

МАКРОЕКОНОМІКА

DOI: <https://doi.org/10.15407/etet2021.01.067>

УДК: 330.8:519.86

JEL: B20, E10, D58

Сергій Швець

ЕВОЛЮЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО DSGE-МОДЕЛЮВАННЯ

Зроблено спробу проаналізувати хронологію еволюції теоретичних підходів, які є фундаментом побудови макроекономічних моделей. Протидія деструктивним наслідкам криз передбачає використання модельного апарату як необхідного інструменту попередження дестабілізації. Метою написання статті є дослідження етапів розвитку та визначення проблемних питань і перспективних напрямів еволюції макромоделей. Фундаментальна платформа Маршалла і Вальраса зазнала прогресивних змін після доленосних подій Великої депресії і Великої інфляції, які розгорнулися в США в 1920–1970 роках і ознаменували появу нового тренду макромодельовання під назвою динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги (англ.:DSGE). Новий інструментарій відзначився радикальною зміною підходів до макромодельовання, де на передових позиціях опинилася мікроекономіка. Моделі DSGE дебютували залученням чотирьох ключових елементів: кривої Філіпса, адаптивних інфляційних очікувань, "прив'язаних" номінальних цін та ендогенної виробничої функції. Етапи зміни теоретичних підходів до макромодельовання увібрали передові новації спадщини представників класичної і кейнсіанської шкіл. Еволюція побудови макроінструментарію нараховує п'ять генерацій моделей: кейнсіанські, класичні, RBS, нові кейнсіанські і нові кейнсіанські моделі DSGE. Вагомими перевагами моделей DSGE є їх "політична нейтральність", деталізація шоків збурення на суто економічні і суто політичні й встановлення причин і наслідків глибоких структурних зрушень в економіці. Поява чергової генерації макромоделей покликана вирішити чотири злободенні питання: забезпечити фіксацію фінансових потоків, послабити механізм оптимізації раціональних сподівань, деталізувати репрезентативну вибірку економічних агентів і залучити більш глибокі та виважені теоретичні припущення мікроекономіки.

Ключові слова: економічна теорія, макроекономіка, мікроекономіка, макроекономічне моделювання, DSGE моделі.

Швець Сергій Михайлович (smserg@ukr.net), канд. екон. наук, доцент; старший науковий співробітник відділу моделювання та прогнозування економічного розвитку ДУ "Інститут економіки і прогнозування НАН України". ID ORCID: 0000-0002-3102-9784. Scopus Author ID: 57218000426

Дослідження проведене в рамках виконання НДР № 3.1.7.134 "Оцінка та прогнози ендогенного зростання економіки України"

Цитування: Швець С. М. Еволюція теоретичних підходів до DSGE моделювання. *Економічна теорія*. 2021. № 1. С. 67–85. DOI: <https://doi.org/10.15407/etet2021.01.067>

© С. Швець, 2021

ISSN 1811-3141. *Economic theory* 2021. № 1, 67–85

DEVELOPMENT OF THE FUNDAMENTALS OF DSGE-MODELING

Serhii Shvets, Senior researcher, State institution "Institute for economics and forecasting of NAS of Ukraine", department of modeling and forecasting of economic development. State institution "Institute for economics and forecasting of NAS of Ukraine". ID ORCID: 0000-0002-3102-9784. Scopus Author ID: 57218000426. E-mail: smserg@ukr.net.

This article attempts to analyze the evolution of approaches that constitute grounds for macro modeling. The counteraction to destructive consequences of crises assumes practical use of model apparatus as a necessary tool for preventing destabilization. The article aims to study the progressive stages and identify unsettled issues and promising ways to assist macro models' evolution. The fundamental Marshall's and Walras's platforms supported progressive changes following the destructive Great Depression and Great Inflation in the USA in 1920-1970 and marked a new trend in macro modeling called dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) models. The new instrument is remarkable for a radical change in macro modeling approaches, where microeconomics comes to the fore. DSGE models debuted by invoking four essential ingredients: the Phillips curve, adaptive inflation expectations, anchoring nominal prices, and an endogenous production function. The progression stages of theoretical approaches to macro modeling incorporate the classical and Keynesian schools' advanced innovations. The evolution of macro modeling has five generations of models: Keynesian, classical, RBS, new Keynesian, and new Keynesian DSGE models. Among advantages of DSGE models are "political neutrality," distinguishing the shocks into economic and political ones, and establishing the upshots of significant structural changes in the economy. The next generation of macro models is called to solve four pressing issues: establishing financial frictions, relaxing rational expectations, introducing heterogeneous agents, and underpinning the framework with more appropriate micro-foundations.

Key words: economic theory, macroeconomics, microeconomics, macroeconomic modeling, DSGE-models.

З огляду на збільшення з кінця XX століття рівня нестабільності у світі через частий перебіг кризових потрясінь як економічного, так і природогенного характеру, надзвичайної актуальності набуває розроблення комплексу заходів, призначених для вибудовування системи стримувань і противаг у протидії деструктивним наслідкам таких криз. Вирішення поставленого завдання передбачає ефективне використання модельного апарату як одного з необхідних інструментів державного регулювання для прорахунку реакції на ймовірні кризові шоки.

Макроекономічні моделі являють собою комплексне структуроване рішення, призначене для імітації економічних явищ, які відбуваються на тлі відносин між економічними агентами (секторами) на рівні економіки країни або регіону. Відмінністю макромодельовання від моделювання загалом є об'єктна спрямованість на економіку макрорівня, яка охоплює такі секторальні компоненти як: реальне виробництво, бюджетний блок, монетарна система і зовнішній світ. Залежно від цілей наведений перелік складових макромоделей може як деталізуватися, так і набувати спрощеної форми, коли один або декілька компонентів не беруться до уваги. На-

приклад, при проведенні досліджень, присвячених монетарній тематиці, визначений сектор може деталізуватися до рівня окремих фінансових структур (банки, фонди та інші представники фінансових посередників) для відстеження грошових потоків між такими структурами і, навпаки, у разі оперування закритою економікою відбувається нехтування зовнішнім світом.

