

УДК 330.101.541-047.58.:519.875.8

DOI: 10.24144/2078-1431.2023.1(30).96-106

Микола Талавиця,

*доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри економічної теорії*

Богдан Дорош,

аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Святослав Пінцак,

*аспірант кафедри економіки і підприємництва
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ МАКРОЕКОНОМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ ІСТОРИЧНОГО ДОСВІДУ ЙОГО ЕВОЛЮЦІЇ

У статті наведено ключові етапи розвитку макроекономічного моделювання та виявлено моделі, що домінували на кожному із етапів, а саме: прості теоретичні моделі, емпіричні прогностичні моделі та DSGE-моделі. Проаналізовано ключові особливості кожного етапу, а також причини їх неуспіху та заміни з теоретичного, практичного та прикладного боку. З теоретичного боку – це завжди великий обсяг критики від відомих вчених та поява нових теоретичних знань, недоступних раніше. З практичного боку – це настання неочікуваних подій, таких, як Велика депресія, які домінуючі на той час моделі не могли передбачити. З прикладного боку – це поява нових методів збору та аналізу даних, до прикладу, зародження економетрики.

Доведено, що все ще домінуючі на сьогодні DSGE-моделі вже зазнали нищівної критики з боку відомих вчених та виявились неуспішними на практиці, не зумівши передбачити світову фінансову кризу 2008-2009 років, а нові досягнення в аналізі великих масивів даних дозволяють розробляти та застосовувати більш складні моделі. Запропоновано перехід, що вже частково розпочався, на нові агентські моделі, що довели свої переваги як у теорії, так і на практиці.

Ключові слова: *макроекономіка, макроекономічне моделювання, DSGE-моделі, агентські моделі.*

The article presents the key stages of macroeconomic modeling development and identifies the models that dominated at each stage, namely: simple theoretical models, empirical forecasting models and DSGE models. The key features of each stage are analyzed, as well as the reasons for their failure and replacement from the theoretical, practical, and applied sides. On the theoretical side, it is always a large amount of criticism from well-known scientists and the emergence of new theoretical knowledge that was not available before. On the practical side, it is the occurrence of unexpected events, such as the Great Depression, which the dominant models at that time could not

predict. On the applied side, it is the emergence of new methods of data collection and analysis, such as the birth of econometrics.

It is proved that DSGE models, which are still dominant today, have already been criticized by well-known scientists and have failed in practice, having failed to predict the global financial crisis of 2008-2009, and new advances in the analysis of large data sets allow to develop and apply more complex models. The transition, which has already partially begun, to new agent-based models, which have proven their advantages both in theory and in practice, is proposed.

Keywords: *macroeconomics, macroeconomic modeling, DSGE models, agent-based models.*

Постановка проблеми. Макроекономічна наука і макроекономічне моделювання як її складова перебувають у постійному стані змін, вдосконалень, суперечностей, дебатів та реформ. Не існує жодної моделі, яку б не почали критикувати в літературі, незалежно від того, наскільки серйозними, відомими та визнаними були її автори, користувачі, а також припущення та параметри, закладені в ній. Причому зазвичай саме моделі вже визнаних вчених, таких, як Джон Мейнард Кейнс, Джон Хікс, Мілтон Фрідман критикувались чи не найбільше. Часто підставами для заміни вже прийнятих до використання моделей слугували або зміни у методах та можливостях обчислення даних, зміни у способах та обсягах збору даних, а також кризові чи неординарні явища, до яких та чи інша група моделей була цілковито не готова. Але щодо динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги (DSGE-моделей) цього поки не відбулось.

