

Лариса Миколаївна ЗОМЧАК

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики,
Львівський національний університет імені Івана Франка
E-mail: lzomchak@gmail.com

Анастасія Сергіївна РАКОВА

кафедра економічної кібернетики,
Львівський національний університет імені Івана Франка
E-mail: anasts@mail.ua

**ДИНАМІЧНА ФАКТОРНА МОДЕЛЬ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ
ВВП УКРАЇНИ**

Зомчак, Л. М., Ракова А. С. Динамічна факторна модель короткострокового прогнозу ВВП України. *Економічний аналіз*. Тернопіль, 2018. Том 28. № 4. С. 17-22.

Анотація

Вступ. *Короткостроковий (квартальний) прогноз ВВП базується на факторних змінних як фінансового, так і нефінансового секторів економіки, показниках зовнішньоекономічної діяльності, індикаторах економічної активності тощо. І хоч статистика цих показників доступна щомісяця, але її оприлюднення відбувається із певним лагом, а значення з часом можуть бути переглянуті та уточнені. Однак ці дані можуть бути використані для оцінювання квартального значення ВВП до того, як буде оприлюднена офіційна інформація щодо його емпіричного обсягу.*

Мета. *Метою дослідження є прогнозування квартального реального ВВП України за допомогою динамічної факторної моделі на основі квартальних та місячних значень головних соціально-економічних макропоказників України.*

Метод (методологія). *Для досягнення завдання використано економетричні методи макроекономічного моделювання, а саме динамічну факторну модель, фільтр Калмана, метод головних компонент тощо.*

Результати. *Отримано прогноз ВВП України на перші два квартали 2018 року за допомогою динамічної факторної моделі. На основі зіставлення отриманого прогнозу із емпіричними значеннями ВВП України за аналогічний період, оприлюдненим Міністерством фінансів України, зроблено висновок про адекватність моделі та високу якість отриманих результатів.*

Ключові слова: *динамічна факторна модель; реальний ВВП; короткостроковий прогноз; фільтр Калмана; метод головних компонент; макроекономічний показник.*

Larysa Mykolaivna ZOMCHAK

PhD in Economics,
Associate Professor,
Department of Economic Cybernetics,
Ivan Franko National University of Lviv
E-mail: lzmchak@gmail.com

Anastasiia Serhiivna RAKOVA

Department of Economic Cybernetics,
Ivan Franko National University of Lviv
E-mail: tunkapetruk@gmail.com

DYNAMIC FACTOR MODEL OF GDP SHORT-TERM FORECASTING OF UKRAINE

Abstract

Introduction. The short-term (quarterly) forecast of GDP is based on factor variables of the financial and non-financial sectors of the economy, indicators of foreign economic activity, indicators of economic activity, etc. Although the statistics of these indicators are available on a monthly basis, but its disclosure comes with a certain lag, and values over time can be reviewed and clarified. These data can be used to estimate the quarterly value of GDP before the official information about its empirical volume is published.

Purpose. The article aims to forecast the quarterly real GDP of Ukraine by means of a dynamic factor model on the basis of the quarterly and monthly values of the main social and economic macro indicators of Ukraine.

The method (methodology). To achieve the task, we have used the econometric methods of macroeconomic modelling, namely the dynamic factor model, the Kalman filter, the method of the main components, etc.

Results. The forecast of GDP of Ukraine for the first two quarters of 2018 has been obtained with the help of a dynamic factor model. On the basis of comparison of the obtained forecast with the empirical values of Ukraine's GDP for the similar period, which is published by the Ministry of Finance of Ukraine, it has been proven the adequacy of the model and the high quality of the results has been concluded.

Keywords: dynamic factor model; real GDP; short-term forecast; Kalman filter; method of the main components; macroeconomic indicator.

JEL classification: C32, C38, C53, E27, O11

Вступ

Офіційні статистичні дані щодо ВВП за звітний квартал оприлюднюються із суттєвим запізненням, тоді як ухвалення ефективних рішень у сфері грошово-кредитної політики вимагає оцінювання зміни стану економіки в реальному часі. У зв'язку з цим набуває актуальності проблема оцінювання поточного економічного стану на макrorівні та побудови короткострокових прогнозів динаміки ВВП.

Використання факторних моделей у прогнозуванні передбачає, що динаміка великої кількості спостережуваних макроекономічних показників може бути описана порівняно невеликою кількістю факторів, які не можна спостерігати і які можуть бути згодом використані як пояснювальні змінні у рівнянні прогнозу результуючого показника. Це дозволяє вирішити відому проблему «прокляття розмірності», що виникає при роботі з великою кількістю часових рядів.

