

А. В. Левковська,
д. е. н., професор,
Інститут демографії та проблем якості життя Національної академії наук України
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7823-7062>

DOI: 10.32702/2306-6814.2024.6.7

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ DSGE-МОДЕЛЕЙ В МАКРОЕКОНОМІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ

L. Levkovska,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Institute of Demography
and Quality of Life Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine

PROSPECTS FOR THE USE OF DSGE MODELS IN MACROECONOMIC MODELING

У статті розглянуто перспективи застосування динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги (DSGE) у макроекономічному моделюванні. Визначено, що DSGE-моделі в даний час виступають потужним повнофункціональним інструментом для аналізу макроекономічних явищ через інтеграцію мікроекономічних фундаментальних принципів в структуру моделі. Доведено, що DSGE-моделі можуть бути використані для прогнозування макроекономічних змін, аналізу ефектів фіскальної та монетарної політики, а також для загальної оцінки впливу ризиків та загроз на економічну систему. Розглянуто основні принципи побудови DSGE-моделей, їхні переваги порівняно з іншими методами моделювання, такими як VAR (векторна авторегресія), та обмеження, які можуть виникнути при їхньому застосуванні. Досліджено методи оцінки параметрів моделей та перевірки їхньої адекватності за допомогою емпіричних даних. Визначено перспективні напрямки подальших досліджень у сфері DSGE-моделювання, такі як розширення моделей для врахування нестабільності фінансових ринків, інтеграція агент-базового моделювання в DSGE-підходи та розвиток більш гнучких методів оцінки та валідації моделей.

The article discusses the prospects of using dynamic stochastic models of general equilibrium (DSGE) in macroeconomic modeling. It was determined that DSGE models are currently a powerful full-featured tool for the analysis of macroeconomic phenomena due to the integration of microeconomic fundamental principles into the structure of the model. It has been proven that DSGE models can be used for forecasting macroeconomic changes, analyzing the effects of fiscal and monetary policy, as well as for general assessment of the impact of risks and threats on the economic system. The main principles of building DSGE models, their advantages compared to other modeling methods, such as VAR (vector autoregression), and the limitations that may arise in their application are considered. The methods of estimating model parameters and checking their adequacy using empirical data were studied. Prospective directions for further research in the field of DSGE modeling have been determined, such as the expansion of models to take into account the instability of financial markets, the integration of agent-based modeling into DSGE approaches, and the development of more flexible methods for evaluating and validating models. It has been studied that, despite certain challenges and limitations, DSGE models are an important tool for the analysis of macroeconomic

phenomena and can dynamically develop as a key component in the system of macroeconomic research. It has been determined that real economic agents can differ in various characteristics, such as income level, risk appetite and access to resources, so it is important to develop DSGE models that take into account this diversity as fully as possible. The possibility of using agent-oriented approaches or stochastic models with heterogeneous agents is determined. The possibility of using DSGE models in the study of the influence of individual characteristics on aggregated macroeconomic changes in order to increase the effectiveness of macroeconomic forecasting for the development of appropriate regulatory policy is proven. The possibility of using DSGE models for the analysis of macroeconomic phenomena in different countries and regions with different economic conditions is considered. It has been proven that extending the application of such models to various contexts can help to understand the peculiarities of economic systems and find more effective solutions for solving current macroeconomic problems.

Ключові слова: DSGE-моделі, макроекономічне моделювання, прогнозування, валідація моделей, макроекономічна політика.

Key words: DSGE models, macroeconomic modeling, forecasting, model validation, macroeconomic policy.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

В сучасній макроекономічних дослідженнях по-ійно існує об'єктивна потреба розвитку та вдосконалення практичних методів моделювання, які б дали змогу краще розуміти та передбачати складні економічні явища. На практиці одним з найбільш функціональних інструментів аналізу макроекономічних процесів в даний час виступають динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги (DSGE-моделі). Проте, незважаючи на їх потенційну ефективність, в практичному аспекті виникає ряд проблем та викликів, які необхідно вирішити для успішного застосування даних моделей в процесі прогнозування.