Незважаючи на нищівну критику, яку DSGE-моделі отримали як від наукової спільноти, так і від економістів-практиків, включно з головою Європейського Центрального Банку (ЄЦБ) Жаном-Клодом Тріше, вони надалі займають панівну позицію у більшості центральних банків світу. DSGE-моделі цілковито провалили передбачення, а також реакцію на світову фінансову кризу 2008 року, а також велику рецесію, яку вона спровокувала. Жодна з історичних моделей, або груп моделей не пережила б такого удару, завданого по ній, і вже б була замінена. Перед такими викликами, як пандемія, війна, кліматичні зміни, старіння населення у розвинених країнах, глобальна міграція, інфляція, а також можлива рецесія у 2023-2024 роках, людству конче необхідні нові працюючі моделі, що здатні реагувати на зазначені вище явища. На нинішньому етапі розвитку макроекономічної науки найбільш придатним кандидатом для заміни непрацюючих на практиці DSGE-моделей є агентські моделі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням та систематизацією історичного розвитку макроекономічного моделювання займалось багато вчених протягом всього розвитку макроекономічної науки. Для розуміння подальшого напрямку вдосконалення макроекономічного моделювання дуже важливо знати, які моделі вже були досліджені, запропоновані, використані, а також замінені на інші. Але найважливішим аспектом є саме повноцінне виявлення причин провалу попередніх

історичних моделей та те, як подальший розвиток науки повинен враховувати усі недоліки та помилки, зроблені у минулому.

Дослідженням усієї історії макроеконометричного моделювання, а також поділу його на певні етапи займалися Девід Гендрі [12] та Олів'є Бланшар [4], а її найбільш свіжий період, що почався у 1980-х, вивчали Марсель Боуманс та Педро Гарсія Дуарте [5]. Історію, розвиток та майбутнє макроекономічного прогнозування вивчав Френсіс Діболд [11]. Ключові уроки з історії макроеконометричного моделювання, починаючи з 1940-х років, виділив Аббас Валадхані [22]. Дослідженням еволюції макромоделей Федеральної резервної системи США займалися Флінт Брейтон, Ендрю Левін, Ральф Трайон та Джон Вільямс [6], а дослідженням і розробкою макромоделей для ЄЦБ займалися Франк Сметс та Раф Воутерс [21].

Формування цілей статті. Метою статті є аналіз ключових періодів розвитку макроекономічного моделювання, виділення основних проблем, що слугували приводом на перехід на новий тип моделей на кожному етапі, а також пропозиції щодо подальшого напрямку еволюції макроекономічного моделювання.

Опис основного матеріалу дослідження. Макроекономічна наука сформувалась на основі двох великих галузей досліджень: теорії бізнес-циклів та монетарної теорії. Монетарна теорія була започаткована у XVI столітті в праці Мартіна де Аспілікуети, а перші спроби аналізу бізнес-циклів були зроблені в середині XIX століття Вільямом Джевонсом та Клеманом Джугляром, які намагались пояснити цикли частих і різких змін у економічній діяльності [4]. Третім, але не менш важливим стовпом зародження і розвитку не тільки макроекономічної науки, а і монетарної теорії та теорії бізнес-циклів як її складових є збір і аналітика даних. Саме з даних і на основі їх аналізу почали з'являтися ті чи інші теорії, течії та цілі школи.

Достеменно невідомо, коли саме і яка цивілізація розпочала збирати та аналізувати державні дані для подальшого планування своєї економічної діяльності. Мабуть, так робили у Вавилоні, Месопотамії чи Римі, але найстарішим джерелом державних економічних даних, що збереглися до наших днів, є «Книга Страшного суду» (Domesday Book). Вона містить зведення матеріалів першого загального поземельного перепису, проведеного за наказом Вільгельма I Завойовника в Англії у 1085—1086 роках. Вона також є найбільш детальною доіндустріальною середньовічною базою економічних даних [18]. Це може говорити нам про те, що збір та аналіз економічних даних був складовою планування державних політик ще у XI столітті.