За класифікацією, запропонованою відомим економістом французького походження О. Бланшаром, існує п'ять типових конструкцій економічних моделей: фундаментальні (теоретичні) моделі, динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги (англ.: dynamic stochastic general equilibrium, DSGE), моделі економічної політики (структурні економетричні моделі), іграшкові моделі і моделі прогнозування (Blanchard, 2018. Р. 52–53). У процесі розроблення фундаментальних макромоделей основна увага приділяється дотриманню теоретичних постулатів, концепцій, парадигм тощо, у той час як наближення до фактичних даних не є сильною стороною таких моделей. DSGE-моделі вирізняються особливим підходом до побудови макроекономічної системи, обов'язковим елементом якої є відносини/залежності (англ.: frictions) між економічними агентами. Такий апаратний інструментарій передбачає вивчення макроекономічних ефектів від шоків збурення, що, в тому числі, позначається на зміні відносин/залежностей між економічними агентами. В DSGE-моделях реалізовано компромісний варіант узгодження з економічною теорією і наближення до фактичних даних.

Призначення моделей економічної політики проглядає з їх назви. Такий інструментарій покликаний охоплювати реальні структурні зв'язки з метою усунення небажаної похибки при відтворенні сценарних умов реалізації економічної політики. Наближення до фактичних даних є важливою перевагою структурних моделей, яка відрізняє їх від інших видів макромоделей. Зосередження на економетричних підходах відтворення зв'язків між компонентами дає можливість будувати складні конструкції, наповнення яких обмежується лише наявністю статистичних даних. Мобілізація зусиль для наближення до фактичних даних послаблює теоретичні позиції структурних моделей порівняно з аналогами DSGE. З другого боку, останні не можуть конкурувати з моделями економічної політики на рівні деталізації відтворення зв'язків між структурними компонентами.

Іграшкові моделі більше нагадують репрезентативний інструментарій наочного представлення окремих економічних законів або закономірностей. Дотримання теорії не завжди є принциповою характеристикою іграшкових моделей, у той час як важливим елементом є наочне сприйняття та логічне викладення певних закономірностей. Такі моделі іноді збігаються зі структурними компонентами більш складних модельних конструкцій інших типів. Завершують класифікацію моделі прогнозування, які не потребують детального пояснення, оскільки їх призначення походить від їх назви. Основним завданням такого інструментарію є передбачення реальних подій з найменшою похибкою.

Серед наведених вище типів економічних моделей до класу макромоделей можна віднести теоретичні, DSGE і структурні моделі. За необхідності досягнення двох цілей макромоделювання: наслідування теорії і наближення до фактичних даних – стає зрозумілим, чому дедалі більшого поширення набувають конструкції DSGE, які пропонують компромісний варіант вирішення поставленого завдання. Тому сучасні макромоделі все частіше асоціюються з інструментарієм DSGE, який набув популярності завдяки успішному досвіду центральних банків розвинених країн світу, отриманому при проведенні сценарної оцінки наслідків реалізації грошово-кредитної політики. Фіскальні органи також опанували визначений інструментарій в процесі розробки основного фінансового документа та необхідності звіряти результати сценаріїв податково-бюджетного регулювання. Завдяки поступовому розмиванню лінії розмежування між секторами економіки, що призводить до розширення переліку регуляторних засобів, моделі DSGE стали вагомим практичним доповненням стандартного набору сценарних інструментів оцінки наслідків прийняття управлінських рішень на макро- і мікрорівні, проведення прогнозних розрахунків та обґрунтування нових концепцій розгалуженого дерева теоретичних течій.

Завданням написання статті є проведення ретроспективного аналізу знакових етапів (поворотних точок) становлення та розвитку теоретичних підходів до макромоделювання з визначенням перспективних напрямів подальшої їх еволюції та проблемних питань, які мають бути вирішені при формуванні чергової генерації макромоделей.

Теорія макромоделювання упродовж періоду свого становлення та розвитку двічі зазнала зламу на рівні кардинального перегляду парадигми і масштабних еволюційних змін. Перший раз це відбулося в 1930-х роках, які асоціюються з періодом Великої депресії в США, разом із утвердженням кейнсіанської школи економіки. Другий поштовх макромоделювання отримало в 1970-х роках, які супроводжувалися важким періодом рецесії і стагфляції в США, відзначившись розгортанням еволюції поглядів на роль і місце мікроекономіки як науки.

Напередодні Великої депресії в США найбільшого успіху у просуванні макроекономічної науки досягли А. Маршалл і Л. Вальрас. Концептуальна модель А. Маршалла базувалася на відтворенні часткової рівноваги, у той час як Л. Вальрас розглядав економіку у системі координат загальної рівноваги, проте за відсутності взаємодії між ринками. З розгортанням кризових подій в США Дж. Кейнс виконав велику історичну місію, запропонувавши світу зміну парадигми проведення макроаналізу разом із піднесенням пріоритету держави попереджувати та згладжувати динамічні коливання бізнес-циклів. Ключовими новаціями вченого стали такі позиції: генерування функції споживання, маніпулювання мультиплікаторами і започаткування теорії переваги ліквідності. Перелічені новації ознаменували появу нового підходу до проведення макроаналізу, відомого під композитною назвою моделі IS-LM (Keynes, 1936).

