

НАУКАСТИНГ ВВП УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОПОВНЕНОЇ ФАКТОРАМИ VAR (FAVAR) МОДЕЛІ

■ **Антон Груй**

Національний банк України

E-mail: Anton.Grui@bank.gov.ua

■ **Роман Лисенко**

Національний банк України

E-mail: Roman.Lysenko@bank.gov.ua

АНОТАЦІЯ

У статті представлено систему для прогнозування поточного значення (наукастиingu) квартального ВВП України. Ця система базується на використанні випереджальних індикаторів із різною частотою оприлюднення даних. Ми узагальнюємо інформацію з набору пояснюючих змінних у декілька факторів за допомогою методу головних компонент та оцінюємо доповнену факторами VAR (FAVAR) модель. Розроблена система спроможна враховувати нові дані, які поступово оприлюднюються протягом кварталу, для уточнення наукастів ВВП. Ми також досліджуємо вплив окремих релізів даних на точність прогнозування.

Класифікація JEL: C53, C82, E17

Ключові слова: головні компоненти, наукастинг, факторна модель

I. ВСТУП

Куди прямує економіка, і яка поточна швидкість економічного зростання? Одним із найвідоміших індикаторів цього є реальний квартальний ВВП. Статистична інформація щодо нього оприлюднюється зі значним запізненням по завершенні кварталу, проте процедура прийняття рішень із питань економічної політики потребує інформації про поточний стан економіки фактично в реальному часі. Міжнародний досвід свідчить, що отримати таку інформацію можна за допомогою так званих наукастингівих моделей, які дають змогу оцінити стан економіки до оприлюднення офіційної статистики.

Під наукастингом розуміють прогнозування даних за поточний період часу. Така практика набула застосування в більшості центральних банків розвинутих країн світу. Враховуючи наявність часового лагу між змінами в монетарній політиці та впливом на економіку, центральні банки потребують якнайшвидших оцінок поточної економічної ситуації. Зокрема, вчасне виявлення економічних поворотів необхідне для досягнення та утримання цінової стабільності.

Під час макроекономічного прогнозування кількість “кандидатів” у пояснювальні змінні може бути відносно великою. Факторний аналіз дає змогу виокремити головні джерела варіації серед набору змінних. Таким чином, невелика кількість оцінених факторів узагальнює в собі значну частину інформації з великої системи.

Доповнені факторами (факторні) моделі мають ряд переваг. По-перше, вони можуть охоплювати багато змінних і при цьому уникати проблеми дефіциту ступенів свободи. Більше того, врахування великої кількості інформації допомагає отримувати точніші оцінки для прогнозування та макроекономічного аналізу. По-друге, факторний аналіз спроможний відкинути власні шоки окремих змінних, що не мають впливу на загальну динаміку системи. Серед подібних шоків можуть бути в тому числі й похибки вимірювання. Таким чином, монетарна політика отримує вартий довіри сигнал від економіки та не змушена реагувати на “шум”. До того ж виокремлення загальних економічних факторів та шоків само по собі є важливим завданням макроекономічного аналізу. Третьою перевагою є те, що факторні моделі спроможні лишатись агностичними щодо структури економіки та не залежать від економічних припущень.

У статті розробляються та вивчаються прогнозні характеристики факторної моделі для наукастиingu ВВП України. Така модель повинна базуватися на доступних випереджальних індикаторах, а також отримувати інформацію в ході поступового оприлюднення нових даних. Оцінювання прогнозних характеристик відбувається за допомогою експериментів псевдопрогнозування поза межі вибірки. Ми відтворюємо реальні ситуації з обмеженими часовими проміжками даних наявних для оцінки факторів та коефіцієнтів рівнянь. Модель здатна переоцінювати фактори та коефіцієнти з появою нових даних та відповідно поступово уточнювати наукасти ВВП. Хоча дизайн таких експериментів відрізняється від ідеального тим, що використовується сучасна база даних. Деякі історичні дані могли бути переглянуті постфактум.

Стаття побудована таким чином. У другому розділі наведено огляд літератури. Третій розділ містить аналіз динаміки ВВП України за останні 10 років. У четвертому описано дані та побудовані на їхній основі фактори, а також економічне підґрунтя цих факторів та їхній зв'язок із динамікою ВВП. У п'ятому представлена модель для наукастингу. Також у цьому розділі розглядається хронологічна карта оприлюднення нової релевантної інформації, симулюється щоквартальна процедура наукастингу та досліджуються похибки прогнозування. Шостий розділ присвячений висновкам.

II. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Головною ідеєю дослідження є використання оцінених факторів у ролі регресорів для наукастингу річних приростів ВВП. Розрахунок таких факторів відбувається з відносно великого набору змінних.

Нехай $X_t = [x_{1t}, \dots, x_{Nt}]'$ – вектор з N спостережуваних часових рядів, що описують економіку. Кожен із його елементів може бути представлений як

$$x_{it} = \lambda_{i1} f_{1t} + \dots + \lambda_{iR} f_{Rt} + u_{it},$$

або у матричному вигляді

$$X_t = \Lambda F_t + U_t,$$

де $U_t = [u_{1t}, \dots, u_{Nt}]'$ – вектор власних шоків спостережуваних змінних, $F_t = [f_{1t}, \dots, f_{Rt}]'$ – вектор із R неспостережуваних спіль-

них факторів, $\Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \dots & \lambda_{1R} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{R1} & \dots & \lambda_{NR} \end{bmatrix}$ – матриця навантажень.

Breitung and Eickmeier (2006) оцінюють матрицю навантажень за допомогою методу головних компонент. Секція 2 зазначеної вище праці містить опис технічного аспекту методу. Розраховані за таким методом фактори F_t є ортогональними один до одного та називаються головними компонентами.

