

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Суперкомпьютерный консорциум университетов России
Российская академия наук

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Под редакцией
академика В.А. Садовниченко,
академика Г.И. Савина,
чл.-корр. РАН Вл.В. Воеводина

книга издана в рамках проекта
«Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров
в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения»
Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России



Издательство Московского университета
2012

УДК 681.5.001.12/18; 681.3.001.12/18

ББК 32.973

С 89

С 89 **Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности** / Под редакцией академика В.А. Садовнического, академика Г.И. Савина, чл.-корр. РАН Вл.В. Воеводина. — М. : Издательство Московского университета, 2012. — с., ил.

ISSN 2305-0349



Серия
Суперкомпьютерное
Образование

**Координационный совет Системы научно-образовательных центров
суперкомпьютерных технологий (НОЦ СКТ)**

Председатель Координационного совета

В.А. Садовничий

ректор МГУ имени М. В. Ломоносова, академик

Заместители председателя совета

Е.И. Моисеев

декан факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, академик

А.В. Тихонравов

директор НИВЦ МГУ имени М. В. Ломоносова, профессор

Члены совета

В.Н. Васильев, ректор Санкт-Петербургского национального исследовательского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, чл.-корр. РАН, профессор; **М.А. Боровская**, ректор Южного федерального университета; **профессор, Н.Н. Кудрявцев**, ректор Московского физико-технического института, чл.-корр. РАН, профессор; **Г.В. Майер**, ректор национального исследовательского Томского государственного университета, профессор; **И.Г. Проценко**, проректор по науке и инновациям Дальневосточного федерального университета, доцент; **Е.В. Чупрунов**, ректор национального исследовательского Нижегородского государственного университета, профессор; **А.Л. Шестаков**, ректор национального исследовательского Южно-Уральского государственного университета, профессор; **В.Н. Чубариков**, декан механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор; **М.И. Панасюк**, директор Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор; **Вл.В. Воеводин**, заместитель директора Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ имени М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, профессор, исполнительный директор НОЦ «СКТ-Центр»

ISSN 2305-0349

© Издательство Московского университета, 2012

**СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
В НАУКЕ,
ОБРАЗОВАНИИ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**



Издательство Московского университета
2012

Моделирование современной экономики России



22 Modelling of Russia's Modern Economy

The article describes the results of parallel calculations of three-product intertemporal general equilibrium model of the Russian economy. Model identification and scenario experiments were performed by parallel algorithms with the mainframe MVS-100K of JSCC RAS. Due to identification the model demonstrates strong turnpike property.

Key words: intertemporal equilibrium, desagregation, Nelder – Mead method

AUTHORS:

Vrzheshch V.P. – PhD, Assistant, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics

e-mail: valentin.vrzheshch@gmail.com

Pilnik N.P. – PhD, Senior Lecturer, National Research University Higher School of Economics

e-mail: u4d@yandex.ru

Prof. Pospelov I.G. – Corresponding Member of RAS, Head of Department, CC RAS

e-mail: pospeli@yandex.ru

В работе описываются результаты параллельных расчетов по трехпродуктовой модели межвременного равновесия экономики России. Идентификация модели и сценарные эксперименты проводились параллельными алгоритмами на суперкомпьютере МВС-100К МСЦ РАН. Благодаря качественной идентификации модель демонстрирует магистральный эффект.

Ключевые слова: межвременное равновесие, дезагрегирование, алгоритм Нелдера – Мида

АВТОРЫ:

В.П. Вржец – к.ф.-м.н., ассистент, МГУ им.М.В.Ломоносова, факультет ВМК
e-mail: valentin.vrzhesch@gmail.com

Н.П. Пильник – к.э.н., старший преподаватель, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
e-mail: u4d@yandex.ru

И.Г. Поспелов – д.ф.-м.н., член-корр. РАН, проф., зав. отд., Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН
e-mail: pospeli@yandex.ru

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №№ 11-01-00644, 11-01-12136-офи-м-2011, 12-01-00916-а (2011–2012), 12-01-31333, 12-01-31189; при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ («Построение многопродуктовой макроэкономической модели на основе дезагрегирования финансовых балансов»), проект №11-02-00241а; ПФИ ОМН РАН №3, проект 3.14; ПФИ Президиум РАН №14, проект 109. Исследование осуществлено в рамках программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2012 году. Расчеты выполнены на суперкомпьютере МВС-100К МСЦ РАН.

С 2010 года в Вычислительном центре им. А.А. Дородницына РАН (ВЦ РАН) проводятся расчеты моделей российской экономики на суперкомпьютере МВС-100К Межведомственного суперкомпьютерного центра. Необходимость в суперкомпьютерных вычислениях возникла при переходе от однопродуктовых моделей, которые строились десятилетиями, к трехпродуктовым [1].