Події, що слідували за депресією і позначилися шаленим зростанням цін та рецесією в 1970-х роках в США, стали поштовхом до кардинального перегляду макроекономічних засад на предмет їх зв'язку з мікроекономічною теорією. На ниві засадничих принципів побудови макромоделей мікроекономіка дебютувала представленням чотирьох ключових елементів: декларуванням кривої Філіпса, пропагуванням адаптивних інфляційних очікувань, прив'язкою номінальних цін та ендогенізацією виробничої функції. Закон Філіпса дав можливість окреслити орієнтири природного обсягу виробництва, за якого рівень цін залишається незмінним, що покращило проведення аналітичної оцінки з використанням моделі IS-LM. Додавання адаптивних інфляційних очікувань обмежило безсистемне зростання сукупного попиту за рахунок спірального ефекту збільшення цін і зарплат. Для більшої ефективності маніпулювання сукупним попитом було запропоновано встановити залежність між номінальною відсотко-

вою ставкою та інфляцією, яка отримала назву правила Тейлора. Нарешті, специфікація виробничої функції матеріалізувалася зі спадку поширеної на той час ендогенної теорії зростання. Врахування перелічених новацій у підсумку призвело до виникнення нового підходу до макромодельовання, відомого під назвою динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги (*Vines, Wills, 2018. P. 8–11*).

Успіх розроблення перших моделей DSGE приписують декільком ученим. Так, Велика депресія 1930-х років, яка розгорнулася в США, надихнула видатних економістів, майбутніх лауреатів Нобелівської премії, голландця Я. Тінбергена і американця Л. Клейна, а пізніше рецесія і стагфляція 1970-х років підштовхнули інших видатних економістів, американця Р. Лукаса, норвежця Ф. Кідланда і американця Е. Прескотта, провести ревізію існуючих підходів до макроекономічного моделювання на предмет адекватного реагування на кризові події та спроможності за допомогою визначеного апаратного інструментарію проводити якісну та виважену оцінку ймовірних наслідків корегування економічної політики (*Dhaene, Barten, 1989; Klein, Goldberger, 1955; Lucas, 1975; Kydland, Prescott, 1982*).

Тогочасна зміна теоретичних підходів до макроекономічного моделювання була покликана вирішити три ключові завдання. Перше полягало в правильній ідентифікації критичної ролі ризиків на індивідуальному, секторальному та інституційному рівнях. Для вирішення першого завдання необхідно було мати доступ та оперувати численним масивом даних про поведінку економічних суб'єктів. Сформована на той час система національних рахунків давала можливість проводити комплексний аналіз запасів і потоків як на рівні секторів, так і у розрізі основних видів економічної діяльності. На практиці це суттєво підвищувало рівень інформованості щодо ймовірних ризиків та загроз, а також підсилювало обґрунтованість прийняття управлінських рішень. Друге завдання стосувалося підвищення транспарентності та ідентифікації економічних агентів як одного з важливих структурних елементів моделювання. Поява нових технологій та інструментарію проведення статистичних обчислень дозволили підійти до побудови макромоделей з позицій охоплення досить широкого масиву даних. Визначені позиції рівня розвитку технологічного сегмента оперування інформацією спричинили зміну підходів до маніпулювання такими традиційними складовими макроекономічного моделювання, як оцінка

ділової активності, встановлення важелів впливу на інфляцію та зайнятість у реальному вимірі, позиціонування основних макрозмінних на рівні окремого економічного агента тощо. Третє завдання було пов'язане з радикальною зміною поглядів на роль і місце мікроекономічних засад, а саме можливості та необхідності прийняття до уваги теоретичних концепцій мікросвіту при побудові макромоделей (Dou et al., 2020. P. 124–125).

Перелік макромоделей середини ХХ століття не був численним і нараховував чотири базові конструкції залежно від застосованого при розробленні економіко-математичного інструментарію: масштабні економетричні макромоделі, які будувалися з урахуванням довгострокових структурних зв'язків, що кореспондувалися з базовими положеннями економічної теорії; економетричні моделі редуکتивної форми з відтворенням короткострокових зв'язків та поправкою на помилки статистичної вибірки, структурні векторні авторегресії (англ.: SVAR¹) і моделі гібридної форми, які були поєднанням перших двох видів модельних конструкцій.

Ключові структурні елементи побудови сучасних макромоделей були закладені ще в працях видатних американських економістів П. Самуельсона і Р. Лукаса при проектуванні динамічних конструкцій економіки обміну². В моделях таких економік фігурували економічні агенти з фіксованим періодом життєвого циклу, що компенсувалося введенням атрибуту перекриття поколінь (англ.: dynamic exchange economies with overlapping generations). На відміну від поширеного на той час досвіду побудови модельного апарату в кращих традиціях кейнсіанства, П. Самуельсон доклав чимало зусиль для висвітлення і поширення теорії споживання³ і теорії попиту на гроші М. Фрідмана, в той час як Р. Лукас активно пропагував ідею раціональних сподівань (Samuelson, 1951; Lucas, 1972).

Становлення та розвиток теоретичних підходів до макромоделювання проходили у п'ять етапів, які кореспондуються з послідовними генераціями еволюції школи побудови макроінструментарію. З просуван-

¹ Моделі SVAR були вперше представлені К. Сімсом у 1980 р. як альтернатива масштабним структурним макромоделям у випадку існування об'єктивних теоретичних обмежень.

² Економіка обміну – це термін, який використовується в мікроекономічних дослідженнях для опису взаємодії між кількома агентами, кожен з яких володіє набором притаманних йому ресурсів, якими агенти можуть обмінюватися, використовуючи встановлену систему цін.

³ Теорія споживання – це розділ мікроекономіки, який вивчає, як індивідууми вирішують витратити свої гроші, керуючись особистими вподобаннями та бюджетними обмеженнями.

ням та утвердженням кейнсіанської школи в 1960-х роках набули свого розквіту кейнсіанські макроеконометричні моделі, які дали початок першій генерації макромоделей й тривалий час використовувалися центральними банками розвинених країн світу (*Klein, Goldberger, 1955*). В 1970-х роках на зміну кейнсіанській школі прийшла нова класична теорія, яка ознаменувала появу другої генерації DSGE моделей. Виразною особливістю таких моделей було апелювання до оптимальної поведінки індивідуальних агентів (*Sargent, 1976*).