Наступним значним задокументованим етапом збору й аналізу економічних даних, що дійшли до наших днів, є період середини-кінця XVII століття в Англії, а найвидатнішими його представниками – Джон Граунт, сер Едмунт Геллі, сер Вільям Петті та Грегорі Кінг. До даних, що вони зібрали і систематизували, належать зведені таблиці смертності, тривалості життя, оцінка загальної кількісної вартості фізичних та людських активів, оцінка кількості населення, багатства та торгівлі в Англії, а також перша задокументована оцінка залежності між пропозицією кукурудзи та її ці-

ною. Через століття після цього французький вчений Франсуа Кене написав свою знамениту працю «Економічна таблиця», де описав взаємозв'язки в економіці, запропонувавши таким чином першу спробу побудови макроекономічної моделі з наголосом на економіці як системі, яка, що правда, базується на сільському господарстві. Приблизно у той самий час, наприкінці XVIII століття шотландський вчений Вільям Плейфер написав серію праць, де вперше в історії винайшов та застосував такі статистичні графіки, як лінійна діаграма, діаграма з областями, стовпчикова діаграма, секторна діаграма та коловий граф [12].

Завдяки появі даних, а також статистичних методів їх аналізу з'явилась така галузь макроекономіки, як макроекономічне моделювання. Існує дуже багато визначень макроекономічного моделювання, що описують його як з боку науки, так і з боку мистецтва. Узагальнено можна сказати, що макроекономічне моделювання – це кількісний аналіз економіки, що проводиться через оцінку та обчислення пов'язаних систем рівнянь шляхом використання економічної теорії, даних, гарного знання економетрики для досягнення трьох цілей: структурного аналізу, прогнозування та оцінки державних програм [22]. Ці три цілі чітко відповідають описовій, прогностичній та наказовій функціям економіки [13]. До ключових подій, що привели до швидкого розвитку макроекономічного моделювання, можна віднести:

- появу вчених, що почали проводити наукові дослідження зі статистичного аналізу економічних даних. Серед найвідоміших представників - Вільям Джевонс, що досліджував зміни у курсах валют і фінансах та Альфред Маршал, який запропонував ідею розрахунку агрегованого національного доходу, що в свою чергу привело до появи сучасного показника валового внутрішнього продукту (ВВП) [12];

- заснування у США Національного бюро економічних досліджень Веслі Мітчелом у 1920 році. Це привело до буму збору і аналізу статистичних даних, побудови статистичних моделей, а також виявленню різноманітних трендів у економічних показниках [8];

- заснування норвезьким вченим Рагнарором Фрішем нових статистичних методів аналізу економічних систем, які він у 1926 році узагальнив новим терміном *економетрика*. До піонерів розвитку економетрики також належать Ян Тімберген, Лоуренс Кляйн, а також Саймон Кузнець [14]. Усі вони отримали Нобелівську премію з економіки.

В цілому розвиток макроекономічного моделювання можна умовно розділити на *три етапи*, яким відповідають певні групи моделей (табл. 1). Перший етап розвитку макроекономічного моделювання умовно закінчився перед початком Другої світової війни і характеризувався застосуванням простих теоретичних моделей. Другий етап, що умовно розпочався на початку 40-х років, ознаменувався бурхливим розвитком емпіричних прогностичних моделей та закінчився наприкінці 1970-х років переходом на DSGE-моделі, що переважно домінують і сьогодні. Варто зазначити, що в таблиці наведений не повний перелік груп моделей, що були розроблені в той чи інший період, а лише їх домінуючі представники.

