

УДК 65.011.56

DOI [https://doi.org/10.24144/2616-7700.2019.1\(34\).79-85](https://doi.org/10.24144/2616-7700.2019.1(34).79-85)**В. М. Домрачев¹, В. В. Третиник²**¹ Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ,

доцент кафедри прикладних інформаційних систем,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

mipr@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7527-8427>² НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ,

доцент кафедри прикладної математики,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

viola.tret@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3538-8207>

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕКТОРНОЇ АВТОРЕГРЕСІЇ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Вплив агресії з боку Росії, політична нестабільність всередині держави та останні події на світовому фінансовому ринку відчуються у поточному стані економіки України та формують цілу низку загроз. Було анонсовано європейський вибір України. Але, як з початку періоду незалежності, так і зараз не було сформульовано обґрунтованої стратегії розвитку, як самої України, так і моделі її економіки. У цих умовах першочерговим завданням, що постає перед ВР, урядом та НБУ, є розроблення концепції побудови стратегії розвитку України та її економічної політики шляхом реформування. Реформи мають відповідати вимогам виборців щодо підвищення їх життєвого рівня та супроводжуватись законодавчою відповідальністю за їх провадження. Не може бути заяв відносно впровадження реформ у певному напрямку, а дій спрямованих у протилежному (що є загальноприйнятою практикою в Україні).

У роботі розглянуто доцільність використання векторної авторегресії для моделювання макроекономіки України. Проаналізовано особливості динаміки макроекономічних змінних. Для моделювання використано MatLab. Econometrics Toolbox. Побудовано прогнозні VAR – моделі окремих макроекономічних показників України.

Ключові слова: макроекономічна економетрична модель, векторна авторегресія, прогнозування.

1. Вступ. На теперішній час накопичено багато питань стосовно подальшого розвитку економіки України. Відповіді на основні макроекономічні питання не є простими [1 – 4] і потребують додаткового дослідження. Тому задача побудови макроекономічної моделі розвитку України є актуальною.

Питанням побудови моделі розвитку країни з відкритою економікою у напрямі протидії загрозам фінансовій системі країни присвячено дослідження багатьох українських та іноземних вчених, зокрема у межах досліджень МВФ та Світового банку [1]. Стратегії залежать від напряму побудови моделі економічного розвитку: ринкова (капіталістична), планова (соціалістична), змішана (коли державний чиновник є також і капіталістом) чи кланово-олігархічна (фінансово-промислові групи), яка запроваджена в Україні за часів незалежності. Кожна з моделей, у свою чергу, має багато різновидів. Одноставної думки щодо переваги певної моделі досі не обрано. Однак для всіх моделей є загальні умови – це забезпечення достовірних даних для їх функціонування: обліку, аналізу, прогнозування та планування.

На важливість побудови комп'ютерної моделі функціонування планової економіки вказував радянський вчений В.Глушков [2]: «эффективная система управления экономикой возможна лишь на основе диалога в системах человек – машина»; «целью развития экономики является максимальное удовлетворение потребностей как всего общества в целом, так и отдельных его членов. Под программой достижения цели мы будем понимать перечень упорядоченных и взаимосвязанных между собой мероприятий, которые необходимо выполнить, чтобы достигнуть этой цели. . . План, в отличие от программы, привязывает . . . к определенным календарным срокам». У свою чергу Фридрих Хайек [4] віддає перевагу ринковій економіці. Він вважає, що в рамках класичної теорії, варто розглядати людей раціональними, якщо не доведено зворотне, причому вони вміють добре визначати, в чому їх дійсна вигода, і вони маніпулюють системою для того, щоб цієї вигоди досягти. У цілому сучасна історія свідчить, що ми ще далекі від розв'язання дилеми: чи є планування альтернативою ринковому хаосу. У тих же як ринкових, так і планових економіках є багато невирішених проблем.

Серед основних питань відповіді, від яких залежить подальший напрям розвитку української економіки, лежать у площині вирішення економічних та фінансових проблем, зокрема внутрішніх: терористичні угруповання; демографічна катастрофа; злочинна курсова політика; системна і величезна корупція у владі; необґрунтована політика процентних ставок; скорочення споживання; зруйнована банківська система; дефіцит бюджету; антинародна соціальна політика. Причини: непрозора (підкилимна) приватизація; кланово-олігархічна економіка (паразитичні клани з вертикальною структурою, захисні та агресивні клани з горизонтальною структурою тощо); антисоціальна політика уряду; розкрадання бюджетних коштів; пограбування коштів МВФ; прихована економічна залежність від Росії (відсутня переорієнтація).