У 1980-х роках набули поширення моделі третьої генерації, розвиток яких відбувався з утвердженням нового напрямку під назвою теорії реального бізнес-циклу (англ.: *real business circle, RBC*). Теорія RBC стала логічним наслідком перевтілення спадщини перших двох етапів розвитку макромоделювання. Згідно з постулатами теорії RBC, коливання ділової активності відбувалися під впливом технологічних шоків, а порушення рівноваги на ринках було результатом прийняття економічними агентами оптимального рішення щодо вибору між працею і відпочинком та зміни вподобань на користь споживання або заощадження. Оскільки коливання агрегатних змінних бізнес-циклів відбувалися під впливом зміни реальних факторів, монетарна політика мала нейтральний характер, а оптимальні рішення економічних агентів вважалися настільки виваженими і обґрунтованими, що не потребували додаткового втручання держави. Особливістю побудови моделей RBC було формування структурної ієрархії інструментарію у напрямку знизу-догори, тобто від прийняття рішень економічними агентами до визначення загальних структурних взаємозв'язків на рівні економіки в цілому (*Woodford, 2003; Gali, 2008*).

Типова конструкція класу моделей третьої генерації була детально описана у всесвітньо відомій роботі Ф. Кідланда і Е. Прескотта під назвою "Час будувати та об'єднувати коливання". Представлена вченими модель була побудована на засадах кейнсіанської школи із включенням окремих фундаментальних складових мікроекономіки. Такими складовими були експліцитні припущення та міжчасова оптимізація прийняття рішень на рівні економічних агентів. Принциповим моментом побудови моделі було також включення функції життєвої корисності, пошук максимуму якої відбувався з урахуванням міжчасового бюджетного обмеження домогосподарств. На боці приватного сектора виступали фірми, які максимізували

прибутки, приймаючи рішення залежно від рівня цін та факторів виробництва. Крім того, при прийнятті рішень щодо майбутніх вчинків економічні агенти були наділені властивістю оперувати раціональними сподіваннями (Kydland, Prescott, 1982).

Наявність в моделі Кідланда-Прескотта описаних вище структурних елементів мікроекономічного походження була не випадковою і фактично стала відповіддю на відому критику американського економіста Р. Лукаса. Вчений увійшов в історію моделювання як нищівний критик поширених на той час масштабних економетричних моделей, які базувалися на використанні ретроспективних рядів динаміки. Вчений справедливо наголошував на неможливості прийняття об'єктивних рішень лише на підставі інформації про події, які відбулися в минулому (Lucas, 1976). Подібної думки притримувався й інший американський економіст К. Сімс, стверджуючи, що за відсутності адекватних припущень щодо ідентифікації макрозмінних при оперуванні великим масивом даних не можна бути повністю впевненим, що оцінки параметрів залишатимуться стабільними зі зміною економічної політики (Sims, 1980). Незважаючи на те, що масштабні макроеконометричні моделі були корисними при встановленні структурних зв'язків відповідно до теоретичних припущень, арсенал їх використання був звуженим через обмеження проведення ідентифікації макрозмінних. На противагу масштабним макроеконометричним макромоделям DSGE інструментарій був позбавлений зазначених недоліків, оскільки параметри, що відповідали за поведінку економічних агентів, були "політично нейтральними", тобто не змінювалися зі зміною економічної політики.

Попри зафіксовані успіхи використання теорії RBC, одне із її положень про нейтральність грошей неодноразово піддавалося критиці через неспроможність на практиці переконливо пояснити природу коливань шляхом втручання виключно економічних агентів. На зміну теорії RBC в 1990-х роках прийшла нова кейнсіанська парадигма, яка ототожнюється з четвертою генерацією еволюції теоретичних підходів до макромоделювання. Нова теорія виникла як спроба забезпечити мікрофундаменти для ключових кейнсіанських концепцій, таких як неефективність коливань ділової активності і нейтральність грошей. Припущення про нейтральність грошей було піддане сумніву і висловлена інша гіпо-

теза про те, що упродовж окремих часових інтервалів номінальні ціни і зарплати можуть залишатися незмінними. Однак моделі, що будувалися на засадах такої теорії, проіснували не довго, оскільки були статичними і використовувалися в основному для якісного, а не кількісного аналізу (Mankiw, Romer, 1991).

Наприкінці 1990-х – початку 2000-х років виник новий напрям макроекономічного моделювання, який став природним синтезом двох теоретичних підходів: RBC і нового кейнсіанського. За загальною візією побудови таких моделей економічні агенти були наділені властивістю визначати упродовж короткострокового періоду цінові орієнтири і рівень заробітних плат у разі зміни умов функціонування економічного середовища. Описана "жорсткість" номінальних заробітних плат і цін пояснювалася намаганнями хоча б упродовж нетривкого часового інтервалу зберегти існуючі позиції у координатах функції життєвої корисності домогосподарств та рівня доходів приватних агентів у відповідь на шоки збурення. За визначених умов роль монетарної політики була позбавлена нейтральності упродовж короткострокового періоду, оскільки поведінка економічних агентів вже не підлягала вичерпному поясненню виключно з позицій згладжування бізнес-циклів. Для нового напрямку макроекономічного моделювання використовувались різні назви. Гудфренд і Кінг запропонували термін "новий неокласичний синтез" (Goodfriend, King, 1997), тоді як Вудфорд використовує назву "неовіскеліан" (Woodford, 2003), а Кларіда та ін. агітують за визначення "новий кейнсіанський" (Clarida et al. 1999). Загальноновизнаною практикою, якої притримується більшість економістів, є тлумачення нового напрямку макроекономічного моделювання як нові кейнсіанські моделі DSGE (англ.: NK DSGE models).

