

# ВИКОРИСТАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ МОНЕТАРНОЇ ПОЛІТИКИ В УКРАЇНІ

■ **Сергій Ніколайчук**  
Національний банк України

■ **Юрій Шоломицький**  
Національний банк України

*Однією з важливих передумов запровадження режиму інфляційного таргетування є спроможність центрального банку передбачити інфляційний розвиток (адже за цього режиму прогноз інфляції використовується як проміжна ціль) і розуміння трансмісійного механізму монетарної політики (оскільки через його канали центральний банк за допомогою своїх інструментів може забезпечити конвергенцію прогнозу інфляції до цільових показників). Досягнення цих цілей є складним завданням без налагодженої системи макроекономічних моделей, що описують монетарний трансмісійний механізм, дають змогу оцінити поточний стан економіки та проектувати сценарії макроекономічного розвитку в коротко- та середньостроковій перспективі. У статті аналізується сучасний стан макроекономічного моделювання в центральних банках та відповідність йому системи макроекономічних моделей для цілей монетарної політики в Національному банку України. Поточна система дає змогу забезпечити аналітичну підтримку процесу прийняття рішень з монетарної політики, але на майбутнє потрібне її вдосконалення як у частині запровадження в практичну діяльність більш структурної моделі (динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги), так і щодо посилення набору економетричних моделей для короткострокового прогнозування.*

JEL: E37, E52

**Ключові слова:** макроекономічні моделі, монетарна політика, трансмісійний механізм, система аналізу та прогнозування

## 1. Вступ

Рішення з монетарної політики стосуються багатоцільових задач із багатьма обмеженнями; у них повинні враховуватися величезні обсяги інформації – масиви даних, експертні судження, результати прогнозних сценаріїв. Тому формалізація цього процесу та його структурування за допомогою макроекономічних моделей необхідна в сучасній практиці центральних банків. Звичайно, будь-яка модель є спрощенням реальності та не може повністю відтворити економічні (як і будь-які інші) процеси. Водночас саме моделі допомагають надати цьому комплексному процесу формалізованого підходу для забезпечення послідовності й узгодженості рішень із монетарної політики.

Особливо це важливо для центральних банків, що використовують режим інфляційного таргетування, коли прогноз інфляції виступає проміжною ціллю (через наявність лагів в ефектах монетарної політики на інфляцію та інші макроекономічні показники). Саме тому процес прийняття рішень із монетарної політики в центральних банках з

інфляційним таргетуванням спирається на системи аналізу та прогнозування (САП) із використанням набору моделей, кожна з яких націлена на вирішення окремої проблеми. Але й у центральних банках з іншими монетарними режимами такі системи стають основою для вироблення рішень чи принаймні аналізу поточної та майбутньої ситуації (у випадку, коли немає можливості проводити незалежну монетарну політику, наприклад, за режиму валютного бюро чи членства в монетарному союзі).

Серед основних переваг такого підходу такі: 1) сприяння розумінню функціонування економічних механізмів через необхідний рівень спрощення; 2) приведення економічних дискусій до єдиного комунікаційного апарату; 3) можливість швидкого генерування альтернативних сценаріїв для оцінки ризиків тощо.

Водночас використання моделей потребує достатніх навичок і знань, щоб розуміти властивості й обмеження кожного виду моделей. Звичайно, останні інновації в економічній теорії та обчислювальних методах стимулюють прогрес у макроекономічному моделюванні. Але ці ж інновації та їх практичне втілення в одній великомасштабній моделі з метою врахування всіх характеристик економічних даних можуть суттєво ускладнити процес її використання в регулярних прогнозних циклах. Саме тому базова модель цих САП, з одного боку, має бути досить складною, щоб відтворювати головні риси монетарного трансмісійного механізму, а з іншого – досить простою для використання в повсякденній роботі, розуміння та комунікації її результатів. А пом'якшення результатів спрощення базової моделі є головною функцією інших допоміжних моделей.

Ця стаття побудована таким чином. У розділі 2 описано сучасний підхід центральних банків до організації аналітично-прогнозних систем із використанням набору моделей, серед яких виділяється базова модель, що зазвичай має солідну теоретичну базу, середньостроковий фокус і є каркасом прогнозного процесу та симуляційних експериментів. Розділ 3 присвячено сателітним та допоміжним моделям, що використовуються центральними банками для доповнення базової моделі, аналізу специфічних питань, оцінки поточного стану та короткострокового прогнозування. Розділ 4 розкриває набір моделей, який використовується в Національному банку України для цілей монетарного аналізу. В останньому розділі підбиваються підсумки та розглядаються можливі напрями посилення модельного інструментарію Національного банку, особливо в контексті потенційного переходу до режиму інфляційного таргетування.

## 2. Системний підхід до аналізу та прогнозування в центральних банках на основі базової структурної моделі

Економічний аналіз та прогнозування є невід'ємними елементами процесу функціонування сучасного центрального банку, оскільки прогноз – основа вироблення рішень із монетарної політики, особливо в умовах режиму з інфляційним таргетуванням. При цьому, з одного боку, за останні десятиліття було досягнуто значного прогресу в економічній теорії, економіко-математичному моделюванні, обчислювальних методах та інформаційних технологіях, які застосовуються під час аналізу стану економіки та розроблення прогнозів, що посилило можливості аналітиків, хоча й ускладнило їх інструментарій. З іншого, потреба у швидкій та чіткій реакції на події як у внутрішній економіці, так і у світовій за значного посилення волатильності макроекономічних показників зумовила необхідність упорядкування процесів економічного аналізу та прогнозування в центральних банках та їх формалізації у вигляді САП.

Сучасну САП центрального банку можна охарактеризувати як (1) формалізований (через постанови, розпорядження тощо), (2) упорядкований (ієрархічно), (3) взаємозалежний (через ітерації та взаємозв'язки) набір інструментів і процедур, призначений для оброблення й аналізу даних щодо минулого та поточного стану економіки, передбачення її майбутнього стану та визначення ролі монетарної політики й оптимальних її дій з метою дотримання цілей монетарної політики центрального банку (цінової стабільності загалом або інфляційних цілей у частковому випадку інфляційного таргетування). Фактично подібні системи є основним технічним ланцюгом у процесі розроблення рішень щодо монетарної політики. У рамках цієї системи здійснюється оброблення статистичних даних, їх аналіз та агрегування отриманої інформації у вигляді коротких оглядів окремих секторів та економіки в цілому, а також розроблення прогнозних сценаріїв та оцінка рішень із монетарної політики.

