

УДК 519.8

Методи і моделі прогнозування

Лук'яненко І.Г., д-р екон. наук, професор
завідувач кафедри фінансів Національного університету
"Киево-Могилянська академія"

Семко Р.Б.,
аспірант Національного університету "Киево-Могилянська академія"

МОНЕТАРНА ПОЛІТИКА ТА ФЛУКТУАЦІЇ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ УКРАЇНИ

Досліджується необхідність реакції державних регуляторних органів, зокрема Національного банку України, на утворення та розвиток фінансових бульбашок з метою запобігання процесам економічної дестабілізації. Аналіз проводиться за допомогою динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги Бернанке – Гертлера – Гірхріста, яку відкалібровано на основі параметрів економіки України. Результати дослідження показують, що оптимальною стратегією Національного банку України в умовах флуктуацій на фондовому ринку є агресивна (значима) реакція на інфляційні процеси без коригування облікової ставки відповідно до змін на фондовому ринку.

Ключові слова: динамічна стохастична модель загальної рівноваги, фінансовий акселератор, фінансова бульбашка, монетарна політика, байесівська економетрика.

Проблеми прогнозування флуктуацій на фондовому ринку, аналізу виникнення та нарощування так званих фінансових бульбашок, а також оцінювання їхнього впливу на реальний сектор економіки в останні роки привертають дедалі більшу увагу як українських, так і західних учених. Зауважимо, що під фінансовою бульбашкою розуміється значиме стійке відхилення цін на активи на фондовому ринку від теоретичної фундаментальної вартості, яка вважається справедливою. При цьому значні коливання цін на акції та інші цінні папери є важливим фактором, що впливає на реальні макроекономічні змінні. Наприклад, зміна цін на активи може бути сигналом населенню щодо скорочення, збільшення або збереження на попередньому рівні розміру споживання та кількості робочого часу. Крім того, фондовий ринок впливає на стратегії компаній, а, отже, на обсяги виробництва, зайнятість, попит на капітал та інші ресурси. Відповідно аналіз та оцінка взаємозв'язку між ціноутворенням на активи (котируваннями на акції) та реальним сектором економіки є актуальним завданням, яке потребує для свого вирішення нових підходів, зокрема, удосконалення макроеконометричних моделей шляхом поєднання реальних показників із ціновими, включаючи ціни на активи на фондовому ринку. Існує багато каналів, через які ринок активів пов'язується з реальним сектором економіки. Наприклад, ціни на активи впливають на споживання через ефект багатства, а на компанії – через зміни вартості застави (балансовий ефект), яка може бути представлена активами підприємств. З іншого боку, очікування щодо змінних циклу ділової активності впливають на котирування.



У такій ситуації центральні банки повинні аналізувати необхідність впливу на фондовий ринок із метою підвищення позитивного ефекту останнього на реальний сектор економіки. Отже, достатньо актуальними залишаються питання щодо необхідності центрального банку України взагалі реагувати на зміни котирувань на фондовому ринку, а якщо реагувати, то яким чином? Відповідь на ці запитання, а також на низку інших, які пов'язані з оцінкою впливу флуктуацій на фондовому ринку на реальний сектор економіки, можна отримати за допомогою розроблення та реалізації розширених макроекономічних моделей з урахуванням рівнянь, які описують поведінку фондового ринку. Розроблення та оцінювання на основі реальної інформації цього класу макроекономічних моделей дозволить не тільки кількісно виміряти вплив флуктуацій на фондовому ринку на реальний сектор економіки, а й своєчасно скоригувати заходи монетарної політики держави, необхідні для забезпечення фінансової стабільності економіки.

Головні дебати щодо застосування інструментів монетарної політики для впливу на фондовий ринок з метою корекції його негативної дії на реальний сектор економіки можуть бути представлені двома інтелектуальними школами, які очолюють відомі західні науковці та практики Б.Бернанке (голова Федеральної резервної системи США) та С.Сечетті (економічний радник Банку з міжнародних розрахунків, Базель) [1, с. 17–51; 2, с. 253–257; 3, с. 1–72; 4, с. 1–152; 5, с. 427–444; 6, с. 77–96]. Основою їхніх розбіжностей стало питання щодо необхідності застосування інструментів монетарної політики для регулювання економічних процесів в разі виникнення значних флуктуацій на фондовому ринку, зокрема фінансових бульбашок. Українські та західні науковці, які є прихильниками першої наукової школи стверджують, що гнучке таргетування інфляції допомагає досягти як макроекономічної, так і фінансової стабільності без прямої реакції на зміни на фондовому ринку. На їхню думку, якщо центральний банк строго дотримується таргетування очікуваної інфляції, то відпадає необхідність в застосуванні додаткових інструментів монетарної політики у випадку значних коливань на фондовому ринку [1, с. 17–51; 2, с. 253–257]. При цьому на основі оцінювання макроекономічної моделі з екзогенною фінансовою бульбашкою ними було показано, що значні флуктуації на фондовому ринку суттєво підвищують нестабільність економіки загалом. Крім того, вони емпірично довели, що спекулятивне зростання фондового ринку спочатку позитивно впливає на сукупний попит і стимулює економічне зростання, однак призводить і до зміни реальної та очікуваної інфляції, що, в свою чергу, потребує монетарного втручання. Отже, незважаючи на те, що прихильники першої школи виступають проти застосування інструментів монетарної політики при встановленні облікової ставки (ставки рефінансування), вони визнають, що регуляторні органи все ж таки реагують, хоча і непрямо, на значні флуктуації фондового ринку, зокрема, на утворення фінансової бульбашки через таргетування інфляції. З іншого боку, представники іншої наукової школи, зокрема Сечетті та інші [4, с. 1–152; 5, с. 427–444; 6, с. 77–96] стверджують, що центральні банки повинні прямо реагувати на коливання на фондовому ринку і підтримують ідею модифікації монетарного правила Тейлора (або іншого), зокрема, необхідності включення блоку цін на активи в макроеконометричні моделі для підвищення їхньої адекватності та можливості оцінювання наслідків значних флуктуацій на фондових ринках. На їхню думку, саме цього вимагає сьогоднішня реальність, що підтверджується і кризою – обвалом котирувань Інтернет-компаній на початку 2000-х років, і Великою рецесією 2008–2010 рр. тощо. Аналіз останніх світових подій виявляє значний вплив коливань на фондовому ринку на стабільність як фінансової, так і економічної системи загалом. Так, наприклад, пенсійні фонди у США і країнах Західної Європи, які змогли досягнути великої доходності упродовж 1990-х років, стали значно недофінансованими після падіння фондового ринку на початку 2000-х, а страхові компанії



