Вестник ЦЭМИ РАН. 2018-2023

ISSN 2658--3887

URL - <http://cemi.jes.su>

Все права защищены

Выпуск 1 Том 1. 2018

Динамические модели общего равновесия как инструмент анализа и прогнозирования экономики России

Поспелов Игорь Гермогенович

*Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН
Российская Федерация, Москва*

Пильник Николай Петрович

*Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики;
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН;
Научно-исследовательский финансовый институт Министерства финансов
Российской Федерации
Российская Федерация, Москва*

Аннотация

В статье представлены результаты прикладного использования динамических моделей общего равновесия в процессе анализа и прогнозирования экономики России. Описан сорокалетний опыт использования моделей этого типа, особенности используемых подходов и полученные значимые результаты. Подробно рассмотрены принципы, лежащие в основе современных моделей общего равновесия. На примере трех разных блоков модели общего равновесия показано, какие именно результаты с точки зрения широты используемой статистической информации, методов работы с уравнениями модели и точности оценок и прогнозов можно получать на текущем этапе с помощью рассматриваемых моделей.

Ключевые слова: математическая модель, развивающаяся экономика, общее равновесие, прогнозирование

Дата публикации: 20.11.2018

Источник финансирования:

06.39.21 Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-11-00432)

Ссылка для цитирования:

Пильник Н. П., Поспелов И. Г. Динамические модели общего равновесия как инструмент анализа и прогнозирования экономики России // Вестник ЦЭМИ РАН. – 2018. – Т. 1. – Выпуск 1. URL: <https://cemi.jes.su/s111111110000109-2-1/>. DOI: 10.33276/S0000109-2-1

¹ История использования моделей равновесия

² В 1975 г. в Вычислительном центре АН СССР (потом РАН) возникло новое направление исследований: системный анализ развивающейся экономики (САРЭ), в котором методология математического моделирования сложных систем, развитая в естественных науках, была синтезирована с достижениями современной экономической теории. Исследования начались с моделей рыночной экономики, а в 1988 года была построена модель, которая воспроизводила основные качественные особенности эволюции плановой экономики. С помощью этой модели за два года до реформы 1992 года были правильно предсказаны ее краткосрочные последствия. Каждая из последующих моделей (модель экономики периода высокой инфляции 1992-1995 годов, модель экономики периода «финансовой стабилизации» 1995-1998 годов, предсказавшая кризис 1998 года, модель для оценки перспектив развития экономики России после кризиса 1998 года) была основана на системе гипотез относительно характера тех экономических отношений, которые складывались в соответствующий период в России ([Петров и др., 1999]).

³ Главная трудность моделирования советской и российской экономики в период 1986-2000 гг. была в том, что вследствие ее эволюции каждую следующую модель приходилось создавать заново, начиная с системного анализа изменившихся экономических отношений. Новые экономические отношения описываются новыми переменными, другими соотношениями, часто требуют использования новых математических методов. Эти модели мы условного называем моделями первого поколения САРЭ.

⁴ В начале 2000-х годов была построена модель межвременного равновесия с капиталом, которая легла в основу целой серии прикладных моделей национальных экономик. В модельных условиях точного прогноза обращение обслуживается идеальными деньгами: взаимными обязательствами агентов, а доходы собственников определяются идеальными капиталовложениями. Эта модель динамическая в том смысле, что конец равновесной траектории является равновесием в модели, описывающей возможности агентов, оставшиеся после реализации начала траектории. Динамика эта необратимая – не все равновесия для конечных возможностей являются продолжением равновесий на всем интервале времени. Поведение экономического агента в рамках этой модели описывается как решение оптимизационной задачи, общий вид которой для всех агентов, описывающих совокупности юридических лиц, одинаков, независимо от их роли.

Построенные на ее основе модели (например, модель экономики России с теневым сектором, позволяющая дать его оценку на основе только макроэкономической статистики – 2004 год, модель экономики Республики Казахстан – 2010 год, многопродуктовая модель экономики России, описывающая процессы восстановления после кризиса 2008 года – 2012 год) мы называем моделями второго поколения ([Андреев и др., 2007]).