Зокрема, однією з основних проблем є складність формування DSGE-моделей, оскільки вони базуються на достатньо великій кількості параметрів та припущень стосовно поведінки економічних агентів. Наслідком цього можуть стати неперевірені припущення та недостатня функціональна адаптованість таких моделей до реальних умов. Іншою важливою проблемою є складність оцінювання параметрів DSGE-моделей та їхньої адекватності до емпіричних даних. Це пояснюється тим, що оцінка таких моделей досить часто вимагає великої кількості часу та ресурсів, а результати можуть бути чутливими до вибору припущень та методів оцінки. Втім, однією з найбільш ключових проблем є обмежена універсальність DSGE-моделей у вирішенні різноманітних макроекономічних питань. Так, зазначені моделі можуть бути менш ефективними у вирішенні проблем, пов'яза-

них із фінансовою нестабільністю або реальними ресурсами, через обмежені можливості щодо врахування кількісних параметрів таких аспектів економічної системи.

Крім того, на практиці існує об'єктивна проблема інтерпретації результатів моделювання, оскільки DSGE-моделі досить часто є складними та важкими для розуміння без спеціалізованого навчання. Це може обмежувати їхнє практичне застосування та впливатиме на формування макроекономічної політики держави. Також варто відзначити проблему невизначеності та ризику, що пов'язана із застосуванням DSGE-моделей у прогнозуванні та прийнятті рішень. Мається на увазі, що функціональні недоліки в моделюванні та непередбачувані зміни можуть призвести до неточностей у прогнозах та неправильних рішень щодо макроекономічного управління економічною системою.

Таким чином, існує об'єктивна потреба у пошуку шляхів вирішення зазначених проблем для подальшого розвитку та підвищення ефективності застосування DSGE-моделей в макроекономічному аналізі і прийнятті управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження практичного застосування DSGE-моделей в макроекономічному моделюванні не є новими для економічної науки. При цьому найбільшого поширення набуло вивчення особливостей використання даних моделей центральними банками різних країн для вирішення проблем оптимізації процесів, що відбуваються на фінансових ринках й формування на цій основі відповідних моделей розвитку економіки.

Так, варто відзначити праці Дж. Кіма, який дослідив застосування DSGE-моделі для дослідження динамічних ефектів монетарної політики. При цьому використовувалася модель зі стійкими номінальними цінами та швидкими реакціями реального попиту, що дозволило автору дослідити, як саме монетарні шоки впливають на реальну економіку й інфляцію, а також на їх динаміку [8].

Крім того, необхідно відзначити дослідження М. І. Дзямучича, який здійснив оцінку застосування DSGE-моделей для аналізу бізнес-циклів та бізнес-процесів на засадах урахування різних шоків та ринкових змін. При цьому акцентувалася увага на використанні методики байєсівської оцінки для функціонального оцінювання параметрів моделі та аналізу динамічних властивостей економічної системи загалом [1, 2]. Необхідно зазначити, що дані дослідження є важливим джерелом для розуміння основ DSGE-моделей у рамках нового кейнсіанського підходу, оскільки в них детально розглядаються основні концепції макроекономічного моделювання, такі як номінальні ригідності, монетарна політика та її вплив на бізнес-процеси.

Важливий внесок у вивчення DSGE-моделей здійснено в роботах Т.О. Шматковської, яка пропонує підхід до моделювання макроекономічних процесів на основі байєсівської інференції. При цьому визначається, яким чином зазначений підхід може бути функціонально застосований до DSGE-моделей для оцінки параметрів та прогнозування економічних змін у довгостроковому прогнозуванні [5, 6].

Інший підхід визначено Ю.О. Чалюк, яка пропонує метод числового розв'язання DSGE-моделей на основі другого порядку апроксимації функції макроекономічної політики. Зокрема, такий підхід дозволяє ефективно аналізувати та розв'язувати складні моделі з різними типами ринкових шоків та номінальною ригідністю [3, 4].

Загалом бачимо, що існує чималий обсяг наукових напрацювань, які відображають значний внесок у розвиток та застосування DSGE-моделей в макроекономічному моделюванні, що дає змогу сформулювати перспективні підходи щодо поглиблення досліджень у даній сфері.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є систематизація та аналіз перспектив застосування DSGE-моделей в макроекономічному моделюванні для визначення ключових переваг та обмежень таких моделей, вивчення методів їхньої побудови та функціональної оцінки.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як свідчить практика, сучасні перспективи застосування динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги у макроекономічному моделюванні включають ряд ключових аспектів, які відображаються у їхньому активному розвитку та широкому застосуванні у дослідженнях макроекономічних процесів. Зокрема, найбільш актуально в даний час є інтеграція мікроекономічних основ в DSGE-моделі, які базуються на мікроекономічних принципах та індивідуальних рішеннях еко-

номічних агентів, Моделювання цих аспектів дозволяє більш точно відтворювати макроекономічні явища та функціональні ринкові взаємозв'язки. Важливого значення набуває також аналіз ефектів регуляторної політики, оскільки DSGE-моделі уже стали важливим інструментом для аналізу впливу ефектів фіскальної та монетарної політики держави на економічну систему. Так, вони дозволяють прогнозувати відповіді на зміни та визначати оптимальні стратегії управління економікою.