Таблиця 1

Етапи розвитку макроекономічного моделювання*

Етап		Найвідоміші вчені	Приклади моделей	Ключова критика
До 1940 року	Прості теоретичні моделі	Генрі Мур, Ворен Пірсонс, Джон Хікс, Алвін Хансен	Модель Соллоу, IS-LM модель, модель Манделла-Флемінга	Велика депресія. Неможливість застосування на практиці без значних змін у параметрах
1940-1980	Емпіричні прогностичні моделі	Ян Тінберген, Лоуренс Кляйн, Рагнар Фріш, Вільям Філіпс	Національна модель Тінбергена, Глобальна економічна модель Кляйна, крива Філіпса	Критика Роберта Лукаса. Стагфляція після кризи на нафтовому ринку
1980-наші дні	DSGE-моделі	Фінн Кідланд, Едвард Прескотт, Грегорі Менк'ю	Модель реальних бізнес-циклів, новокейнсіанська DSGE-модель	Велика рецесія 2008-2009 років. Вони засновані на концепції раціональності агентів

*Узагальнено на основі [4,5,12,22]

Перший етап розвитку макроекономічного моделювання можна умовно розділити на дві групи: прогностичну та теоретичну. До прогностичної групи відносять моделі таких вчених, як Генрі Мур (1914), що вперше використав нещодавно винайдений регресійний аналіз у макроекономіці; та Ворен Пірсонс (1924), що запропонував ідею бізнес-барометрів. Усі прогностичні моделі того періоду не пережили випробування Великою депресією 1930-х років, оскільки не змогли її передбачити. До групи теоретичних моделей відносять модель Соллоу (1928), IS-LM модель (1937) та її продовження - модель Манделла-Флемінга серед інших. Ці всі моделі мають спільні риси, оскільки часто базуються на кількох рівняннях, що містять кілька змінних, які можна описати та пояснити простими діаграмами. Більшість з цих моделей статичні та описують економіку протягом великих періодів часу. Вони досить прості для того, щоб використовувати їх як ілюстрації до теорії, що пояснює ті чи інші макроекономічні ідеї, але їх кількісне застосування для прогнозування, тестування або оцінки державних політик зазвичай неможливе без внесення суттєвих змін у структуру цих моделей [4].

Емпіричні прогностичні моделі здебільшого базуються на кейнсіанській економіці та почали зароджуватись наприкінці 1930-х років, а справжній їх бум відбувся протягом 1940-х і 1950-х років, коли уряди держав по всьому світу почали масово збирати дані щодо національного до-

ходу та промислового виробництва [14]. Першу повноцінну національну модель прогнозування економіки створив голландський вчений Ян Тінберген у 1936 році. Дещо пізніше, базуючись на оригіналі, він розробив схожі моделі для економік Сполучених Штатів і Британії. Перша глобальна макроекономічна модель була розроблена і запропонована компанією, створеною Лоуренсом Кляйном у 1960-х і названа моделлю Вортона. В дещо зміненому вигляді вона використовується і сьогодні в прогностичних цілях [15]. Ще одним із яскравих прикладів моделей цього етапу є крива Філіпса (1958), що показує зв'язок між безробіттям та інфляцією.

З практичної точки зору значна частина емпіричних моделей зазнала краху через неможливість передбачити стагфляцію, що слідувала за кризою на нафтовому ринку на початку 1970-х років. Через те, що емпіричні моделі базувались суто на досвіді минулих періодів, а за весь час досліджень першої половини ХХ століття завжди існувала негативна кореляція між інфляцією та безробіттям, вони не змогли передбачити стагфляцію. З науково-теоретичної точки зору емпіричні моделі сильно постраждали після відомої критики Нобелівського лауреата Роберта Лукаса 1976 року. Він виявив, що всі емпіричні моделі базуються на кореляції між різними макроекономічними показниками протягом тривалого періоду часу і що ця кореляція змінюється залежно від макроекономічної політики держави. Це означає, що ми не можемо прогнозувати ефект від нової політики уряду, використовуючи емпіричні моделі, що базуються на даних минулих періодів, коли цієї політики ще не було [17].

