

УДК: 330.8:519.86

JEL: B20, E10, D58

**Сергей Швец**

## ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К DSGE-МОДЕЛИРОВАНИЮ

Сделана попытка проанализировать хронологию эволюции теоретических подходов, которые составляют фундамент построения макроэкономических моделей. Противодействие деструктивным последствиям кризисов предполагает использование модельного аппарата как необходимого инструмента предупреждения дестабилизации. Целью написания статьи является исследование этапов развития и определения проблемных вопросов и перспективных направлений эволюции макромоделей. Фундаментальная платформа Маршала и Вальраса претерпела прогрессивные изменения после судьбоносных событий Великой депрессии и Великой инфляции, которые развернулись в США в 1920–1970 годах и ознаменовали появление нового тренда макромоделирования под названием динамических стохастических моделей общего равновесия (англ.: DSGE). Новый инструментарий отличился радикальным изменением подходов к макромоделированию, где на передовых позициях оказалась микроэкономика. DSGE модели дебютировали привлечением четырёх ключевых элементов: кривой Филипса, адаптивных инфляционных ожиданий, "привязанных" номинальных цен и эндогенной производственной функцией. Этапы изменения теоретических подходов к макромоделированию выбрали передовые новации наследия представителей классической и кейнсианской школ. Эволюция построения макроинструментария насчитывает пять поколений моделей: кейнсианские, классические, RBS, новые кейнсианские и новые кейнсианские DSGE модели. Весомыми преимуществами DSGE моделей является их "политическая нейтральность", детализация шоков возмущения на чисто экономические и чисто политические и установление причин и последствий глубоких структурных сдвигов в экономике. Появление очередной генерации макромоделей призвана решить четыре злободневных вопроса: обеспечить фиксацию финансовых потоков, ослабить механизм оптимизации рациональных ожиданий, детализировать репрезентативную выборку экономических агентов и привлечь более глубокие и взвешенные теоретические предположения микроэкономики.

---

Швец Сергей Михайлович (smserg@ukr.net), канд. экон. наук, доцент; старший научный сотрудник отдела моделирования и прогнозирования экономического развития ГУ "Институт экономики и прогнозирования НАН Украины". ID ORCID: 0000-0002-3102-9784. Scopus Author ID: 57218000426

Исследование проведено в рамках выполнения ГДР № 3.1.7.134 "Оценка и прогнозы эндогенного роста экономики Украины"

Цитирование: Шве́ц С. М. Эволюция теоретических подходов к DSGE моделированию. *Экономическая теория*. 2021. № 1. С. 67–85.

© С. Шве́ц, 2021

ISSN 1811-3133. *Экономическая теория*. 2021. № 1: 67–85 **67**

**Ключевые слова:** экономическая теория, макроэкономика, микроэкономика, макроэкономическое моделирование, DSGE модели.

## 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](mailto: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.

Исходя из увеличения с конца XX века уровня нестабильности в мире из-за часто возникающих кризисных потрясений как экономического, так и природо-генного характера, чрезвычайную актуальность приобретает разработка комплекса мероприятий, предназначенных для выстраивания системы сдержек и противовесов в противодействии деструктивным последствиям таких кризисов. Решение поставленной задачи предполагает эффективное использование модельного аппарата как одного из необходимых инструментов государственного регулирования для просчёта реакции на возможные кризисные шоки.

Макроэкономические модели представляют собой комплексное структурированное решение, предназначенное для имитации экономических явлений, которые происходят на фоне отношений между экономическими агентами (секторами) на уровне экономики страны или региона. Отличием макромоделирования от моделирования в целом является объектная направленность на экономику макроуровня, которая охватывает такие секторальные компоненты как: ре-

альное производство, бюджетный блок, монетарная система и внешний мир. В зависимости от целей приведённый перечень составляющих макромоделей может как детализироваться, так и приобретать упрощённую форму, когда один или несколько компонентов не принимаются во внимание. Например, при проведении исследований, посвящённых монетарной тематике, определённый сектор может детализироваться до уровня отдельных финансовых структур (банки, фонды и другие представители финансовых посредников) для отслеживания денежных потоков между такими структурами и, наоборот, в случае оперирования закрытой экономикой внешний мир пренебрегается.