Іншим важливим аспектом, що визначає перспективи DSGE-моделей є те, що вони дозволяють враховувати стохастичні елементи у вирішенні макроекономічних питань, які відображають реальні ризики та непередбачуваність їх впливу, що є надзвичайно важливим для достовірного аналізу аспектів економічної нестабільності. Разом з тим, однією з функціональних сфер розвитку DSGE-моделей з урахуванням неоднорідності та гетерогенності агентів, є дослідження різноманітності економічних суб'єктів та їхніх реакцій на зміни у бізнес-середовищі. З іншого боку, розширення сфери застосування DSGE-моделей в даний час поширюється на проблематику екологічно-орієнтованої економіки, прогнозування валютних криз та інші сфери, що відображають різноманітність макроекономічних проблем сучасного ринку.

Загалом можна стверджувати, що сучасні перспективи застосування DSGE-моделей полягають, перш за все, у постійному розвитку та вдосконаленні методології та функціональному розширенні їхнього застосування на нові сфери діяльності та проблеми в макроекономічних дослідженнях й практичному управлінні економічними системами.

Якщо вести мову про практичні аспекти застосування DSGE-моделей для аналізу макроекономічних явищ, то необхідно зазначити, що воно реалізується шляхом інтеграції мікроекономічних фундаментальних принципів в структуру моделі у кількох аспектах. Зокрема, такі моделі враховують рішення індивідуальних економічних агентів, таких як домогосподарства, підприємства та центральні банки. Це дозволяє належним чином врахувати функціональну реалістичність поведінки різних учасників економічної системи та їхні взаємодії у рамках досліджуваної моделі.

Крім того, DSGE-моделі базуються на мікроекономічних принципах оптимізації рішень економічних агентів у рамках умов загальної рівноваги. Це означає, що рішення таких агентів здійснюється з урахуванням обмежень та умов, що відображає їхній вплив на агреговані макроекономічні зміни. Така модель може враховувати, як саме зміни у витратах домогосподарств або виробничій діяльності суб'єктів господарювання впливають на рівень загального попиту та виробництва у всій економічній системі. Зрештою, DSGE-моделі дозволяють враховувати часові затримки та адаптаційні процеси відповідно до мікроекономічних рішень, що дозволяє аналізувати динаміку економічних змін та взаємозв'язків у часі та їх вплив на загальну економічну систему.

В цілому, інтеграція мікроекономічних фундаментальних принципів у DSGE-моделі дозволяє формувати більш достовірні та точні прогнози щодо реакції економіки на різні впливи та державні регуляторні рішення.

Типовим прикладом моделі, яка охоплює взаємодію основних економічних агентів, є модель Ф. Сметса та Р. Воутерса, яка відслідковує залежність між обліковою ставкою центрального банку та динамікою макроекономічних показників. Функціональна цінність даної моделі полягає у тому, що вона дозволяє відслідковувати зміни у ключових секторах економічної системи, а саме:

1. Сфера домогосподарств, як відомо, функціонує на засадах бюджетних обмежень стосовно власних витрат, тому зміна облікової ставки може стимулювати або скоротити їхнє споживання. При цьому максимізація їх доходів та витрат, котра відображає собою сукупний доступний капітал, відображається наступною залежністю:

$$E_t \left[\sum_{t=\tau}^{\infty} \beta^{t-\tau} \left\{ U(C_t) - A H_t + \frac{x_t}{1-v} \times \left(\frac{M_t}{P_t} \times \frac{A}{Z^{1-\alpha}} \right)^{1-v} \right\} \right],$$

де $U(C_t)$ — корисність споживання;

C_t — обсяг продукції, що споживається домогосподарствами;

A — відсутність корисності продукції, що припадає на одиницю вкладеної праці;

H_t — відпрацьований час;

M_t — фактичні грошові заощадження домогосподарств [8].