Лукас вважає, що якщо ми хочемо передбачити ефект від змін державних політик, то повинні моделювати «глибинні параметри», що стосуються вибору агентів, змін у технологіях і обмеженості ресурсів, які, як він пропонує, керують індивідуальною поведінкою: так звані мікрофондації. Частково у відповідь на критику Лукаса у 1980-х і 1990-х роках економісти почали розробляти моделі на основі діяльності раціональних агентів (мікрофондацій), що отримали назву динамічних стохастичних моделей загальної рівноваги. Окрім запропонованих Лукасом мікрофондацій, вони ввели таких агентів, як домогосподарства, підприємства і уряди однієї країни, або групи країн. DSGE-моделі припускають, що агенти певної групи ідентичні (наприклад, репрезентативне домогосподарство або підприємство) і можуть виконувати ідеальні розрахунки, які в середньому правильно прогнозують майбутнє. Порівняно з емпіричними прогностичними моделями DSGE-моделі зазвичай мають менше змінних і рівнянь, головним чином тому, що DSGE-моделі складніше вирішити навіть за допомогою комп'ютерів [10].

Існує дві школи DSGE-моделювання: класичні моделі реальних бізнес-циклів та новокейнсіанські DSGE-моделі, які будуються на базі реальних бізнес-циклів, але натомість припускають, що ціни встановлюються монополістично конкурентними фірмами та не можуть бути миттєво та без витрат скориговані. DSGE-моделі були і залишаються основними макроекономічними моделями, які використовують національні банки та уряди більшості країн світу для прогнозування економічної та монетарної

політики. Наприклад, ЄЦБ розробив та використовує свою власну модель Сметса-Воутерса [21]. Ця модель використовує сім груп даних Єврозони, таких, як: реальний ВВП, споживання, інвестиції, безробіття, реальні заробітні плати, інфляція і номінальна короткострокова облікова ставка.

Підсумовуючи історію попередніх етапів розвитку макроекономічного моделювання та причини заміни моделей, що домінували на тому чи іншому етапі, можна вивести декілька спільних рис, що притаманні для кожної з них:

- з *практичної точки зору* – це випробування названих моделей протягом тяжких періодів економічних криз, які вони не здатні були спрогнозувати та запропонувати вихід із них. Для простих теоретичних моделей це була Велика депресія, а для емпіричних – стагфляція після кризи на нафтовому ринку;

- з *теоретичної точки зору* – це поява значної кількості об'єктивної наукової критики від визнаних вчених та доведення їх неідеальності завдяки нововиявленим теоретичним відкриттям. Прості теоретичні моделі поховала критика щодо непридатності їх до застосування, а емпіричні моделі – критика Роберта Лукаса;

- з *прикладної точки зору* – це поява нових методів збору, обчислення та аналізу даних. Теоретичні моделі були замінені на емпіричні з появою економетрики та збору економічних даних на рівні держав, а емпіричні моделі в свою чергу були замінені на DSGE-моделі, в тому числі завдяки появі більш сучасних електронно-обчислювальних машин;

DSGE-моделі вже отримали критику як з практичної і теоретичної, так і прикладної точок зору. Вони показали свою повну неідеальність у передбаченні світової фінансової кризи 2008-2009 років та не допомогли практикам швидко вийти з неї. Їх критикували багато тодішніх голів центральних та комерційних банків включно з головою ЄЦБ Жаном-Клодом Тріше [3], головним економістом Сітібанку Віллемом Буїтером [7], головою Литовського банку Раймондасом Куодісом [16] та багатьма іншими. DSGE-моделі також зазнали сильної критики з боку вчених, в основному через закладення в них репрезентативної структури раціональних агентів, які ніде в літературі, окрім як суто теоретичній, не трапляються. Серед вчених, що найбільше критикували DSGE-моделі за використання раціональних агентів, були загальноновизнані економісти [1], в тому числі Нобелівські лауреати Джордж Акерлоф, Річард Талер, Роберт Шиллер та Джозеф Стігліц. Протягом останніх трьох десятиліть відбулись також значні зміни у можливостях комп'ютерної техніки, а також методах аналізу великих масивів даних за допомогою використання сучасного програмного забезпечення та досягнень у технологіях штучного інтелекту та машинного навчання. Це дозволяє значно розширити спектр параметрів та змінних, які будуть закладені у нові моделі, що прийдуть на заміну DSGE-моделям.

