's really important to investigate the interdependences between economic indicators. We are interested in investigating, how macroeconomic situation is connected with bank system indicators. The main macroeconomic situation indicator is GDP, as the bank system confidence level indicator deposits volume was chosen. One more indicator, which can effect on deposits is dollar to hryvnia exchange rate, it is rather dynamic in Ukraine after 2015, when National Bank of Ukraine refused the fixed exchange rate. In the article the relationship between macroeconomic indicators (Ukraine's GDP and the dollar to hryvnia exchange rate) and the volume of deposits in the bank system are investigated. A vector autoregressive model (VAR) based on three time series for the period from the first quarter of 2011 to the third quarter of 2019 was constructed in order to identify the dependence. Because data were mixed frequency (GDP quarterly, exchange rate and deposits monthly), first of all we had to reduce it to one frequency (or chose any specific method for mixed-data models parameters estimating). In the pre-model analysis we checked the input time series if it's stationary or not with the augmented Dickey-Fuller test. As most economic time series, our one were unstationary, that's why we differentiated it (for GDP and exchange rate we had to do it twice). The number of lags was estimated with the Akaike information criterion. The Granger causality test confirmed the interdependence between GDP, the dollar exchange rate and deposits. The specification of the model confirmed the dependence of the dollar to hryvnia exchange rate and the volume of deposits from the GDP of Ukraine. According to the model GDP depends only on GDP lag values in the third, second and first periods and a constant; deposits depend on GDP lag value in the third period and constant, the dollar exchange rate in turn depends on own lag values (the first and second period) and lag value of GDP in the third period. On the basis of the implemented VAR-model the forecast of GDP of Ukraine, the dollar to hryvnia exchange rate and the volumes of deposits for the next ten periods were forecasted for the next 10 periods.*

**Key words:** vector autoregressive model, deposit, GDP, dollar to hryvnia exchange rate, forecast, Akaike information criterion, Granger causality test.

**Постановка проблеми.** Банківська система як одна з важливих складових частин фінансового ринку перебуває у сфері наукових зацікавлень дослідників, які працюють над дослідженням проблематики банківської сфери, особливо їх ціка-

вить дослідження стабільності та ефективності функціонування банківської системи. В умовах макроекономічної нестабільності та труднощів із залученням інвестицій із зовнішніх джерел залучення депозитів домогосподарств набуває осо-

бливої ваги як показник стійкості банку, тому важливо дослідити залежність обсягів депозитів від інших економічних чинників, перш за все макроекономічних. З іншого боку, цікаво відслідкувати, як пов'язані макроекономічний розвиток (головним показником економічного стану країни є ВВП) та показники, які характеризують банківську сферу (наприклад, депозити як характеристика довіри до банківської системи загалом). Між тим для малих відкритих економік, до яких належить економіка України, вплив та залежність між економічними чинниками можуть бути дуже відчутними.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Серед економіко-математичних методів та моделей, які застосовуються для дослідження банківської системи, найбільше поширення мають економетричні моделі, а саме авторегресійні. Якщо ж говорити про дослідження залежностей між макроекономічним зростанням та характеристикою розвитку фінансового сектору економіки загалом та банківської системи зокрема, то ця проблематика особливо цікава для дослідників із країн, економіка яких розвивається. О. Еванс та Р. Еленогена [1] побудували баєсівську векторну авторегресійну модель для 15 африканських країн задля дослідження впливу ВВП на фінансову інклюзію (фінансове включення) та виявили, що вищий рівень доходів супроводжується вищим рівнем фінансової інклюзії в країнах Африки. І. Окафор зі співавторами [2] дослідив залежність між банківськими кредитами й депозитами та економічним зростанням Нігерії за 1981–2014 роки, застосувавши для цього векторну авторегресійну модель; результати підтвердили важливу роль фінансового розвитку та банківської системи (особливо кредитування) в економічному зростанні країни. Ефекти фінансового розвитку в економічному зростанні Судану досліджено у статті А. Арабі [3] за допомогою векторної моделі корекції помилок; емпіричні результати показали позитивний вплив розвитку фінансового сектору на економічне зростання, що свідчить про те, що реформи фінансового та реального секторів економіки необхідні для ефективного розподілу фінансових ресурсів. Роль банківських депозитів у зростанні економіки Нігерії досліджували С. Огеге та А. Шіро [4]. Застосовуючи векторні моделі корекції помилок, а також структурний аналіз, вони виявили довгострокові залежності між досліджуваними змінними, на основі чого рекомендували реалізовувати політику розвитку фінансового сектору задля зростання ВВП країни. Залежності між обсягами кредитування приватного сектору економіки та ВВП для малої відкритої економіки (на прикладі Ірландії) досліджували Р. Келлі та його співавтори [5], обґрунтовуючи своє дослідження тим, що зростання кредитування часто свідчить про фінансову нестабільність у країні. Х. Ловін досліджує румун-