зіштовхнулися з проблемою ліквідності. Якщо аналізувати вплив фондового ринку на економіку США загалом, то, наприклад, у структурі бюджету США спочатку значно збільшилась частка доходів від капітальної доходності акцій і, як наслідок, значно збільшилися видатки і зменшилося податкове навантаження через збільшення бази оподаткування. Після кризи ж надходження різко знизилась, а політична ситуація в США не дозволяла збільшити податки з метою компенсації падіння податкових надходжень від капітальної доходності. В результаті перед бюджетом постала проблема недофінансування. Ці та інші факти лягли в основу додаткової аргументації представників другої школи щодо необхідності центральним банкам при виявленні фінансових бульбашок реагувати шляхом зміни облікової ставки. Їхні опоненти у відповідь наводять твердження про складність визначення наявності фінансової бульбашки, тобто причин зростання фондового ринку – спекулятивних чи фундаментальних. Контраргументом лідерів другої школи є твердження про те, що якщо щось не може бути вимірне, то це не означає, що його слід ігнорувати [6, с. 77–96]. Крім того, в працях відомих західних учених показано, що точність прогнозування появи бульбашки дорівнює точності прогнозу потенційного ВВП, який широко використовується вже упродовж тривалого періоду часу для макроекономічного аналізу.

Щодо української реальності, то, як показує практика, може існувати певний зв'язок між монетарною політикою та фондовим ринком. Наприклад, на початку 2008 р. голова Ради Національного банку України (НБУ) П.Порошенко заявив про загрозу утворення кредитної бульбашки та можливі негативні наслідки за її лускання [7, с. 1]. У цей же період двічі (на початку I та II кв. 2008 р.) було збільшено ставку рефінансування на 2 в. п. Можна припустити, що принаймні частина збільшення облікової ставки спричинена саме реакцією на зростання кредитної, а на той час і фінансової бульбашки (останні були сильно взаємопов'язані перед Великою рецесією як в Україні, так і в більшості країн світу). Таким чином, питання щодо доцільності та ефективності реакції Національного банку України за допомогою інструментів монетарної політики на флуктуації на фондовому ринку залишається й досі доволі дискусійним та актуальним.

Відповідно, метою дослідження є підтвердження чи спростування факту необхідності прямого реагування Національного банку України на коливання на фондовому ринку для досягнення економічної стабільності та зменшення або попередження негативних наслідків фінансових бульбашок для економіки України за допомогою математичного інструментарію, а саме динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги (ДСЗР). Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: дослідити та формалізувати утворення й еволюцію фінансової бульбашки для економіки України; удосконалити динамічну стохастичну модель загальної рівноваги шляхом уведення рівняння виникнення та збільшення фінансової бульбашки; визначити ефективні методи оцінки макромоделі, зокрема за допомогою байєсівської економетрики; визначити параметри, які необхідно калібрувати, та основні підходи щодо їхнього калібрування; провести діагностування якості та адекватності оціненої на реальних даних моделі; розробити та проаналізувати можливі сценарії реакції НБУ на виникнення та збільшення фінансових бульбашок, розробити рекомендації щодо стратегії Національного банку в умовах прогнозу можливих значних коливань на фондовому ринку.

Формалізацію процесів утворення та еволюції фінансової бульбашки та її впливу на економічну стабільність було досліджено багатьма вченими. Зокрема, було запропоновано декілька варіантів до її моделювання, серед яких слід виділити підходи з урахування ендогенності або екзогенності фондової бульбашки до макромоделей. При цьому припускається, що екзогенна фінансова (фондова) бульбашка розвивається як заданий іззовні (екзогенно) процес відхилення спекулятивної ціни від фундаментальної, тоді як ендогенна бульбашка моделюється "із середини" моделі, де остання і повинна пояснити

ти появу та еволюцію відхилення цін на фондовому ринку. Слід зазначити, що екзогенну бульбашку можна розглядати як частковий випадок ендогенного процесу, що значно спрощує її моделювання, суттєво не впливаючи на отримані результати. Саме такий підхід і було обрано для дослідження впливу розвитку та зростання флуктуацій на фондовому ринку на стабільність української економіки та аналізу дій Національного банку. При цьому актуальною залишається проблема адаптації відомих моделей фінансової бульбашки до реалій української економіки. Проведений попередній аналіз існуючих підходів дозволив зробити висновок про можливість використання відомої моделі екзогенної бульбашки як базової для економіки України [1, с. 17–51]. Ідея цієї моделі полягає в такому. Припустимо, що фундаментальна вартість одиниці капіталу, яка генерує нескінченний потік дивідендів та амортизується кожного періоду, становитиме за формулою Гордона величину, яку можна визначити на основі рівняння (1):

$$Q_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1 - \delta^i D_{t+1+i}}{\prod_{j=0}^i R_{t+1+j}^q} = E_t \frac{D_{t+1} + 1 - \delta Q_{t+1}}{R_{t+1}^q}, \quad (1)$$

де: E_t – оператор математичного очікування в період t , D_{t+1} – розмір дивідендів на одиницю капіталу, R_{t+1}^q – форвардна відсоткова ставка, δ – рівень амортизації капіталу. Відповідно, Q_t є фундаментальною ціною одиниці капіталу, яка ґрунтується на очікуваних показниках діяльності компанії, зокрема її дивідендної політики. Фундаментальна ціна капіталу може відрізнятися від ринкової спекулятивної ціни S_t таким чином, що $S_t - Q_t \neq 0$. Якщо різниця між ринковою та фундаментальною ціною зростає і є позитивною, то утворюється бульбашка. При цьому, якщо вона зростає за модулем і є негативною, то утворюватиметься негативна бульбашка. Так, наприклад, різке падіння фондового ринку України наприкінці 2008 р. імовірно є негативною бульбашкою, яка прийшла на зміну позитивній – різкому зростанню в попередні роки.