Факторні моделі використовуються для побудови економічних індикаторів, аналізу економічної політики та прогнозування.

Одними з найвідоміших економічних індикаторів є Chicago Fed National Activity Index (CF-NAI) та EuroCOIN. CF-NAI розраховується як перша головна компонента низки показників економічної активності у Сполучених Штатах. Індекс був розроблений Stock and Watson (1999) та визнаний корисним для прогнозування інфляції. У сучаснішій праці Brave and Butters (2014) він використовується для наукастингу ВВП. EuroCOIN є спільною компонентою ВВП країн-членів єврозони. Індекс був запропонований у праці Altissimo et al. (2001). Аналогічно Cristadoro et al. (2001) будують міру базової інфляції для Єврозони, а Karpetanios (2004) – для Сполученого Королівства.

Forni et al. (2004) та Giannone et al. (2004) використовують факторний аналіз для виявлення структурних шоків, що формують спільну динаміку економічних змінних та обговорюють слушні відгуки монетарної політики. Більше того, стандартне правило Тейлора із включеними до нього оціненими факторами є більш стійким та надійним правилом монетарної політики.

Bernanke et al. (2005) досліджують вплив відсоткової ставки на економіку за допомогою доповненої факторами VAR (factor augmented, FAVAR) моделі. VAR моделі надають достовірну структуру для аналізу, проте дуже вразливі до проблеми дефіциту ступенів свободи. Природним рішенням є побудова моделей на оцінених факторах, що ефективно узгадальнюють інформацію від багатьох макроекономічних змінних. Отримана специфікація виглядає як

$$\begin{bmatrix} F_t \\ i_t \end{bmatrix} = \Phi(L) \begin{bmatrix} F_{t-1} \\ i_{t-1} \end{bmatrix} + \vartheta_t,$$

де ϑ_t – білий шум, F_t – вектор факторів, оцінених методом головних компонент, $\Phi(L)$ – поліном лагів, а i_t – процентна ставка щодо федеральних фондів.

Схожу специфікацію використовують Gupta et al. (2010) для оцінки впливу витрат на оборону.

Факторні моделі часто застосовуються як інструмент прогнозування. Stock and Watson (1999) досліджують прогнозування інфляції за допомогою кривої Філіпса, при цьому заміняючи безробіття на оцінений індекс ділової активності в США. Виявляється, що здатність такої факторної моделі прогнозувати поза межі вибірки перевершує прогнозну здатність одномірних методів чи звичайної кривої Філіпса. Stock and Watson (2002) використовують декілька перших головних компонент для короткострокового прогнозування промислового виробництва. Враховуючи можливість прогнозувати як інфляцію, так і реальні величини, Bernanke and Boivin (2003) пропонують включати фактори у функцію реакції монетарної політики.

Forni et al. (2005) прогнозують інфляцію та промислове виробництво для Єврозони, Brisson et al. (2003) – деякі реальні величини для Канади, а Artis et al. (2005) – для Великобританії. Зазвичай прогнозовані змінні визначаються як функції від своїх поточних та попередніх значень, а також поточних та попередніх значень оцінених факторів.

Stock and Watson (2006) вивчають підхід Bernanke et al. (2005) та зазначають, що FAVAR можна застосовувати для прогнозування. Itkonen (2016) описує використання такої моделі для наукастингу ВВП Фінляндії.

Загалом прогнозні характеристики факторних моделей є обнадійливими. Зокрема, вони перевершують одномірні методи та моделі з меншою кількістю змінних. Хоча варто зауважити, що вибір набору змінних для аналізу часто є випадковим. Водночас один і той самий набір може застосовуватися для прогнозування різних величин. Bovin and Ng (2005) пропонують використовувати лише змінні, що мають високу пояснювальну силу відносно тієї величини, яку треба прогнозувати.

Зазвичай процедура прогнозування відбувається у два кроки. На першому кроці з великого набору змінних оцінюються кілька неспостережуваних факторів. Стандартно застосовується метод головних компонент, так само робимо і ми у цій праці. У деяких статтях, наприклад Giannone et al. (2008) та Porshakov et al. (2015), використовується фільтр Калмана для оцінки факторів та їх рекурсивного прогнозування. На другому кроці оцінені фактори використовуються в ролі пояснювальних змінних для побудови лінійної прогнозної моделі. Waibura and Rünstler (2011) та Angelini et al. (2011) показують, що фільтр Калмана може виконувати обидва кроки одночасно.

У цій статті ми будемо та уточнюємо наукасти темпів зміни квартального реального ВВП у річному вимірі за допомогою випереджальних індикаторів. Під останніми розуміємо показники, нові дані для яких поступово з'являються протягом кварталу.

Модель для такого наукастингу повинна поєднувати щомісячні випереджальні індикатори із щоквартальними, а також мати справу з проблемою обірваних країв – спостереження для деяких змінних можуть бути відсутні в кінці вибірки. Подібні моделі називають мостовими рівняннями, оскільки вони “наводять мости” між спостереженнями різної частоти.

Використання мостових рівнянь розглянуто, зокрема, в Angelini et al. (2011). Автори відтворюють наукастинг ВВП Єврозони у псевдореальному часі, при цьому користуються послідовним оприлюдненням щомісячної інформації. Фільтр Калмана справляється з проблемою обірваних країв та об'єднує окремі індикатори у фактори, водночас враховуючи багатомірну інформацію для прогнозування відсутніх спостережень. Такий підхід був уперше запропонований у Giannone et al. (2006). Типовішим підходом для прогнозування відсутніх спостережень пояснюючих змінних виступають одномірні методи. Зокрема, у цій праці ми покладаємося на процес випадкового блукання.