ську банківську систему, використовуючи VAR-модель. Це дослідження мало на меті визначення впливу зовнішнього шоку ліквідності на внутрішню позикову активність за допомогою VAR-моделі. Емпіричні результати підкреслюють зовнішнє фінансування як канал передачі зовнішнього шоку ліквідності кредитної діяльності в Румунії [6].

**Постановка завдання.** Мета статті полягає у дослідженні залежностей між макроекономічним станом України, головною характеристикою якого є ВВП, та показником довіри до банківської системи (обсяг залучених депозитів). Третім показником, який може впливати на обсяг залучених депозитів та залежить від ВВП країни, вибрано обмінний курс долара до гривні. Виявлення залежностей між цими показниками дасть змогу ідентифікувати роль та місце кожного з них в економічній системі країни та використовувати їх як інструменти макроекономічної політики. На основі правильно побудованої моделі залежностей між названими показниками можна отримати прогноз на наступні періоди, який також можна використати для розроблення ефективних макроекономічних стратегій та рішень.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Для дослідження вибрано такі показники, як депозити, залучені депозитними корпораціями, курс долара до гривні та ВВП України. Дані отримано з офіційного сайту НБУ [7], а також із сайту Державної служби статистики України [8], період, за який взято статистичну інформацію, розпочинається з 2011 року й триває до 3 кварталу 2019 року.

Депозити виміряні як залишки грошових коштів на кінець звітного періоду у гривнях (дані забрані з місячною частотою), курс долара був також щомісячним з розрахунку на 100 доларів. На відміну від попередніх показників, ВВП України оприлюднюють із квартальною частотою. Проблема різної частоти вхідних даних можна вирішити шляхом застосування спеціальних методів, наприклад «брідж-моделі» [9], MIDAS-моделі [10], динамічних факторних моделей [11]. У дослідженні задля зведення даних до однієї частоти вищої розмірності (у цьому разі – до квартальної) реалізовано об'єднання місячної статистики в межах кварталів, як запропоновано у статті М. Арместо зі співавторами [12]. Отже, отримано квартальні дані з першого кварталу 2011 року до третього кварталу 2019 року, кількість елементів часових рядів за кожним із досліджуваних показників становить 35.

Передмодельну підготовку даних розпочато з перевірки кожного з трьох часових рядів на стаціонарність. Візуальний аналіз досліджуваних часових рядів підтверджує наявність тренду (а в динаміці ВВП – ще й сезонності), що загалом властиво для економічних часових рядів. Для курсу долара можемо прослідкувати чітку тенденцію для зростання після того, як Національний банк України

(НБУ) 5 лютого 2015 року оголосив про відмову від фіксованого обмінного курсу. За новим підходом обмінний курс визначав не регулятор, а міжбанківський валютний ринок. Переломний момент співпадає з останнім кварталом 2014 року (Q42014) й першим кварталом 2015 року (Q12015), на який припадає також точка локального максимуму для графіку динаміки депозитів. Про динаміку ВВП можна сказати, що йому притаманна сезонність, а також тенденція до зростання останніми роками, проте не можна прослідкувати такої ж залежності, як у попередніх графіках до спільної складової.

Для перевірки часових рядів на стаціонарність застосовано розширений тест Діккі-Фулера (ADF-test), за якого р-статистика для курсу долара дорівнює 0,79, р-статистика для депозитів становить 0,62, р-статистика для ВВП – 0,99, що дає змогу стверджувати, що всі три часові ряди нестационарні. Для подальшого дослідження рядів, а також побудови моделі потрібно звести ряди до стаціонарності, наприклад, методом різниць. Отже, для депозитів достатньо застосувати різниці першого порядку, для ВВП – різниці другого порядку, для курсу долара – різниці другого порядку. Для того щоби дослідити ці різниці на стаціонарність, повторно проведено розширений тест Діккі-Фулера, за якого р-статистика для курсу долара становить 0,143, р-статистика для депозитів – 0,093, р-статистика для ВВП – 0,01, отже, всі три ряди є стаціонарними, адже р-статистика менше, ніж 0,5.