Завдяки нашому аналізу причин заміни макроекономічних моделей на попередніх історичних етапах можемо стверджувати, що DSGE-моделі вже протягом цього десятиліття перестануть переважно домінувати у макроекономіці. Для цього є усі підстави і з практичного, і з теоретичного,

і з прикладного боку. Крім того, процес їх заміни вже запущено: центральні банки Канади, Нідерландів та Австралії вже перестали використовувати DSGE-моделі, а ЄЦБ вже розробляє нові моделі для п'яти основних економік Євросони [9]. Це не означає, що перехід відбудеться одночасно, нові моделі ще будуть тестувати не один рік, але важливо, що процес вже розпочався, оскільки ми не можемо використовувати непрацюючі моделі, переживаючи такі виклики, як війна, пандемія, міграція, демографічна криза тощо.

Ми вважаємо, що одним із основних кандидатів для заміни DSGE-моделей мають стати агентські моделі, що насправді є головними рушіями економіки. Ці агентські моделі мають використовувати вже досліджені та доведені надбання поведінкової економіки, аналізуючи дані по, наприклад, інвестиціях не з точки зору сухих цифр, а з точки зору політик, які держави запроваджують для їх стимуляції [2]. Агентські моделі мають ряд переваг порівняно з DSGE-моделями щодо оцінки ефективності певних економічних політик, що було доведено в численних дослідженнях [23]. З теоретичної точки зору їх підтримує велика група вчених, серед яких як мінімум п'ять Нобелівських лауреатів та багато наукових шкіл. Так, агентські моделі, як і будь-які інші, не є ідеальними та мають свої недоліки, але, враховуючи їхню історію застосування за останні 20 років, бачимо, що вони заслуговують конкурувати за місце наступних домінуючих моделей у макроекономіці.

Висновки. Нові моделі завжди базувались на нових інтелектуальних досягненнях науки, таких, як поява нових методів збору та аналізу даних, нових технологій обробки даних, нових теоретичних надбань. На основі проведеного аналізу виявлено, що всі ці нові моделі зазнавали невдачі через одні і ті самі перешкоди, які вони не змогли подолати в практичному, теоретичному та прикладному полі. Всі вони припиняли активно використовуватись через деякий час після значних економічних шоків, які вони не могли передбачити, таких, як Велика депресія; після значної теоретичної критики великої групи поважних вчених, як, наприклад, критика Лукаса; чи після появи нових методів обробки даних (економетрика).

Аналогічні події вже відбулись стосовно DSGE-моделей – світова фінансова криза 2008-2009 років, значний обсяг критики від видатних економістів, а також поява нових методів аналізу великих масивів даних. Частина центральних банків розвинених країн світу на трьох континентах вже або відмовилась від DSGE-моделей, або почала процес переходу на нові види моделей. Ми вважаємо, що нові агентські моделі, що базуються на принципах поведінкової економіки, можуть прийти на заміну раціональним агентам у DSGE-моделях. Для цього вже підготовлена і теоретична, і практична, і прикладна база. Звичайно, агентські моделі не будуть домінувати вічно, а лише можуть стати новим етапом розвитку макроекономічного моделювання.