⁵ С помощью моделей удалось понять внутреннюю логику развития экономических процессов, скрывшуюся за видимой, часто, казалось бы, парадоксальной, картиной экономических явлений, которая не укладывалась в известные теоретические схемы. Опыт применения моделей показал, что они служат надежным инструментом анализа макроэкономических закономерностей, а также прогноза последствий макроэкономических решений при условии сохранения сложившихся отношений. Можно сказать, получилась целая «летопись» российских экономических реформ, выраженная языком математических моделей.

⁶ Модели данного поколения позволили сформулировать следующие общие принципы САРЭ:

- Экономическая динамика описывается как результат взаимодействия агентов.
- Состояние экономического агента описывается запасами его материальных активов и финансовых инструментов. Изменения агрегированных переменных во времени подчиняются уравнениям материальных и финансовых балансов, которые описывают создание и уничтожение активов и пассивов агентами, а также передачи активов и пассивов от одних агентов другим. Все наши модели основаны на полной системе балансов, это позволяет проследить движение каждого актива от создания до уничтожения.
- Допустимые действия экономического агента ограничиваются условиями, которые отражают экономический смысл величин – неотрицательность запасов или приростов запасов продуктов, денег и т. п., – или задают множество известных технологий. Информация о состоянии его контрагентов задается значениями информационных переменных – цен, процентов, нормативов, плановых заданий и т.п. В такой схеме поведение агента обычно удается описать принципом оптимальности.
- Некоторые группы субъектов в экономике, такие как государственные органы или крупные компании, образуют иерархические жесткие структуры. Поведение этих субъектов не подчиняется принципу рациональности. Поэтому для моделирования влиятельных организаций разрабатываются сценарии возможного поведения.

⁷ Каноническая форма моделей второго поколения заложена в основу новой технологии разработки модели, поддерживаемой оригинальной системой ЭКОМОД. Эта система реализована в среде компьютерной алгебры Maple и позволяет в полуавтоматическом режиме (контроль со стороны пользователя все-таки совсем исключать не стоит) проводить сложные аналитические преобразования от этапа постановки задач агентов до этапа получения итоговой

системы уравнений, которая ровно в таком виде далее и будет использоваться при работе со статистикой.

8 **Современные модели общего равновесия**

9 При всей прикладной полезности моделей второго поколения, оставался нерешенным целый ряд вопросов, связанных с прогнозной силой таких моделей, использованием определенных эвристических приемов, технологией идентификации их параметров. В настоящее время мы переходим к следующему (третьему) поколению моделей, призванных разрешить эти вопросы. В качестве основных нововведений следует выделить следующие.

10 • Глубокий анализ статистической информации.

11 Опыт использования моделей первого и второго поколения показал, что они весьма чувствительны к качеству статистической информации. На данный момент по отдельным важнейшим блокам (например, банковская система и система государственных финансов) мы вынуждены использовать первичную информацию Банка России и Казначейства, содержащую более тысячи позиций по каждому банку или более пяти тысяч позиций по каждому уровню бюджетной системы. За этапом сбора и обработки информации по блокам следует сведение этих показателей в рамках системы макроэкономических балансов, структуру которой составляют четыре типа баланса каждого макроэкономического агента. Такой подход, с одной стороны, позволяет согласовать данные, полученные из разных источников, что критически важно для любой модели общего равновесия. С другой стороны, такая система балансов и сама может быть использована для формирования содержательных выводов, как это было сделано, например, в 2014 году во время работы со Счетной Палатой по анализу государственных программ. В этот же раздел попадают работы по корректировке сезонной компоненты в исходных данных. Оказалось, что используемые в настоящее время процедуры типа TRAMO/SEATS и семейство X11, не удовлетворяют целому ряду требований на свойства получаемых рядов, столь важных для моделей общего равновесия. Из-за этого, нам приходится использовать свою специально разработанную процедуру.

12 • Широкое использование инструментария эконометрики для предварительного анализа статистики.

13 Главная цель этого этапа состоит в выявления сложившихся институциональных и технологических ограничений деятельности экономических агентов, которые далее будут использованы в качестве ограничений в задачах агентов. К числу таких ограничений относятся, например, разного рода потребности в хранении ликвидности и производственные функции.

14 • Использование максимально обоснованной методики преобразования системы уравнений модели.