Припустимо, що p – це ймовірність того, що бульбашка не лусне наступного періоду. Якщо бульбашка лускає (з імовірністю $(1 - p)$), то $S_t - Q_t = 0$. Тоді теперішню приведену вартість такої бульбашки (розглядатимемо тільки позитивні бульбашки, для негативних аналіз аналогічний) у період $(t + 1)$ можна визначити за формулою:

$$p \left(\frac{S_{t+1} - Q_{t+1}}{R_{t+1}^q} \right) \Bigg|_{S_{t+1} - Q_{t+1} \neq 0} + 1 - p \left(\frac{S_{t+1} - Q_{t+1}}{R_{t+1}^q} \right) \Bigg|_{S_{t+1} - Q_{t+1} = 0} < S_t - Q_t. \quad (2)$$

Отже, коли бульбашка лускає, то другий доданок нерівності дорівнюватиме нулю.

Зауважимо, що згідно з формулою (2) розвиток бульбашки можна описати таким рівнянням:

$$S_{t+1} - Q_{t+1} = \frac{a}{p} S_t - Q_t R_{t+1}^q, \quad (3)$$

де: $p < a < 1$, a – це параметр, що перетворює нерівність (2) на рівність. При умові $\frac{a}{p} > 1$ бульбашка зростає як заданий іззовні екзогенний процес.

Беручи до уваги сильну залежність фондового ринку України від припливу та відпливу зовнішнього капіталу, розвиток бульбашки в українських реаліях буде близьким до описаної екзогенної моделі. Для спрощення припустимо, що після того, як



бульбашка утворилась і луснула, вона більше не може виникати. Спочатку розглянемо ситуацію, коли відбувається процес утворення бульбашки, тобто $p = 1$:

$$E_t \left(\frac{S_{t+1} - Q_{t+1}}{R_{t+1}^q} \right) = a S_t - Q_t . \quad (4)$$

Використовуючи (1) та (4) отримаємо:

$$S_t = E_t \frac{D_{t+1} + 1 - \delta S_{t+1}}{R_{t+1}^s}, \quad (5)$$

де: R_{t+1}^s – ринкова доходність акцій, що пов'язана з фундаментальною доходністю, R_{t+1}^q , визначається так: $R_{t+1}^s = R_{t+1}^q \left(b + 1 - b \frac{Q_t}{S_t} \right)$, за умови, що $b \equiv a - 1 - \delta$.

Таким чином, якщо $\frac{S_t}{Q_t} > 1$, то ми спостерігатимемо позитивну бульбашку, а якщо $\frac{S_t}{Q_t} < 1$, – негативну на основі рівняння (3). Наприклад, у першому випадку матиме місце такий ланцюг причинно-наслідкових подій: $\frac{S_t}{Q_t} > 1 \rightarrow S_t - Q_t > 0 \rightarrow S_{t+1} - Q_{t+1} > 0 \rightarrow \frac{S_{t+1}}{Q_{t+1}} > 1$ і так далі. Слід також зазначити, що на основі (4) теперішня вартість бульбашки становитиме:

$$E_t \left(\frac{S_{t+i} - Q_{t+i}}{\prod_{j=1}^i R_{t+j}^q} \right) = a^i S_t - Q_t . \quad (6)$$

Ця величина спадатиме до нуля з плином часу і бульбашка зникатиме автоматично, оскільки при прямуванні часового горизонту до нескінченності, граничне значення теперішньої вартості, визначеної за (6), прямуватиме до нуля, що можна записати таким чином:

$$\lim_{i \rightarrow \infty} E_t \left(\frac{S_{t+i} - Q_{t+i}}{\prod_{j=1}^i R_{t+j}^q} \right) = 0, \quad (7)$$

при $a < 1$.

Як уже зазначалося вище, існують два головні канали, через які фондовий ринок може впливати на реальну економіку. Перший – це ефект багатства, коли домогосподарства (власники підприємств), як правило, збільшують рівень свого споживання, коли рівень їхніх активів (багатства) зростає. Другий – це ефект балансу, коли зростання акційних котировань збільшує вартість чистих активів підприємства. Маючи більше ресурсів на балансі, підприємство зможе залучати зовнішній капітал із меншими витратами. Оскільки для української економіки цей факт не є показовим, то ми припускаємо, як і в [1, с. 17–51], що підприємство приймає інвестиційні рішення на основі фундаментальної, а не спекулятивної вартості капіталу. Це виключатиме можливість арбітражу, коли компанія може формувати капітал за фундаментальною ціною і продавати його за спекулятивною ціною при первинному чи вторинному розміщенні акцій чи іншим способом.

Таким чином, процес утворення та розвиток фінансової бульбашки для економіки України можна описати ключовим рівнянням (3). У стані рівноваги спекулятивна ціна дорівнюватиме фундаментальній, а бульбашка виникатиме при розходженні цих показників. Зауважимо, що саме таке рівняння фінансової бульбашки, але у лог-лінеаризованій формі (19) було додатково включено нами у наведену нижче загальну макромодель України для аналізу впливу флуктуацій на фондовому ринку на реальний сектор української економіки та виявлення адекватної реакції Національного банку.