Еталонним прикладом такої САП можна вважати Прогнозну платформу Банку Англії, що включає моделі для короткострокового та середньострокового прогнозування, надає можливість агрегування результатів прогнозів багатьох моделей за допомогою додаткової автоматизованої процедури і передбачає цілісний та чіткий організаційний процес розроблення регулярних прогнозів і симуляцій різноманітних сценаріїв (Burgess et al., 2013). Однак з огляду на високу складність розбудови подібної системи та підтримки її функціонування подібні можливості нині має досить обмежена кількість центральних банків (Європейський центральний банк, Рада ФРС США, центральні банки Канади, Норвегії, Швеції, Чехії, Нової Зеландії тощо). Водночас багато центральних банків, котрі мають набагато менші можливості та ресурси, насправді застосовують такий самий підхід, щоправда, у спрощеному вигляді.

Основні елементи цієї САП структуровано в праці Laxton et al. (2009):

- 1) система баз даних та звітності на основі набору ключових макроекономічних показників, що дає змогу кожній особі, задіяній у процесі прогнозування та вироблення рішень із монетарної політики, використовувати однаково інформацію;
- 2) періодичне оновлення баз даних і короткострокових прогнозів, що супроводжується відповідними звітами для інформування залучених осіб щодо впливу нової інформації на короткостроковий прогноз (і наслідків для довгострокового прогнозу в разі їх наявності). Зазвичай прогнози на короткостроковому горизонті (до 2 – 3 кварталів) ґрунтуються насамперед на поєднанні результатів економетричних і статистичних моделей, а також експертних суджень, що дають змогу врахувати фактори та події, які не покриваються модельним інструментарієм;
- 3) відносно проста модель для середньострокового прогнозування, яка відображає бачення трансмісійного механізму монетарної політики та стандартного набору шоків, що впливають на економіку. Головна вимога до цієї моделі полягає в можливості її використання для швидкого генерування прогнозних сценаріїв, розуміння та комунікації результатів. Тобто базова модель не повинна перетворитись у “чорну скриньку”, результат якої складно пояснити;
- 4) регулярний узгоджений макроекономічний прогноз кожного кварталу, включаючи оцінку змін порівняно з попереднім базовим прогнозом;
- 5) міри невизначеності в прогнозі, такі як довірчі інтервали на основі моделі. Ці міри можуть використовуватися для комунікації розміру невизначеності як усередині центрального банку, так і суспільства;
- 6) визначення специфічних ризиків базового прогнозного сценарію та розробка плану дій у разі їх реалізації між публікаціями офіційних прогнозів.

Схематично основні елементи САП у рамках одного прогнозного циклу подано на рисунку.

## Взаємозв'язки між елементами САП у рамках одного прогнозного циклу



Звичайно основу САП формує *середньострокова макроекономічна модель відносно невеликого (середнього) масштабу, що має ґрунтовну теоретичну базу*. Середньостроковий фокус пояснюється усталеністю поглядів щодо тривалості дії монетарних інструментів на економіку (для процентної ставки – це 1 – 2 роки). Ґрунтовна теоретична база дає змогу сформуванню каркаса для врахування впливу рішень із монетарної політики на макроекономічний розвиток, відображаючи бачення монетарного трансмісійного механізму особами, які ухвалюють рішення, та враховуючи вплив політики на очікування суб'єктів господарювання (що вирішує або мінімізує проблему “критики Лукаса”<sup>1</sup> (Lucas, 1976).

Вибір розміру базової моделі САП повинен, з одного боку, забезпечити максимально високу якість моделі та врахування важливих характеристик економіки, а з іншого – модель має залишитися простою у використанні та зрозумілою щодо її результатів. Основними цілями монетарної політики, а відповідно й прогнозними змінними є інфляція та сукупний випуск в економіці, однак часто необхідною є також інформація й щодо структури споживання, окремих показників ринку праці (безробіття, рівень та розподіл заробітної плати), продуктивності тощо. Включення цих показників до моделі має зумовити підвищення її технічної достовірності й пояснення поточних і прогнозних тенденцій. Водночас унаслідок зростання кількості змінних постає проблема важкості прогнозування окремих змінних та більших похибок порівняно з похибками прогнозу для агрегованих змінних, принаймні внаслідок нижчої волатильності останніх. Також надмірне тяжіння до використання дрібніших змінних може суттєво ускладнити пояснення логіки поведінки агрегованих змінних моделі.

Саме тому базова модель має звичайно середній масштаб, тоді як для інших цілей використовують додаткові моделі, що разом формують набір моделей САП. Це дає змогу застосувати більшу кількість показників із дотримання попередніх принципів щодо трактування результатів роботи моделі. На використання кількох моделей також впливають і їхні різні можливості при послугоуванні даними різної частоти – короткостроковий прогноз на основі місячних даних є традиційно точнішим, ніж із використанням квартальних даних. Водночас моделі на квартальних даних більшою мірою відображають певні усталені характеристики економіки, відповідно їх результати (прогнози або ж симуляції сценаріїв) є основою для розуміння розвитку ситуації у середньостроковому періоді.

В історії центральних банків можна виділити декілька різних класів макроекономічних моделей, що використовувалися в ролі базових моделей для цілей монетарної політики:

- 1) моделі великого масштабу, побудовані з використанням емпіричних взаємозв'язків на основі економетричних оцінок (інтерес до цих моделей однак суттєво зменшився внаслідок критики в працях Lucas (1976) та Sims (1980);
- 2) структурні VAR-моделі (отримали значну популярність після виходу праці Sims (1980) через свою простоту у використанні та можливість поєднувати статистичні зв'язки між даними і теоретичні обмеження);
- 3) гібридні моделі (поєднання довгострокових взаємозв'язків між змінними на основі економічної теорії та підтверджених статистичними даними і короткострокової динаміки, найчастіше у вигляді векторних моделей коригування похибок);
- 4) неповні динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги або моделі в розривах (поєднання довгострокових залежностей у змінних, що отримані в результаті розв'язання теоретичних моделей з мікроекономічним підґрунтям, із динамічними рівняннями для відображення короткострокової динаміки та максимально повного відтворення статистичних даних і бажаних властивостей);
- 5) динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги – DSGE-моделі (динамічні – розв'язок моделі визначає динаміку всіх ендогенних змінних системи, стохастичні – на динаміку змінних впливають стохастичні шоки, загальна рівновага – пропозиція дорівнює попиту на всіх ринках у всі періоди).