Техника постановки и решения задач агентов, а также нахождения равновесия в модели была хорошо изучена на моделях второго поколения, хотя и потребовались отдельные ее доработки. Мы принципиально формулируем и решаем задачи агентов в непрерывном времени с помощью достаточных условий максимума в форме Лагранжа. Итогом этого этапа становится система, содержащая алгебраические и дифференциальные уравнения, неравенства и условия дополняющей нежесткости. Напрямую использовать их для работы со статистическими данными нельзя, потому что, как минимум, требуется переход к дискретному времени. К настоящему времени вместо набора эвристических приемов мы имеем достаточно проработанные и обоснованные методы переходы, использующие идею о том, что хоть экономическая система и функционирует в непрерывном времени, наблюдать мы ее может только в отдельных узлах дискретной сетки. Но зная ее описание в непрерывном варианте, мы можем перейти к дискретному. Такой подход параллельно позволяет решить массу трудностей, связанных, например, с использованием крайне неудобных при расчетах условий дополняющей нежесткости. Важно отметить, что все эти преобразования проводятся в системе ЭКОМОД, которая позволяет очень оперативно корректировать итоговую систему уравнений при любых изменениях на более ранних этапах.

- 16 • Соотнесение используемых подходов и приемов с наиболее перспективными мировыми аналогами.

17 В настоящее время модели общего равновесия оказались высоко востребованным инструментом анализа экономических процессов. Так, практически у любого центрального банка развитых и наиболее крупных развивающихся стран, есть своя DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium) модель, позволяющая анализировать эффекты от проводимой денежно-кредитной политики. CGE (Computable General Equilibrium) модели используются для анализа реального сектора экономики и эффектов от различных вариантов отраслевой политики. Реализуемые там схемы не всегда нас удовлетворяют (например, избыточное, на наш взгляд, использование стохастики в DSGE моделях, очень часто используемая просто как «затычка» для плохо работающих на статистических данных соотношениях), но, в целом, близкая идеология подходов позволяет переводить результаты наших моделей на принятый в мировой науке язык.

- 18 • Подробное тестирование прогнозных свойств моделей.

19 Очень часто основным преимуществом моделей равновесия называется возможность анализировать различные альтернативные варианты проводимой политики или внешних событий («story telling»), а высокое качество прогнозов определяется как свойство скорее чисто эконометрических моделей. Мы же считаем, что такое разделение связано исключительно с недостатками методов оценки параметров моделей равновесия, используемых в настоящее время. При этом основным их преимуществом является возможность вывода (а не подбора) подходящей функциональной формы зависимости переменных модели. Но этот

факт для каждой конкретной модели требует доказательства, которое мы получаем с помощью сопоставления точности прогноза моделей различных типов вне интервала оценки параметров (out of sample). Для моделей общего равновесия САРЭ нами была предложена специальная методика оценки модельных параметров, позволяющая получать устойчивые прогнозы на заданное число периодов, основанная на идее скользящего прогнозирования и реализованная в среде MatLab. Критерием удовлетворительного качества прогноза для нас на данный момент является превышение точности прогноза (обычно мы используем критерий MAPE) модели общего равновесия эконометрических моделей типа AR, ARIMA, ARIMAX, VAR, BVAR по большей части эндогенных переменных модели.

²⁰ Далее на примере трех разных блоков модели общего равновесия мы покажем, какие именно результаты можно получать с помощью моделей такого типа. В рамках блока внешнеэкономической деятельности, который описывает взаимодействие экономики России и остального мира, будет показано использование эконометрического инструментария для подготовки отдельных блоков. В рамках блока реального сектора (к которому мы относим производителя и систему торговцев) будет показана схема декомпозиции ВВП по элементам использования, которая позволяет учитывать существенную разницу в динамике дефляторов, оставаясь при этом в рамках схемы агрегированных агентов без специальной разбивки по отраслям экономики. На примере блока банковской системы (которая для существенной доли существующих моделей общего равновесия вообще игнорируется) будет показана процедура тестирования прогнозных свойств модели, которая нами используется в настоящий момент.

²¹ **Модель внешнеэкономической деятельности экономики России**

²² Объектом моделирования в данном разделе выступает платежный баланс России. Платежный баланс служит основным статистическим источником о внешнеэкономической деятельности экономики и состоит из суммы сальдо счета текущих операций, счета операций с капиталом и финансового счета, которые с учетом статьи «Чистые пропуски и ошибки» балансируются изменением валютных резервов.