Упродовж останніх декад факторні моделі виявились ефективним інструментом короткострокового прогнозу. Ефективність факторних моделей залежить від різних чинників, але більшість дослідників підкреслюють доцільність їх застосування. К. Чеунг, Ф. Демерс застосували динамічну факторну модель для Канади [1], М. Камачо та І. Санчо [2] для Іспанії, А. дер Рейер [3] для Нідерландів, М. Шнейдер та М. Спіцер [4] для Австрії, С. Урасава [5] для Японії, Ф. Діас, М. Пінхейро, А. Руа [6] для Португалії, М. Руснак для Чехії [7], П. Антіпа зі співавторами для Німеччини [8], Р. Гупта, А. Кабунді для Південної Африки [9], М. Бессек для Франції [10] та інші. Ці науковці задекларували можливість отримання якісного прогнозу за допомогою динамічної факторної моделі. З іншого боку, існують також дослідження, які підкреслюють, що факторні моделі менш успішні для прогнозування (наприклад, К. Шумачер [11] для Німеччини, а також М. Артїст зі співавторами [12] для Великобританії, суперечливі результати отримали В. Аєвскіс та Й. Давідсонс [13] для Латвії).

Мета статті

Метою дослідження є короткостроковий прогноз реального ВВП України на основі даних різної частоти, які характеризують соціально-економічний розвиток України за період з 2002 рр. по 2017 рр. Прогнозування реалізовано за допомогою динамічної факторної моделі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо презентацію багатовимірного процесу $\{y_t\}$, динаміку якого визначає набір із N чинників, за якими спостерігають у часі, а $t = 1 \dots T$:

$$y_t = Z * \alpha_t + \xi_t, \text{ де } \xi_t \sim N(0, R), \quad (1)$$

$$\alpha_t = T_1 * \alpha_{t-1} + \dots + T_p * \alpha_{t-p} + u_t, \text{ де } u_t \sim N(0, Q), \quad (2)$$

де y_t – матриця чинників, за якими спостерігають; α_t – матриця головних чинників; Z – матриці невідомих параметрів або навантажень, які потрібно оцінити; ξ_t – випадкові помилки; $T_1 \dots T_p$ – VAR-коефіцієнти переходу порядку p ; u_t – основні шоки; R – коваріація випадкової помилки; Q – коваріація шоків до чинників.

Параметризацію рівнянь (1)-(2) виконано на основі щомісячних даних з використанням методу головних компонент та фільтру Калмана. Чинники, за якими не можна спостерігати, перевірено на сезонність та згладжено. Розв'язуємо задачу ідентифікації кількох неспостережуваних чинників, які пояснюють значну частину дисперсії показників, закладених у модель спостережуваних статистичних показників, а також екстраполяції їх значень на наступні місяці поточного або майбутніх кварталів, для яких формується поточна оцінка (наукастинг) або прогноз.

Статистичні дані, що використано для квартального прогнозу ВВП України, містять 11 основних макроекономічних показників, отриманих із офіційних джерел (Державна служба статистики України [14] та Міністерство фінансів України [15]), які визначають соціально-економічний розвиток країни: реальний ВВП (квартальний, млн грн), обсяг промислової продукції (місячний, млн грн), капітальні інвестиції (квартальні, млн грн), експорт та імпорт товарів та послуг (квартальний, млн грн), оборот роздрібною торгівлі (місячний, млн грн), обсяг продукції сільського господарства (місячний, млн грн), реальні доходи населення (квартальні, млн грн), середня реальна заробітна плата (місячна, тис. грн на особу), індекс споживчих цін ІСЦ (місячний, відсотки) та індекс цін виробників промислової продукції ІЦВ (місячний, відсотки). Емпіричні дані використовувались як з місячною, так і з квартальною частотою починаючи з I кварталу 2002 року по IV квартал 2017.

Усе використані статистичні дані були перевірені на сезонність та згладжені за допомогою стандартної процедури TRAMO-SEATS [16]. Зауважимо, що однократне виконання сезонного згладжування даних тільки по доступній на момент виконання розрахунків вибірці може мати, як наслідок, деяку очевидну необ'єктивність при подальшому оцінюванні прогностичних характеристик моделі у псевдореальному часі. Зокрема, як було зазначено в праці Е. Орфанідеса, С. Нордена [17], такий спрощений підхід до сезонного коректування наявних даних на розглянутій вибірці враховує, в тому числі, майбутні спостереження, які в реальності є недоступними (пропущені значення).