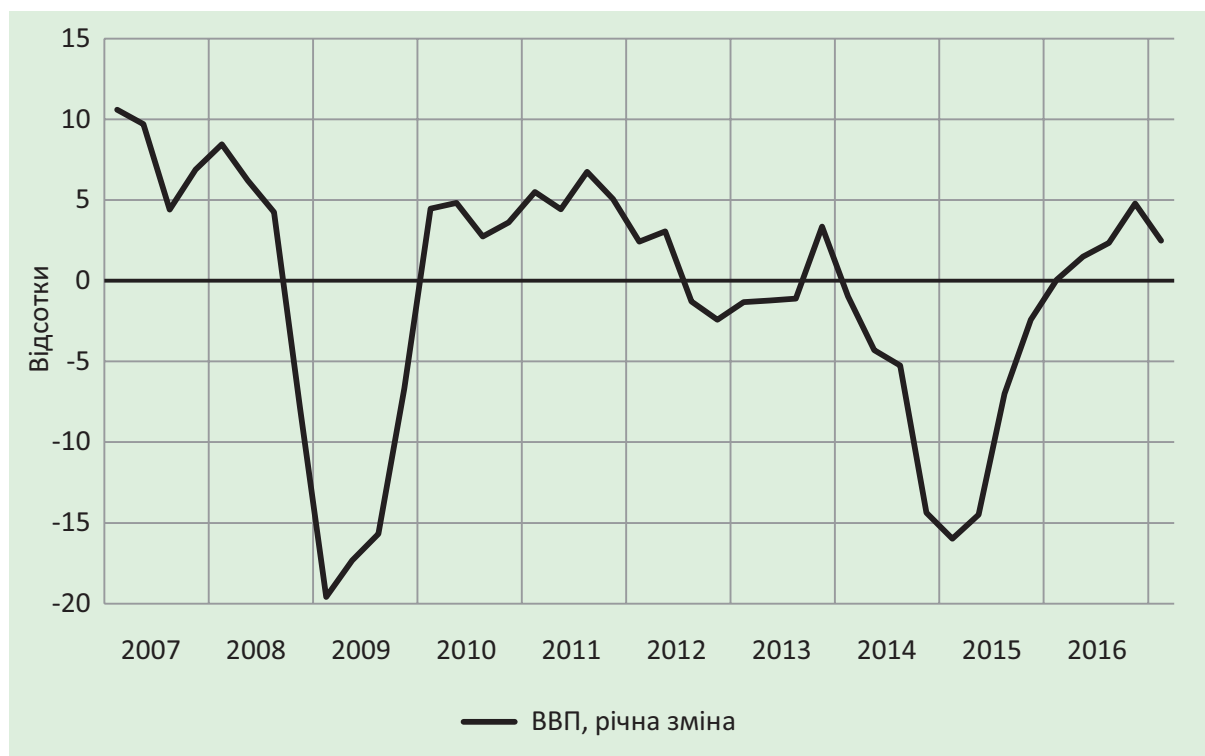
Angelini et al. (2011) враховують нові дані двічі на місяць, що дає змогу поступово поліпшувати прогнозну здатність моделі. Значна пояснююча сила приписується даним результатам опитувань, котрі привносять важливу інформацію з меншою затримкою, ніж індекси діяльності галузей економіки. Дослідники також виявляють, що мостові рівняння з факторами мають кращі прогнозні характеристики, ніж середні значення прогнозів мостових рівнянь з окремими пояснювальними змінними.

Цікавим є приклад Bragoli et al. (2014), котрі враховують щоденні релізи даних із різних джерел для оновлення наукастів ВВП Бразилії.

III. ІСТОРИЧНА ДИНАМІКА ВВП УКРАЇНИ

Динаміці реального ВВП України притаманна значна волатильність. Зокрема, часовий ряд темпів зміни реального квартального ВВП України в річному вимірі протягом 2006–2017 років включає два кризові періоди (2008–2009 та 2014–2015 роки), протягом яких було зафіксовано значне падіння цього показника (близько -19.6% та -15.5% у перших кварталах відповідно 2009 та 2015 років) (див. графік 1).

Графік 1. Реальний ВВП



Стрімке падіння реального ВВП України у 2008–2009 роках було результатом негативного впливу світової фінансової та економічної кризи, що спричинило відплив капіталу. Також погіршилася кон'юнктура сировинних товарних ринків. А оскільки велика частка в структурі зовнішньої торгівлі України належить сировині, це призвело до падіння у 2009 році обсягів виробництва в основних експортноорієнтованих галузях. Крім того, негативно на динаміку економічної активності вплинула реалізація ризиків, накопичених у банківському секторі в результаті перегрівання ринку нерухомості у 2007–2008 роках. Таке перегрівання проявлялося у вигляді “кредитного буму”, у тому числі в іноземній валюті.

Повільне відновлення світової економіки після кризи 2007–2009 років зумовило слабке відновлення економічного зростання України. Середні темпи зростання реального ВВП за період 2010–2013 років становили 2.5%.

У IV кварталі 2014 року було зафіксовано падіння реального ВВП на 14.4% у річному вимірі. Це стало наслідком геополітичних та економічних шоків, проявами яких були анексія Росією АР Крим у березні та ескалація військового конфлікту на сході України у серпні-вересні 2014 року. Розрив виробничих і логістичних зв'язків між підконтрольною українській владі територією та окупованими територіями призвів до стрімкого падіння промислового виробництва та експорту.

Починаючи з 2016 року економіка України демонструє відновлення, хоча його темпи й залишаються нестійкими. Зростання ВВП зазнає негативного впливу зовнішніх факторів унаслідок збереження сировинної структури зовнішньої торгівлі та військового конфлікту на сході країни.