По классификации, предложенной известным экономистом французского происхождения О. Бланшаром, существует пять типовых конструкций экономических моделей: фундаментальные (теоретические) модели, динамические стохастические модели общего равновесия (англ.: *dynamic stochastic general equilibrium*, DSGE), модели экономической политики (структурные эконометрические модели), игрушечные модели и модели прогнозирования (*Blanchard*, 2018. Р. 52-53). В процессе разработки фундаментальных макромоделей основное внимание уделяется соблюдению теоретических постулатов, концепций, парадигм и т.д., в то время как приближение к фактическим данным не является сильной стороной таких моделей. DSGE-модели отличаются особым подходом к построению макроэкономической системы, обязательным элементом которой являются отношения / зависимости (англ.: *frictions*) между экономическими агентами. Такой аппаратный инструментарий предусматривает изучение макроэкономических эффектов от шоков возмущения, в том числе, сказывается на изменении отношений / зависимостей между экономическими агентами. В DSGE-моделях реализовано компромиссный вариант согласования экономической теории и приближения к фактическим данным.

Назначение моделей экономической политики просматривается из их названия. Такой инструментарий призван охватывать реальные структурные связи с целью устранения нежелательной погрешности при воспроизведении сценарных условий реализации экономической политики. Приближение к фактическим данным является важным преимуществом структурных моделей, которое отличает их от других видов макромоделей. Сосредоточение на эконометрических подходах воспроизведения связей между компонентами даёт возможность строить сложные конструкции, наполнение которых ограничивается только наличием статистических данных. Мобилизация усилий для приближения к фактическим данным ослабляет теоретические позиции структурных моделей по сравнению с аналогами DSGE. С другой стороны, последние не могут конкуриро-

вать с моделями экономической политики на уровне детализации воспроизведения связей между структурными компонентами.

Игрушечные модели больше напоминают репрезентативный инструмент наглядного представления отдельных экономических законов или закономерностей. Соблюдение теории не всегда является принципиальной характеристикой игрушечных моделей, в то время как важным элементом является наглядное восприятие и логическое изложение определённых закономерностей. Такие модели иногда совпадают со структурными компонентами более сложных модельных конструкций других типов. Завершают классификацию модели прогнозирования, не требующие детального объяснения, поскольку их назначение происходит от их названия. Основной задачей такого инструментария является предвидение реальных событий с наименьшей погрешностью.

Среди приведённых выше типов экономических моделей к классу макромоделей можно отнести теоретические, DSGE и структурные модели. При необходимости достижения двух целей макромоделирования: подражание теории и приближение к фактическим данным – становится понятным, почему всё большее распространение получают конструкции DSGE, которые предлагают компромиссный вариант решения поставленной задачи. Поэтому современные макромоделей всё чаще ассоциируются с инструментарием DSGE, который приобрёл популярность благодаря успешному опыту центральных банков развитых стран мира, полученному при проведении сценарной оценки последствий реализации денежно-кредитной политики. Фискальные органы также освоили определённый инструментарий в процессе разработки основного финансового документа и необходимости сверять результаты сценариев налогово-бюджетного регулирования. Благодаря постепенному размыванию линии разграничения между секторами экономики, что приводит к расширению перечня регуляторных средств, модели DSGE стали весомым практическим дополнением стандартного набора сценарных инструментов оценки последствий принятия управленческих решений на макро- и микроуровне, проведения прогнозных расчётов и обоснования новых концепций разветвлённого дерева теоретических течений.

Задачей написания статьи является проведение ретроспективного анализа знаковых этапов (поворотных точек) становления и развития теоретических подходов к макромоделированию с определением перспективных направлений дальнейшей их эволюции и проблемных вопросов, которые должны быть решены при формировании очередной генерации макромоделей.

Теория макромоделирования в течение периода своего становления и развития дважды претерпела разрушение на уровне кардинального пересмотра парадигмы и масштабных эволюционных изменений. Первый раз это произошло

в 1930-х годах, которые ассоциируются с периодом Великой депрессии в США, вместе с утверждением кейнсианской школы экономики. Второй толчок макро-моделирование получило в 1970-х годах, которые сопровождались тяжёлым периодом рецессии и стагфляции в США, отметившись развёртыванием эволюции взглядов на роль и место микроэкономики как науки.

Накануне Великой депрессии в США наибольшего успеха в продвижении макроэкономической науки достигли А. Маршалл и Л. Вальрас. Концептуальная модель А. Маршалла базировалась на воспроизведении частичного равновесия, в то время как Л. Вальрас рассматривал экономику в системе координат общего равновесия, однако при отсутствии взаимодействия между рынками. С развёртыванием кризисных событий в США Дж. Кейнс проделал большую историческую миссию, предложив миру смену парадигмы проведения макроанализа вместе с повышением приоритета государства предупреждать и сглаживать динамические колебания бизнес-циклов. Ключевыми новшествами учёного стали следующие позиции: генерирование функции потребления, манипулирование мультипликаторами и созданием теории предпочтения ликвидности. Перечисленные новшества ознаменовали появление нового подхода к проведению макроанализа, известного под композитным названием модели IS-LM (Keynes, 1936).