Саме останній клас моделей нині є еталонним в академічній літературі та практиці провідних центральних банків. Їх поява та стрімкий розвиток були результатом об'єднання двох конкуруючих течій у сучасній економічній думці. Так звана “нова кейнсіанська економіка” (або “новий неокласичний синтез”) поєднала неокласичну теорію реальних бізнес-циклів із раціональними агентами, що оптимізують свою поведінку, та елементи новокейнсіанської теорії ринкових недосконалостей (Roger and Vlček, 2012). Основна перевага цього класу моделей для монетарної політики полягала в можливості поєднати номінальні негнучкості і, як їх результат, – відсутність нейтральності монетарної політики (наявність реальних ефектів від змін монетарних інструментів) із повністю специфікованою динамічною структурою загальної рівноваги.

<sup>1</sup> Критика Лукаса – концепція, відповідно до якої зміни в макроекономічній політиці, що базуються на певній економічній моделі, повинні враховувати, яким чином змінюватиметься поведінка економічних суб'єктів за цих змін у політиці. Поява критики Лукаса призвела до втрати популярності великих економетричних моделей, що базувалися на історичних взаємозв'язках між макроекономічними змінними, та переходу до моделей, що враховують “глибокі параметри”, пов'язані з уподобаннями, технологіями, бюджетними обмеженнями, тобто факторами, що визначають індивідуальну поведінку економічних суб'єктів.

Класичними прикладами DSGE-моделей, придатних для практичного використання у сфері монетарної політики, можна вважати моделі, представлені в працях Smets and Wouters (2003), Woodford (2003), Galí (2008), Christiano et al. (2010) та багатьох інших. Це повністю базовані на мікроекономічній основі моделі з утіленням механізмів, що відображають номінальні (для цін та заробітних плат) і реальні негнучкості (для відображення затрат при втіленні інвестицій, при зміні використання капіталу).

У цих моделях існують такі види основних економічних агентів, що оптимізують свою діяльність: домашні господарства, фірми, монетарна та фіскальна влада. В окремих випадках такі моделі включають і фінансових посередників (наприклад, комерційні банки), і відповідно інструменти регуляторної та макропруденційної політики.

Принцип щодо моделювання такої оптимізації можна описати на прикладі домогосподарств. У типовій спрощеній моделі зазвичай приймається існування великого числа ідентичних (типових) домогосподарств із безкінечною тривалістю життя, які розподіляють свій робочий час між роботою та дозвіллям. Домогосподарства є монопольними постачальниками робочої сили, що дає їм змогу впливати на встановлення заробітної плати. Домогосподарства оптимізують власну поведінку, розподіляючи свої доходи (від праці та капіталу) на споживання та заощадження, і максимізуючи свою функцію корисності (від споживання та дозвілля). Передбачаються також обмеження щодо граничного довгострокового рівня запозичень для запобігання потраплянню домогосподарства в ситуацію типу гри Понці, тобто необмеженого накопичення боргів.

У свою чергу, фірми наймають робочу силу, поєднують її з капіталом для виробництва спеціалізованої продукції, що дає їм монопольну силу, а отже, змогу встановлювати ціну на свої товари (послуги). Типова фірма використовує робочі ресурси домогосподарств для виробництва певного виду товарів, максимізуючи прибуток.

Важливою і вже досить давно стандартною рисою моделей є наявність механізмів, що відображають існування номінальних та реальних негнучкостей. Номінальні негнучкості моделюються через спеціальні принципи утворення цін або заробітних плат, які обмежують реакцію фірм на шоки. Це зумовлює також лише частковий перегляд цін та заробітних плат, таким чином обмежуючи припущення про абсолютність ринкової реакції (гнучкості цін). Реальні негнучкості є наслідком затрат від впровадження інвестицій, при зміні інтенсивності використання капіталу тощо.

Фіскальна політика в найпростіших моделях є нейтральною щодо попиту, тобто ґрунтується на припущенні про поведінку економічних агентів відповідно до рікардіанських принципів<sup>2</sup>. Однак останнім часом у моделях для практичного регулярного застосування традиційно використовують складніші механізми впливу фіскального сектору, що найчастіше впроваджуються через розподіл домогосподарств на кілька типів. Зокрема, частина домогосподарств моделюється з обмеженою або й відсутньою раціональністю, тобто таких, що не роблять заощаджень (Coenen and Straub, 2004; Céspedes et al., 2012).

Монетарна політика в моделі найчастіше відповідає правилу Тейлора: рівень короткострокової процентної ставки центрального банку визначається як нейтральна (середня) номінальна ставка та сума відхилень прогнозу інфляції від цілі й випуску від рівноважного значення.

Важливими останніми тенденціями є також посилення ролі фінансового сектору, до основних моделей представлення якого належать модель фінансового акселератора (Bernanke et al., 1999), моделі з чітко вираженим банківським сектором (Goodfriend and McCallum, 2007) та інші.

Якщо спочатку DSGE-моделі в основному використовувалися для теоретичного аналізу, то згодом було доведено їхню можливість пояснювати фактичну динаміку макроекономічних показників і надавати відносно точні прогнози. Тому все більше центральних банків запроваджує моделі цього класу в ролі базових моделей своїх САП. Найвідомішими є:

- NAWM (New Area Wide Model) Європейського центрального банку (Christoffel et al., 2008);
- TOTEM II Банку Канади (Dorich et al., 2013);
- BEQM, COMPASS Банку Англії (Harrison et al., 2005; Burgess et al., 2013);
- NEMO-A Банку Норвегії (Brubakk et al., 2006; Brubakk et al., 2009);
- RAMSES II Банку Швеції (Adolfson et al., 2013);
- Aino Банку Фінляндії (Kilponen and Ripatti, 2006);
- G3 Чеського національного банку (Andrle et al., 2009).