Згідно з методикою, запропонованою Д. Джіаноне зі співавторами [18], спочатку оцінимо невідомі параметри рівнянь (1)-(2) за допомогою фільтру Калмана. Фільтр Калмана дозволяє очистити дані від зайвої інформації та шумів та, як наслідок, отримати більш точну оцінку параметрів. Алгоритм складається з двох етапів, які повторюються: прогнозування та коректування. На першому етапі обчислюють прогноз стану в наступний момент часу (з урахуванням неточності їх вимірювання). На другому нова інформація коректує трендове значення (також з врахуванням неточності та зашумленості цієї інформації). Оцінювання майбутніх значень неспостережуваних факторів проведемо за допомогою методу головних компонент. Метод головних компонент дозволяє стиснути n -вимірний простір спостережень до близького простору меншої розмірності.

З урахуванням горизонту прогнозу, неспостережувані фактори екстраполуються на усі місяці наступних кварталів. З місячних показників конвертуються кварталні. Квартальну трансформацію реалізовано за методом, описаним у статті Р. Маріано, Ю. Мурасави [19]. Параметри факторних змінних оцінено методом найменших квадратів.

Обчислимо коефіцієнти рівняння (1) (табл. 2) та VAR коефіцієнти рівняння (2) (табл. 3) за допомогою пакету JDEMETRA+ з плагіном NOWCASTING, який розроблено Національним банком Бельгії [20].

Горизонт прогнозу а $t = 2$, кількість факторних змінних $N = 11$. Для VAR моделі порядок $p = 3$. Вважаємо, що неспостережуваних факторів, що впливають на модель, – два. Покажемо вплив кожного фактора графічно (рис.1).

Маючи усі коефіцієнти рівнянь (1)-(2), можемо зробити прогноз ВВП України на перші два квартали 2018 року та зіставити ці значення з опублікованою Міністерством фінансів України інформацією (табл. 3).

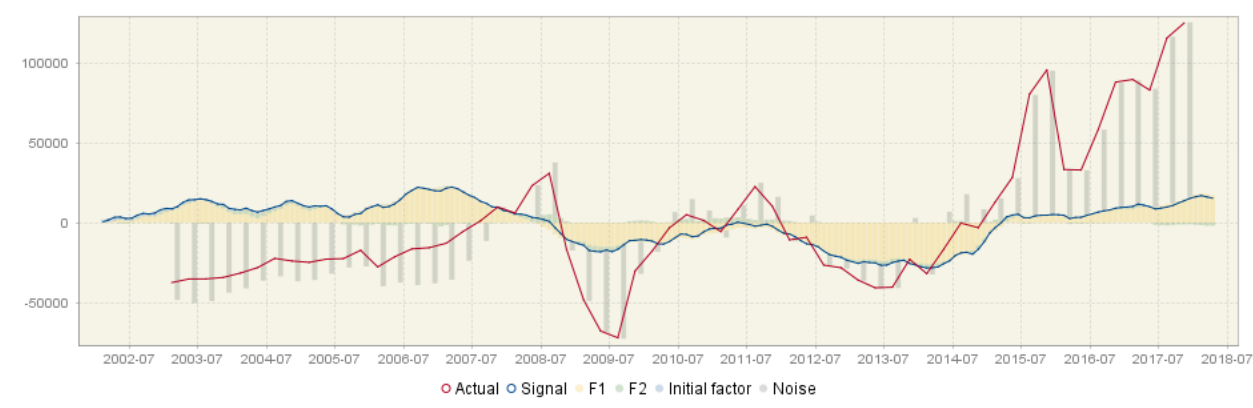


Рис. 1. Геометричне зображення динамічної факторної моделі ВВП України з двома неспостережуваними чинниками

Таблиця 1. Параметри рівняння (1)