Отже, причини кризових явищ в економіці України відрізняються. Їх важко було передбачити, керуючись виключно моделями, що ґрунтуються на економічній теорії. Україна є малою відкритою економікою та продовжує перебувати під впливом зовнішніх факторів. Тому навіть в умовах відносної стабільності питання прогнозування поточної економічної активності є непростим завданням.

IV. ДАНІ ТА ОЦІНЕНІ ФАКТОРИ

Статистичні дані, які ми використовуємо для побудови неспостережуваних факторів, включають загалом 20 індикаторів. Серед них:

- індекси виробництва базових галузей економіки¹ (ІВБГ) (промисловість, сільське господарство, будівництво, торгівля і транспорт виражені в річних приростах реального виробництва – усього 9 показників; публікуються щомісячно);

¹ Джерело: Державна служба статистики України.

• результати опитувань підприємств² (оцінки фінансово-економічного стану, очікування щодо обсягів продажу, інвестиційної активності тощо виражені в річних змінах балансу позитивних та негативних відповідей – усього 11 показників; публікуються з квартальною частотою).

Дані зі щомісячною частотою трансформуємо у щоквартальні за допомогою середнього арифметичного значення за три місяці кварталу. Відсутні спостереження прогнозуються за допомогою процесу випадкового блукання. Кількість індикаторів у розгляді дещо менша від кількості тих, що використовуються в деяких інших працях. Проте всі вони несуть пояснювальну силу для прогнозування ВВП. Для такої моделі зберігаються переваги факторних моделей.

Нижче ми розглядаємо фактори, побудовані за наявності даних для всіх пояснюючих змінних до II кварталу 2017 року включно.

Динаміку всіх наявних спостережуваних змінних узагальнюємо у факторах (головних компонентах) за допомогою методу головних компонент. У таблиці 1 подана матриця кореляцій між змінними (рядки) та першими трьома головними компонентами (колонки). Кожен коефіцієнт, піднесений до квадрата, визначає відсоток варіації змінної, яку пояснює фактор. Таким чином, сума квадратів коефіцієнтів у рядку навпроти кожної змінної визначає, скільки відсотків варіації цієї змінної пояснюють перші три головні компоненти. Натомість сума квадратів коефіцієнтів у колонці навпроти кожного фактора, поділена на кількість змінних, визначає відсоток варіації всієї системи, що пояснюється цим фактором.

Оцінені головні компоненти представляють оцінки реалізації неспостережуваних основних економічних шоків. Хоча вони не обов'язково несуть пряму структурну інтерпретацію, оскільки можуть бути лінійними комбінаціями “справжніх” економічних факторів.

Перша головна компонента є узагальненим індикатором економічної активності країни, оскільки визначає як зростання виробництва базових галузей, так і позитивні зміни ділових очікувань підприємств. Крім того, вона пояснює 57% усієї варіації системи. Більшість змінних має з компонентою значну додатну кореляцію (0.46–0.95), за винятком таких, як:

- індекс виробництва сільського господарства – волатильний показник, що не корелює з розвитком виробництва інших галузей. Проте індекс має значну залежність від другої і третьої компонент;
- поточний рівень залишків готової продукції – показник від'ємно корелює зі зростанням попиту, але додатно – із сільськогосподарським виробництвом. Знову ж таки, друга і третя компоненти є для нього визначальними.

Таблиця 1. Матриця кореляцій

	PC1	PC2	PC3	Пояснена варіація
Сільське господарство	-0.06	0.41	0.61	0.54
Добувна промисловість	0.80	0.22	0.40	0.85
Обробна промисловість	0.95	0.13	-0.03	0.92
Виробництво електроенергії, газу та води	0.84	0.04	0.31	0.80
Будівництво	0.79	0.45	-0.09	0.84
Роздрібна торгівля	0.60	0.70	-0.02	0.85
Оптова торгівля	0.87	0.24	0.07	0.81
Вантажний транспорт	0.88	-0.04	0.17	0.81
Пасажирський транспорт	0.59	0.62	-0.35	0.86
Поточний фінансово-економічний стан	0.90	0.01	-0.20	0.86
Фінансово-економічний стан у наступні 12 місяців	0.85	-0.41	0.17	0.92
Зміни в обсягах реалізації продукції в наступні 12 місяців	0.87	-0.28	0.11	0.85
Зміни в обсягах у наступні 12 місяців на зовнішньому ринку	0.78	-0.33	0.10	0.73
Поточний рівень залишків готової продукції	-0.37	0.65	0.35	0.69
Поточна спроможність задовольнити неочікуваний попит	0.56	-0.02	-0.25	0.37

² Джерело: Національний банк України.

Зміни в інвестиціях у наступні 12 місяців	0.91	-0.29	0.00	0.91
Зміни в кількості працівників у наступні 12 місяців	0.91	-0.35	0.06	0.95
Потреби у запозичених коштах у наступні 12 місяців	0.46	-0.30	-0.36	0.43
Поточний доступ до банківського кредиту	0.86	-0.10	0.03	0.76
Плани щодо кредиту у найближчий час	0.48	0.59	-0.45	0.79
Пояснена варіація	0.57	0.14	0.07	