²³ Все экзогенные переменные модели можно разделить на четыре группы. Первая – показатели состояния мировых рынков, в которую попадают цены на нефть и газ, курс евро к доллару. Вторая группа показателей описывает технологические ограничения в области добычи наиболее важных (с точки зрения экспорта) полезных ископаемых. Третья группа показателей – это характеристики внутреннего спроса экономики на импортные товары и услуги. Поскольку речь идет именно о модели внешнеэкономической деятельности как отдельном блоке модели всей экономики, мы можем считать эти переменные экзогенными. Наконец, последняя группа показателей – показатели проводимой кредитно-денежной политики. В первую очередь, здесь следует выделить изменение резервных активов, которые после перехода к политике свободно плавающего курса рубля, напрямую управляемы Банком России. Еще одна управляемая Банком России переменная – ключевая ставка.

²⁴ Все уравнения модели можно разделить на два типа. Первый тип уравнений – соотношения, которые должны быть выполнены по определению. Например, требование равенства импорта сумме импорта товаров и услуг. Второй тип уравнений – выявленные статистические зависимости между эндогенными и экзогенными переменными. Все уравнения упорядочиваются в зависимости от того, достаточно ли в них использовать в качестве объясняющих переменных только экзогенные переменные или требуется добавление в правую часть этих уравнений переменных, которые также моделируются, но на более ранних этапах. В последнем случае будут использоваться не статистические ряды, а оценки этих переменных, полученные из соответствующих уравнений. В эконометрике этот подход известен как двухшаговый метод наименьших квадратов (2SLS), однако в чистом виде мы его использовать не можем из-за специфики используемых данных.

²⁵ Основной статистический источник исследования – платежный баланс – обладает целым рядом особенностей, вынуждающий подбирать специальные методы для работы с содержащейся в нем информацией. Данные в месячном формате доступны только с 2012 года, причем по разным показателям эти временные интервалы отличаются. Данные в квартальном формате доступны на всем временном интервале (с 2000 по 2017 года), но представляют меньший интерес для моделирования по сравнению с месячными данными, на которые и ориентирована модель.

²⁶ Для модели была разработана специальная процедура, которая позволяет учесть всю доступную информацию, независимо от ее частотности. Ее особенностью является использование функционала, который учитывает расхождение между модельными и статистическими месячными данными, на тех интервалах, где они доступны, а также расхождения между статистическими квартальными данными и модельными квартальными данными, рассчитанными на основе месячных. Таким образом, итоговые соотношения оказываются адаптированными именно на месячные данные, но при этом учитывают информацию о рядах с квартальным шагом, и это позволяет с помощью модели восстановить месячные данные по всем показателям на тех интервалах, где они изначально в статистике недоступны.

²⁷ Далее с помощью графиков демонстрируется соответствие между модельными и статистическими рядами. На рисунках 1-4 на примере средней цены и объема экспорта нефти сопоставляется точность квартальных и месячных оценок. Кроме того, можно видеть участки на рисунках 1 и 3, на которых отсутствуют статистические данные, но восстановлены модельные. Следует сказать, что два этих показателя были выбрана еще и как наиболее (цена экспорта нефти) и наименее (объем экспорта нефти) точный прогноз внутри обучающей выборки.

Рис. 1 Средняя цена экспорта нефти, тыс. долл./тонн. (месячные данные)

Рис. 2 Средняя цена экспорта нефти, тыс. долл./тонн. (квартальные данные)

30

Рис. 3 Объем экспорта нефти, млн. тонн. (месячные данные)

Рис. 4 Объем экспорта нефти, млн. тонн. (квартальные данные)

32 **Модельная декомпозиция элементов использования ВВП России**

33 Данный раздел посвящен исследованию вопроса о модельном описании декомпозиции ВВП и его элементов использования на отдельные компоненты. Необходимость такой декомпозиции возникает при построении моделей, способных воспроизводить нетривиальную динамику различных секторов экономики, см. напр. [Andreyev et al., 2014]. Заметим, что, например, в рамках моделей DSGE такая динамика очень часто игнорируется, все финансовые величины записываются в постоянных ценах, см. напр. [Smets, Wouters, 2007], [Gali et al, 2007], [Christiano et al, 2011]. Для реализации этой декомпозиции требуется либо использование межотраслевой статистики, либо некоторые априорные соображения о принципах разложения компонентов ВВП на отдельные продукты. Первый подход упирается в доступность и качество современной статистики, поэтому мы используем второй подход.