Чинники	Математичне сподівання	Середньоквадр. відхилення	Навантаження		Випадкова похибка
			F1	F2	
Реальний ВВП	45 951,84	42 819,49	0,0248	-0,0005	0,8869
Експорт	0,0396	0,0780	0,0716	-0,2179	0,2312
Імпорт	0,0440	0,0675	0,0711	-0,1762	0,4079
Капінвестиції	0,0439	0,0505	0,0568	-0,0131	0,4866
Доходи населення	0,0434	0,0401	0,0417	-0,0438	0,8059
Обсяг пром. прод.	0,0154	0,0303	0,3508	-0,6993	0,3885
ІСЦ	0,0000	0,0075	-0,0495	0,1290	0,9814
ІЦВ	0,0001	0,0183	-0,0094	0,0804	0,9925
Середня з/п	0,0161	0,0098	0,3344	0,1990	0,4530
Оборот роздр. торг.	0,0171	0,0401	0,0854	0,1280	0,9340
Обсяг прод. с/г	0,0124	0,1018	-0,0333	-0,1299	0,9660

Таблиця 2. Параметри рівняння (2)

	VAR модель						Головні шоки	
	F1(-1)	F1(-2)	F1(-3)	F2(-1)	F2(-2)	F2(-3)	F1	F2
F1	0,41145	-0,169	0,7317	-0,51345	0,2714	0,04089	1	0,30776
F2	-0,0324	0,21355	0,10072	-0,24879	0,09877	0,10842	0,30776	1

Таблиця 3. Зіставлення прогнозованого та емпіричного значень ВВП України

	I квартал 2018, млн грн	II квартал 2018, млн грн
Прогноз ВВП	653 129	726 093
Емпіричний ВВП	642 205	722 831

Отже, прогноз ВВП України отримано з високою точністю на невеликий горизонт. Серед переваг динамічної факторної моделі для прогнозування макроекономічної динаміки назвемо можливість неперервного прогнозування шляхом постійного оновлення даних з різною частотою публікації. Можливість динамічної факторної моделі екстраполювати відсутні значення є досить корисною, з огляду на періоди публікацій інформації в Україні.

Висновки та перспективи подальших розвідок

У статті було розглянуто невелику динамічну факторну модель, що складалася з 11 макропоказників, таких, як реальний ВВП, обсяг промислової продукції, капітальні інвестиції, експорт та імпорт товарів та послуг, оборот роздрібною торгівлі, реальний наявний дохід населення, реальна

заробітна плата, індекс споживчих цін та індекс цін виробників промислової продукції, які використовуються державою для визначення соціально-економічного розвитку України. Опрацьовано період з березня 2002 року до січня 2018 року, загалом було залучено 1476 місячних та квартальних показників. Прогноз розроблений на перші два квартали 2018 року. Прогнозовані значення перевищують значення, опубліковані Міністерством фінансів України на 1,7 та 0,45 % відповідно для першого та другого кварталу 2018 року, що є досить хорошим показником якості прогнозу.

Перераховані вище переваги роблять доцільним використання короткострокового прогнозування за допомогою динамічної факторної моделі для установ, що регулярно контролюють показники реальної економіки України.

Список використаних джерел

1. Cheung, C., Demers, F. Evaluating forecasts from factor models for Canadian GDP growth and core inflation. *Bank of Canada Working Paper*. 2007. № 8.
2. Camacho M., Sancho I. Spanish diffusion indexes. *Spanish economic review*. 2003. №5(3). P. 173-203.
3. Den Reijer A. H. Forecasting Dutch GDP using large scale factor models. *Netherlands Central Bank, Research Department*. 2005. № 028.
4. Schneider M., Spitzer M. Forecasting Austrian GDP using the generalized dynamic factor model. *Working Papers, Oesterreichische Nationalbank (Austrian Central Bank)*. 2004. № 89.
5. Urasawa S. Real-time GDP forecasting for Japan: A dynamic factor model approach. *Journal of the Japanese and International Economies*. 2014. № 34. P. 116-134.
6. Dias F., Pinheiro M., Rua A. Forecasting Portuguese GDP with factor models: pre-and post-crisis evidence. *Economic Modelling*. 2015. № 44. P. 266-272.
7. Rusnák M. Nowcasting Czech GDP in real time. *Economic Modelling*. 2016. № 54. P. 26-39.
8. Antipa P., Barhoumi K., Brunhes-Lesage V., Darné O.. Nowcasting German GDP: A comparison of bridge and factor models. *Journal of Policy Modeling*. 2012. № 34(6). P. 864-878.
9. Gupta R., Kabundi, A. A dynamic factor model for forecasting macroeconomic variables in South Africa. *International Journal of Forecasting*. 2008.
10. Bessec M. Short-Term Forecasts of French GDP: A Dynamic Factor Model with Targeted Predictors. *Journal of Forecasting*. 2013. № 32(6). P. 500-511.
11. Schumacher C. Forecasting German GDP using alternative factor models based on large datasets. *Journal of Forecasting*. 2007. № 26(4). P. 271-302.
12. Artis M. J., Banerjee A., Marcellino M.. Factor forecasts for the UK. *Journal of forecasting*. 2005. № 24(4). P. 279-298.
13. Ajevskis V., Dāvidsons G. Dynamic Factor Models in Forecasting Latvia's Gross Domestic Product. Riga: Latvijas Banka, 2008. №2008/02.
14. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 10.10.18)
15. Міністерство фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/> (дата звернення 10.10.18)
16. Michałek A. The Importance of Calculating the Potential Gross Domestic Product in the Context of the Taylor Rule. *Dynamic Econometric Models*. 2010. № 10. P. 132-143.
17. Orphanides A., Norden S. V. The unreliability of output-gap estimates in real time. *Review of economics and statistics*. 2002. № 84(4). P. 569-583.
18. Giannone D., Reichlin L., Small D. Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*. 2008. № 55(4). P. 665-676.
19. Mariano R. S., Murasawa Y. A new coincident index of business cycles based on monthly and quarterly series. *Journal of applied Econometrics*. 2003. №18(4). P. 427-443.
20. JDemetra+ URL: https://ec.europa.eu/eurostat/cros/content/software-jdemetra_en (дата звернення 10.10.18)