За даною моделлю мається на увазі, що зміна облікової ставки x_t впливає на загальну зміну попиту на грошові ресурси, а показник v відображає еластичність облікової ставки відповідно до даної зміни. Відповідно, враховуючи природні бюджетні обмеження домогосподарств, пов'язані з їх доходами та витратами, можна оцінити очікувані майбутні доходи господарств:

$$K_{t+1} = (1 - \sigma) \times K_t + \left[1 - S \times \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \right] \times I_t,$$

де K_t — загальні доходи домогосподарств за період t ;

I_t — інвестиції домогосподарств;

S — функція адаптації витрат [8].

2. У сфері виробництва суб'єкти господарювання, що функціонують за принципом максимізації прибутку, одночасно за рахунок ефективного ціноутворення намагаються створити функціональний вплив на рівень попиту з боку домогосподарств. Відповідно, обсяг кінцевої продукції таких виробників згідно моделі визначається, як:

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_t(i) \frac{1}{1+\lambda} di \right]^{1+\lambda},$$

де $Y_t(i)$ — обсяг комплектуючих та напівфабрикатів, що використовуються у виробництві;

λ — складова еластичності попиту [8].

3. Державні бюджетні обмеження, що базуються на доходах та видатках повинні збалансовуватися в аналізованому періоді на основі наступного рівняння:

$$P_t G_t + R_{t-1} B_t + M_t = T_t + B_{t+1} + M_{t+1},$$

де T_t — обсяг податків;

G_t — витрати на споживання;

P_t — рівень цін на товари та послуги;

B_t — обсяг ОВДП;

R_t — відсоткові видатки по обслуговуванню ОВДП [8].

4. Центральний банк на основі встановлення визначеного рівня облікової ставки формує пропозицію на грошово-кредитному ринку на засадах інфляційного таргетування та стимулювання росту реального сектору, що описується таким правилом:

$$r_t = (r \pi_t) \left(\frac{\pi}{\pi_t} \right)^{\psi_1} \left(\frac{Y_t}{\gamma Y_{t-1}} \right)^{\psi_2}$$

де r — облікова ставка;

γ — темп економічного зростання;

π — агрегована інфляція [8].

Результатом є можливість визначення загального ресурсного обмеження економічної системи на основі врахування визначених вище обмежень та результативності основних її агентів:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t$$

Розв'язок даної моделі потребує подальшого математичного розв'язку зазначених обмежень на основі їх логарифмування та розв'язку диференціальних рівнянь.

Загалом така DSGE-модель дозволяє моделювати реакцію економічної системи на зміну облікової ставки, а також на сукупну зміну ключових макроекономічних показників, пов'язаних з обсягом сукупного виробництва та споживання в економіці.

Разом з тим, як показує практика, існуючі недоліки DSGE-моделей, пов'язані із не надто ефективним врахуванням параметрів невизначеності ринкових агентів або тенденцій, потребує їх вдосконалення, котре може бути реалізоване шляхом інтеграції агент-базового моделювання. Це дозволяє краще врахувати індивідуальні характеристики та поведінку різних економічних агентів та різноманітність в рішеннях і стратегіях поведінки різних учасників ринку. Також це розширює можливості для вивчення міжагентних взаємодій та виникнення емерджентних властивостей в економічній системі. Тому інтеграція агент-базового підходу дозволяє краще враховувати неоднорідність агентів та їхні взаємодії зі змінними умовами на ринку, що дає змогу розвивати більш реалістичні моделі, які краще відображають реальний стан економіки та зміни в її структурі. Головною перевагою такого вдосконалення DSGE-моделей є вирішення проблеми прогнозування та адаптації до непередбачуваних змін, що дозволяє здійснювати більш точні та достовірні макроекономічні прогнози.

ВИСНОВКИ

Таким чином, приходимо до висновку, що DSGE-моделі в даний час являють собою потужний інструмент для аналізу макроекономічних явищ, оскільки вони поєднують у собі мікроекономічні основи економічної системи з макроекономічною теорією. Також вони дозволяють більш ефективно розуміти динаміку економіки та ефекти державної регуляторної політики шляхом інтеграції поведінкових рішень різних економічних агентів. Разом з тим, важливим є врахування природних обмежень цих моделей, що полягають у функціональній складності їх побудови, неоднозначності у виборі параметрів та припущень, а також їхній обмеженій здатності відтворення окремих реальних економічних явищ, таких як фінансова нестабільність або економічна неоднорідність агентів.