Монетарні правила та фондовий ринок. Для аналізу необхідності реакції НБУ на зміну котирувань на фондовому ринку насамперед важливо адекватно формалізувати правило монетарної політики. Розглянемо достатньо популярний підхід, в якому використовується лог-лінеаризоване правило, де важливим інструментом монетарної політики НБУ виступає облікова ставка (ставка рефінансування). Припускається, що НБУ встановлює облікову ставку як середньозважене значення попереднього рівня облікової ставки та коригує її відповідно до очікуваного рівня інфляції, $r_t^n = \rho o r_{t-1}^n + (1 - \rho o) \zeta E_t \pi_{t+1}$, де r_t^n – лог-лінеаризована номінальна відсоткова ставка рефінансування, π_t – інфляція, ρo та ζ – параметри. Для спрощення викладок припустимо також, що НБУ може проводити два типи монетарної політики щодо інфляції: агресивна реакція при $\zeta = 2,0$ та акомодатійна – $\zeta = 1,1$ (підібрані значення, типові для наукових статей, де розглядаються проблеми моделювання монетарного правила). Проводячи агресивну політику, НБУ порівняно сильно реагує на очікувану інфляцію, значно підвищуючи ставку рефінансування для охолодження економіки та зниження темпу зростання цін. Амплітуда реакції НБУ за проведення акомодатійної політики менша, тобто при зміні інфляції на 1% відсоткова ставка зміниться тільки на 1,1%, а не на 2,0%, як за агресивної. До монетарних правил тут і далі додається також ставка рефінансування минулого періоду, r_{t-1}^n , та коефіцієнт згладжування, $0 < \rho o < 1$, які унеможливають різку зміну центральним банком відсоткової ставки при високих значеннях коефіцієнта згладжування (різка зміна, як правило, є нетиповою та неоптимальною для економіки країни).

Наступним кроком у процесі формування правила монетарної політики є формалізація можливої реакції НБУ на зміни на фондовому ринку, $r_t^n = \rho o r_{t-1}^n + (1 - \rho o)(\zeta E_t \pi_{t+1} + \psi s_{t-1})$, де: s_t – це ціна на фондовому ринку, ψ – параметр, що вимірює чутливість встановлення ставки рефінансування до змін на ринку капіталів. Центральний банк коригує ставку рефінансування на величину, що дорівнює добутку параметра ψ та логарифма частки зміни ціни на ринку акцій до її довгострокового значення. У довгостроковому періоді (бульбашка відсутня) $s_t = 0$. Для прикладу розглянемо ситуацію, коли ціна відхилилася від довгострокової на 1%: $s_{t-1} = 0,01$. Тоді для того, щоб зупинити чи послабити вплив бульбашки (вона розвиватиметься за законом рівняння (3), яке у лог-лінеаризованій формі задано в (19), центральний банк збільшить ставку рефінансування на $r_t^n = (1 - \rho o)\psi s_{t-1}$, охолоджуючи економіку.

На основі проаналізованих можливих правил монетарної політики отримано чотири варіанти поведінки НБУ, які в формалізованому вигляді наведено в табл. 1. Перше та друге правила (третьій стовпчик табл. 1) передбачають, що центральний банк реагує тільки на інфляцію і відрізняються вони за силою цієї реакції, тоді як третє та четверте правила (четвертий стовпчик табл. 1) передбачають реакцію не тільки на інфляцію, але й на зміни на фондовому ринку. Зауважимо, що наведені в табл. 1 монетарні правила далі будуть включені та тестуватимуться в рамках загальної макроекономічної моделі (див. рівняння (20)).

Таблиця 1

Монетарні правила для тестування та аналізу ключової гіпотези щодо необхідності реагування НБУ на зміни на фондовому ринку

		Тип політики щодо фондового ринку	
		Без прямої реакції, $\psi = 0$	Пряма реакція, $\psi > 0$
Тип політики щодо інфляції:	Агресивна, $\zeta = 2,0$	$r_t^n = \rho \sigma r_{t-1}^n + 1 - \rho \sigma \ 2,0 E_t \pi_{t+1}$	$r_t^n = \rho \sigma r_{t-1}^n + 1 - \rho \sigma \ 2,0 E_t \pi_{t+1} + \psi s_{t-1}$
	Акомодатійна, $\zeta = 1,1$	$r_t^n = \rho \sigma r_{t-1}^n + 1 - \rho \sigma \ 1,1 E_t \pi_{t+1}$	$r_t^n = \rho \sigma r_{t-1}^n + 1 - \rho \sigma \ 1,1 E_t \pi_{t+1} + \psi s_{t-1}$

Джерело: розроблено за: Bernanke, V. Monetary policy and asset prices volatility / V. Bernanke, M. Gertler // Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review. – 1999. – № 84. – P. 17–51.

Модель ДСЗР з урахуванням поведінки фондового ринку. Для оцінки можливої реакції державного регулятора на значні флуктуації на фондовому ринку за допомогою інструментів монетарної політики розроблено динамічну стохастичну макромодель загальної рівноваги з додатковим включенням ринку цінних паперів (8)–(23), формалізований вигляд якої наведено нижче. Слід зауважити, що система (8)–(23) включає сукупність рівнянь, що описують поведінку домогосподарств, підприємств, Національного банку та уряду – основних економічних інститутів України. Система рівнянь (8)–(23) є лог-лінеаризованою, тобто початкові рівняння, що описують поведінку економічних агентів було лог-лінеаризовано навколо стаціонарного стану з допомогою теореми Тейлора (алгоритм та інтерпретація лог-лінеаризації наведено в [8, с. 48–53]). У системі (8)–(23) великі літери в позначенні змінних вказують на їхні абсолютні значення в стаціонарному стані, наприклад, Y – це довгострокове стаціонарне значення реального ВВП України, малі літери, що використовуються в позначеннях із часовим індексом, відображають логарифми відхилення від стаціонарного стану відповідної змінної, наприклад, $y_t = \ln \frac{Y_t}{Y} \approx \frac{Y_t - Y}{Y}$, інші позначення викорис-

туються для параметрів моделі. З урахуванням наведених пояснень модель загальної рівноваги для України має такий формалізований вигляд.