В настоящее время математическое моделирование служит основным инструментом анализа и прогноза экономики, однако задача построения универсальной модели экономической системы, по надежности сравнимой с моделями, скажем, технических систем, еще очень далека от решения. Принципиальная трудность заключается в том, что экономическая система способна к качественному саморазвитию, т.е. систематически порождает явления, выходящие за рамки существующей теории. Однако 40-летний опыт построения и применения моделей, накопленный в отделе математического моделирования экономических систем ВЦ РАН, показал, что они служат надежным инструментом анализа экономических закономерностей, а также прогноза последствий макроэкономических решений *при условии сохранения сложившихся отношений*.

Глобальный экономический кризис был для России внешним, и экономические отношения в результате кризиса не подверглись сильным качественным изменениям. Однако внешнее воздействие было столь велико, что пригодные ранее однопродуктовые модели оказались уже недостаточными. В данной работе рассматривается трехпродуктовая динамическая модель экономики России, которая способна описывать последствия глобального кризиса.

Предлагаемая модель содержит полную систему балансов однородного труда, трех продуктов (экспортного, внутреннего и импортного) и 6 финансовых инструментов: *наличных денег, остатков расчетных счетов, остатков корреспондентских счетов в ЦБ, банковских ссуд, банковских депозитов, чистых депозитов банков в ЦБ и иностранной валюты*. Модель описывает динамику российской экономики как результат взаимодействия следующих 9 агентов: *Производителя, Банка, Домохозяйства, Собственника, Торговца, Государства, Центрального банка, Экспортера и Импортера* [2].

С математической точки зрения, расчет модели сводится к решению краевой задачи на большом интервале для жесткой динамической системы. Поэтому модель потребовала отработки методики использования суперкомпьютера для расчетов.

Всего в системе имеется 30 настроечных параметров, значения которых не могут быть напрямую получены из статистики. По этим настроечным параме-



трам проводится оптимизация решения, т. е. попытка найти такие параметры, при которых решение системы как можно больше соответствует статистике. Для поиска оптимальных значений настроечных параметров применяются **оптимизационные алгоритмы на суперкомпьютере Межведомственного суперкомпьютерного центра МВС100К (140.16 TFlops)**. Стоит отметить, что в ходе настроечных работ с моделью не удалось найти единого и универсального алгоритма оптимизации. Поэтому итоговый алгоритм основан на алгоритме Нелдера — Мида, который дополнен элементами случайного поиска и поиска по сетке. Особенностью найденных решений (то есть наборов настроечных параметров, при которых краевая задача разрешима) оказалось то, что они, как правило, образуют достаточно небольшие подмножества в пространстве настроечных параметров. Большинство подобных подмножеств дают очень схожие решения, но с практической точки зрения они принципиально различны, так как позволяют строить различные прогнозы. Однако опыт моделирования экономических систем позволяет пользоваться таким важным критерием качества идентификации модели, как **магистральный эффект**, при котором информация о будущих изменениях внешних для агентов условий (цены, курсы, процентные ставки, внешние депозиты, параметры бюджетных расходов Государства, норма резервирования Центрального банка и т. д.) не влияет на



оптимальное поведение агентов вплоть до момента изменения внешних условий. Именно на основе наличия магистрального эффекта было отобрано решение, показанное в данной работе.

Результаты расчетов показывают, что модель качественно воспроизводит макроэкономические данные по 20 показателям. Некоторые из них приводятся на рисунках 1–6 (тонкая линия – статистика, пунктирная линия – расчет). Все натуральные величины в миллиардах рублей 2008 года, финансовые величины в миллиардах рублей.

Более того, меняя значения рядов экзогенных переменных, можно проводить так называемые «сценарные

эксперименты», т. е. отвечать на вопросы типа «а что было бы, если...». Данная модель демонстрирует **магистральный эффект**, данный факт является серьезным аргументом в пользу применения принципа рациональных ожиданий.

Продолжая ряды экзогенных величин, также можно считать прогнозы и анализировать различия в поведении прогнозных рядов эндогенных величин при изменении экзогенных прогнозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вржещ В.П., Поспелов И.Г., Хохлов М.А. Модельное дезагрегирование макроэкономической статистики // Экономический журнал Высшей школы экономики. – Т. 14. – 2010. – № 1. – С. 88–104.
2. Андреев М.Ю., Вржещ В.П., Пильник Н.П., Поспелов И.Г., Хохлов М.А. Модель межвременного равновесия экономики России, основанная на дезагрегировании макроэкономического баланса // Труды семинара имени И.Г. Петровского. – Издательство Московского университета. – 2013. – Вып. 29. – С. 41–143.