Для вирішення економічних проблем у більшості розвинених країн розроблені макроекономічні економетричні моделі [1, 3].

Але моделі управління розвиненими економіками мають істотно відрізнятися від тих, що використовуються для управління малими економіками. Застосування економетричних моделей для управління доцільне у разі стабільної (стаціонарної) економіки. Для управління та аналізу економік країн що розвиваються, більш важливо використовувати моделі в яких можливо передбачити динаміку головних ризиків, зокрема макроекономічних, з якими стикається країна і які обумовлені системним розбалансуванням в економіці.

2. Особливості динаміки макроекономічних змінних. Результати кількісного аналізу макроекономічних змінних допомагають встановлювати планові показники економічного розвитку. Для забезпечення стабільності фінансового ринку країни потрібно аналізувати макроекономічні ризики за допомогою математичного моделювання.

Основна мета побудови моделей економічної динаміки – це розробка прогнозів щодо розвитку досліджуваного процесу на майбутній проміжок часу. Поки не з'явилися моделі векторної авторегресії прогнозування будувалося на основі часового ряду економічних показників, які були зв'язані з одновимірними методами прогнозування, що базувалися на екстраполяції, тобто на продовженні на майбутнє тенденції, що спостерігалася в минулому. При такому підході передба-

чалося, що прогнозований показник формується під впливом великої кількості факторів, виділити які або неможливо, або щодо яких відсутня інформація. У цьому випадку хід зміни даного показника пов'язували не з факторами, а з плинном часу, що призводило до утворення одновимірних часових рядів.

Запобігання негативним явищам в українській економіці є ефективним з використанням моделі управління макроекономічними ризиками, яка обґрунтовано дозволяє управляти екзогенними макроекономічними змінними з метою досягнення чітко встановлених цілей.

Українська економіка є олігархічно спрямованою економікою. Це означає що більшість рішень, які приймаються керівництвом країни не завжди спрямовані на розвиток країни, а в більшості забезпечують збагачення певних конкуруючих олігархічних кланів. Тому для побудови поведінки макроекономічних змінних прості регресійні моделі недостатні. На рис.1 наведена динаміка зміни деяких макроекономічних показників.

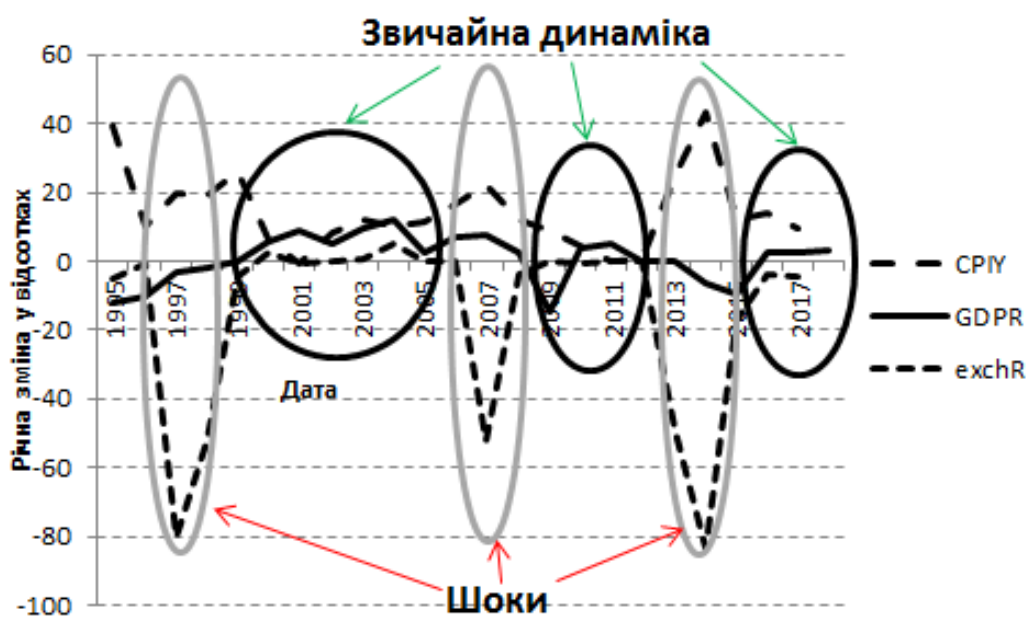


Рис. 1. Динаміка річної зміни ВВП (GDPR), індексу споживчих цін (CPIY) та курсу гривні до долара США (exchR)

В Україні у динаміці макроекономічних змінних спостерігаються як інтервали зі стабільною динамікою так і присутність шоків.