Система ДСЗР¹:

Рівняння сукупного попиту:

$$y_t = \frac{C}{Y} c_t + \frac{I}{Y} i_t + \frac{G}{Y} g_t + \frac{C^e}{Y} c_t^e, \quad (8)$$

$$c_t = -\sigma r_t + E_t c_{t+1}, \quad (9)$$

$$ce_t = \frac{K}{N} r_t^s - r_t + n_{t-1} + r_t, \quad (10)$$

¹ Виведення рівнянь (10) та (18) ґрунтується на припущенні, що величини $R^q - R$ та $1 - \gamma_{live} R^q - R^q - 1$ є вищого порядку малості порівняно зі стаціонарними значеннями доходності капіталу, а також з ігноруванням витрат на моніторинг за банкрутства підприємства $\left(\mu_{bankrupt} \int_0^{w_{bankrupt}} w_{bankrupt} dF(w_{bankrupt}) R_t^q Q_{t-1} K_t \right)$ та перевищення роздрібної ціни над

оптовою (див.: Лук'яненко І.Г. Особливості побудови динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для аналізу економіки України / І.Г. Лук'яненко, Р.Б. Семко // Міжнародний науковий журнал "Економічна кібернетика". – 2010. – № 4–6 (64–66). – С. 48–53; Лук'яненко І.Г. Прогнозування наслідків економічної політики за допомогою моделі загальної рівноваги / І.Г. Лук'яненко, Р.Б. Семко // Актуальні Проблеми Економіки. – 2012. – № 1. – С. 303–319.

$$q_{t+1} = \varphi i_{t+1} - k_{t+1} \quad , \quad (11)$$

$$r_{t+1}^s = 1 - m y_{t+1} - k_{t+1} - x_{t+1} + m s_{t+1} - s_t \quad , \quad (12)$$

$$E_t r_{t+1}^s - r_t = -\nu n_t - s_t + k_{t+1} \quad . \quad (13)$$

Рівняння сукупної пропозиції:

$$y_t = a_t + \alpha k_t + 1 - \alpha \omega h_t \quad , \quad (14)$$

$$y_t = \eta h_t + x_t + c_t \quad , \quad (15)$$

$$E_{t-1} \pi_t = \kappa - x_t + \theta_f E_t \pi_{t+1} + \theta_b \pi_{t-1} \quad . \quad (16)$$

Рівняння, що описує зміну стану:

$$k_{t+1} = \delta i_t + 1 - \delta k_t \quad , \quad (17)$$

$$n_t = \gamma_{live} R^q \left(\frac{K}{N} r_t^s - r_t + \frac{1 - \gamma_{live} R^q}{\gamma_{live}} y_t + n_{t-1} \right) \quad , \quad (18)$$

$$s_t - q_t = \frac{1 - \delta}{b R^q} E_t s_{t+1} - q_{t+1} - \varepsilon_t^{bubble} \quad . \quad (19)$$

Монетарне правило та шоки можна записати у вигляді таких рівнянь:

$$r_t^n = \rho_o r_{t-1}^n + 1 - \rho_o \zeta E_t \pi_{t+1} + \psi s_{t-1} \quad , \quad (20)$$

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad , \quad (21)$$

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_t^a \quad , \quad (22)$$

$$r_t = r_t^n - E_t \pi_{t+1} \quad , \quad (23)$$

де: E_t – оператор математичного сподівання (очікування, що формуються на основі доступної інформації в період t), y_t – реальний ВВП, c_t – споживання домогосподарств, c_t^e – споживання підприємців, i_t – інвестиції, g_t – урядові видатки, s_t – ціна акцій (спекулятивна) на ринку, q_t – фундаментальна ціна акцій, k_t – розмір капіталу, r_t^s – доходність, що розрахована на основі спекулятивної ціни на акції, x_t – відношення роздрібною ціни до оптової, a_t – продуктивність праці (технологія), h_t – робочий час, π_t – рівень інфляції (позначає зміну індексу цін), n_t – розмір чистих активів, r_t^n – номінальна відсоткова ставка, r_t – реальна відсоткова ставка, $Y, C, I, G, C^e, R^q, N, K$ – стаціонарні значення відповідних змінних, $\sigma, \varphi, \delta, b, m, \nu, \alpha, \eta, \omega, \kappa, \theta_f, \theta_b, \gamma_{live}, \rho_o, \rho_g, \rho_a, \zeta, \psi$ – параметри моделі, $\varepsilon_t^g, \varepsilon_t^a, \varepsilon_t^m, \varepsilon_t^{bubble}$ – шоки.

Рівняння (8) відображає сукупний попит; (9) – рівняння Ейлера; рівняння (10) відображає рівень споживання підприємців-власників; рівняння (11) пов'язує вартість капіталу з рівнем інвестицій та капіталу; рівняння (12) прирівнює доходність акцій до граничного продукту капіталу; рівняння (13) показує вплив чистої вартості активів на доходність; рівняння (14) є функцією Коба – Дугласа; рівняння (15) формується на основі умови першого порядку для домогосподарств, що вибирають кількість часу, витраченого на роботу та граничного продукту праці; рівняння (16) є кривою Філіпса з урахуванням стохастичного залипання цін за Кальво; рівняння (17) та (18) описують еволюцію відповідно капіталу та чистих активів підприємств; рівняння (19) моделює поведінку фінансової бульбашки; рівняння (20) відображає загальний вигляд монетарного

правила; рівняння (21) та (22) є авторегресійними процесами першого порядку з відповідними шоками; (23) є рівнянням Фішера. Крім того, система також включає в себе механізм інвестиційних затримок, який реалізується з допомогою використання рівняння (11) в майбутньому, а не в теперішньому часі. Зауважимо, що детальне виведення всіх рівнянь моделі та застосування її різних варіантів для моделювання економіки України наведено в роботах [8, с. 48–53; 9, с. 78–84; 10, с. 303–319].

Отже, частиною загальної макромоделі (8)–(23) є рівняння монетарного правила (20), яке подане в загальній формі. Залежно від параметрів ζ та ψ ми можемо отримати одне із ключових правил з табл. 1. Наступним кроком є визначення "найкращого" правила із чотирьох запропонованих.