Втім, ефективний розвиток DSGE-моделей на основі інтеграції агент-базового підходу відкриває нові можливості для подальшого вдосконалення та розширення їхнього застосування. Зокрема, саме інтеграція агент-базового моделювання дозволяє краще враховувати індивідуальні рішення та взаємодії різних агентів у макроекономіці, що може призвести до розробки більш точних та реалістичних моделей економічної системи. Тому, незважаючи на визначені обмеження, DSGE-моделі в даний час залишаються важливим інструментом для вивчення макроекономічних явищ і розробки ефективної державної економічної політики. Подальший розвиток цих моделей на основі нових методологій та підходів, що базуються на цифрових та інформаційних технологіях, відкриває широкі перспективи для подальшого вдосконалення та розширення їхнього застосування в макроекономічному аналізі.

Література:

1. Дзямулич М.І., Стащук О.В., Шматковська Т.О., Гаряга Л.О. Трансформація бізнесу в умовах інформаційно-мережевої економіки. Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2023. № 35 (4). С. 26—33.
2. Дзямулич М.І., Фадєєва І.Г., Шматковська Т.О. Промисловий інтернет речей та його застосування у бізнес-процесах. Економічний форум. 2021. № 3. С. 54—59.
3. Чалюк Ю.О. Інноваційна стратегія розвитку Суспільства 5.0. Комерціалізація інновацій в умовах індустрії 4.0: монографія / за заг. ред. Л.Ю. Сагер. Суми: Сумський державний університет, 2023. С. 335—347.
4. Чалюк Ю.О. Проблема вибору оптимальної моделі соціальної політики України. Специфіка розвитку сучасного соціально-гуманітарного середовища: монографія. Харків: СГ НТМ "Новий курс", 2021. С. 75—81.
5. Шматковська Т.О., Дзямулич М.І., Стащук О.В. Особливості моделювання бізнес-процесів в умовах формування цифрової економіки. Економіка та суспільство. 2021. № 26. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-66>.
6. Шматковська Т.О., Стащук О.В., Дзямулич М.І. Великі дані та бізнес-моделювання економічних систем. Ефективна економіка. 2021. № 5. DOI: [10.32702/2307-2105-2021.5.96](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.5.96).
7. Kim J. Constructing and estimating a realistic optimizing model of monetary policy. Journal of Monetary Economics. 2000. Vol. 45 (2). P. 329—359.
8. Smets F., Wouters R. An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area. Journal of the European Economic Association. 2003. Vol. 1 (5). P. 1123—1175.

References:

1. Dziamulych, M.I., Stashchuk, O.V., Shmatkovska, T.O. and Gariaga, L.O. (2023), "Transformation of business in the conditions of the information and network economy", Ekonomichnyi chasopys Volynskogo Natsionalnogo Universytetu imeni Lesi Ukrainky, vol. 35 (4), pp. 26—33.
2. Dziamulych, M.I., Fadiieva, I.H. and Shmatkovska, T.O. (2021), "Industrial Internet of Things and its application in business processes", Ekonomichnyi forum, vol. 3, pp. 54—59.

3. Chaliuk, Yu.O. (2023), "Innovative strategy for the development of Society 5.0.", Komertsializatsiia innovatsii v umovakh industrii 4.0: monohrafiia [Commercialization of innovations in the conditions of industry 4.0: monograph], Sumy State University, Sumy, Ukraine, pp. 335—347.

4. Chalyuk Y.O. (2021), "The problem of choosing the optimal model of social policy of Ukraine", Spetsyfika rozvytku suchasnoho sotsialno-humanitarnoho seredovyscha [The specifics of the development of the modern social and humanitarian environment], Kharkiv, pp. 75—81.

5. Shmatkovska, T., Dziamulych, M. and Stashchuk, O. (2021), "Peculiarities of modeling business processes in the conditions of the formation of the digital economy", Ekonomka ta suspilstvo, vol. 26, DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-66>.

6. Shmatkovska, T.O., Stashchuk, O.V. and Dziamulych, M.I. (2021), "Big data and business modeling of economic systems", Efektyvna ekonomka, vol. 5, DOI: [10.32702/2307-2105-2021.5.96](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.5.96).

7. Kim, J. (2000), "Constructing and estimating a realistic optimizing model of monetary policy", Journal of Monetary Economics, vol. 45 (2), pp. 329—359.

8. Smets, F. and Wouters, R. (2003), "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area", Journal of the European Economic Association, vol. 1 (5), pp. 1123—1175.

Стаття надійшла до редакції 28.02.2024 р.

<https://nayka.com.ua>

Електронне фахове видання

Ефективна
ЕКОНОМІКА

Виходить 12 разів на рік

Журнал включено до переліку наукових фахових видань України з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)
Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292

e-mail: economy_2008@ukr.net

viber: +38 050 3820663