Підсумовуючи викладення матеріалу щодо етапів еволюції теоретичних підходів до побудови інструментарію DSGE, наведемо структурований базовий функціонал таких моделей, представлений французьким економістом Ф. Серджі з огляду на п'ять ключових принципів ("інгредієнтів") моделювання, вперше озвучених Бауманом в 1999 р. (Boumans, 1999. P. 67; Sergi, 2020. P. 165–166):

1) метою побудови моделей DSGE є проведення аналізу бізнес-циклів шляхом фіксації відхилення часових рядів макродинаміки від стохастичного тренду, теоретичним базисом якого служить модель загальної

рівноваги Вальраса⁴ і моделі економічного зростання Кідланда і Прескотта;

2) макромодель охоплює класи репрезентативних агентів (домогосподарства, фірми), які співіснують на ринках, що не перетинаються й функціонують на умовах дотримання рівноваги, ці агенти владні приймати раціональні рішення на підставі прорахунку максимуму корисності/прибутку та/або мінімуму витрат із врахуванням міжчасових бюджетних обмежень;

3) динамічні процеси є результатом шокового впливу реальних і номінальних зовнішніх факторів, які позначаються на прорахунку оптимального раціонального вибору економічних агентів;

4) завдяки існуванню монополістичної конкуренції номінальні ціни та зарплати не змінюються миттєво у відповідь на зміну макроекономічного середовища ("жорсткість" або "липкість" зарплат і цін);

5) монетарна політика відіграє важливу роль у відновленні макроекономічної рівноваги, використовуючи інструмент номінальної процентної ставки.

Для наочної демонстрації довірчого поля (не)вирішених питань, пов'язаних з технічними особливостями побудови макромоделей, Ф. Серджі влучно представив трикутник варіацій, який демонструє переваги та недоліки існуючих кількісних підходів до макромодельовання (рис). Довірче поле таких варіацій розмежовує три характеристики: економетричну оцінку параметрів, узгодження з мікроекономічною теорією і відповідність фактичним даним. Масштабні кейнсіанські макроеконометричні моделі були придатними для оцінки параметрів, які давали можливість отримувати меншу похибку при порівнянні з фактичними даними. Водночас такі моделі не зовсім вдало узгоджувалися з теорією, особливо в частині мікроекономіки. Нові класичні моделі, навпаки, непогано узгоджувалися з теорією та давали можливість проводити виважену економетричну оцінку параметрів. Проте відповідність фактичним даним в таких моделях була їх слабкою стороною. Слабким місцем наступної категорії еволюції макромоделей, моделей RBC (макромоделей третьої генерації), була неспроможність проведення виваженої оцінки параметрів. Зазначе-

⁴ Теорія загальної рівноваги, або загальна рівновага Вальраса намагається пояснити функціонування макроекономіки в цілому, а не як сукупність окремих ринкових явищ. Теорія була розроблена французьким економістом Леоном Вальрасом наприкінці XIX століття.

ний недолік втратив свою актуальність при побудові DSGE-моделей п'ятої генерації, де визначення параметрів може відбуватися через використання баєсівських методів оцінки. Тому DSGE-моделі п'ятої генерації виявилися найбільш вдалимими і зайняли компромісну нішу серед існуючих кількісних методів побудови апаратного інструментарію (Sergi, 2020. P. 184–185).

Важливість появи DSGE-інструментарію та його внесок у спадщину теорії та практики макромоделювання можна тезово оцінити за трьома складовими. По-перше, DSGE-моделі менше піддаються ураженню з боку критики Р. Лукаса, тому забезпечують надійну організаційну основу для проведення аналізу наслідків прийняття управлінських рішень у частині корегування економічної політики. По-друге, оцінка наслідків на шоки збурення з використанням імпульсної функції дозволяє деталізувати такі шоки на суто економічні та суто політичні. Таку виважену позицію щодо ідентифікації структурних шоків можна вважати адекватною відповіддю на критику К. Сімса, що покращує оцінку причинно-наслідкових зв'язків та зменшує похибку прогнозу. По-третє, прорахунок реакції імпульсної функції на шоки збурення відбувається з використанням часових рядів динаміки, що робить такий макроекономічний інструментарій особливо корисним для виявлення глибоких структурних зрушень в економіці.



Рисунок. Трихотомія довірчого поле варіацій кількісних підходів до макромоделювання

Джерело: (Sergi, 2020. P. 184).

На відміну від SVAR структурні параметри моделей DSGE можуть бути відкалібровані/оцінені за допомогою інформації, отриманої з інших джерел (наприклад, баєсівськими методами), що є корисним у випадку короткої вибірки, суттєво покращує точність оцінки і зменшує ризик хибної ідентифікації параметрів (Dou et al., 2020. P., P. 103).

Подальша еволюція DSGE моделювання відбувається в напрямі наближення до реалій функціонування економіки шляхом внесення змін до базової конструкції за допомогою введення нових структурних елементів та специфічних сценарних передумов. Корегування базової конструкції передбачає проведення кропіткої роботи, пов'язаної з оцінкою/калібруванням параметрів моделі з метою більш точної відповідності теоретичним засадам її побудови. Залежно від цілей моделювання для проведення оцінки/калібрування обираються різні шляхи від експертного до використання баєсівських методів. На відміну від перших конструкцій в сучасних DSGE моделях конкретизується присутність держави через розмежування між фіскальними і монетарними економічними агентами. Використовуються також такі додаткові параметри, як формування глибоких звичок, врахування поправок на інвестиційні витрати, проводиться корегування при використанні неповної потужності тощо.