34 Ключевая идея, на которой основан предлагаемый метод декомпозиции, состоит во введении в модель небольшого числа продуктов (обычно двух или трех), которые в различных пропорциях составляют наблюдаемые компоненты ВВП (например, потребление, инвестиции или экспорт). Сам процесс перехода от ненаблюдаемых модельных продуктов к наблюдаемым компонентам ВВП производится с помощью CES функций. Эти продукты характеризуются различными ценами, соответственно порождая нетривиальную динамику цен

компонентов ВВП (дефляторов). Такой подход весьма удобен, поскольку позволяет свести все разнообразие цен в рамках модели всего к нескольким индикаторам.

³⁵ Мы используем подход к методике декомпозиции элементов ВВП, в рамках которого удастся описать саму декомпозицию непротиворечивым (без заведомо невыполняемых соотношений) образом, решить проблему чувствительности процедуры к смене базового года и при этом обеспечить на порядок более высокую точность по сравнению с предыдущими работами. Приводятся результаты декомпозиции элементов использования ВВП России на предварительно гармонизированном наборе данных (с 1 квартала 2001 года до 3 квартал 2017 года включительно). Полученные результаты оказываются хорошо трактуемыми и позволяют сделать ряд качественных выводов об изменении структуры элементов использования ВВП России в течение кризиса 2014 – 2016 гг.

³⁶ Эта задача может быть решена численно, в качестве решения мы получаем траектории цен модельных продуктов и параметры CES-функций для каждой из компонент ВВП. Результаты разложения можно проиллюстрировать графически – изобразим точность для показателя с самой низкой точностью (потребление домашних хозяйств) и с самой высокой (государственного потребления). Оба показателя – в постоянных ценах (напомним, что показатели в текущих ценах воспроизводятся идеально точно по построению процедуры):

37

Рис. 5: Точность воспроизведения потребления домашних хозяйств, трлн. руб. 2011 года

Рис. 6: Точность воспроизведения потребления домашних хозяйств, % к соотв. кв. прошлого года

Рис. 7: Точность воспроизведения государственного потребления, трлн. руб. 2011 года

Рис. 8: Точность воспроизведения государственного потребления, % к соотв. кв. прошлого года

41 **Модель банковской системы России**

42 Используемая нами в настоящее время модель банковской системы предполагает, что банк может не только кредитовать производителей, как в [Андреев, Пильник, Поспелов, 2013], но также может выдавать кредиты и домашним хозяйствам, а также может принимать депозиты обоих, причем по разным ставкам. Кредиты и депозиты могут номинироваться как в национальной валюте (российских рублях), так и в иностранной (доллары США). Банк функционирует в условиях ограничений рублевой и валютной ликвидности и обязан сохранить определенный уровень обязательных резервов.

43 В качестве новизны данной модели следует отметить три момента. Во-первых, мы применяем в модели новую методику смягчения условий дополняющей нежесткости и ее интерпретацию. Во-вторых, мы рассматриваем более широкий набор макроэкономических переменных, траектории которых успешно воспроизводятся нашей моделью. В-третьих, мы проводим сравнение двух методов идентификации модели и стандартных эконометрических методов. Стандартным подходом к оценке параметров моделей этого типа является фиксация начальных значений фазовых переменных модели, вычисление при заданных начальных значениях параметров значений переменных во все другие моменты времени согласно выписанной выше динамической системе. После этого начинается постепенный подбор параметров для минимизации определенного

критерия качества. В качестве критерия была выбрана сумма квадратов относительных ошибок всех переменных во все моменты времени.

⁴⁴ Далее для получения общего представления о качестве воспроизведения моделью происходивших в банковской системе процессов с 2010 по 2018 годы приведены графики, сопоставляющие фактические значения и модельные оценки основных переменных модели. Следует отметить, что данные графики и сам метод оценки мы используем только в качестве первого приближения и базового тестирования модели. Для построения прогнозов далее этот метод оценки будет скорректирован.