События, которые следовали за депрессией и отметились бешеным ростом цен и рецессией в 1970-х годах в США, стали толчком к кардинальному пересмотру макроэкономических основ на предмет их связи с микроэкономической теорией. На ниве базовых принципов построения макромоделей микроэкономика дебютировала представлением четырёх ключевых элементов: декларированием кривой Филипса, пропагандой адаптивных инфляционных ожиданий, привязкой номинальных цен и эндогенизацией производственной функции. Закон Филипса дал возможность выделить ориентиры природного объёма производства, при котором уровень цен остаётся неизменным, что улучшило проведение аналитической оценки с использованием модели IS-LM. Добавление адаптивных инфляционных ожиданий ограничило бессистемный рост совокупного спроса за счёт спирального эффекта увеличения цен и зарплат. Для большей эффективности манипулирования совокупным спросом было предложено установить зависимость между номинальной процентной ставкой и инфляцией, которая получила название правила Тейлора. Наконец, спецификация производственной функции материализовалась из наследства распространённой в то время эндогенной теории роста. Учёт перечисленных новаций в итоге привёл к возникновению нового подхода к макромоделированию, известного под названием

динамических стохастических моделей общего равновесия (Vines, Wills, 2018. P. 8–11).

Успех разработки первых моделей DSGE приписывают нескольким учёным. Так, Великая депрессия 1930-х годов, развернувшаяся в США, вдохновила выдающихся экономистов, будущих лауреатов Нобелевской премии, голландца Я. Тинбергена и американца Л. Клейна, а позже рецессия и стагфляция 1970-х годов подтолкнули других выдающихся экономистов, американца Р. Лукаса, норвежца Ф. Кидланда и американца Э. Прескотта, провести ревизию существующих подходов к макроэкономическому моделированию на предмет адекватного реагирования на кризисные события и способности с помощью определённого аппаратного инструментария проводить качественную и взвешенную оценку вероятных последствий корректировки экономической политики (Dhaene, Barten, 1989; Klein, Goldberger, 1955; Lucas, 1975; Kydland, Prescott, 1982).

Тогдашнее изменение теоретических подходов к макроэкономическому моделированию было призвано решить три ключевые задачи. Первая заключалась в правильной идентификации критической роли рисков на индивидуальном, секторальном и институциональном уровнях. Для решения первой задачи необходимо было иметь доступ и оперировать многочисленным массивом данных о поведении экономических субъектов. Сложившаяся к тому времени система национальных счетов давала возможность проводить комплексный анализ запасов и потоков как на уровне секторов, так и в разрезе основных видов экономической деятельности. На практике это существенно повышало уровень информированности относительно вероятных рисков и угроз, а также усиливало обоснованность принятия управленческих решений. Вторая задача касалась повышения транспарентности и идентификации экономических агентов как одного из важных структурных элементов моделирования. Появление новых технологий и инструментария проведения статистических вычислений позволили подойти к построению макромоделей с позиций охвата достаточно широкого массива данных. Определённые позиции уровня развития технологического сегмента оперирования информацией вызвали изменение подходов к манипулированию такими традиционными составляющими макроэкономического моделирования, как оценка деловой активности, установления рычагов влияния на инфляцию и занятость в реальном измерении, позиционирование основных макропеременных на уровне отдельного экономического агента и т. п. Третья задача была связана с радикальным изменением взглядов на роль и место микроэкономических основ, а именно возможности и необходимости принятия во внимание теоретических

концепций микромира при построении макромоделей (Dou et al., 2020. P. 124–125).

Перечень макромоделей середины XX века не был многочисленным и насчитывал четыре базовые конструкции в зависимости от применённого при разработке экономико-математического инструментария: масштабные эконометрические макромоделю, которые строились с учётом долгосрочных структурных связей, корреспондировались с базовыми положениями экономической теории; эконометрические модели редукционной формы с воспроизведением краткосрочных связей и поправкой на ошибки статистической выборки, структурные векторные авторегрессии (англ.: SVAR<sup>1</sup>) и модели гибридной формы, которые были сочетанием первых двух видов модельных конструкций.