<sup>2</sup> Згідно з рікардіанською теорією нейтральності поточне зниження податків повинно компенсуватися збільшенням податків у майбутньому, при цьому приведена вартість податків не змінюється. Відповідно не змінюється і приведена вартість майбутніх наявних доходів домогосподарств, що визначає рішення відносно споживання та заощаджень, тому траєкторія споживчих витрат залишається незмінною.

Ці моделі значно поліпшили спроможність до аналізу економіки з використанням глибинних мотивів поведінки економічних агентів та здійснення симуляцій прогностичних сценаріїв.

Водночас основним недоліком класу DSGE-моделей є занадто жорсткі обмеження, що накладаються теорією на коефіцієнти і відповідно зумовлюють проблеми з відтворенням фактичної динаміки даних (Sims, 2008). Особливо значні труднощі виникають із практичним використанням таких моделей у країнах, що розвиваються, внаслідок проблем із даними, а також через швидкі та значні структурні зміни, зокрема і в макроекономічній політиці (Україна є яскравим прикладом такої країни). Часто це потребує суттєвого коригування залежностей, отриманих на основі оптимізації задач окремих економічних агентів (наприклад, домогосподарств) відповідно до емпіричних даних. Крім того, складність моделей потребує значних ресурсів (як людських, так і фінансових), призводить до важчого сприйняття сутності їх роботи і є певною перешкодою в поясненні їх результатів перед особами, що ухвалюють рішення з монетарної політики.

Саме тому досить багато центральних банків обрали в ролі базових моделей своїх САП спрощені або неповні динамічні стохастичні моделі, найчастіше у формі “моделей у розривах”. Розриви – це відхилення змінних від своїх довгострокових рівноважних рівнів (трендів), які, відображаючи економічні цикли, викликають найбільший інтерес під час проектування поведінкових рівнянь моделей. Загалом такі моделі зазвичай є невеликими за розміром, однак цього достатньо для опису трансмісійного механізму монетарної політики і відповідно ролі центрального банку для динаміки основних макроекономічних змінних – випуску та інфляції.

Фактично ці моделі відтворюють логарифмічно лінеаризовані версії DSGE-моделей, що ґрунтуються на мікроекономічних оптимізаційних залежностях, хоча й не є результатом обчислень у явному вигляді. Але вони так само враховують наявність раціональних очікувань (комбінуючи їх з адаптивними), інертність в економіці (як результат номінальних і реальних негнучкостей), нейтральність монетарної політики в довгостроковому періоді, а всі рівняння мають економічну інтерпретацію. Іншою ключовою відмінністю даних моделей від повноцінних динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги є специфічність відтворення довгострокових рівноважних рівнів (природних рівнів змінних), коли не враховуються ефекти з боку пропозиції та часто відсутнє узгодження рівнів змінних між собою (що, втім, може мати велике значення для пояснення поведінки економіки). Це створює складнощі при визначенні впливу фінансового сектору на економіку у випадку суттєвої зміни балансів (відпливу капіталу, переоцінка активів/пасивів за девальвації тощо).

Класичним прикладом такої моделі є Квартальна прогнозна модель Чеського національного банку (Coats, Laxton and Rose, 2003), яка стала прототипом для аналогів у центральних банках численних країн, зокрема України, Росії, Туреччини, Сербії, Вірменії, Грузії, Румунії, Чилі та інших.

### 3. Допоміжні моделі в центральних банках

Як уже неодноразово зазначалося вище, жодна модель не може задовольнити всі вимоги, які щоразу з’являються в процесі підготовки рішень із монетарної політики. А намагання створити модель, яка б давала відповіді на всі питання, призводять до її перетворення на “чорну скриньку”. Підтримувати функціонування такої “чорної скриньки” стає все важче і важче, а результати – неможливо інтерпретувати. Тому центральні банки дотримуються підходу мультимодельності, коли базова модель доповнюється набором допоміжних моделей, кожна з яких має своє призначення та відповідну специфікацію. Загалом ці моделі можна поділити на чотири класи.

#### Моделі для оцінки поточного стану

Прогностичний цикл звичайно розпочинається з оцінки “поточних умов”, тобто того, в якій стадії бізнес-циклу перебуває економіка. Завдання часто ускладнюється значними лагами в публікації даних національних рахунків, які є основою для такої оцінки, хоча при цьому для економістів наявні значні масиви даних із більшою частотою. Відповідно широкій популярності (після виходу праці Stock and Watson (1989) набули моделі для nowcasting, тобто оцінювання даних поточного періоду, які будуть опубліковані пізніше. Для цього найчастіше використовуються динамічні факторні моделі, дещо рідше – векторно-авторегресійні моделі зі змішаною періодичністю даних, а також “мостові” рівняння або ж їх модифікація, що отримала назву MIDAS – mixed data sampling (див. приклади в працях Lieberman (2011), Banbura et al. (2013), Schumacher (2014) тощо). Динамічні факторні моделі використовують велику кількість змінних, поєднуючи їх у кілька агрегованих показників (факторів) – головних компонент. На наступному етапі ці фактори (головні компоненти) за допомогою коефіцієнтів завантаження факторів агрегуються для прогнозування результативної змінної. Векторно-авторегресійні моделі зі змішаною періодичністю базуються на принципі використання змінних із вищою частотою для прогнозування змінних із нижчою частотою. Наприклад, місячні дані щодо випуску промисловості, сільського

господарства, роздрібного товарообороту, монетарні та фінансові дані тощо використовуються для прогнозу квартального показника ВВП. У підходах, що ґрунтуються на простих рівняннях, також використовуються дані змішаної частоти, а самі рівняння можуть мати різноманітну форму, наприклад, системи авторегресійно розподілених лагів.

Важливим елементом оцінки поточного стану є декомпозиція макроекономічних показників на тренди та відхилення від них – розриви, що відображають циклічну складову змінних і відповідно положення економіки в бізнес-циклі. З технічного боку для цього використовуються моделі виділення сигналів або ж очищення їх від “шуму”. У найпростішому випадку – це одномірні фільтри, наприклад Ходріка-Прескотта, декомпозиції Бевереджа-Нельсона (для часових інтервалів) або ж частотні фільтри (для частотних інтервалів). Але найчастіше – це багатомірні моделі простору станів, які оцінюються за допомогою багатомірного фільтра і структура яких повністю відтворює структуру базової моделі САП.