Динаміка характеризується впливом шоків на економіку України. Ці шоки не є прогнозованими, а є результатом дій керівництва країни спрямованих на збагачення певних кланів. У разі «вирізання» шоків – розвиток змінних прогнозований, що відбувається у розвинених країнах.

Тому для побудови макроекономічної прогнозної моделі доцільно використовувати сучасні VAR-моделі.

3. Векторна авторегресія. Векторна авторегресія (VAR, Vector Autoregression) є економетричною моделлю, що використовується для опису динаміки і взаємозалежності між кількома часовими рядами, узагальнюючи одновимірні AR моделі.

Модель запропонована Крістофером Сімсом [8, 9] як альтернатива системам рівнянь, які мають істотні теоретичні обмеження. VAR-моделі вільні від обмежень структурних моделей. Тим не менше, проблема VAR-моделей полягає у різкому зростанні кількості параметрів зі збільшенням кількості часових рядів та кількості лагів. Всі змінні в VAR моделі розглядаються симетрично, в тому числі для кожної змінної рівняння, пояснюючи її динаміку на основі власних лагів (значень за попередні періоди) і лагів всіх інших змінних у моделі. На основі таких функцій, Крістофер Сімс запропонував методику та обґрунтування побудови VAR моделей.

Відзначимо, що існує одне рівняння для кожної змінної в моделі. Поточний час (t) спостереження кожної змінної залежить від її власних лагів (значень у попередні проміжки часу), а також від лагів кожної іншої змінної в VAR.

4. Опис моделі. Нехай, $Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt})$ – $n \times 1$ -вектор змінних часових рядів. Базова p -lag векторна авторегресійна (VAR(p)) модель має вигляд:

$$Y_t = c + \Pi_1 Y_{t-1} + \Pi_2 Y_{t-2} + \dots + \Pi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, T,$$

де Π_i – $n \times n$ -матриця коефіцієнтів, ε_i – $n \times 1$ -вектор білого шуму (з нульовим середнім значенням).

Для побудови VAR моделей можливо використовувати наступні програмні засоби: R, SAS, STATA, EViews, Gretl, RATS, ARFit, Matlab та інші.

У даній роботі як середовище моделювання використовується MatLab. Econometrics Toolbox [5, 6]. Для моделювання використані річні дані макроекономічних показників України за період 1993 – 2018 рр.

5. Побудова Моделі. Побудуємо VAR моделі ІСЦ (індекс споживчих цін) та М2 (грошовий агрегат) та оцінимо параметри моделі VAR(4). У аналізі використовувались річні ряди даних індексу споживчих цін (CPI) та річна зміна грошового агрегату М2.

Першим кроком побудови моделі у середовищі MatLab Econometrics Toolbox [5] є виведення діаграм досліджуваних показників (Рис.2).

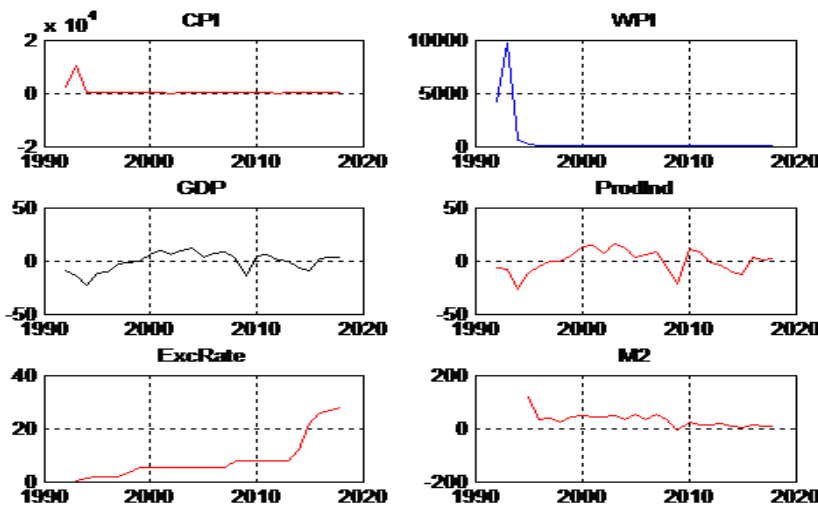


Рис. 2. Діаграми досліджуваних показників

На рис.2 відображена динаміка наступних макроекономічних показників:

CPI – річна зміна індексу споживчих цін,

WPI – річна зміна індексу цін виробника,

GDP – річна зміна валового внутрішнього продукту,

ProdInd - річна зміна індексу промислового виробництва,

ExcRate – курс гривні до долара США,

M2 - річна зміна грошового агрегату M2.