45

Рис. 9. Фактическое значение и модельная оценка кредитов фирмам, трлн. руб.

Рис. 10. Фактическое значение и модельная оценка депозитов фирм, трлн. руб.

Рис. 11. Фактическое значение и модельная оценка кредитов населению, трлн. руб.

Рис. 12. Фактическое значение и модельная оценка депозитов населения, трлн. руб.

⁴⁹ Набор параметров, полученных с помощью многошагового метода прогнозирования, предложенный в [Пильник, Радионов, 2017], оказывается гораздо более устойчив в смысле, обсуждаемом ниже, чем те, которые получены с помощью стандартной методики идентификации параметров динамических моделей. Эконометрические модели, такие как AR, ARIMA, VAR, VARX, дают прогноз намного хуже, чем вышеупомянутые методы и, вероятно, не могут использоваться для анализа политики.

⁵⁰ Поиск параметров осуществлялся для различных временных интервалов – все они начинались в январе 2010-го, заканчивались в разных месяцах 2016-го и 2017-го года. Замечательный факт состоит в том, что для всех интервалов и всех длин прогноза оптимальный набор параметров получался примерно одним и тем же. Тем самым можно утверждать, что модель при найденном наборе параметров действительно воспроизводит достаточно устойчивые и долговременные статистические взаимосвязи. Это является дополнительным аргументом в пользу того, что модель пригодна для построения достаточно надежных прогнозов.

⁵¹ В следующей таблице показано среднее процентное отклонение прогнозируемых значений от фактического значения на каждый из шести месяцев, а также средние значения за весь период прогнозирования.

⁵² Таблица 1. Среднее процентное отклонение прогнозируемых значений от фактического значения каждый из шести месяцев (М – оптимизационная модель,

Э – эконометрическая модель)

		Глубина прогноза	Среднее					
		1	2	3	4	5	6	
Кредиты фирмам, рубли	М		0.7	1.3	1.3	1.2	1.4	1.9
	Э		0.6	0.8	1.1	1.6	2.0	2.4
Депозиты фирм, рубли	М		1.2	2.6	2.0	2.5	1.5	1.4
	Э		2.6	3.4	2.9	3.3	3.3	3.8
Кредиты фирм, валюта	М		0.7	1.8	3.0	3.6	5.1	6.2
	Э		1.2	2.1	2.9	3.9	5.0	6.2
Депозиты фирм, валюта	М		2.1	4.6	4.8	7.0	6.7	7.1
	Э		2.8	4.2	5.5	7.0	8.0	9.1
Кредиты населения, рубли	М		0.7	1.2	1.6	2.6	3.5	3.7
	Э		0.4	0.6	1.0	1.5	1.9	2.4
Депозиты населения, рубли	М		0.7	1.4	1.8	1.7	1.9	2.1
	Э		0.5	0.9	1.2	1.2	1.4	1.5
Кредиты населения, валюта	М		1.2	1.9	3.0	4.0	4.4	4.3
	Э		1.7	4.9	7.4	10.3	13.1	16.1
Депозиты населения, валюта	М		0.9	1.7	2.7	3.3	4.2	4.6
	Э		1.0	1.6	2.4	3.3	4.2	5.2
Ликвидность, рубли	М		7.4	10.3	4.4	7.9	8.7	3.5
	Э		8.7	9.6	9.2	8.6	7.6	7.7
Резервы, рубли	М		0.4	0.4	1.0	1.1	0.9	1.4
	Э		3.9	6.4	8.5	8.8	10.2	11.6
Ликвидность, валюта	М		25.8	22.3	18.5	16.2	13.5	6.8
	Э		3.9	6.4	8.5	8.8	10.2	11.6

⁵³ Из таблицы видно, что представленная оптимизационная модель системно дает менее точные прогнозы, чем модели из класса ARIMAX только для двух переменных – депозиты и кредиты населения в рублях, проигрывая в точности порядка 0.5 и 0.9 п.п. соответственно. Другая проблемная переменная – валютная ликвидность. В данном случае существенные расхождения с фактическими значениями прогнозы по модели демонстрируют при малом горизонте прогнозирования, но при прогнозе на 6 месяцев вперед прогноз модели оказывается практически в два раза точнее. По всем остальным переменным оптимизационная модель деятельности банковской системы оказывается более точной, чем эконометрические модели.