### Економетричні моделі для короткострокового прогнозування

Використання економетричних моделей (часових рядів) для короткострокового прогнозування ґрунтується на факті, що статистичні зв'язки між даними в минулому з досить високою імовірністю будуть такими самими протягом короткого проміжку часу (зазвичай до двох кварталів). Головним критерієм відбору для моделей цього типу є їхня здатність відтворювати емпіричні дані як на історичному, так і на прогнозному горизонті (in-sample and out-of-sample fit).

Незважаючи на значну різноманітність моделей, що можуть застосовуватися для цілей короткострокового прогнозування, найбільшого поширення в центральних банках світу отримали моделі, які можна класифікувати за такими групами:

- прості одномірні авторегресійні моделі (безумовне середнє, випадкове блукання, ARMA та інші авторегресійні моделі);
- прості багатомірні авторегресійні моделі (прості векторно-авторегресійні моделі, структурні векторно-авторегресійні моделі, моделі коригування похибок, векторні моделі коригування похибок тощо);
- моделі для застосування в середовищі зі значною кількістю змінних та потребами у складній процедурі оцінки (динамічні факторні моделі, “мостові” рівняння, векторно-авторегресійні моделі, розширені факторами, баєсівські авторегресійні моделі, моделі простору станів зі змішаною частотою, MIDAS-моделі тощо);
- моделі зі зміною режиму (моделі з “марківськими” процесами, моделі з переключенням режиму).

Зокрема, у Банку Англії результати подібних моделей (системи моделей) використовуються для побудови статистичних прогнозів інфляції та ВВП і є одним із вхідних джерел інформації для Комітету з монетарної політики Банку Англії (Burgess et al., 2013). Подібний набір моделей використовується для прогнозування і в інших центральних банках – наприклад, у центральному банку Норвегії, а саме векторно-авторегресійні моделі місячної та квартальної частоти, динамічні факторні моделі та інші (Gerdrup et al., 2011). Центральний банк Туреччини розробляє короткостроковий прогноз інфляції використовуючи також значний набір моделей, зокрема векторно-авторегресійні моделі та баєсівські авторегресійні моделі, динамічні факторні моделі, моделі з даними різної періодичності, моделі зі змінними у часі параметрами, що дало змогу поліпшити точність прогнозів на два наступних квартали на 30% (Öğünc et al., 2013).

### Додаткові оптимізаційні моделі для аналізу окремих питань

Крім власне базової структурної моделі, що зазвичай відтворює лише ключові риси трансмісійного механізму монетарної політики, центральні банки розробляють додаткові структурні моделі для аналізу окремих специфічних питань. Звичайно, ці моделі мають форму DSGE-моделей, але інтеграція додаткових блоків у базову модель недоцільна через потребу в забезпеченні її достатньої простоти. При цьому результати допоміжних моделей можуть включатися до прогнозу на основі базової моделі через відповідні шоки і трансформації.

Серед найважливіших питань, що останнім часом аналізуються за допомогою додаткових моделей, – врахування фінансових негнучкостей (тобто каналу фінансового акселератора), фінансового посередництва (тобто каналу банківського фондування), нестандартних фіскальної та монетарної політики, зокрема, аналізу балансу уряду та

центрального банку тощо. Всі ці питання отримали значний інтерес як в академічному світі, так і в дослідженнях центральних банків із початком глобальної фінансово-економічної кризи. Звичайно, для багатьох центральних банків ці питання можуть мати зовсім не другорядне значення, тому останнім часом простежується тенденція щодо включення фінансового сектору (з різними його негнучкостями) до базових DSGE-моделей провідних центральних банків. Прототипом для таких моделей може бути модель MAPMOD, розроблена фахівцями МВФ для підтримки аналізу макрофінансової та макропруденційної політики, яка дає змогу експліцитно оцінювати вплив надмірної кредитної експансії та формування бульбашок цін на активи (Benes et al., 2014).

### Додаткові моделі для дезагрегування

Поведінку компонент агрегованих показників, наприклад, складових ВВП з боку споживання (приватне споживання, інвестиції тощо) чи додаткової вартості (за секторами) цілком можливо відобразити й через набір допоміжних моделей. Звичайно такі моделі використовують результати базової структурної моделі щодо динаміки агрегованого показника і розкладають цей показник на компоненти за допомогою простіших поведінкових моделей (регресійних, векторних авторегресій тощо). Ці моделі можуть надавати додаткові пояснення щодо динаміки агрегованих показників з огляду на їх фактори. З другого боку, якщо вони не використовують прогноз агрегованої змінної як інструментальну змінну, а ґрунтуються на прогнозах власних екзогенних змінних, то подібні моделі дають змогу перевірити якість прогнозу агрегованої змінної як суми окремих компонент. Добрим прикладом є прогнозування випуску окремих секторів економіки, що агрегуються в сукупний ВВП, та порівняння результатів із висновками базової структурної моделі.

## 4. Система аналізу та прогнозування політики в Національному банку України

До 2005 року прогнозний процес у Національному банку України, як і в багатьох інших центральних банках країн із перехідною економікою, базувався на численних моделях малого масштабу, звичайно з одним чи кількома рівняннями. Ці економетричні моделі використовувались як інструменти короткострокового прогнозування в основному для підтримки експертних прогнозів. Також використовувалася напівструктурна модель великого масштабу, розроблена в спільному проекті Міжнародного центру перспективних досліджень, Міністерства економіки України та Національного банку України. Однак регулярне її використання для цілей аналізу та прогнозування ускладнювалося річною періодичністю даних, великим масштабом і відповідно значними зусиллями для підтримки, застарілою теоретичною основою.

Як відповідь на ці проблеми в 2005 – 2006 роках у Національному банку України було розроблено *Квартальну прогнозну модель (КПМ)*, котра й нині з певними модифікаціями використовується в ролі базової моделі в САП для цілей монетарної політики. Перш за все КПМ надає організаційний каркас для процесу прогнозування та вносить узгодженість при поєднанні оцінок поточного стану економіки, короткострокових і середньострокових прогнозів, а також експертних суджень. По-друге, як інструмент аналізу модель дає змогу дослідити функціонування монетарного трансмісійного механізму та проаналізувати наслідки екзогенних шоків і політичних рішень на основі проведення симуляційних експериментів. І, по-третє, модель відіграє ключову роль для оцінки невизначеності, зокрема, для побудови узгоджених альтернативних сценаріїв.