Тестом Дікі-Фулера (Dickey-Fuller) перевірено, що процес векторної авто регресії є стабільним.

Результатом роботи є розрахунок всіх коефіцієнтів VAR моделі. Сумарний результат оцінювання всіх параметрів моделі, стандартні помилки та p-values для тестування нульової гіпотези наведені у Таблиці 1.

Таблиця 1. Результати обчислювального експерименту

	Value	StandardError	TStatistic	PValue
Constant(1)	16.453	6.4138	2.5652	0.010311
Constant(2)	1.2543	8.7113	0.14399	0.88551
AR{1}(1,1)	0.3957	0.21846	1.8114	0.070086
AR{1}(2,1)	-0.21758	0.29671	-0.7333	0.46338
AR{1}(1,2)	-0.0023745	0.15053	-0.015775	0.98741
AR{1}(2,2)	0.37686	0.20445	1.8433	0.065283
AR{2}(1,1)	-0.31083	0.22849	-1.3603	0.17372
AR{2}(2,1)	0.31465	0.31034	1.0139	0.3105
AR{2}(1,2)	-0.090505	0.15639	-0.5787	0.56279
AR{2}(2,2)	0.32291	0.21242	1.5201	0.12847
AR{3}(1,1)	-0.22487	0.23231	-0.968	0.3334
AR{3}(2,1)	-0.17311	0.31553	-0.54863	0.58326
AR{3}(1,2)	0.030791	0.15759	0.19538	0.84509
AR{3}(2,2)	0.27458	0.21405	1.2828	0.19956
AR{4}(1,1)	0.067394	0.098591	0.68357	0.49425
AR{4}(2,1)	0.20667	0.13391	1.5434	0.12274
AR{4}(1,2)	-0.027521	0.14823	-0.18566	0.85271
AR{4}(2,2)	-0.16555	0.20133	-0.82229	0.41091

Результатом прогнозу згідно моделі є те, що за поточної динаміки зростання грошової маси M2 рівень інфляції (CPIY) у 2019 році буде двозначний (рис.3).

VAR - моделі дозволяють не тільки будувати прогнози значень макроекономічних показників, а також є корисними при побудові моделей стрес-тестування економіки та банків у разі зовнішніх та внутрішніх шоків.

6. Висновки. У процесі моделювання макроекономічних ризиків важливо відрізнити три рівня: моделювання звичайної зміни ризиків у стаціонарній фазі (коливання у межах 90 – 95 %, моделювання баєсівського процесу), моделювання аномальних шоків (коливання спричинені злочинною дією осіб приймаючих рішення), моделювання методом Монте-Карло.

Застосування методу VAR дозволяє прогнозувати динаміку змінних на стаціонарних інтервалах. Аномальні стрибки макроекономічних змінних в укра-

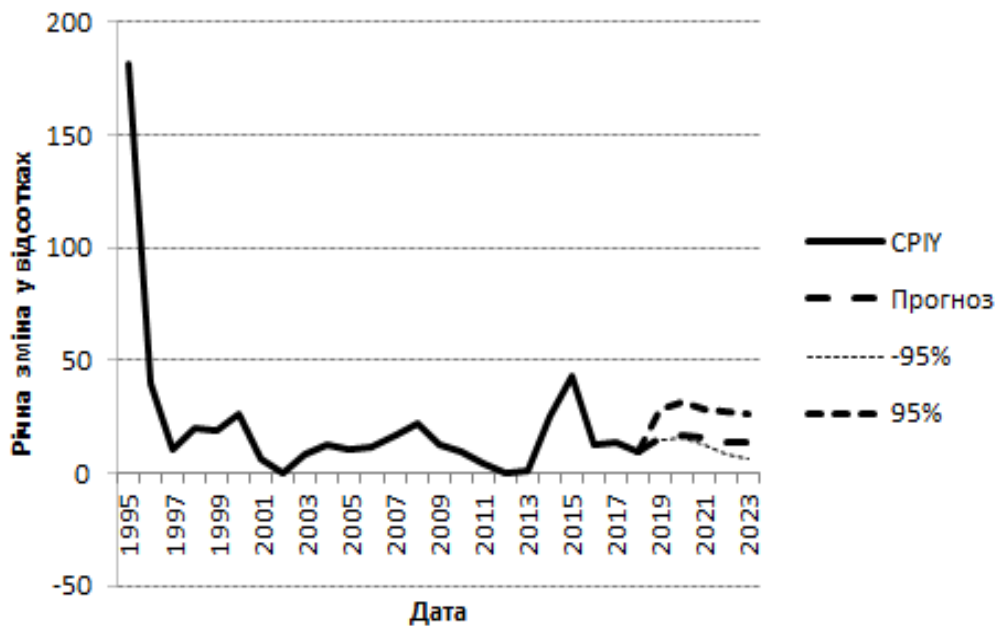


Рис. 3. Прогноз рівня інфляції

їнській економіці не пов'язані з економічними законами, а є результатом дій, махінацій українських політичних діячів.