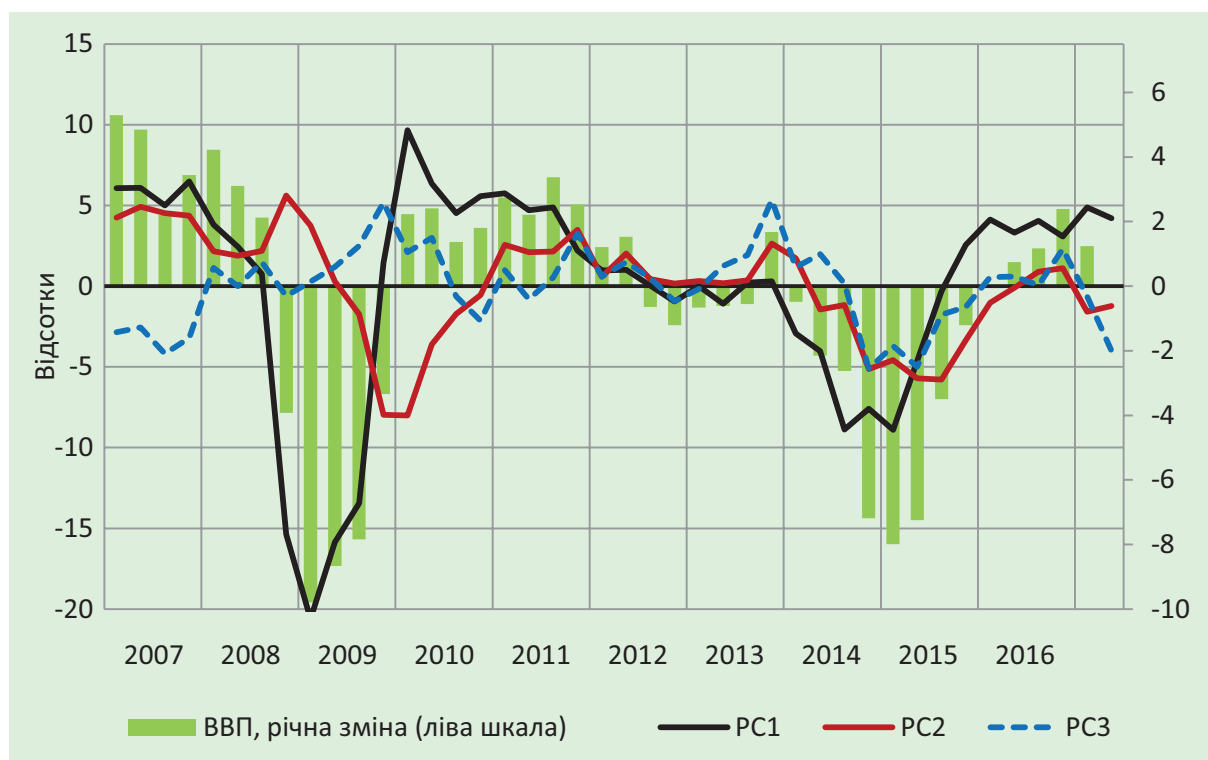
Друга головна компонента – це чинник, що відповідає за різноспрямований рух ділових настроїв підприємств (негативні кореляції, крім планів щодо банківського кредиту) і фактичного випуску базових галузей економіки (позитивні кореляції, включаючи поточний рівень залишків готової продукції). Друга компонента визначає 14% варіації набору змінних.

Третю головну компоненту важко інтерпретувати. Додатні або незначні кореляції спостерігаються з індексами виробництва базових галузей, проте не з пасажирськими перевезеннями. Компонента від'ємно корелює з оцінками поточного фінансово-економічного стану, спроможності задовольнити неочікуваний попит і потребами чи планами щодо залучення банківських запозичень. Натомість додатні кореляції мають поточний рівень залишків готової продукції та очікування щодо змін фінансово-економічного стану, обсягів реалізації продукції, інвестицій чи змін у кількості працівників. Третя компонента пояснює 7% сукупної варіації.

Четверту і наступні головні компоненти ми не використовуємо, оскільки вони пояснюють малу частину сукупної динаміки вхідних змінних. Ми обрали своєрідний прохідний бар'єр у розмірі 5% від сукупної варіації, що є середнім значенням для всіх 20 можливих головних компонент. Такий підхід був уперше запропонований у Kaiser (1960). Він необов'язково пасує до визначення кількості змінних для VAR моделі, проте ми емпірично встановили, що включення додаткових головних компонент не поліпшує прогностичних властивостей моделі.

Річні зміни ВВП та перші три головні компоненти відображені на графіку 2. Стрімке падіння та відновлення ВВП у 2008–2009 роках характеризувалися суттєвими негативними значеннями першої компоненти, тоді як друга і третя були вищими. Натомість усі три головні компоненти демонстрували негативні значення під час падіння ВВП у 2014–2015 роках. Із початку 2016 року перша головна компонента перебуває на стабільно високому рівні, що може свідчити про відновлення економіки України. Проте таке відновлення дещо стримується волатильними чинниками, котрі відповідають за другу і третю компоненти.

Графік 2. Реальний ВВП та головні компоненти



V. ПРОЦЕДУРА НАУКАСТИНГУ ВВП УКРАЇНИ

Процедура наукастингу зміни реального квартального ВВП у річному вимірі базується на відносно великій кількості пояснювальних змінних, у ролі яких зручно використовувати випереджальні індикатори. Доповнена факторами VAR (FAVAR) модель у використанні виглядає таким чином:

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ F_{t+1} \end{bmatrix} = \Phi(L) \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ F_t \end{bmatrix} + \varepsilon_t,$$