КПМ за класом є моделлю в розривах, близькою до динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги, враховує раціональні очікування, однак володіє меншим ступенем структурності, має чітку та досить зрозумілу теоретичну основу, є простою та зручною в експлуатації (Петрик та Ніколайчук, 2006).

Ця модель побудована на дуже агрегованому рівні та описує лише основні макроекономічні взаємозв'язки української економіки і фокусується на особливостях трансмісійного механізму монетарної політики. Змінні КПМ збігаються до чітко визначеного стійкого стану, хоча цей рівноважний стан є екзогенно отриманим, досить спрощеним і не базується на мікроекономічному підґрунті. Моделювання відхилень макроекономічних змінних від своїх рівноважних рівнів (розривів) становить основу моделі. Для отримання оцінок розривів використовується багатомірний фільтр Калмана, структура якого ґрунтується на структурі КПМ (Ніколайчук та Марійко, 2007).

Основна відмінність КПМ від схожих варіантів новокейнсіанських моделей монетарного трансмісійного механізму інших центральних банків полягає в можливості моделювання різних проміжних режимів монетарної політики: від



прив'язки обмінного курсу – до інфляційного таргетування. Фактично було запроваджено можливість одночасного використання центральним банком двох інструментів політики – процентної ставки та обмінного курсу. Особливо корисним для моделювання української дійсності є впровадження механізму часткового порушення арбітражної умови непокритого паритету процентних ставок, наприклад, за допомогою стерилізованих інтервенцій чи адміністративних обмежень (Polovnov and Nikolaychuk, 2006).

Крім того, протягом останніх років з метою поліпшення прогностичних властивостей моделі та її спроможності відтворювати окремі специфічні риси української економіки було впроваджено низку модифікацій, основні з яких такі:

- декомпозиція розриву ВВП на окремі компоненти за витратами – розриви приватного споживання, державного споживання, інвестицій, експорту й імпорту;
- фіскальний блок – визначення циклічної та структурної складових доходів і видатків зведеного (державного) бюджету й оцінка фіскального імпульсу для подальшого врахування в IS-кривій;
- рівняння для кредитів та депозитів, що дало змогу розширити відображення стану монетарної сфери (крім наявних раніше монетарних умов, котрі ґрунтувалися на зваженій сумі розриву реальної процентної ставки та реального обмінного курсу);
- рівняння для основних статей платіжного балансу, що дало змогу запровадити механізм залежності премії за ризик від стану платіжного балансу та зовнішніх шоків;
- рівняння для рівноважного реального обмінного курсу залежно від трендів експорту й імпорту (тобто від стану поточного рахунку платіжного балансу) для врахування основних елементів підходу фундаментального рівноважного обмінного курсу;
- удосконалення принципів формування довгострокової процентної ставки за кредитами – врахування при моделюванні її динаміки також і вартості банківського фондування, зокрема депозитного;
- блок шоків пропозиції з боку сільського господарства (врахування під час оцінки розриву випуску як різниці між сукупним попитом і трендовим рівнем, що визначається з боку пропозиції).

Нині триває робота над удосконаленням КПМ, зокрема триває проект щодо переходу до моделі з детальнішою та глибшою теоретичною основою і повною рівновагою стокових і потокових змінних. Фактично йдеться про впровадження в модель у явному вигляді фінансового сектору (для відображення впливу на сукупний попит кредитного стиснення через балансові проблеми банківської системи) та зовнішньоекономічних дисбалансів (для вдосконалення відображення впливу стану зовнішньої стійкості на премію за ризик). Ці нововведення покликані поліпшити розуміння поведінки економіки в періоди нестабільності та оцінювати причини і ймовірність їх виникнення.

В НБУ, як і в інших центральних банках, макроекономічний аналіз і прогнозування, що покладено в основу рішень із монетарної політики, спираються не лише на базову структурну модель (КПМ), а й на набір допоміжних моделей, насамперед для короткострокового прогнозування.

На початку цей набір становив пакет простих економетричних моделей та підходів, а саме: визначення простого середнього, моделі випадкового блукання, авторегресійних моделей та моделей ковзного середнього, звичайних (приведених) векторно-авторегресійних моделей. Моделі використовувалися для прогнозування інфляції та валового внутрішнього продукту (на основі прогнозування їхніх окремих компонент і подальшого агрегування). Прогнозом такого пакета моделей було просте середнє прогнозів окремих малих моделей. Зручність подібної системи полягала в автоматизації процесу, однак подібний “машинний” підхід створював невизначеність у коректності моделей та, відповідно, прогнозу на їх основі, а також низьку якість пояснень щодо причин динаміки тієї чи іншої змінної.

Мета забезпечення високої точності прогнозу, особливо для інфляції, була причиною розроблення та підтримки **малої напівструктурної економетричної моделі для інфляції**, в якій як пояснюючі змінні використовуються тиск попиту, обмінний курс, імпортована інфляція, ціни сирих продуктів та інші пояснюючі змінні з поєднанням їх у систему рівнянь. Ці рівняння мають різну форму залежно від компоненти інфляції – простих регресійних рівнянь, моделей коригування похибок, рівнянь з авторегресійно розподіленими лагами.

Оцінка значень зміни валового внутрішнього продукту в поточному кварталі (офіційні дані публікуються лише через 45 днів після закінчення кварталу) та двох наступних у Національному банку України ґрунтується

на підході *“брідж”-моделей*, що дає змогу використовувати місячні показники для оцінки квартальних даних. Зокрема, використання набору баєсівських векторно-авторегресійних моделей зі змішаними даними (місячними та квартальними) й обмеженням на коефіцієнти для місячних (на них не впливають квартальні дані) дає змогу суттєво зменшити проблему короткої довжини часових рядів за великої кількості змінних у моделях.