Тому, по-перше, необхідно на законодавчому рівні ввести обмеження можливості коливання макроекономічних змінних які пов'язані з неправомірними рішеннями керівників, від яких ці зміни залежать. По-друге, систематично проводити процедуру стрес-тестування, яка дозволить передбачати результати змін.

Список використаної літератури

1. Бланшар О. Макроекономіка: учебник. М.: Изд.дом. Гос. Ун-та Высшей школы экономики, 2010. 671 с.
2. Глушков В.М. Макроекономические модели и принципы построения ОГАС. М.: «Статистика», 1975. 160 с.
3. Домрачев В.М. Формування монетарної політики в Україні: Монографія. К.: Видавництво «Логос», 2012. 467 с.
4. Фридрих Хайек. Дорога к рабству. М.: Астрель, 2012. 317 с.
5. Econometrics Toolbox™. User's Guide. The MathWorks, Inc. 2019. 3788 p.
6. Moore, Holly. MATLAB® for engineers. 3rd ed. publishing Prentice Hall, 2012. 732 p.
7. Applied Time Series Econometrics. Edited by HELMUT LU ТКЕРОНЛ, Cambridge University Press, 2004. 350 p.
8. E. Leeper, C. Sims, T. Zha. What Does Monetary Policy Do? *Brookings Papers on Economic Activity*. 1996. Vol.2. P.1–63. doi: <https://doi.org/10.2307/2534619>
9. Sims Chris. Macroeconomics and reality. *Econometrica*. 1980. Vol. 48. No. 1 P. 1–48. doi: <https://doi.org/10.2307/1912017>

Domrachev V. M., Tretynik V. V. The use of vector autoregression to simulate the dynamics of macroeconomic indicators of Ukraine's economy development.

The impact of Russian aggression, political instability within the country and recent events in the world financial market are felt in the current state of the Ukrainian econ-

omy and create a whole range of threats. The Ukrainian direction towards Europe was announced. But since gaining independence a reasonable development strategy, both for Ukraine and for its economy, has not been formulated at the moment. Under these conditions the primary task facing the Verkhovna Rada, the Government and the NBU is to develop a concept for building a strategy for Ukraine's development and its economic policy through reforms. Reforms must meet the voters' demands for raising their standard of living and be accompanied by legal responsibility for their implementation. There should be no statements regarding the implementation of reforms in a particular direction, and have actions directed at the opposite (which is a common practice in Ukraine).

The paper considers the expediency of using vector autoregression for modeling macroeconomics in Ukraine. Peculiarities of macroeconomic variables dynamics are analyzed. MatLab is used for simulation. Econometrics Toolbox. Proactive VAR - models of separate macroeconomic indicators of Ukraine are constructed

Keywords: macroeconomic econometric model, vector autoregression, forecasting.

References

1. Balanshar, O. (2010). Macroeconomics: a textbook. Moscow, Publishing House of the Higher School of Economics [in Russian].
2. Glushkov, V.M. (1975). Makroekonomicheskie modeli i principy postroeniya OGAS. [Macroeconomic models and principles of SOAS construction]. Moscow, Statistics [in Russian].
3. Domrachev, V. M. (2012). Formuvannia monetarnoi polityky v Ukraini: Monografiia [Formation of monetary policy in Ukraine: Monograph]. Kyiv, Logos [in Ukrainian].
4. Friedrich, C. J. (1945). The Road to Serfdom.
5. Econometrics Toolbox. User's Guide. (2019). The MathWorks, Inc.
6. Moore, H. (2012). MATLAB for engineers. 3rd ed. Prentice Hall.
7. Lutkepohl, H., Kratzig, M., & Phillips, P. C. (Eds.). (2004). Applied time series econometrics. Cambridge university press.
8. Leeper, E. M., Sims, C. A., Zha, T., Hall, R. E., & Bernanke, B. S. (1996). What does monetary policy do? *Brookings papers on economic activity, 1996(2)*, 1–78. doi: <https://doi.org/10.2307/2534619>
9. Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society, 48(1)*, 1–48. doi: <https://doi.org/10.2307/1912017>

Одержано 10.05.2019