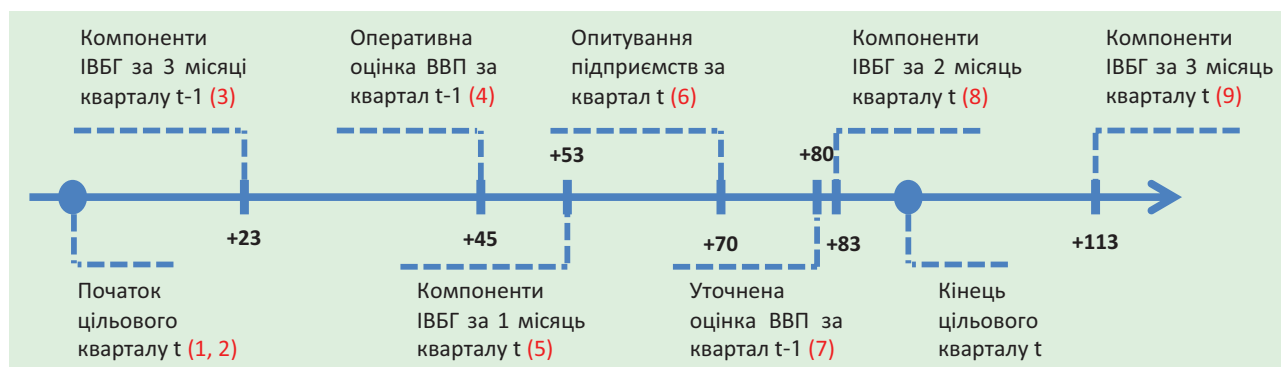
де Y_t – річні прирости ВВП. Фактори F_t зсунуті на один квартал уперед для врахування найсвіжішої інформації щодо вхідних змінних, котра оприлюднюється до виходу офіційних даних щодо ВВП.

Фінальна версія моделі будує залежність лише з одним лагом. Фактично оцінка поточного приросту ВВП спрощується до лінійної залежності показника від свого попереднього значення та значень факторів за поточний квартал. VAR прогнозування відіграє роль, коли немає жодних даних за цільовий квартал та оцінок ВВП за попередній.

Уся релевантна інформація для оцінки ВВП за нашою специфікацією включає результати опитувань підприємств, дані за три місяці виробництва базових галузей та оцінку ВВП за попередній квартал. Ці дані оприлюднюються поступово. Останніми, приблизно на 23-й день по завершенню цільового кварталу, з'являються дані за третій місяць виробництва базових галузей. Таким чином розрахунки з повним обсягом вхідної інформації можуть використовуватися для бек-касту. Вони вже є корисними, оскільки оперативні оцінки від державної служби статистики з'являються на 45-й день по закінченні кварталу.

Проте економічна політика потребує розрахунків у реальному часі. Перші наукасти зміни ВВП у поточному кварталі можна робити вже станом на його початок. У нульовий день кварталу t відомими є результати опитувань підприємств за квартал $t-1$ та прирости ІВБГ за два місяці кварталу $t-1$. На 23-й день з'являються дані щодо компонент ІВБГ за три місяці $t-1$. Таким чином, уся релевантна інформація стає доступною поступово протягом 113 днів від початку цільового кварталу t . Приблизну схему оприлюднення нових даних подано на графіку 3.

Графік 3. Хронологічна карта оприлюднення релевантних вхідних даних



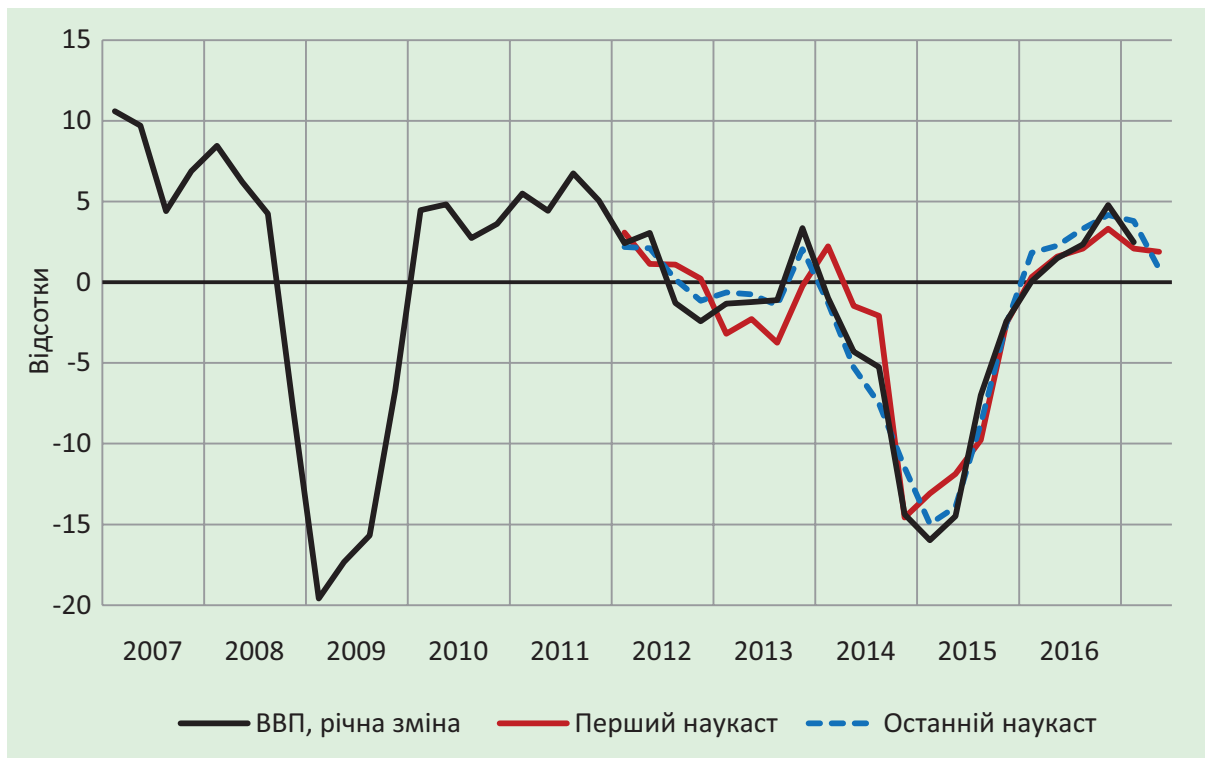
Найперші дані за цільовий квартал стають доступними на 53-й день з оприлюдненням приростів ІВБГ за один місяць. До цього моменту оцінки поточної економічної активності відбуваються завдяки даним за попередній квартал.