Ключевые структурные элементы построения современных макромоделей были заложены ещё в трудах выдающихся американских экономистов П. Самуэльсона и Р. Лукаса при проектировании динамических конструкций экономики обмена<sup>2</sup>. В моделях таких экономик фигурировали экономические агенты с фиксированным периодом жизненного цикла, что компенсировалось введением атрибута перекрытия поколений (англ.: dynamic exchange economies with overlapping generations). В отличие от распространённого в то время опыта построения модельного аппарата в лучших традициях кейнсианства, П. Самуэльсон приложил немало усилий для освещения и распространения теории потребления<sup>3</sup> и спроса на деньги М. Фридмана, в то время как Р. Лукас активно пропагандировал идею рациональных ожиданий (Samuelson, 1951; Lucas, 1972).

Становление и развитие теоретических подходов к макромоделюрованию проходили в пять этапов, которые корреспондируются с последовательными поколениями эволюции школы построения макроинструментария. С продвижением и утверждением кейнсианской школы в 1960-х годах достигли своего расцвета кейнсианские макроэконометрические модели, которые дали начало первой генерации макромоделей и длительное время использовались центральными банками развитых стран мира (Klein, Goldberger, 1955). В 1970-х годах на смену

<sup>1</sup> Модели SVAR были впервые представлены К. Симсом в 1980 году как альтернатива масштабным структурным макромоделюям в случае существования объективных теоретических ограничений.

<sup>2</sup> Экономика обмена – это термин, используемый в микроэкономических исследованиях для описания взаимодействия между несколькими агентами, каждый из которых обладает набором присущих ему ресурсов, которыми агенты могут обмениваться, используя установленную систему цен.

<sup>3</sup> Теория потребления – это раздел микроэкономики, который изучает, как индивидуумы решают тратить свои деньги, руководствуясь собственными предпочтениями и бюджетными ограничениями.

кейнсианской школе пришла новая классическая теория, которая ознаменовала появление второго поколения DSGE моделей. Выразительной особенностью таких моделей было апеллирование к оптимальному поведению индивидуальных агентов (*Sargent, 1976*).

В 1980-х годах получили распространение модели третьего поколения, развитие которых происходило с утверждением нового направления под названием теории реального бизнес-цикла (англ.: real business circle, RBC). Теория RBC стала логическим следствием перевоплощения наследия первых двух этапов развития макромоделирования. Согласно постулатам теории RBC, колебания деловой активности происходили под влиянием технологических шоков, а нарушение равновесия на рынках было результатом принятия экономическими агентами оптимального решения по выбору между трудом и отдыхом и изменению предпочтений в пользу потребления или сбережения. Поскольку колебания агрегатных переменных бизнес-циклов происходили под влиянием изменения реальных факторов, монетарная политика носила нейтральный характер, а оптимальные решения экономических агентов считались настолько взвешенными и обоснованными, что не нуждались в дополнительном вмешательстве государства. Особенностью построения моделей RBC было формирование структурной иерархии инструментария в направлении снизу вверх, то есть от принятия решений экономическими агентами к определению общих структурных взаимосвязей на уровне экономики в целом (*Woodford, 2003; Gali, 2008*).

Типичная конструкция класса моделей третьего поколения была подробно описана во всемирно известной работе Ф. Кидланда и Е. Прескотта под названием "Время строить и объединять колебания". Представленная учёными модель была построена на основе кейнсианской школы с включением отдельных фундаментальных составляющих микроэкономики. Такими составляющими были эксплицитные предположения и межвременная оптимизация принятия решений на уровне экономических агентов. Принципиальным моментом построения модели было также включение функции жизненной полезности, поиск максимума которой происходил с учётом межвременного бюджетного ограничения домохозяйств. На стороне частного сектора выступали фирмы, которые максимизировали прибыль, принимая решения в зависимости от уровня цен и факторов производства. Кроме того, при принятии решений относительно будущих поступков экономические агенты были наделены свойством оперировать рациональными ожиданиями (*Kydland, Prescott, 1982*).

Наличие в модели Кидланда-Прескотта описанных выше структурных элементов микроэкономического происхождения было не случайным и факти-



чески стало ответом на известную критику американского экономиста Р. Лукаса. Учёный вошёл в историю моделирования как сокрушительный критик распространённых в то время масштабных эконометрических моделей, которые базировались на использовании ретроспективных рядов динамики. Учёный справедливо отмечал невозможность принятия объективных решений на основании информации о событиях, которые произошли в прошлом (Lucas, 1976). Подобного мнения придерживался и другой американский экономист К. Симс, утверждая, что при отсутствии адекватных предположений относительно идентификации макропеременных при оперировании большим массивом данных нельзя быть полностью уверенным, что оценки параметров будут оставаться стабильными с изменением экономической политики (Sims, 1980). Несмотря на то, что масштабные макроэконометрические модели были полезными при установлении структурных связей в соответствии с теоретическими предположениями, арсенал их использования был суженным из-за ограничений проведения идентификации макропеременных. В противовес масштабным макроэконометрическим макромоделям DSGE инструментарий был лишён указанных недостатков, поскольку параметры, отвечающие за поведение экономических агентов, были "политически нейтральными", то есть не менялись с изменением экономической политики.