References

1. Cheung, C., & Demers, F. (2007). *Evaluating forecasts from factor models for Canadian GDP growth and core inflation* (No. 2007, 8). Bank of Canada Working Paper.
2. Camacho, M., & Sancho, I. (2003). Spanish diffusion indexes. *Spanish economic review*, 5(3), 173-203.
3. den Reijer, A. H. (2005). *Forecasting Dutch GDP using large scale factor models* (No. 028). Netherlands Central Bank, Research Department.
4. Schneider, M., & Spitzer, M. (2004). *Forecasting Austrian GDP using the generalized dynamic factor model* (No. 89).
5. Urasawa, S. (2014). Real-time GDP forecasting for Japan: A dynamic factor model approach. *Journal of the Japanese and International Economies*, 34, 116-134.
6. Dias, F., Pinheiro, M., & Rua, A. (2015). Forecasting Portuguese GDP with factor models: pre-and post-crisis evidence. *Economic Modelling*, 44, 266-272.

-
7. Rusnák, M. (2016). Nowcasting Czech GDP in real time. *Economic Modelling*, 54, 26-39.
 8. Antipa, P., Barhoumi, K., Brunhes-Lesage, V., & Darné, O. (2012). Nowcasting German GDP: A comparison of bridge and factor models. *Journal of Policy Modeling*, 34(6), 864-878.
 9. Gupta, R., & Kabundi, A. (2008). A dynamic factor model for forecasting macroeconomic variables in South Africa. *International Journal of Forecasting*.
 10. Bessec, M. (2013). Short-Term Forecasts of French GDP: A Dynamic Factor Model with Targeted Predictors. *Journal of Forecasting*, 32(6), 500-511.
 11. Schumacher, C. (2007). Forecasting German GDP using alternative factor models based on large datasets. *Journal of Forecasting*, 26(4), 271-302.
 12. Artis, M. J., Banerjee, A., & Marcellino, M. (2005). Factor forecasts for the UK. *Journal of forecasting*, 24(4), 279-298.
 13. Ajevskis, V., & DĀVIDSONS, G. (2008). *Dynamic Factor Models in Forecasting Latvia's Gross Domestic Product* (No. 2008/02). Riga: Latvijas Banka.
 14. State Statistics Service of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
 15. Ministry of Finance of Ukraine URL: <https://index.minfin.com.ua/>
 16. Michałek, A. (2010). The Importance of Calculating the Potential Gross Domestic Product in the Context of the Taylor Rule. *Dynamic Econometric Models*, 10, 132-143.
 17. Orphanides, A., & Norden, S. V. (2002). The unreliability of output-gap estimates in real time. *Review of economics and statistics*, 84(4), 569-583.
 18. Giannone, D., Reichlin, L., & Small, D. (2008). Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*, 55(4), 665-676.
 19. Mariano, R. S., & Murasawa, Y. (2003). A new coincident index of business cycles based on monthly and quarterly series. *Journal of applied Econometrics*, 18(4), 427-443.
 20. JDemetra+ URL:https://ec.europa.eu/eurostat/cros/content/software-jdemetra_en.

Стаття надійшла до редакції – 01.12.2018 р., прийнята до друку – 17.12.2018 р.