Оптимізація монетарних правил. Для визначення оптимального/"найкращого" монетарного правила за заданих умов існують різні підходи. Розглянемо такі три з них:

1) перебір монетарних правил – формування заздалегідь заданих правил і вибір "найкращого" з них на основі певного критерію. Таким критерієм може бути міжчасова функція втрат (штрафна функція), теперішню приведену величину якої можна визначити як:

$$PV\ Loss = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i L_{t+i}, \quad (24)$$

де: $L_t = \frac{1}{2} \pi_t^2 + \lambda_{loss} y_t^2$ – квадратична функція втрат внаслідок відхилень ВВП та

інфляції від довгострокових (потенційних) значень в певний період часу, λ_{loss} та β – параметри. Ідея функції втрат полягає в тому, що чим більші відхилення інфляції та ВВП від довгострокових значень (наприклад, відхилення інфляції від таргетованого рівня, відхилення ВВП від потенційного значення; у лог-лінеаризованій формі з видаленням трендів припускається, що величини, від яких відраховуються відхилення, дорівнюють нулю), тим це гірше для суспільства. Наприклад, падіння економіки (низький рівень ВВП порівняно з потенційним) чи надмірний її розігрів (висока інфляція) є негативними економічними процесами. Тому те монетарне правило, що мінімізує небажані флуктуації ВВП та інфляції, і вважатиметься "найкращим";

2) розв'язання задачі мінімізації міжчасової функції втрат (24), де модель (8)–(23) є обмеженням зі змінними параметрами в монетарному правилі (20). Обмеження (8)–(23) є необхідними, оскільки вони відображають розвиток системи на основі економічних законів, які не можуть порушуватися (порушення могло би відбутися, якщо б відбувалася мінімізація (24) тільки на основі обмеження (20) з ігноруванням інших елементів системи);

3) оптимізація добробуту. За цим методом розв'язується задача максимізації добробуту домогосподарств (міжчасової суми корисностей), змінюючи параметри монетарного правила (20) з урахуванням, як і в попередньому випадку, обмежень (8)–(23). Найпростішу міжчасову цільову функцію корисності можна задати як:

$$IU = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i U \left(C_{t+i}, H_{t+i}, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}} \right), \quad (25)$$

де: $U \cdot$ – функція корисності, C_t – величина споживання, H_t – кількість відпрацьованих годин, $\frac{M_t}{P_t}$ – реальні грошові залишки.

Для спрощення подальших викладок та більшої наочності розглянемо лише перший спосіб визначення оптимального монетарного правила. При цьому припустимо $\lambda_{loss} = 0, 2$, що є типовим значенням для цього параметра.

Оцінка моделі та аналіз результатів. Зауважимо, що оцінити модель (8)–(23) неможливо через відсутність стабільної рівноваги (технічно не задовольняється умова Бланшарда – Кана: кількість власних чисел за модулем, більших ніж одиниця, перевищує кількість майбутніх змінних (наприклад, c_{t+1} , q_{t+1} , π_{t+1}) моделі (8)–(23). Це спричинено наявністю рівняння бульбашки (19). Тому використовуватимемо попередньо оцінені (в програмному пакеті Dynare з допомогою байєсівської економетрики) параметри $\varphi = 0,58$, $\nu = 0,04$, тобто параметри моделі ДСЗР без бульбашки. Детальну оцінку параметрів цієї моделі та значення оцінених параметрів для економіки України наведено в [10, с. 303–319]. Інші невідомі параметри (8)–(23) відкалібруємо на основі реальної статистичної квартальної інформації за 2002–2010 рр. для української економіки, або припущень, на основі яких визначаються значення параметрів, які детальніше описано в [1, с. 17–51]. Зокрема, можна відкалібрувати відношення урядових видатків до ВВП – 18%. Значення інших параметрів є типовими в емпіричних дослідженнях для більшості динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги та обрано на основі [1, с. 17–51]: $\sigma = 1$, $\theta = 0,75$, $\alpha = 0,35$, $\eta = 1,33$, $\beta = 0,95$, $\delta = 0,025$, $\frac{N}{K} = 0,48$, $\kappa_{ap} = \left(\frac{1-\theta}{\theta}\right) 1-\theta\beta$, $\omega_\kappa = 0,5$,

$$\text{denom} = \theta + \omega_\kappa 1-\theta 1-\beta, \quad \kappa = \frac{1-\omega_\kappa 1-\theta 1-\theta\beta}{\text{denom}}, \quad \theta_f = \frac{\theta\beta}{\text{denom}},$$

$$\theta_b = \frac{\omega_\kappa}{\text{denom}}, \quad \omega = 0,99, \quad X = 0,83, \quad \gamma_{live} = 0,97, \quad R = \frac{1}{\beta}, \quad R^q = R + \frac{0,14}{4},$$

$$\frac{K}{Y} = \frac{\alpha X}{R^q - (1-\delta)}, \quad \frac{C^e}{Y} = 0,5 \frac{K}{Y} \frac{N}{K} 1-\gamma_{live} R^q, \quad m = \frac{1-\delta}{1-\delta + \alpha \frac{YX}{K}}, \quad \frac{I}{Y} = \delta \frac{K}{Y},$$

$$\frac{C}{Y} = 1 - \frac{I}{Y} - \frac{G}{Y} - \frac{C^e}{Y}, \quad a = 0,99, \quad \rho_o = 0,9, \quad \rho_a = 0,95, \quad \rho_g = 0,95.$$

(Детальніший опис цих параметрів наведено також у [8, с. 48–53; 9, с. 78–84; 10, с. 303–319]. З урахуванням значень відкаліброваних параметрів можна отримати повний розв'язок моделі (8)–(23) з використанням алгоритму Андерсона – Мура у програмному пакеті GAUSS².

Для виявлення та аналізу ефективності впливу інструментів монетарної політики на економіку країни в умовах значних флуктуацій змодельємо ситуацію утворення–лускання фінансової бульбашки. Припустимо, що після утворення бульбашки очікується, що вона може луснути з імовірністю 0,5. Нехай у певний момент часу відбувається відхилення спекулятивної ціни від фундаментальної на 1% ($\varepsilon_t^{bubble} = 0,01$). Це спричинить зростання бульбашки. Припустимо, що вона зростає упродовж чотирьох кварталів, а потім лускає таким чином, що спекулятивна ціна спочатку зрівнюється з фундаментальною. При цьому одночасно відбувається сильне просідання фондового ринку, і за таких умов спекулятивна ціна вже зменшується на 1% відносно фундаментальної. Припустимо також, що така негативна бульбашка розвиватиметься також упродовж чотирьох кварталів і після цього остаточно лускає, зрівнюючи спекулятивну та фундаментальну ціни.