Щодо пропозицій подальших досліджень у цій тематиці вважаємо, що вченим-теоретикам потрібно глибше співпрацювати з головами центральних банків для полегшення переходу на нові агентські моделі. Темою

для подальшого дослідження може стати розробка дорожньої карти для легшого переходу зі старих типів моделей на нові типи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дорош, Б. Й. (2022). Майбутнє моделювання у макроекономіці: причини заміни DSGE моделей на агентські моделі. Гліба Макаровича Підлісецького, 242.
2. Лубковський, С. А., & Дорош, Б. (2017). Інвестиційний податковий кредит як інструмент гармонізації приватних та суспільних інтересів. Ринок Цінних Паперів України №, 5, 6.
3. Талавирия, М., & Дорош, Б. (2021). Розвиток макроекономічних моделей заснованих на поведінковій економіці: проблеми та подальші дослідження. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель, (4), 18-26.
4. Blanchard, O. (2000). What do we know about macroeconomics that Fisher and Wicksell did not?. *De Economist*, 148(5), 571-601.
5. Boumans, M., & Duarte, P. G. (2019). The History of Macroeconometric Modeling An Introduction. *History of Political Economy*, 51(3), 391-400.
6. Brayton, F., Levin, A., Lyon, R., & Williams, J. C. (1997, December). The evolution of macro models at the Federal Reserve Board. In *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (Vol. 47, pp. 43-81). North-Holland.
7. Buitier, W. H. (2009). The unfortunate uselessness of most 'state of the art' academic monetary economics. *VoxEU*, Research-based policy analysis and commentary from leading economists.
8. Carson, C. S. (1975). The history of the United States national income and product accounts: the development of an analytical tool. *Review of Income and Wealth*, 21(2), 153-181.
9. Cusbert, T., & Kendall, E. (2018). Meet MARTIN, the RBA's New Macroeconomic Model. *Australian Reserve Bank Bulletin* March, 31-44.
10. Dave, C., & DeJong, D. N. (2007). *Structural macroeconometrics*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
11. Diebold, F. X. (1998). The past, present, and future of macroeconomic forecasting. *Journal of Economic Perspectives*, 12(2), 175-192.
12. Hendry, D. F. (2020). A short history of macro-econometric modelling. *Journal of Banking, Finance and Sustainable Development*, 1(1).
13. Intriligator, M. D., Bodkin, R. G., & Hsiao, C. (1996). *Econometric models, techniques, and applications*.
14. Klein, L. R. (2004). The contribution of Jan Tinbergen to economic science. *De Economist*, 152(2), 155.
15. Klein, L. R. (Ed.). (1991). *Comparative performance of US econometric models*. Oxford University Press on Demand.
16. Kuodis, R. (2015). Policy trade-offs in CESEE and elsewhere. In *The Challenge of Economic Rebalancing in Europe*. Edward Elgar Publishing.
17. Lucas Jr, R. E. (1976). Econometric policy evaluation: a critique", in K Brunner and A Meltzer (eds.), *The Phillips Curve and Labour Markets*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Vol. 1, Amsterdam: North-Holland.

18. McDonald, J., & Snooks, G. D. (1986). *Domesday economy: a new approach to Anglo-Norman history*. Oxford University Press.
19. Moore, H. L. (1914). *Economic cycles: Their law and cause*. New York: The Macmillan Company.
20. Persons, W. M. (1924). *The Problem of Business Forecasting*. Number 6 in Pollak Foundation for Economic Research Publications. London: Pitman.
21. Smets, F., & Wouters, R. (2002). *An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area (Ser. 171)*. European Central Bank.
22. Valadkhani, A. (2004). *History of macroeconomic modelling: lessons from past experience*. *Journal of Policy Modeling*, 26(2), 265-281.
23. Westerhoff, F and R Franke (2012), "Agent-based models for economic policy design: Two illustrative examples", Iowa State University, Working Paper No 88.