Несмотря на зафиксированные успехи использования теории RBC, одно из её положений о нейтральности денег неоднократно подвергалось критике из-за неспособности на практике убедительно объяснить природу колебаний путём вмешательства исключительно экономических агентов. На смену теории RBC в 1990-х годах пришла новая кейнсианская парадигма, которая отождествляется с четвёртой генерацией эволюции теоретических подходов к макромоделированию. Новая теория возникла как попытка обеспечить микрофундаменты для ключевых кейнсианских концепций, таких как неэффективность колебаний деловой активности и нейтральность денег. Предположение о нейтральности денег было подвергнуто сомнению и высказана другая гипотеза о том, что на протяжении отдельных временных интервалов номинальные цены и зарплаты могут оставаться неизменными. Однако модели, которые строились на основе такой теории, просуществовали недолго, поскольку были статическими и использовались в основном для качественного, а не количественного анализа (Mankiw, Romer, 1991).

В конце 1990-х – начале 2000-х годов возникло новое направление макроэкономического моделирования, которое стало естественным синтезом двух теоретических подходов: RBC и нового кейнсианского. По общему видению по-

строения таких моделей экономические агенты были наделены свойством определять в течение краткосрочного периода ценовые ориентиры и уровень заработных плат в случае изменения условий функционирования экономической среды. Описанная "жесткость" номинальных заработных плат и цен объяснялась стремлением хотя бы в течение непродолжительного временного интервала сохранить существующие позиции в координатах функции жизненной полезности домохозяйств и уровня доходов частных агентов в ответ на шоки возмущения. При определённых условиях роль монетарной политики была лишена нейтральности в течение краткосрочного периода, поскольку поведение экономических агентов уже не подлежало исчерпывающему объяснению исключительно с позиций сглаживания бизнес-циклов. Для нового направления макроэкономического моделирования использовались различные названия. Гудфренд и Кинг предложили термин "новый неоклассический синтез" (Goodfriend, King, 1997), тогда как Вудфорд использует название "неовискелиан" (Woodford, 2003), а Кларида и др. агитируют за определение "новый кейнсианский" (Clarida et al. 1999). Общеизвестной практикой, которой придерживается большинство экономистов, является толкование нового направления макроэкономического моделирования как новые кейнсианские модели DSGE (англ.: NK DSGE models).

Подытоживая изложение материала относительно этапов эволюции теоретических подходов к построению инструментария DSGE, приведём структурированный базовый функционал таких моделей, представленный французским экономистом Ф. Серджи с учётом пяти ключевых принципов ("ингредиентов") моделирования, впервые озвученных Бауманом в 1999 г. (Boumans, 1999. P. 67; Sergi, 2020. P. 165–166):

1) целью построения моделей DSGE является проведение анализа бизнес-циклов путём фиксации отклонения временных рядов макродинамики от стохастического тренда, теоретическим базисом которого служит модель общего равновесия Вальраса<sup>4</sup> и модели экономического роста Кидланд и Прескотта;

2) макромодель охватывает классы репрезентативных агентов (домохозяйства, фирмы), которые сосуществуют на рынках, не пересекаются и функционируют на условиях соблюдения равновесия, эти агенты властны принимать рациональные решения на основании просчёта максимума полезности / прибыли и / или минимума затрат с учётом межвременных бюджетных ограничений;