² Автори вдячні С.Сечетті (Stephen G. Cecchetti), економічному раднику, голові монетарного та економічного департаменту Банку з міжнародних розрахунків (Базель), за люб'язно наданий програмний код у пакеті GAUSS для розв'язку моделі методом Андерсона – Мура та побудови функцій відгуків.

Для розглянутого сценарію у табл. 2 наведено результати розрахунку функції втрат упродовж 30 кварталів із початку утворення і розвитку бульбашки (без бульбашки та впливу інших шоків значення цієї функції дорівнюватиме 0). Якщо коротко узагальнити описаний вище сценарій, то припускається, що спочатку виникає позитивна бульбашка, через чотири квартали вона лускає й одночасно починає розвиватися негативна бульбашка, яка також лускає через чотири квартали. Відповідно бульбашка повністю зникає, а економіка з часом прямує до стаціонарного стану. Проведений аналіз показав, що роль монетарної політики у формі описаних монетарних правил у цьому процесі різна. Найефективніше нейтралізує вплив утворення та лускання позитивної та негативної фінансових бульбашок на економіку агресивна монетарна політика без реагування на зміни на фондовому ринку. Тобто Національний банк не повинен змінювати ставку рефінансування при виникненні-лусканні бульбашки, оскільки це тільки погіршить ситуацію. Достатньо сильної реакції на ціни, які відхилятимуться від рівноважних значень при змінах на ринку капіталів. Аналогічно, якщо проводиться акомодатійна політика, оптимальним рішенням для суспільства, яке визначає рівень свого задоволення на основі (24), буде не реагувати на фондові котирування. Наприклад, при зміні спекулятивної ціни на 1%, $s_{t-1} = 0,01$, центральний банк збільшить ставку рефінансування на 0% як результат прямої реакції (насправді загальна зміна ставки рефінансування найімовірніше буде ненульовою, оскільки, крім фондового ринку, центральний банк реагує ще й на інфляцію, а також встановлює значення відповідно до відсоткової ставки попереднього періоду). Результати останньої стратегії поведінки, яка описана вказаним монетарним правилом, схожі на наслідки проведення акомодатійної політики вже з реакцією на зміни цін на активи, коли, наприклад, зростання спекулятивної ціни на 1%, $s_{t-1} = 0,01$, прямо приводить до збільшення ставки рефінансування на 0,1%. Найбільші коливання ВВП та інфляції матимуть місце при проведенні агресивної політики з реакцією на фондовий ринок (табл. 2).

Таблиця 2

Значення функцій втрат для різних правил монетарної політики

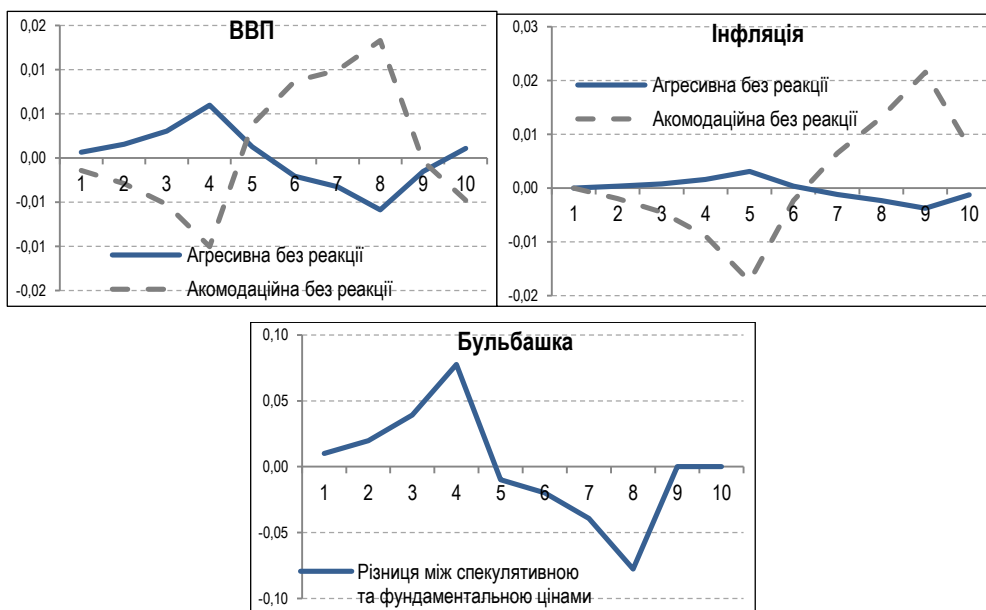
Ранг	Монетарне правило			Функція втрат*100
	Тип політики	Реакція на інфляцію	Реакція на котирування	
2	Акомодатійна без реакції на фондовий ринок	1,1	0,0	0,065
1	Агресивна без реакції на фондовий ринок	2,0	0,0	0,003
3	Акомодатійна з реакцією на фондовий ринок	1,1	0,1	0,081
4	Агресивна з реакцією на фондовий ринок	2,0	0,1	0,112

Джерело: розраховано авторами.

На рис. 1 показано зміну ВВП та інфляцію упродовж виникнення та лускання бульбашок. Саме агресивна монетарна політика без реакції на фондовий ринок сильніше згладжує коливання макрозмінних порівняно з акомодатійною політикою, оскільки значення функції втрат, помножене на 100, є мінімальним порівняно з альтернативами і становить 0,003. Отже, при зміні цін на активи на фондовому ринку НБУ не повинен коригувати ставку рефінансування, а змінювати її тільки при зміні інфляції, причому ця зміна повинна бути порівняно значною (агресивною).