REFERENCES

1. Dorosh, B (2022). *Maybutnye modelyuvannya u makroekonomitsi: prychny zamy DSGE modeley na ahent-s'ki modeli. Hliba Makarovycha Pidlisets'koho [The future of modeling in macroeconomics: reasons for replacing DSGE models with agent models. Hlib Makarovych Pidlysetskyi] [in Ukrainian]*.
2. Lubkovskiy, S., & Dorosh, B. (2017). *Investment tax credit as an instrument for the harmonization of private and public interests [Investytsiynyy podatkovyy kredyt yak instrument harmonizatsiyi pryvatnykh ta suspil'nykh interesiv] [in Ukrainian]*.
3. Talavyrya, M., & Dorosh, B. (2021). *Rozvytok makroekonomichnykh modeley zasnovanykh na povedinkoviy ekonomitsi: problemy ta podal'shi doslidzhennya [Development of macroeconomic models based on behavioral economics: issues and further research]. Zemleustriy, kadastr i monitorynh zemel -and management, cadastre and land monitoring, (4), 18-26 [in Ukrainian]*.
4. Blanchard, O. (2000). *What do we know about macroeconomics that Fisher and Wicksell did not?. De Economist*, 148(5), 571-601[in English].
5. Boumans, M., & Duarte, P. G. (2019). *The History of Macroeconometric Modeling An Introduction. History of Political Economy*, 51(3), 391-400 [in English].
6. Brayton, F., Levin, A., Lyon, R., & Williams, J. C. (1997, December). *The evolution of macro models at the Federal Reserve Board. In Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy (Vol. 47, pp. 43-81). North-Holland [in English]*.
7. Buitter, W. H. (2009). *The unfortunate uselessness of most'state of the art'academic monetary economics. VoxEU, Research-based policy analysis and commentary from leading economists [in English]*.
8. Carson, C. S. (1975). *The history of the United States national income and product accounts: the development of an analytical tool. Review of Income and Wealth*, 21(2), 153-181 [in English].
9. Cusbert, T., & Kendall, E. (2018). *Meet MARTIN, the RBA's New Macroeconomic Model. Australian Reserve Bank Bulletin March*, 31-44 [in English].
10. Dave, C., & DeJong, D. N. (2007). *Structural macroeconometrics*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press [in English].

11. Diebold, F. X. (1998). The past, present, and future of macroeconomic forecasting. *Journal of Economic Perspectives*, 12(2), 175-192 [in English].
12. Hendry, D. F. (2020). A short history of macro-econometric modelling. *Journal of Banking, Finance and Sustainable Development*, 1(1) [in English].
13. Intriligator, M. D., Bodkin, R. G., & Hsiao, C. (1996). *Econometric models, techniques, and applications* [in English].
14. Klein, L. R. (2004). The contribution of Jan Tinbergen to economic science. *De Economist*, 152(2), 155 [in English].
15. Klein, L. R. (Ed.). (1991). *Comparative performance of US econometric models*. Oxford University Press on Demand [in English].
16. Kuodis, R. (2015). Policy trade-offs in CESEE and elsewhere. In *The Challenge of Economic Rebalancing in Europe*. Edward Elgar Publishing [in English].
17. Lucas Jr, R. E. (1976). Econometric policy evaluation: a critique", in K Brunner and A Meltzer (eds.), *The Phillips Curve and Labour Markets*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Vol. 1, Amsterdam: North-Holland [in English].
18. McDonald, J., & Snooks, G. D. (1986). *Domesday economy: a new approach to Anglo-Norman history*. Oxford University Press [in English].
19. Moore, H. L. (1914). *Economic cycles: Their law and cause*. New York: The Macmillan Company [in English].
20. Persons, W. M. (1924). *The Problem of Business Forecasting*. Number 6 in Pollak Foundation for Economic Research Publications. London: Pitman [in English].
21. Smets, F., & Wouters, R. (2002). An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area (Ser. 171). European Central Bank [in English].
22. Valadkhani, A. (2004). History of macroeconometric modelling: lessons from past experience. *Journal of Policy Modeling*, 26(2), 265-281 [in English].
23. Westerhoff, F and R Franke (2012), "Agent-based models for economic policy design: Two illustrative examples", Iowa State University, Working Paper No 88 [in English].