Для визначення кількості лагів використано інформаційний критерій Акаїке (ІКА). Цей показник штрафує кількість параметрів не так сильно, як Бассівський інформаційний критерій (БІК). Отже, за інформаційним критерієм Акаїке для курсу долара лаг дорівнює одиниці, для депозитів – 3, а для ВВП – 10.

Оскільки передмодельна підготовка була здійснена успішно, то можемо перейти до побудови самої моделі на основі даних, з яких усунена трендова та сезонна складові частини.

Під час побудови моделі отримано такі рівняння:

$$\text{для ВВП} - d.GDP = d.GDP.I1 + d.deposits.I1 + d.dollar.I1 + d.GDP.I2 + d.deposits.I2 + d.dollar.I2 + d.GDP.I3 + d.deposits.I3 + d.dollar.I3 + const,$$

$$\text{для депозитів} - d.deposits = d.GDP.I1 + d.deposits.I1 + d.dollar.I1 + d.GDP.I2 + d.deposits.I2 + d.dollar.I2 + d.GDP.I3 + d.deposits.I3 + d.dollar.I3 + const,$$

$$\text{для курсу долара} - d.dollar = d.GDP.I1 + d.deposits.I1 + d.dollar.I1 + d.GDP.I2 + d.deposits.I2 + d.dollar.I2 + d.GDP.I3 + d.deposits.I3 + d.dollar.I3 + const.$$

Для визначення моделі було використано максимальну кількість лагів, а саме 3. На основі отри-

маних результатів можна зробити висновок, що ВВП залежить лише від власних лагових значень у третьому, другому та першому періодах та константи; депозити залежать від лагового значення в третьому періоді ВВП та константи; курс долара залежить від власних лагових значень (першого та другого періодів) та лагового значення ВВП у третьому періоді.

Слабкий інтерес до депозитів серед фізичних осіб можна пояснити низьким рівнем доходів, високим рівнем інфляції впродовж декількох років (також свіжими у пам'яті населення періодами дуже високої інфляції у 90-х роках), недовірою до банківських установ, низьким рівнем фінансової грамотності тощо. Згідно зі «Звіттом про фінансову стабільність» Національного банку України за грудень 2019 року менше 4% населення мають або планують мати депозити [13], що, звісно, дуже мало.

Оскільки рівень інфляції в Україні значно знизився в останні місяці 2019 року та досягнув таргетованого значення, то є підстави очікувати зростання зацікавлення населення до зберігання коштів на депозитах та збільшення терміну депозитів, що важливо для банківської системи, адже довгострокова структура вкладень дасть змогу забезпечити вищу стійкість банків. Як наслідок досягнення таргету інфляції та зниження облікової ставки, слід очікувати значного скорочення відсоткових ставок за депозитами (за депозитами в іноземній валюті навіть до нуля відсотків).

Також результати VAR-моделі можна використати для прогнозування. Прогноз реалізовано на 10 наступних періодів. Результати прогнозування відображено на рис. 1, 2, 3 для різниць ВВП, депозитів та курсу долара відповідно.

Для оцінювання моделі проведено тест на причинність Гренджера, який був позитивним для кожного з часових рядів, тобто доведено взаємозалежність між усіма часовими рядами.