Для побудови та використання прогнозних моделей важливим є оцінювання якості прогнозів. З метою впровадження такої оцінки ми порівнюємо прогнози із фактичними значеннями, при цьому різниця між ними є прогнозною похибкою. Найпоширенішою мірою оцінки якості моделі є середньоквадратична похибка (RMSE, root mean squared error), проте ця міра перебільшує значення похибок, що виникають для наших симуляцій унаслідок структурних змін 2014–2015 років. Ми використовуємо середню абсолютну похибку (MAE, mean absolute error).

Наукасти можуть оновлюватися щоразу з виходом нової релевантної інформації. Тому важливо розуміти, які саме дані були доступними на момент побудови того чи іншого прогнозу. Для оцінювання прогнозної спроможності моделей ми використовуємо псевдопрогнозування поза межі вибірки. Часовий проміжок для проведення оцінювання починається в першому кварталі 2012 року та закінчується першим кварталом 2017 року. Таким чином, ми розглядаємо загалом 21 спостереження для дослідження прогнозних характеристик різних моделей та специфікацій. На графіку 4 подано перший прогноз, доступний на початку цільового кварталу, та останній прогноз, доступний на 23-й день по його завершенню.

Параметри моделей оцінюються на історичному проміжку, що передує прогнозованому. Таким чином, вони уточнюються щоразу із розширенням цього проміжку – так само, як би це відбувалося у випадку прогнозування в реальному часі.

Графік 4. Прогнозна спроможність першої та останньої ітерацій FAVAR моделі



Прогнозна спроможність останнього наукасту доволі висока як у відносно стабільні 2012–2013 роки, так і під час структурних змін у 2014–2015 роках. Якість першого є гіршою, зокрема він виявився неспроможним вчасно спрогнозувати скорочення ВВП у 2014 році. Проте загальна амплітуда падіння та подальше відновлення у 2016 році відтворені досить точно.

Загалом прогнозна здатність FAVAR моделей поступово поліпшується з урахуванням нових даних (таблиця 2). У нульовий день кварталу наукаст може бути побудований з урахуванням результатів опитувань підприємств за попередній квартал або без такого (ітерації (1) та (2)). Виявляється, що прогнози без результатів опитування були точнішими. Це може свідчити про малу спроможність підприємств прогнозувати економічну активність поза межі поточного кварталу. Саме прогнози без урахування результатів опитувань відображені на графіку 4.

Таблиця 2. Порівняння середніх абсолютних похибок прогнозів за FAVAR моделями та їх альтернативами

Дні	0	0	23	45	53	70	80	83	113
Ітерації	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
FAVAR	2.15	1.76	1.56	1.56	1.88	1.36	1.31	1.14	1.05
Випадкове блукання	4.61			2.78			2.73		
Індекс ділових очікувань							2.60		
Коригування ДССУ	0.37								

Оперативні оцінки зміни ВВП від ДССУ з'являються на 45-й день наступного кварталу. Згодом інформація коригується на 80-й день. Середнє абсолютне уточнення на досліджуваному періоді становить 0.37 в. п., що є нижньою межею похибки модельного прогнозу. Тобто навіть за ідеального прогнозування оперативних оцінок досі виникатиме похибка порівняно з уточненими.

Верхньою межею вважаємо похибку прогнозу випадкового блукання, за якого кожне наступне значення прогнозується на рівні попереднього. До 45-го дня таким прогнозом є приріст позаминулого кварталу, до 80-го – оперативні оцінки, після 80-го – уточнені оцінки минулого кварталу. Значення середніх абсолютних похибок є доволі високими, оскільки

на досліджуваному часовому проміжку відбувалося значне падіння ВВП. Симуляції псевдопрогнозування поза межі вибірки свідчать, що FAVAR модель значно перевершує можливості прогнозу випадкового блукання.

Похибки FAVAR наукастів спадають з оприлюдненням даних щодо темпів зміни виробництва у базових галузях за третій місяць попереднього кварталу (ітерація (3)), проте зростають з урахуванням темпів зміни ІВБГ за перший місяць поточного кварталу (ітерація (5)). Це є відображенням того, що дані за перший місяць зазвичай не відображають динаміку всього кварталу. Врахування результатів опитувань підприємств за поточний квартал (ітерація (6)) значно поліпшують прогнозну здатність моделі.

На основі виключно результатів опитувань підприємств формується індекс ділових очікувань (ІДО), який був описаний у Лисенко і Колесніченко (2016). Цей індекс можна також використовувати як пояснюючу змінну для короткострокового прогнозування ВВП, тому ми відтворюємо модель, представлену у вищезазначеній праці (таблиця 5, колонка 3). Виявляється, що FAVAR модель перевершує прогнозну спроможність простого використання ІДО.

VI. ВИСНОВКИ

Мета даного дослідження полягала в розробці та вивченні прогнозних характеристик факторної моделі для наукастингу ВВП України. Представлена в статті FAVAR модель базується на випереджаючих індексах виробництва базових галузей економіки та результатах опитувань підприємств. Вона може успішно застосовуватися за призначенням. Використання моделі для наукастингу у псевдореальному часі виявило її здатність перевершити прогнозні характеристики прогнозування випадкового блукання та прогнозування за допомогою виключно результатів опитувань підприємств.