Важливою складовою САП нині також є *модель для прогнозування компонент ВВП* з боку споживання (приватне і державне споживання, інвестиції, експорт та імпорт товарів і послуг) та з боку виробництва. Рівняння для більшості компонент ВВП побудовано у формі механізму коригування похибки, також використовується перехресний зв'язок (імпорт спирається на споживання та інвестиції у минулих періодах тощо). Дані рівняння дають змогу як забезпечити узгодженість прогнозу ВВП та прогнози окремих його компонент, так і перевірити результати базової моделі.

Схожі цілі має й *модель зовнішньої торгівлі товарами*. Вона складається з рівнянь (або системи рівнянь) для окремих груп експорту й імпорту товарів (вартісних обсягів). Агреговані результати цієї моделі (разом з експертними судженнями щодо окремих компонент) відносно динаміки вартісних обсягів експорту й імпорту також використовуються в подальшому в ролі додаткової інформації при прогнозуванні на основі КМП.

Розширення САП полягало не лише в збільшенні складності прогнозування ключових для Національного банку України показників (інфляції та ВВП), а й у побудові додаткових моделей, які відображали інші сектори економіки або ж інші показники. Найважливішими подібними моделями стали такі:

**1. Моделі оцінки циклічної та структурної складової сальдо державного бюджету.** Принцип роботи моделі полягає в побудові простих регресій для окремих компонент доходів та видатків бюджету й декомпозиції їх на частини, що зумовлені економічним циклом та, відповідно, залишком, що, на нашу думку, відображає стан фіскальної політики. У подальшому результати цієї моделі використовуються в ролі додаткової інформації при прогнозуванні за допомогою КМП (де фіскальний блок є більш спрощеним);

**2. Оцінка рівноважного рівня реального ефективного обмінного курсу,** що ґрунтується на біхевіоральному підході визначення рівноважного РЕОК та використовує як пояснюючі змінні сальдо поточного рахунку платіжного балансу, чисті зовнішні активи та процентні ставки. Результати цієї оцінки також потім використовуються для коригування динаміки рівноважного РЕОК під час розроблення прогнозу на основі КМП;

**3. Розширений індикатор стану монетарних умов.** У КМП вплив монетарної сфери на сукупний попит і цінову динаміку відображено через показники вартості грошей (процентні ставки та обмінний курс). Так індекс реальних монетарних умов (ІРМУ), що є зваженою сумою відхилень реальної процентної ставки за кредитами для реального сектору та реального ефективного обмінного курсу від рівноважних рівнів, є пояснюючою змінною для розриву випуску. Тобто зміни монетарних умов призводять до змін сукупного попиту, який, у свою чергу, є джерелом тиску на ціни. Однак ІРМУ у вигляді лише вартісних показників не завжди коректно відображає фактичну ситуацію. Зокрема за однакової процентної ставки доступність кредиту може значно відрізнятись, наприклад, високими вимогами до позичальників. У такому разі обсяги кредитів в економіку зменшаться, відображаючи таким чином жорсткіші умови в монетарному секторі. І навпаки, пом'якшення монетарних умов може відбуватися без змін процентної ставки (що вже може бути досить низькою). Прикладом такої ситуації є результати заходів “кількісного пом'якшення”. Тому індикатор монетарних умов потребував певного доповнення, зокрема з використанням індикаторів обсягів кредитів, монетарних агрегатів та ін. на основі альтернативних моделей і підходів. Відповідний індикатор розширених монетарних умов був розроблений на основі підходу “головних компонентів” і також використовується в ролі додаткової інформації в КМП для відображення впливу монетарних умов на економічну активність (детальніше див. у праці Шоломицького (2012)).

## 5. Висновки

Макроекономічне моделювання в центральних банках – динамічний процес, і виклики часу лише пришвидшують розвиток модельного інструментарію для цілей монетарної політики. При цьому варто пам'ятати, що кожна модель має свої недоліки та лише частково відтворює реальність. Але макроекономічні моделі дають можливість формалізувати в математичних формулах бачення функціонування економіки та монетарного трансмісійного механізму. Сам процес розроблення, тестування та перегляду моделей стимулює дослідження та розуміння економічних явищ, провокує структуровані дебати на економічні теми.

Протягом кількох останніх років у Національному банку України було досягнуто значного прогресу щодо поліпшення САП у рамках підготовки переходу до режиму інфляційного таргетування. На сьогодні прогнозний процес у банку

ґрунтується на Квартальній прогнозній моделі, що є ядром САП і дає можливість консистентно поєднати оцінки поточного стану економіки, отримані за допомогою багатомірного фільтра, експертні судження, результати моделей часових рядів та додаткових модулів. Однак, незважаючи на досягнутий прогрес, без сумніву, необхідна подальша робота над удосконаленням модельного інструментарію, щоб поліпшити аналітичні та прогнозні можливості для підтримання процесу ухвалення рішень з монетарної політики. І це стосується як удосконалення набору моделей для короткострокового прогнозування, так і базової структурної моделі.

Хоча КПМ має сильну теоретичну основу, добрі прогнозні властивості, а також надає можливість використання для прогнозування динаміки макроекономічних змінних та аналізу політики, є необхідність розроблення та впровадження в практичну діяльність DSGE-моделі. Нині цей вид моделей набуває все більшого поширення в повсякденній практиці центральних банків у ролі базових моделей їх САП. Підхід на основі DSGE-моделей дає змогу, з одного боку, використовувати останні надбання у сфері макроекономічної та монетарної теорії, а з іншого – довіти можливість забезпечувати достатній рівень точності прогнозів.

Головна перевага DSGE-моделей над поточним варіантом КПМ полягає в мікроекономічній основі, що давала б змогу враховувати рівновагу потокових і стокових змінних, відстежувати вплив глибинних економічних шоків, пов'язаних зі зміною уподобань економічних агентів чи технологій, та загалом досліджувати вплив різноманітних шоків, котрі постійно присутні в економіці країни. А головне – DSGE-моделі мають достатню спроможність у відображенні поведінки змінних, що базуються на майбутньому (forward-looking), таких як інфляція, обмінний курс, процентні ставки, споживання та інвестиції тощо. Особливо важливо це в контексті задекларованого Національним банком переходу до інфляційного таргетування – монетарного режиму, за якого управління інфляційними очікуваннями стає одним із пріоритетних завдань центрального банку. Саме DSGE-моделі дають змогу найповніше відобразити канал очікувань трансмісійного механізму монетарної політики, що не під силу моделям у наведеній формі.