Найкращі аналоги п'ятої генерації інструментарію DSGE вже можуть конкурувати з іншими моделями на предмет зменшення похибки прогнозування, отримання виважених імпульсних оцінок реакції системи на шок порушення рівноваги, емпіричного тестування концепцій розвитку економічної теорії тощо. Якщо не брати до уваги періоди різкої зміни динаміки в періоди рецесій та експансій, DSGE-моделі ненабагато, але випереджають VAR аналоги за точністю прогнозних розрахунків (Chauvet, Potter, 2013. P. 181). При цьому зі збільшенням прогнозного горизонту випередження DSGE моделей стає дедалі більш помітним (Jondeau, Rockinger, 2019).

Як і будь-який інший інструментарій проведення досліджень, DSGE моделі не позбавлені критики, яка лунає і дедалі більше підштовхує до появи чергової генерації таких моделей. Вченими Д. Вайнсом і С. Вілсом проведено кропітку роботу з упорядкування існуючих уявлень про еволюцію теоретичних підходів до макромоделювання і заохочення інших авторів до проведення ревізії надбань фундаментальної науки з визначеного

питання. Результатом напрацювань стала тематична добірка праць науковців, опублікована у журналі "Оксфордський огляд з економічної політики". У роботі, зокрема, наголошується на чотирьох проблемних питаннях, які потребують вирішення, а саме: необхідності фіксації фінансових потоків, дослівно "тертя" фінансових ринків (англ.: financial frictions), послаблення оптимізації раціональних сподівань з набуттям більшої ваги на короткому періоді, заміщення гомогенності гетерогенністю (неоднорідністю) представлених економічних агентів (деталізація репрезентативної вибірки в межах групи) і залучення інших необхідних теоретичних припущень мікроекономіки (*Vines, Wills, 2018. P. 21*).

Запит на належне упорядкування фінансового сектора з фіксацією зв'язків з іншими секторами став на порядку денному після фінансової кризи 2008 року. Відсутність фінансового сектора як окремої структурної одиниці з реалістичним набором зв'язків з іншими структурними елементами не дозволяє закладати системні ризики функціонування фінансової системи і у прийнятний спосіб реагувати на такі ризики, враховуючи один із важливих факторів впливу на коливання ділової активності. Сучасна структура DSGE-моделей побудована на засадах відсутності "тертя" між фінансовими посередниками і фігурує у вигляді виконання останніми своїх базових функцій на кшталт кредитування приватного сектора чи примноження домогосподарствами своїх заощаджень. У разі розширення та деталізації присутності в моделі окремого блоку фінансових агентів стає можливим закладання фінансових ризиків та прорахунок наслідків фінансових шоків, спричинених коригуванням макропруденційної політики (*Hendry, Muellbauer, 2018*).

В літературі пропонується декілька ймовірних варіантів залучення та упорядкування фінансових потоків в структурі макромоделі. У згаданій вище роботі вчені Д. Вайнс і С. Вілс виділяють такі пропозиції: обмеження ліквідності, упорядкування позик, маніпулювання фінансовим акселератором та оперування інвестиціями, джерелом яких є позикові кошти. У підсумку сутність наведених пропозицій зводиться до загальної тези про те, що запаси фінансових ресурсів мають впливати на фінансові потоки, врахування яких дає можливість оперувати інформацією про розподіл таких ресурсів між економічними агентами (*Vines, Wills, 2018. P. 22*). Цікавою видається пропозиція іншого вченого Р. Райта, суть якої

полягає в тому, що гроші, фінанси і кредит мають бути не вихідними елементами, а представляти кінцевий продукт моделі. У такий спосіб, зазначає автор, можна буде відслідковувати наслідки утворення фінансових шоків на кшталт "бульбашок" на ринку нерухомості тощо (*Wright*, 2018. Р. 115–116).

Хоча не меншає прихильників збереження за економічними агентами властивості керування раціональними сподіваннями при прийнятті ключових рішень, все частіше лунають пропозиції щодо послаблення такої раціональності. На думку противників раціональних сподівань, останні є занадто суворими і не завжди мають місце в реальному житті при прийнятті рішень, особливо на коротку перспективу. Послаблення оптимальних раціональних критеріїв прийняття рішень дає можливість значно розширити перелік сценаріїв ймовірних наслідків реакції економічних агентів на зміну економічної політики, що покращує виваженість проведеної оцінки та деталізує зв'язки між причинами і наслідками. Вчений О. Бланшар навіть пропонує встановити новий горизонт відліку, який залежатиме не від тривалості життя індивідуума, а кореспондуватиметься з часовими координатами прийняття раціональних рішень (*Blanchard*, 2017. Р. 3).

Третьою вадою сучасних DSGE-моделей є припущення про однорідність економічних агентів в межах репрезентативної вибірки, що на практиці унеможлиблює прийняття до уваги таких параметрів, як ефективність і нерівномірний розподіл матеріальних і грошових потоків між агентами в межах такої вибірки. Неоднорідність агентів виключає будь-який зв'язок між індивідуальною та сукупною поведінкою, що фактично усуває необхідність використання якихось окремих теоретичних підходів мікроекономіки. А Холдейн і А. Турелл запропонували навіть ввести спеціальний клас моделей, які побудовані з фокусуванням на більш широкому представництві економічних агентів (англ.: *agent-based models, ABMs*) (*Haldane, Turrell*, 2018. Р. 231–232).

Вирішення четвертого, останнього, проблемного питання пов'язано з першими трьома і полягає в перегляді та покращенні теоретичної бази мікрофундацій з метою більш обґрунтованого їх використання в процесі побудови макромоделей. У цьому випадку йдеться про три напрями такого покращення, а саме: у системі координат існуючих конструкцій DSGE, з використанням нових, поглиблених мікроекономічних припущень

і залученням інших, більш продуктивних імітаційних алгоритмів розрахунку. Завдання підвищення обґрунтованості мікроекономічних припущень в рамках існуючої конструкції DSGE перетинається з вирішенням другого проблемного питання, розглянутого вище і пов'язаного зі спрощенням оптимального прийняття рішень на основі раціональних сподівань. Використання нових мікроекономічних припущень пов'язано з вирішенням першого проблемного питання, яке стосується залучення фінансових агентів та відтворення зв'язків з іншими структурними елементами макромоделі. Нарешті покращення імітаційних алгоритмів розрахунку є необхідною умовою для вирішення третього проблемного питання, пов'язаного з поглибленням гетерогенності економічних агентів в межах репрезентативної вибірки.