---

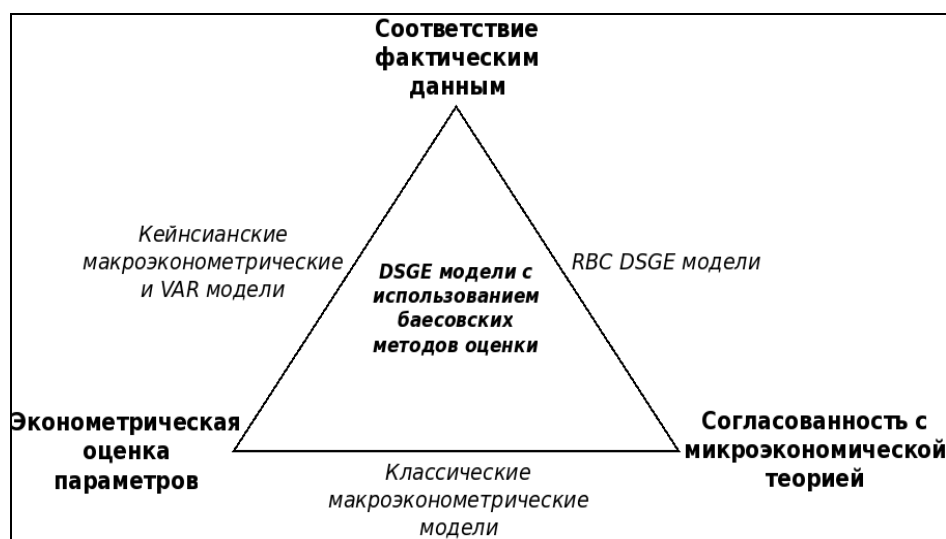
<sup>4</sup> Теория общего равновесия, или общее равновесие Вальраса пытается объяснить функционирование макроэкономики в целом, а не как совокупность отдельных рыночных явлений. Теория была разработана французским экономистом Леоном Вальрасом конце XIX века.

3) динамические процессы являются результатом шокового воздействия реальных и номинальных внешних факторов, которые сказываются на просчёте оптимального рационального выбора экономических агентов;

4) благодаря существованию монополистической конкуренции номинальные цены и зарплаты не меняются мгновенно в ответ на изменение макроэкономической среды ("жесткость" или "липкость" зарплат и цен);

5) монетарная политика играет важную роль в восстановлении макроэкономического равновесия, используя инструмент номинальной процентной ставки.

Для наглядной демонстрации доверительного поля (не) решённых вопросов, связанных с техническими особенностями построения макромоделей, Ф. Серджи метко представил треугольник вариаций, демонстрирующий преимущества и недостатки существующих количественных подходов к макромоделированию (рис. 1). Доверительное поле таких вариаций разграничивает три характеристики: эконометрическую оценку параметров, согласование с микроэкономической теорией и соответствие фактическим данным. Масштабные кейнсианские макроэконометрические модели были пригодны для оценки параметров, которые давали возможность получать меньшую погрешность при сравнении с фактическими данными. В то же время такие модели не совсем удачно согласовывались с теорией, особенно в части микроэкономики. Новые классические модели, наоборот, неплохо согласовывались с теорией и давали возможность проводить взвешенную эконометрическую оценку параметров. Однако соответствие фактическим данным в таких моделях было их слабой стороной. Слабым местом следующей категории эволюции макромоделей, моделей RBC (макромоделей третьего поколения), была невозможность проведения взвешенной оценки параметров. Указанный недостаток потерял свою актуальность при построении DSGE-моделей пятой генерации, где определение параметров может происходить из-за использования байесовских методов оценки. Поэтому DSGE-модели пятой генерации оказались наиболее удачными и заняли компромиссную нишу среди существующих количественных методов построения аппаратного инструментария (Sergi, 2020. P. 184–185).



**Рисунок. Трихотомия доверительного поля вариаций  
количественных подходов к макро моделированию**

Источник: (Sergi, 2020. P. 184).

Важность появления DSGE-инструментария и его вклад в наследие теории и практики макро моделирования можно тезисно оценить по трём составляющим. Во-первых, DSGE-модели меньше подвергаются поражению со стороны критики Р. Лукаса, поэтому обеспечивают надёжную организационную основу для проведения анализа последствий принятия управленческих решений в части корректировки экономической политики. Во-вторых, оценка последствий на шоки возмущения с использованием импульсной функции позволяет детализировать такие шоки на чисто экономические и чисто политические. Такую взвешенную позицию по идентификации структурных шоков можно считать адекватным ответом на критику К. Симса, что улучшает оценку причинно-следственных связей и уменьшает погрешность прогноза. В-третьих, просчёт реакции импульсной функции на шоки возмущения происходит с использованием временных рядов динамики, что делает такой макроэкономический инструментарий особенно полезным для выявления глубоких структурных сдвигов в экономике. В отличие от SVAR структурные параметры моделей DSGE могут быть откалиброваны / оценены с помощью информации, полученной из других источников (например, байесовскими методами), что полезно в случае короткой выборки, существенно улучшает точность оценки и уменьшает риск ложной идентификации параметров (Dou et al., 2020. P. 103).