⁵⁴ Самым удивительным свойством построенной модели оказывается следующее: в моделях рациональных ожиданий агент знает будущее и должен заранее готовится к возможным изменениям экономической политики. Это представляется настолько очевидным, что авторы DSGE моделей описывают экономическую политику случайным процессом, чтобы избежать предвидения агентами этих изменений. Однако эксперименты с данной моделью показывают, что это совсем не так. Ответ модели на изменение экзогенных переменных показан на Рис. 13. Рассматривается поведение модели при росте частоты возвратов кредитов, начиная с 40-го периода и во все последующие.

⁵⁵ На графике сплошная линия – модельный расчет объемов вновь выданных кредитов при старых значениях частоты возвратов, пунктирная – при новых. Как видим, модель правильно реагирует на изменение экзогенных параметров – увеличение частоты возвратов ведет к росту выдач. Действительно, если

траектория кредитов не меняется, а частоты возвратов возрастают, то и объемы вновь выданных кредитов тоже должны расти.

56

Рис. 13. Проявление магистрального эффекта в модели.

⁵⁷ Математического обоснования этого эффекта у нас пока нет, поскольку схождения к магистрали на рис. 13 не видно. Но, если его принять, как факт, то становится понятно, как мы можем жить в экономике, в которой прогнозы нарушаются в разы!

Библиография:

1. Андреев М.Ю., Пильник Н.П., Поспелов И.Г. Модель межвременного равновесия экономики Республики Казахстан // Труды МФТИ, 2013, т.5, №4, с.62-78.
2. Андреев М.Ю., Поспелов И.Г., Поспелова И.И., Хохлов М.А. Технология моделирования экономики и модель современной экономики России. М.: МИФИ, 2007, 262с.
3. Пильник Н. П., Радионов С. А. О новых подходах к идентификации блоков моделей общего равновесия // Труды Московского физико-технического института (МФТИ). 2017. Т. 9. № 3. С. 151-160.
4. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. От Госплана к неэффективному рынку: Математический анализ эволюции российских экономических

структур. The Edwin Mellen Press, Lewiston - Queenston-Lampeter, NY, USA, 1999. 393p.

5. Andreyev M. Yu., Vrzheschch V. P., Pilnik N. P., Pospelov I. G., Khokhlov M. A., Jukova, A. A. and Radionov S. A. Intertemporal General Equilibrium Model of the Russian Economy Based on National Accounts Deaggregation // Journal of Mathematical Sciences. 2014. Vol. 197. № 2. P. 175 – 236.

6. Christiano L., Eichenbaum M., Rebelo S. When Is the Government Spending Multiplier Large? // Journal of Political Economy. 2011. Vol. 119. P. 78 – 121.

7. Gali J., Lopez-Salido J., Valles J. Understanding the Effects of Government Spending on Consumption // Journal of the European Economic Association. 2007. Vol. 5. № 1. P. 227-270.

8. Smets F, Wouters R. Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach // American Economic Review. 2007. Vol. 97. P. 586–606.

Dynamic models of general equilibrium as a tool for analysis and forecasting of the Russian economy

Igor' Pospelov

FRC IU RAS

Russian Federation, Moscow

Nikolay Pilnik

National Research University Higher School of Economics; FRC IU RAS; SRIF

Russian Federation, Moscow

Abstract

The article presents the results of the application of dynamic general equilibrium models in the process of analysis and forecasting of the Russian economy. A forty-year experience of using models of this type, features of the approaches used and significant results obtained are described. The principles underlying the modern models of general equilibrium are considered in detail. The example of three different blocks of the general equilibrium model shows which results from the point of view of the breadth of the statistical information used, the methods of working with model equations and the accuracy of estimates and forecasts can be obtained at the current stage with the help of the models under consideration.

Keywords: mathematical model, developing economy, general equilibrium, forecasting

Date of publication: 20.11.2018

Citation link:

Pilnik N., Pospelov I. Dynamic models of general equilibrium as a tool for analysis and forecasting of the Russian economy // Herald of CEMI. – 2018. – V. 1. – Issue 1.

URL: <https://cemi.jes.su/s111111110000109-2-1/>. DOI: 10.33276/S0000109-2-1