Висновки

Періодичність та деструктивні наслідки кризових потрясінь кінця XX – початку XXI століть змусили наукову спільноту переглянути теоретичні погляди на побудову апаратного інструментарію тестування наслідків прийняття управлінських рішень, що призвело до появи цілої когорти нових макромоделей під загальною назвою динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги. На відміну від минулої практики побудови макромоделей поряд із успадкуванням фундаментального базису макротеорії новий інструментарій відзначився радикальною зміною підходів, де на рубіконі передових позицій опинилася мікроекономіка. На ниві засадничих принципів макромоделювання мікроекономіка дебютувала представленням чотирьох ключових елементів: декларуванням кривої Філіпса, пропагуванням адаптивних інфляційних очікувань, прив'язкою номінальних цін та ендогенізацією виробничої функції.

Теоретичні підходи до побудови апаратного інструментарію поетапно змінювалися, залежно від черговості утвердження та розвитку фундаментальних течій, увібравши передові новації спадщини представників кейнсіанської і класичної шкіл. Станом на початок XXI століття еволюція побудови макроінструментарію нараховує п'ять генерацій моделей: кейнсіанські, класичні, RBS, нові кейнсіанські і нові кейнсіанські DSGE-моделі. Посилаючись на трихотомію довірчого поля варіацій кількісних підходів до макромоделювання, можна констатувати, що моделі DSGE останньої п'ятої генерації виявилися найбільш вдалимими і зайняли компромісну нішу

серед існуючих кількісних методів побудови апаратного інструментарію. Вагомі переваги таких моделей стосуються їх "політичної нейтральності" (не змінюються зі зміною економічної політики), можливості деталізувати шоки збурення на суто економічні і суто політичні та виявляти причини і наслідки глибоких структурних зрушень в економіці.

Подальша еволюція моделювання DSGE відбувається в напрямі наближення до реалій функціонування економіки шляхом внесення змін до базової конструкції за допомогою введення нових структурних елементів та специфічних сценарних передумов. З появою нової шостої генерації макромоделей мають бути вирішені чотири злободенних питання, а саме: фіксація фінансових потоків, послаблення оптимізації раціональних сподівань, деталізація репрезентативної вибірки економічних агентів і залучення інших більш глибоких та виважених теоретичних припущень мікро-економіки.

Література

1. Blanchard, O. (2018). On the future of macroeconomic models. *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 34. No. 1–2. P. 43–54. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx045>
2. Keynes, J. (1936). *The general theory of employment, interest and money*. London: Macmillan (reprinted 2007).
3. Vines, D. and Wills, S. (2018). The rebuilding macroeconomic theory project: an analytical assessment. *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 34. No. 1–2. P. 1–42. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx062>
4. Dhaene, G. and Barten, A. (1989). When it all began: The 1936 Tinbergen model revisited. *Economic Modelling*. Vol. 6. No. 2. P. 203–219. [https://doi.org/10.1016/0264-9993\(89\)90005-9](https://doi.org/10.1016/0264-9993(89)90005-9)
5. Klein, L. and Goldberger, A. (1955). *An econometric model of the United States, 1929–1952*. Amsterdam: North Holland.
6. Lucas, R. (1975). An equilibrium model of the business cycle. *Journal of Political Economy*. Vol. 83. No. 6. P. 1113–1144. <https://doi.org/10.1086/260386>
7. Kydland, F. and Prescott, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*. Vol. 50. No. 6. P. 1345–1370.
8. Dou, W. et al. (2020). Macroeconomic models for monetary policy: A critical review from a finance perspective. *Annual Review of Financial Economics*. Vol. 12. P. 95–140. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-012820-025928>
9. Samuelson, P. (1951). *Economics: An introductory analysis*, 3rd edn, New York, McGraw–Hill.
10. Lucas, R. (1972). Expectations and the neutrality of money. *Journal of Economic Theory*. Vol. 4. No. 2. P. 103–124. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(72\)90142-1](https://doi.org/10.1016/0022-0531(72)90142-1)
11. Sargent, T. (1976). A classical macroeconomic model for the United States. *Journal of Political Economy*. Vol. 84. No. 2. P. 207–237. <https://doi.org/10.1086/260429>
12. Woodford, M. (2003). *Interest and prices: Foundations of a theory of monetary policy*. Princeton University Press.
13. Gali, J. (2008). *Monetary policy, inflation, and the business cycle: An introduction to the new keynesian framework*. Princeton University press.
14. Lucas, R. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. Vol. 1. P. 19–46. [https://doi.org/10.1016/S0167-2231\(76\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0167-2231(76)80003-6)

15. Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*. Vol. 48. No. 1. P. 1–48. <https://doi.org/10.2307/1912017>
16. Mankiw, N. and Romer, D. (1991). New keynesian economics. Vol. 1: Imperfect Competition and Sticky Prices, Volume 1 of MIT Press Books. The MIT Press.
17. Goodfriend, M. and King, R. (1997). The new neo-classical synthesis and the role of monetary policy. NBER Macroeconomics Annual. <https://doi.org/10.1086/654336>
18. Woodford, M. (2003). Interest & prices. 41 William Street, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
19. Clarida, R., Gali, J. and Gertler, M. (1999). The science of monetary policy: A new Keynesian perspective. *Journal of Economic Literature*. Vol. 37. No. 4. P. 1661–1707. <https://doi.org/10.1257/jel.37.4.1661>
20. Boumans, M. (1999). Build-in justification. In Models as mediators. Perspectives on natural and social science, edited by M. S. Morgan and M. Morrison, 66–96. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511660108.005>
21. Sergi, F. (2020). The standard narrative about DSGE models in central banks' technical reports. *The European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 27. No. 2. P. 163–193. <https://doi.org/10.1080/09672567.2019.1651365>
22. Chauvet, M. and Potter, S. (2013). Forecasting output in Handbook of economic forecasting ed. by Elliott, G. and Timmermann, A. *Elsevier*. Vol. 2. Ch. 3. P. 141–194. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53683-9.00003-7>
23. Jondeau, E. and Rockinger, M. (2019). Predicting long-term financial returns: VAR versus DSGE model—A horse race. *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol. 51. No. 8. P. 2239–2291. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12586>
24. Hendry, D. and Muellbauer, J. (2018). The future of macroeconomics: Macro theory and models at the bank of England. *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 34. No. 1–2. P. 287–328.
25. Wright, R. (2018). On the Future of Macro: A new monetarist perspective. *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 34. No. 1–2. P. 107–131. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx044>
26. Blanchard, O. (2017). Distortions in macroeconomics, available at <https://piie.com/commentary/speeches-papers/distortions-macroeconomicsio>.
27. Haldane, A. and Turrell, A. (2018). An interdisciplinary model for macroeconomics. *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 34. No. 1–2. P. 219–251. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx051>

Надходження до редакції 14 січня 2021

References

1. Blanchard, O. (2018). On the future of macroeconomic models. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 43-54. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx045>
2. Keynes, J. (1936). The general theory of employment, interest and money. London: Macmillan (reprinted 2007).
3. Vines, D. & Wills, S. (2018). The rebuilding macroeconomic theory project: an analytical assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 1-42. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx062>
4. Dhaene, G. & Barten, A. (1989). When it all began: The 1936 Tinbergen model revisited. *Economic Modelling*, 6(2), 203-219. [https://doi.org/10.1016/0264-9993\(89\)90005-9](https://doi.org/10.1016/0264-9993(89)90005-9)
5. Klein, L. & Goldberger, A. (1955). An econometric model of the United States, 1929-1952. Amsterdam: North Holland.
6. Lucas, R. (1975). An equilibrium model of the business cycle. *Journal of Political Economy*, 83 (6), 1113-44. <https://doi.org/10.1086/260386>
7. Kydland, F. & Prescott, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50(6), 1345-70. <https://doi.org/10.2307/1913386>
8. Dou, W. et al. (2020). Macroeconomic models for monetary policy: A critical review from a finance perspective. *Annual Review of Financial Economics*, 12, 95-140. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-012820-025928>

9. Samuelson, P. (1951). *Economics: An introductory analysis*, 3rd edn, New York, McGraw-Hill.
10. Lucas, R. (1972). Expectations and the neutrality of money. *Journal of Economic Theory*, 4 (2), 103-24. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(72\)90142-1](https://doi.org/10.1016/0022-0531(72)90142-1)
11. Sargent, T. (1976). A classical macroeconomic model for the United States. *Journal of Political Economy*, 84 (2), 207-237. <https://doi.org/10.1086/260429>
12. Woodford, M. (2003). *Interest and prices: Foundations of a theory of monetary policy*. Princeton University Press.
13. Gali, J. (2008). *Monetary policy, inflation, and the business cycle: An introduction to the new Keynesian framework*. Princeton University press.
14. Lucas, R. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 19-46. [https://doi.org/10.1016/S0167-2231\(76\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0167-2231(76)80003-6)
15. Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48 (1), 1-48. <https://doi.org/10.2307/1912017>
16. Mankiw, N. & Romer, D. (1991). *New keynesian economics*. Vol. 1: *Imperfect Competition and Sticky Prices*, Volume 1 of MIT Press Books. The MIT Press.
17. Goodfriend, M. & King, R. (1997). The new neo-classical synthesis and the role of monetary policy. *NBER Macroeconomics Annual*. <https://doi.org/10.1086/654336>
18. Woodford, M. (2003). *Interest & prices*. 41 William Street, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
19. Clarida, R., Gali, J. & Gertler, M. (1999). The science of monetary policy: A new Keynesian perspective. *Journal of Economic Literature*, 37 (4), 1661-1707. <https://doi.org/10.1257/jel.37.4.1661>
20. Boumans, M. (1999). Build-in justification. In *Models as mediators. Perspectives on natural and social science*, edited by M. S. Morgan and M. Morrison, 66-96. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511660108.005>
21. Sergi, F. (2020). The standard narrative about DSGE models in central banks' technical reports. *The European Journal of the History of Economic Thought*, 27(2), 163-93. <https://doi.org/10.1080/09672567.2019.1651365>
22. Chauvet, M. & Potter, S. (2013). Forecasting output/ In Elliott, G. and Timmermann, A. *Handbook of economic forecasting* (vol. 2, ch. 3, p. 141-194). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53683-9.00003-7>
23. Jondeau, E. & Rockinger, M. (2019). Predicting long-term financial returns: VAR versus DSGE model - A horse race. *Journal of Money, Credit and Banking*, 51(8), 2239-2291. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12586>
24. Hendry, D. & Muellbauer, J. (2018). The future of macroeconomics: Macro theory and models at the bank of England. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 287-328. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx055>
25. Wright, R. (2018). On the Future of Macro: A new monetarist perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 107-131. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx044>
26. Blanchard, O. (2017). Distortions in macroeconomics. Retrieved from <https://piie.com/commentary/speeches-papers/distortions-macroeconomics>
27. Haldane, A. & Turrell, A. (2018). An interdisciplinary model for macroeconomics. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 219-251. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx051>

Received January 14, 2021