Дальнейшая эволюция DSGE моделирования происходит в направлении приближения к реалиям функционирования экономики путём внесения измене-

ний в базовую конструкцию посредством введения новых структурных элементов и специфических сценарных предпосылок. Корректировка базовой конструкции предусматривает проведение кропотливой работы, связанной с оценкой / калибровкой параметров модели с целью более точного соответствия теоретическим основам её построения. В зависимости от целей моделирования для проведения оценки / калибровки избираются разные пути от экспертного до использования байесовских методов. В отличие от первых конструкций в современных DSGE моделях конкретизируется присутствие государства через разграничение между фискальными и монетарными экономическими агентами. Используются также такие дополнительные параметры, как формирование глубоких привычек, учёт поправок на инвестиционные расходы, проводится корректировка при использовании неполной мощности и т. п.

Лучшие аналоги пятой генерации инструментария DSGE уже могут конкурировать с другими моделями на предмет уменьшения погрешности прогнозирования, получения взвешенных импульсных оценок реакции системы на шоки нарушения равновесия, эмпирического тестирования концепций развития экономической теории и т. п. Если не принимать во внимание периоды резкого изменения динамики в периоды рецессий и экспансий, DSGE-модели ненамного, но опережают VAR аналоги по точности прогнозных расчётов (*Chauvet, Potter, 2013* P. 181). При этом с увеличением прогнозного горизонта опережение DSGE-моделей становится всё более заметным (*Jondeau, Rockinger, 2019*).

Как и любой другой инструментарий проведения исследований, DSGE-модели не лишены критики, которая звучит и всё больше подталкивает к появлению очередной генерации таких моделей. Учёными Д. Вайнсом и С. Уилсом проведена кропотливая работа по упорядочению существующих представлений об эволюции теоретических подходов к макромоделированию и поощрению других авторов к проведению ревизии достижений фундаментальной науки по определённому вопросу. Результатом наработок стала тематическая подборка работ учёных, опубликованная в журнале "Оксфордский обзор по экономической политике". В работе, в частности, отмечается четыре проблемных вопроса, требующие решения, а именно: необходимость фиксации финансовых потоков, дословно "трения" финансовых рынков (англ.: *financial frictions*), ослабление оптимизации рациональных ожиданий с получением большего веса на коротком периоде, замещение гомогенности гетерогенностью (неоднородностью) представленных экономических агентов (детализация репрезентативной выборки в группе) и привлечение других необходимых теоретических предположений микроэкономики (*Vines, Wills, 2018*. P. 21).

Запрос на должное упорядочения финансового сектора с фиксацией связей с другими секторами стал на повестке дня после финансового кризиса 2008 года. Отсутствие финансового сектора как отдельной структурной единицы с реалистичным набором связей с другими структурными элементами не позволяет закладывать системные риски функционирования финансовой системы и в приемлемый способ реагировать на такие риски, учитывая один из важных факторов влияния на колебания деловой активности. Современная структура DSGE-моделей построена на основе отсутствия "трения" между финансовыми посредниками и фигурирует в виде выполнения последними своих базовых функций типа кредитования частного сектора или приумножения домохозяйствами своих сбережений. В случае расширения и детализации присутствия в модели отдельного блока финансовых агентов становится возможной закладка финансовых рисков и просчёт последствий финансовых шоков, вызванных корректировкой макропруденциальной политики (Hendry, Muellbauer, 2018).

В литературе предлагается несколько возможных вариантов привлечения и упорядочения финансовых потоков в структуре макромоделей. В упомянутой выше работе учёные Д. Вайнс и С. Уилс выделяют такие предложения: ограничение ликвидности, упорядочение займов, манипулирование финансовым акселератором и оперирование инвестициями, источником которых являются заёмные средства. В итоге сущность приведённых предложений сводится к общему тезису о том, что запасы финансовых ресурсов должны влиять на финансовые потоки, учёт которых даёт возможность оперировать информацией о распределении таких ресурсов между экономическими агентами (Vines, Wills, 2018. P. 22). Интересным представляется предложение другого учёного Р. Райта, суть которого заключается в том, что деньги, финансы и кредит должны быть не исходными элементами, а представлять конечный продукт модели. Таким образом, отмечает автор, можно будет отслеживать последствия образования финансовых шоков типа "пузырей" на рынке недвижимости и т.д. (Wright, 2018. P. 115–116).

Хотя меньше сторонников сохранения за экономическими агентами свойства управления рациональными ожиданиями при принятии ключевых решений, всё чаще звучат предложения об ослаблении такой рациональности. По мнению противников рациональных ожиданий, последние являются слишком строгими и не всегда имеют место в реальной жизни при принятии решений, особенно на короткую перспективу. Ослабление оптимальных рациональных критериев принятия решений даёт возможность значительно расширить перечень сценариев вероятных последствий реакции экономических агентов на изменение экономической политики, улучшает взвешенность проведённой оценки и детализирует связи между причинами и следствиями.