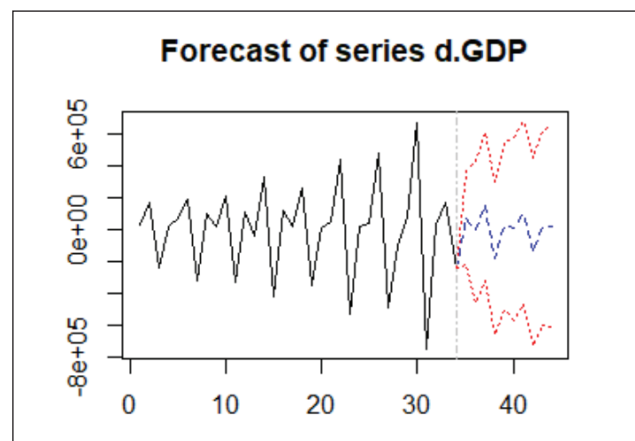


Рис. 1. Прогноз для різниць ВВП

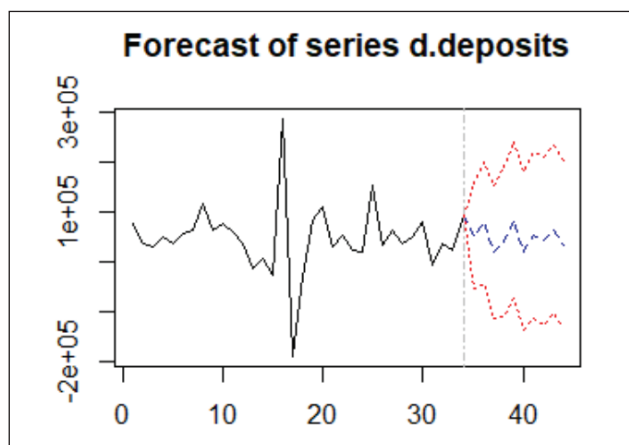


Рис. 2. Прогноз для різниць депозитів

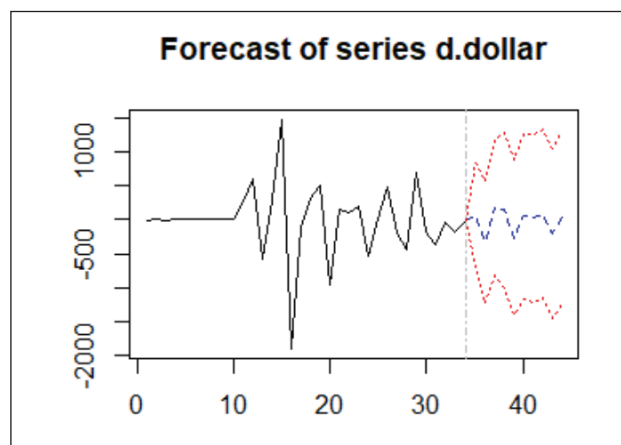


Рис. 3. Прогноз для різниць курсу долара

Отже, модель VAR дала змогу оцінити припущення про залежність трьох часових рядів. Зміна курсу долара, ВВП та депозитів у часів та взаємозалежність між ними досліджені за допомогою VAR-моделі. Частина припущень була підтверджена, частина була відкинута, проте модель дала хороші результати та допомогла спрогнозувати часові ряди ВВП, депозитів та курсу долара до гривні на наступні 10 періодів.

**Висновки з проведеного дослідження.** Для побудови VAR-моделі вибрано три часові ряди, які характеризують обсяг депозитів та макроекономічний стан України, причому відслідковано, щоб змінні не корелювали між собою та репрезентували економічну інформацію, яка не дублюється. Під час побудови моделі виявлено нестационарність даних, тому була здійснена відповідна передмодельна підготовка, яка полягала у позбавленні рядів тренду та сезонності, оцінено кількість лагів моделі.

Модель показала взаємозалежність ВВП з курсом валют, а також із депозитами. Підтверджує наявність взаємозв'язків також тест Гренджера.

За допомогою моделі було здійснено прогнозування, яке також вивилося об'єктивним щодо заданих даних.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Evans O.L., Alenoghena O.R. Financial inclusion and GDP per capita in Africa: A Bayesian VAR model. *Journal of Economics & Sustainable Development*. 2017. № 8 (18). P. 44–57.
2. Okafor I.G., Ezeaku H.C., Ugwuegbe U.S. Relationship between deposit money bank credit and economic growth in Nigeria under a VAR G-causality environment. *Journal of Economics and Finance*. 2016. № 7 (2). P. 41–46.
3. Arabi A.M.K. The Effect of Financial Development on Economic Growth in Sudan: Evidence from VECM Model. *International Journal of Economics and Finance*. 2014. № 6 (11). P. 72.

4. Ogege S., Shiro A. Does depositing money in bank impact economic growth? Evidence from Nigeria. *African Journal of Business Management*. 2013. № 7 (3). P. 196–205.