На частині 3 рис. 1 показано, що спочатку спекулятивна ціна зростає на 1% і впродовж наступних трьох кварталів вона практично подвоюється під час кожного часового періоду, досягаючи 8%. Далі, як видно, бульбашка лускає і одразу переходить в негативну з падінням спекулятивної ціни над довгостроковою фундаментальною на -1%. Дзеркально до позитивної бульбашки негативна зростає майже до -8% і остаточно лускає у 9 кварталі, коли відхилення між спекулятивною та фундаментальною цінами практично зникає. З частин 1 та 2 рис. 1 видно, що в разі проведення НБУ агресивної

монетарної політики без реакції на фондовий ринок (тобто в разі використання відповідного правила монетарної політики з табл. 1), коливання ВВП та інфляції будуть синхронізовані з розвитком бульбашки. У випадку акомодативної політики ВВП та інфляція поводитимуться контрциклічно до розвитку бульбашки. Зауважимо, що поведінку ВВП та інфляції для двох інших типів політики на рисунку не показано – для його спрощення, крім того, на основі функції втрат вони не є кращими стратегіями для добробуту суспільства. З рис. 1 чітко видно, що коливання ВВП та інфляції за застосування агресивної політики значно менші, ніж за використання акомодативного монетарного правила, що підтверджується також і значеннями функції втрат з табл. 2.



Примітка: по горизонталі – квартали, по вертикалі – відхилення змінної від довгострокового рівноважного значення у відсотках, поділених на 100.

Рис. 1. Еволюція деяких макроекономічних показників в умовах утворення–лускання позитивної та негативної фінансової бульбашок

Джерело: розроблено авторами.

Висновки. Аналіз результатів моделювання економіки України на основі динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги в умовах значних флуктуацій на фондовому ринку показує, що із чотирьох можливих правил монетарної політики оптимальним виявилась агресивна реакція на інфляцію з ігноруванням цін на активи. Застосовуючи таку стратегію, Національний банк України зможе значно пом'якшити наслідки спекулятивних шоків, що виникають на фондовому ринку для стабілізації української економіки. Для побудови моделі використовувалася класична динамічна стохастична модель загальної рівноваги з фінансовим акселератором, в яку було також додатково включене рівняння фінансової бульбашки, що дозволило детально дослідити та кількісно оцінити вплив значних флуктуацій на фондовому ринку на розвиток економічних процесів в Україні за різних початкових умов і припущень. При цьому процес розвитку фондового ринку було визначено екзогенним відносно моделі, що, як показують розрахунки на основі реальної інформації, прийнятно характеризує український фондовий ринок, який сильно залежить від зовнішнього сектора, а не від внутрішніх (ендогенних) змінних. Після оцінки та калібрування параметрів було проведено симуляцію чотирьох варіантів макромоделі з різними правилами монетарної

політики. На основі функції втрат кожне з правил отримало свою оцінку, яка дозволила ранжувати їх від "найкращого" до "найгіршого" для населення України. З економічної точки зору отриманий висновок про оптимальність агресивної політики без реагування на зміни на фондовому ринку може пояснюватися недостатньою значимістю останнього для економіки України. Українські біржі характеризуються низькою ефективністю, відірваністю фондового ринку від реального сектора, порівняно значним домінуванням спекулятивного капіталу, низькою ліквідністю та ризикованістю вкладення коштів, включаючи політичні ризики. Крім того, розвиток фінансової бульбашки, як правило, підштовхує інфляцію. Тому НБУ, можливо, достатньо реагувати тільки на зміни останньої (непряма реакція на зміни на фондовому ринку), ігноруючи пряму реакцію на котирування. Що ж до інфляції, то враховуючи її високі (двозначні) показники впродовж багатьох років в Україні, дійсно можна очікувати, що НБУ повинен активно (агресивно) коригувати ставку рефінансування при прискоренні чи сповільненні інфляційних процесів.

Слід зазначити, що отримані результати базуються на певних обмеженнях. Головними з неврахованих проблем є використання найпростішого способу оптимізації монетарного правила та побудова моделі для великої закритої економіки, тоді як Україна є малою відкритою економікою. Крім того, використання правила Тейлора для моделювання поведінки НБУ може бути проблемним в умовах фіксованого валютного курсу з певним вузьким допустимим коридором коливань. Як зняти такого роду обмеження – це може бути перспективним напрямом для подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. *Bernanke, B.* Monetary policy and asset prices volatility / B.Bernanke, M.Gertler // Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review. – 1999. – № 84. – P. 17–51.
2. *Bernanke, B.* Should Central Banks respond to movement in asset prices? / B.Bernanke, M.Gertler // American Economic Review. – 2001. – № 91. – P. 253–257.
3. *Bernanke, B.* The financial accelerator model in a quantitative business cycle framework / B.Bernanke, M.Gertler, S.Gilchrist // NBER Working paper. – 1998. – № 6455. – P. 1–72. – Available from : <<http://www.nber.org/papers/w6455>>.
4. *Cecchetti, S.* Asset prices and central bank policy / S.Cecchetti, H.Genberg, J.Lipsky, S.Wadhvani // CEPR Geneva Report on the World Economy. – 2000. – P. 1–152.
5. *Cecchetti, S.* Asset prices in a flexible inflation targeting framework / S.Cecchetti, H.Genberg, S.Wadhvani // Asset price bubbles: The implications for monetary, regulatory, and international policies / ed. W.Hunter, G.Kaufmanand, M.Pomerleano. – 2002. – P. 427–444.
6. *Cecchetti, S.* What the FOMC says and does when the stock market booms / S.Cecchetti // Asset prices and monetary policy / ed. A.Richardsand, T.Robinson. – 2003. – P. 77–96.
7. "Позбавляючи позичальника можливості отримати непосильний кредит, ми захищаємо його від невідворотних сумних наслідків...": інтерв'ю з головою Ради Національного банку України П.Порошенком / Р.Василь // Факти. – 2008. – 15 квіт. – С. 1.
8. *Лук'яненко І.Г.* Особливості побудови динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для аналізу економіки України / І.Г.Лук'яненко, Р.Б.Семко // Економічна кібернетика. – 2010. – № 4–6(64–66). – С. 48–53.
9. *Semko, R.* Bayesian estimation of small-scale DSGE model of the Ukrainian economy / R.Semko // Scientific Notes of NaUKMA. Economics. – 2011. – № 120. – P. 78–84.
10. *Лук'яненко І.Г.* Прогнозування наслідків економічної політики за допомогою моделі загальної рівноваги / І.Г.Лук'яненко, Р.Б.Семко // Актуальні Проблеми Економіки. – 2012. – № 1. – С. 303–319.

*Надійшла до редакції
11.06.2012 р.*