У статті було розглянуто хронологічну карту оприлюднення нової релевантної інформації та запропоновано моменти оновлення оцінок поточного ВВП. Виявилось, що точність наукастингу загалом поліпшується з урахуванням більшої кількості інформації. Зокрема, додаткове врахування результатів опитувань виявилось важливим для зниження похибки прогнозу поточного ВВП. Водночас опитування виявилися нездатними підвищити точність прогнозування поза межі поточного кварталу.

У дослідженні також описано фактори, які було сконструйовано за допомогою методу головних компонент із відносно великого набору змінних. Перший із них пояснює 57% варіації всієї системи та може бути інтерпретований як індекс сукупної ділової активності. Темою для подальших досліджень може стати детальніший аналіз цього та інших факторів, а також економічних чинників, що за ними стоять. Додаткового дослідження також потребує значення узагальнених факторів для монетарної політики.

Серед перспективних напрямів для наукастингу ВВП та інших реальних змінних України варто виділити розширення списку пояснюючих індикаторів та використання фільтра Калмана.

Література

- Altissimo F., Bassanetti A., Cristadoro R., Forni M., Hallin M., Lippi M., Veronese G. (2001). EuroCOIN: A Real Time Coincident Indicator of the Euro Area Business Cycle. Discussion Papers, No. 3108, CEPR.
- Angelini E., Camba-Mendez G., Giannone D., Reichlin L., Rünstler G. (2011). Short-term forecasts of euro area GDP growth. *Econometrics Journal*, Vol. 14, No. 1, pp. C25-C44.
- Artis M. J., Banerjee A., Marcellino M. (2005). Factor forecasts for the UK. *Journal of Forecasting*, Vol. 24, No. 4, pp. 27-298.
- Bańbura M., Rünstler G. (2011). A look into the factor model black box: publication lags and the role of hard and soft data in forecasting GDP. *International Journal of Forecasting*, Vol. 27, No. 2, pp. 333-346.
- Bernanke B. S., Boivin J. (2003). Monetary policy in a data-rich environment. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 50, No. 3, pp. 525-546.
- Bernanke B. S., Boivin J., Elias P. (2005). Measuring the effects of monetary policy: a factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 120, No. 1, pp. 387-422.
- Boivin J., Ng S. (2005). Understanding and Comparing Factor-Based Forecasts. *International Journal of Central Banking*, Vol. 1, No. 3, pp. 117-151.
- Bragoli D., Metelli L., Modugno M. (2014). The Importance of Updating: Evidence from a Brazilian Nowcasting Model. Finance and Economics Discussion Series, No. 2014-94. Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs, Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- Brave S. A., Butters R. A. (2014). Nowcasting using the Chicago Fed National Activity Index. *Economic Perspectives*, Vol. 38, pp. 19-37.
- Breitung J., Eickmeier S. (2006). Dynamic Factor Models. *Modern Econometric Analysis*, pp. 25-40.

- Brisson M., Campbell B., Galbraith J. W. (2003). Forecasting Some Low-Predictability Time Series Using Diffusion Indices. *Journal of Forecasting*, Vol. 22, No. 6-7, pp. 515-531.
- Cristadoro R., Forni M., Reichlin L., Veronese G. (2001). A Core Inflation Index for the Euro Area. Working Papers, No. 435, Bank of Italy.
- Forni M., Giannone D., Lippi M., Reichlin L. (2004). Opening the black box: structural factor models vs structural VARs. Universite Libre de Bruxelles, mimeo.
- Forni M., Hallin M., Lippi M., Reichlin L. (2005). The generalized dynamic factor model: one-sided estimation and forecasting. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 100, No. 471, pp. 830-840.
- Giannone D., Reichlin L., Sala L. (2004). Monetary Policy in Real Time. *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 19, pp. 161-200.
- Giannone D., Reichlin L., Small D. (2008). Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 55, No. 4, pp. 665-676.
- Giannone D., Reichlin L., Small D.H. (2006). Nowcasting GDP and inflation: the real-time informational content of macroeconomic data releases. Working Paper Series, No. 633, European Central Bank.
- Gupta R., Kabundi A., Ziramba E. (2010). The effect of defense spending on US output: a factor augmented vector autoregression (favar) approach. *Defence and Peace Economics*, Vol. 21, No. 2, pp. 135-147.
- Itkonen, J. (2016). How do we know where the economy is heading today? *Bulletin Bank of Finland*, Vol. 90, No. 3, pp. 51-61.
- Kaiser H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and psychological measurement*, Vol. 20, No. 1, pp. 141-151.
- Kapetanios G. (2004). A note on modelling core inflation for the UK using a new dynamic factor estimation method and a large disaggregated price index dataset. *Economics Letters*, Vol. 85, No. 1, pp. 63-69.
- Porshakov A., Deryugina E., Ponomarenko A. A., Sinyakov A. (2015). Nowcasting and short-term forecasting of Russian GDP with a dynamic factor model. Discussion Papers, No. 19/2015, BOFIT, Bank of Finland, pp. 4-40.
- Stock J. H., Watson M. W. (2002). Forecasting using principal components from a large number of predictors. *Journal of the American statistical association*, Vol. 97, No. 460, pp. 1167-1179.
- Stock J. H., Watson M. W. (2006). Forecasting with many predictors. *Handbook of economic forecasting*, Chapter 10, pp. 515-554.
- Stock J.H., Watson M. W. (1999). Forecasting inflation. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 44, No. 2, pp. 293-335.
- Лисенко Р., Колесніченко Н. (2016). Використання результатів опитувань щодо ділових очікувань підприємств для короткострокового прогнозування економічного розвитку. *Вісник Національного банку України*, № 235. С. 43-56.