Учёный О. Бланшар даже предлагает установить новый горизонт отсчёта, который будет зависеть не от продолжительности жизни индивидуума, а будет корреспондироваться с временными координатами принятия рациональных решений (*Blanchard, 2017. P. 3*).

Третьим недостатком современных DSGE-моделей является предположение об однородности экономических агентов в пределах репрезентативной выборки, что на практике делает невозможным принятие во внимание таких параметров, как эффективность и неравномерное распределение материальных и денежных потоков между агентами в рамках такой выборки. Неоднородность агентов исключает какую-либо связь между индивидуальным и совокупным поведением, что фактически устраняет необходимость использования каких-то отдельных теоретических подходов микроэкономики. А Холдейн и А. Турелл предложили даже ввести специальный класс моделей, построенных с фокусировкой на более широком представительстве экономических агентов (англ.: *agent-based models, ABMs*) (*Haldane, Turrell, 2018. P. 231–232*).

Решение четвёртого, последнего, проблемного вопроса связано с первыми тремя и заключается в просмотре и улучшении теоретической базы микрофундаций с целью более обоснованного их использования в процессе построения макромоделей. В данном случае речь идёт о трёх направлениях такого улучшения, а именно: в системе координат существующих конструкций DSGE, с использованием новых, углублённых микроэкономических предположений и привлечением других, более производительных имитационных алгоритмов расчёта. Задача повышения обоснованности микроэкономических предположений в рамках существующей конструкции DSGE пересекается с решением второго проблемного вопроса, рассмотренного выше и связанного с упрощением оптимального принятия решений на основе рациональных ожиданий. Использование новых микроэкономических предположений связано с решением первого проблемного вопроса, касающегося привлечения финансовых агентов и воспроизведения связей с другими структурными элементами макромоделей. Наконец улучшение имитационных алгоритмов расчёта является необходимым условием для решения третьего проблемного вопроса, связанного с углублением гетерогенности экономических агентов в пределах репрезентативной выборки.

### Выводы

Периодичность и деструктивные последствия кризисных потрясений конца XX - начала XXI веков заставили научное сообщество пересмотреть теоретические взгляды на построение аппаратного инструментария тестирования последствий принятия управленческих решений, что привело к появлению целой когор-

ты новых макромоделей под общим названием динамических стохастических моделей общего равновесия. В отличие от прошлой практики построения макромоделей наряду с наследованием фундаментального базиса макротеории новый инструментарий отличился радикальным изменением подходов, где на рубиконе передовых позиций оказалась микроэкономика. На ниве базовых принципов макроmodellирования микроэкономика дебютировала представлением четырёх ключевых элементов: декларированием кривой Филипса, пропагандой адаптивных инфляционных ожиданий, привязкой номинальных цен и эндогенизации производственной функции.

Теоретические подходы к построению аппаратного инструментария поэтапно менялись в зависимости от очерёдности утверждения и развития фундаментальных течений, вобрав передовые новации наследия представителей кейнсианской и классической школ. По состоянию на начало XXI века эволюция построения макроинструментария насчитывает пять поколений моделей: кейнсианские, классические, RBS, новые кейнсианские и новые кейнсианские DSGE-модели. Ссылаясь на трихотомию доверительного поля вариаций количественных подходов к макроmodellированию, можно констатировать, что модели DSGE последней пятой генерации оказались наиболее удачными и заняли компромиссную нишу среди существующих количественных методов построения аппаратного инструментария. Весомые преимущества таких моделей касаются их "политической нейтральности" (не меняются с изменением экономической политики), возможности детализировать шоки возмущения на чисто экономические и чисто политические и выявлять причины и последствия глубоких структурных сдвигов в экономике.

Дальнейшая эволюция моделирования DSGE происходит в направлении приближения к реалиям функционирования экономики путём внесения изменений в базовую конструкцию посредством введения новых структурных элементов и специфических сценарных предпосылок. С появлением новой шестой генерации макромоделей должны быть решены четыре злободневных вопроса, а именно: фиксация финансовых потоков, ослабление оптимизации рациональных ожиданий, детализация репрезентативной выборки экономических агентов и привлечение других более глубоких и взвешенных теоретических предположений микроэкономики.

### Литература

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 macroeconometric 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. Galí, 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., Galí, 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-macroeconomics>.
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>

Поступление в редакцию 14 січня 2021 г.

### 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*