Безперечно, проект із розроблення такої моделі має забезпечити серйозний поштовх у напрямі посилення САП та дослідницьких процесів у Національному банку України.

## Література

- Adolfson M., Laséen S., Christiano L., Trabandt M., Walentin K. (2013), Ramses II – Model Description, Sveriges Riksbank Occasional Paper Series No. 12.
- Andrlle M., Hlédik T., Kamenik O., Vlček J. (2009), Implementing the new structural model of the Czech National Bank, Czech National Bank Working Paper Series No. 2/2009.
- Bańbura M., Giannone D., Modugno M., Reichlin L. (2013), Now-casting and the real-time data flow, ECB Working Papers No. 1564.
- Benes J., Kumhof M., Laxton, D. (2014), Financial Crises in DSGE Models: A Prototype Model, IMF Working Paper WP/14/57.
- Bernanke B., Gertler M., Gilchrist S. (1999), The financial accelerator in a quantitative business cycle framework, in: J.B. Taylor, M. Woodford (red.), Handbook of macroeconomics, North-Holland, Amsterdam.
- Brubakk L., Husebø T.A., Maih J., Olsen K., Østnor M. (2006), Finding NEMO: Documentation of the Norwegian economy model, Norges Bank, Staff Memo, 6.
- Brubakk L., Sveen T. (2009), NEMO – A New Macro Model for Forecasting and Monetary Policy Analysis, Norges Bank Economic Bulletin 1/2009, pp. 39 – 47.
- Burgess S., Fernandez-Corugedo E., Groth C., Harrison R., Monti F., Theodoridis K., Waldron M. (2013), The Bank of England's forecasting platform: COMPASS, MAPS, EASE and the suite of models, Bank of England Working Paper No. 471.
- Céspedes L.F., Fornero J., Galí J. (2012), Non-Ricardian aspects of fiscal policy in Chile, Central Bank of Chile Working Paper No. 663.
- Christiano L.J., Trabandt M., Walentin K. (2010), DSGE models for monetary policy analysis, NBER Working papers Series No. 16074.

- Christoffel K., Coenen G., Warne A. (2008). The new area-wide model of the Euro area. A micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis, ECB Working Paper Series No. 944.
- Coats W., Laxton D., Rose D. (2003), The Czech National Bank's Forecasting and Policy Analysis System, Prague: Czech National Bank.
- Coenen G., Straub R. (2004), Non-Ricardian households and fiscal policy in an estimated DSGE model of the euro area, manuscript prepared for the International Finance conference on 'New Policy Thinking in Macroeconomics', New York, November 2004.
- Dorich J., Johnston M., Mendes R., Murchison S., Zhang Y. (2013), ToTEM II: An Updated Version of the Bank of Canada's Quarterly Projection Model, Bank of Canada Technical Report No. 100.
- Harrison R., Nikolov K., Quinn M., Ramsay G., Scott A., Thomas R. (2005), The Bank of England Quarterly Model, London: Bank of England.
- Gerdrup K.R., Nicolaisen J. (2011), On the purpose of models – The Norges Bank experience, Norges Bank Staff Memo, No. 06/2011.
- Goodfriend M., McCallum, B.T. (2007), Banking and interest rates in monetary policy analysis: A quantitative exploration, Journal of Monetary Economics, No. 54(5), pp. 1480 – 1507.
- Kilponen J., Ripatti A. (2006) Learning to forecast with a DGE model, Unpublished manuscript [<http://www.bde.es/f/webpi/SES/seminars/2006/files/sie0619.pdf>].
- Laxton, D., Rose, D., Scott, A. (2009), Developing a structured forecasting and policy analysis system to support inflation-forecast targeting (IFT), IMF Working Paper No. 9/65.
- Liebermann, J. (2012), Short-term forecasting of quarterly gross domestic product growth, Quarterly Bulletin Articles, Central Bank of Ireland, 74 – 84.
- Lucas R.J. (1976), Econometric policy evaluation: A critique, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1 (1), pp. 19 – 46.
- Öğünç F., Akdoğan K., Başer S., Chadwick M.G., Ertuğ D., Hülalü T., Kösem S., Özmen M.U., Tekatlı N. (2013), Short-term inflation forecasting models for Turkey and a forecast combination analysis, Economic Modelling, vol. 33(C), pp. 312 – 325.
- Polovnev Y., Nikolaychuk S. (2006), Modelling of Transition from Exchange Rate Peg to Inflation Targeting: Case of Ukraine, Paper presented at the workshop "Applied economic research at central banks" in Deutsche Bundesbank, Frankfurt am Main (13 – 17 November 2006).
- Roger S., Vlček J. (2012), Macrofinancial Modeling at Central Banks: Recent Developments and Future Directions, IMF Working Paper No. 12/21.
- Sims C.A. (1980), Macroeconomics and reality, Econometrica, No 48 (1), pp. 1 – 48.
- Schumacher C. (2014), MIDAS and bridge equations, Deutsche Bundesbank Discussion Paper No. 26/2014.
- Smets F., Wouters R. (2003), An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area, Journal of the European economic association, 1(5), 1123 – 1175.
- Stock J.H., Watson M.W. (1989), New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators, NBER Macroeconomics Annual 1989, pp. 351 – 393.
- Weber A. (2009), The role of forecasting for central banks, Keynote address given at the conference on "Forecasting and monetary policy", organised by the Deutsche Bundesbank, Freie Universität Berlin and the Viessmann European Research Centre, Berlin, 23 March 2009.
- Woodford M. (2003), Interest & Prices, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Ніколайчук С., Марійко Є. (2007). Оцінка рівноважних та циклічних компонент макроекономічних показників за допомогою фільтра Кальмана // Вісник Національного банку України. – 2007. – № 5. – С. 58 – 64.
- Петрик О., Ніколайчук С. (2006). Структурна модель трансмісійного механізму монетарної політики в Україні // Вісник Національного банку України. – 2006. – № 3. – С. 12 – 20.
- Шоломицький Ю. (2012). Використання індикаторів обсягів монетарного сектору при визначенні внеску монетарних умов у споживчу інфляцію // Вісник Національного банку України. – 2012. – № 7. – С. 52 – 56.