5. Kelly R.J., McQuinn K., Stuart R. Exploring the steady-state relationship between credit and GDP for a small open economy: The case of Ireland. *Macprudential Research Network Working Paper*. 2013. Series № 1531 / April. 38 p.

6. Lovin H. Liquidity Shocks Transmission to Lending Activity in the Romanian Banking System. A VAR Approach. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. 2015. № 18 (2). P. 48.

7. Офіційна сторінка Національного банку України : веб-сайт. URL: <https://bank.gov.ua/statistic> (дата звернення: 10.01.2020).

8. Офіційна сторінка Державної служби статистики України : веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 10.01.2020).

9. Barhoumi K., Darné O., Ferrara L., Pluyaud, B. Monthly GDP forecasting using bridge models: Application for the French economy. *Bulletin of Economic Research*. 2012. № 64. P. 53–70.

10. Ferrara L., Marsilli C. Financial variables as leading indicators of GDP growth: Evidence from a MIDAS approach during the Great Recession. *Applied Economics Letters*. 2013. № 20 (3). P. 233–237.

11. Marcellino M., Porqueddu M., Venditti F. Short-term GDP forecasting with a mixed-frequency dynamic factor model with stochastic volatility. *Journal of Business & Economic Statistics*. 2016. № 34 (1). P. 118–127.

12. Armesto M.T., Engemann K.M., Owyang M.T. Forecasting with mixed frequencies. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*. 2010. № 92 (6). P. 521–536.

13. «Звіт про фінансову стабільність» / Національний банк України, грудень 2019. URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/FSR\\_2019-H2.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2019-H2.pdf?v=4) (дата звернення: 10.01.2020).

#### REFERENCES:

1. Evans, O.L. & Alenoghena, O.R. (2017). Financial inclusion and GDP per capita in Africa: A Bayesian VAR

model. *Journal of Economics & Sustainable Development*, 8 (18), 44–57.

2. Okafor, I.G., Ezeaku, H.C., & Ugwuegbe, U.S. (2016). Relationship between deposit money bank credit and economic growth in Nigeria under a VAR G-causality environment. *Journal of Economics and Finance*, 7 (2), 41–46.

3. Arabi, A.M.K. (2014). The Effect of Financial Development on Economic Growth in Sudan: Evidence from VECM Model. *International Journal of Economics and Finance*, 6 (11), 72.

4. Ogege, S. & Shiro, A.A. (2013). Does depositing money in bank impact economic growth? Evidence from Nigeria. *African Journal of Business Management*, 7 (3), 196–205.

5. Kelly, R.J., McQuinn, K., & Stuart, R. (2013). Exploring the steady-state relationship between credit and GDP for a small open economy: The case of Ireland. Macroeprudential Research Network Working Paper. Series № 1531 / April 2013, 38 p.

6. Lovin, H. (2015). Liquidity Shocks Transmission to Lending Activity in the Romanian Banking System. A VAR Approach. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 18 (2), 48.

7. National Bank of Ukraine. Available at: <https://bank.gov.ua/statistic> (accessed 10 January 2020).

8. State Statistics Service of Ukraine. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua> (accessed 10 January 2020).

9. Barhoumi, K., Darné, O., Ferrara, L. & Pluyaud, B. (2012). Monthly GDP forecasting using bridge models: Application for the French economy. *Bulletin of Economic Research*, 64, 53–70.

10. Ferrara, L., & Marsilli, C. (2013). Financial variables as leading indicators of GDP growth: Evidence from a MIDAS approach during the Great Recession. *Applied Economics Letters*, 20 (3), 233–237.

11. Marcellino, M., Porqueddu, M. & Venditti, F. (2016). Short-term GDP forecasting with a mixed-frequency dynamic factor model with stochastic volatility. *Journal of Business & Economic Statistics*, 34 (1), 118–127.

12. Armesto, M.T., Engemann, K.M. & Owyang, M.T. (2010). Forecasting with mixed frequencies. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 92 (6), 521–536.

13. “Financial Stability Report”, National Bank of Ukraine, December 2019. Available at: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/FSR\\_2019-H2.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/FSR_2019-H2.pdf?v=4) (accessed 10 January 2020).