

Светлов Н.М.

Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КООРДИНАЦИИ МОНЕТАРНЫХ ПОЛИТИК

1. Мотивация исследования

Законы системной динамики совокупности экономик, способных осуществлять кредитную эмиссию платёжных средств, пока ещё слабо изучены. Интерес к их исследованию возрос в связи с острым кризисом задолженности ряда стран Евросоюза. В ситуациях, когда национальная монетарная политика приобретает отраслевую специфику — например, банки, обслуживающие отдельные отрасли, получают преференции — понимание этих законов также имеет существенное значение. Ещё один мотив к подобным исследованиям — гипотетическая возможность повышения вероятности конкурентных равновесий, предпочтительных с точки зрения некоторого научно обоснованного метакритерия, аргументируемая в монографии [5].

Доклад отражает исследование динамики финансовых процессов в системе взаимосвязанных экономик. Решаются три задачи:

- ♦ отбор и оценка приёмов экспликации факторов, в комплексе определяющих динамику денежной массы и объёмов производства, и способов их формального представления;
- ♦ регистрация динамических свойств модели, отражающей отобранные факторы;
- ♦ регистрация влияния изменений в одной из взаимосвязанных экономик на ценообразование и пропорции производства во всей системе.

2. Обзор предшествующих исследований и выбор методического подхода

Накопленный экономической наукой опыт формализации финансовых процессов на национальном и наднациональном уровнях представлен различными вариантами макроэкономических моделей. Наиболее распространённые модели можно отнести к четырём группам.

- а) Модели спроса и предложения денег, к числу которых относятся модель LS/LM и её модификации [7,9]; модель с бюджетным ограничением правительства [6]; динамические модели общего равновесия с заданными межвременными предпочтениями [10].
- б) Теоретико-игровые модели, позволяющие формализовать мотивацию центрального банка [8].
- в) Модели трансмиссионного механизма (см. обзор в [2]).
- г) Модели системной динамики денежной массы: [3, 14].

Первые две группы моделей не подходят для решения сформулированных выше задач. Модели трансмиссионного механизма перспективнее:

они охватывают широкий круг причинно-следственных связей, основаны на тщательно разработанной методологии и широко апробированы. Однако им присуща неопределённость границ применимости, доказываемая наблюдаемыми качественными различиями в функционировании трансмиссионного механизма в разных странах.

Судя по имеющейся литературе, модели системной динамики денежной массы редко применяются для исследования монетарных политик. Тем не менее, задачам, сформулированным выше, они соответствуют лучше других. Модель [3] выгодно отличается от [14] тремя особенностями: спрос на деньги взаимоуязван с рентабельностью бизнеса — нормально распределённой случайной величиной с заданной дисперсией; предложение кредита ограничено как активами банков, так и залоговыми ресурсами реального сектора; модель оперирует существенно меньшим числом переменных. Поэтому естественна идея использовать модели, подобные представленным в [3], в качестве блоков модели координации монетарных политик.

С данным подходом связана трудность, состоящая в невозможности ввести полное отношение порядка на множестве возможных состояний разрабатываемой модели. К числу способов преодоления этой трудности относятся случайный выбор одного из оптимальных по Парето состояний либо введение некоторого формального правила предпочтения одного из оптимумов по Парето. На данной фазе исследования отрабатывается второй вариант.

3. Краткое описание модели и компьютерного инструментария

Модель состоит из блоков системной динамики трёх экономик, связанных координирующей задачей математического программирования (ЗМП). В каждом блоке динамика денежной массы определяется по следующей схеме: рассчитывается средняя рентабельность бизнеса (включающая внереализационные доходы и потери) как функция прироста денежной массы (для начального момента она задана); исходя из заданной дисперсии рентабельности вычисляется выбытие убыточных производственных мощностей из хозяйственного оборота; рассчитывается максимально возможный темп роста с учётом выбытия активов и результатов внешней торговли; определяется потребность в кредитной эмиссии; вычисляется прирост денежной массы; цикл расчётов повторяется для следующего шага модельного времени.

Процессы, происходящие в каждом локальном блоке, координируются с помощью ЗМП вида

$$\mathbf{0} \leq \mathbf{Ax}_t \leq \mathbf{x}_{t-1} - \text{баланс благ};$$

$$\mathbf{0} \leq \overline{\mathbf{x}_t(\mathbf{p}_t \mathbf{A})} \leq \mathbf{d}_{t-1} - \text{потребность в капитале};$$

$$\mathbf{p}_t(\mathbf{Ax}_t) \geq (1 + k_{1t})\mathbf{x}_{t-1}(\mathbf{p}_{t-1}\mathbf{A}) - \text{норматив доходности};$$

$$\mathbf{x}_t \geq k_{2t}\mathbf{x}_{t-1} - \text{норматив прироста реальных активов};$$

$$\mathbf{0} \leq \mathbf{x}_t \leq \mathbf{b}_{t-1} - \text{обеспеченность производственными мощностями};$$

$$\mathbf{p}_t \geq \mathbf{0}, k_{1t} > 0, k_{2t} > 0 - \text{условия неотрицательности};$$

$$\min(1 + k_{1t}, k_{2t}) + \varepsilon(k_{1t} + k_{2t}) \rightarrow \max,$$

где переменными являются \mathbf{x}_t – вектор объёмов агрегированных выпусков; \mathbf{p}_t – вектор цен агрегированных выпусков каждой экономики (во всех поставленных экспериментах в качестве цен начального момента модельного времени принимались цены неймановского луча для матрицы \mathbf{A}); k_{1t} – рентабельность производственных затрат (чистая прибыль от реализации продукции к прямым затратам на её производство), k_{2t} – темп роста. Остальные величины в данной задаче постоянны: матрица \mathbf{A} описывает технологические взаимосвязи между агрегированными выпусками локальных экономик; вектор \mathbf{d}_{t-1} – размеры денежной массы в каждой экономике (все три экономики пользуются единой валютой); вектор \mathbf{b}_{t-1} – производственные мощности; ε – малая величина (в нашем исследовании 10^{-3}). Запись $\overline{\mathbf{xy}}$ обозначает вектор произведений компонентов двух векторов.

Данная задача решается для каждого момента модельного времени. Векторы \mathbf{d}_{t-1} и \mathbf{b}_{t-1} рассчитываются в блоках локальных экономик, математическое описание которых приведено в статье [4].

Агенты каждой экономики максимизируют величину k_{1t} . Это возможно при сколь угодно малых объёмах выпуска: её величина обусловлена не производством, а темпом прироста денежной массы. Однако в модели предполагается, что агенты, находясь под конкурентным давлением, ограничивающим рост цен, принуждены максимизировать объёмы выпуска. Целевая функция координирующей задачи выражает один из приёмов свёртки двухкомпонентной целевой вектор-функции.

Убыток от избыточного выпуска ложится на его покупателя: предполагается, что произведённая продукция продаётся и оплачивается в полном объёме, а приобретённые элементы производственных затрат, оказавшиеся излишними, списываются.

Наличие координирующей ЗМП затрудняет программирование модели с помощью инструментария системной динамики (VenSim, AnyLogic и др.). Использована связка табличного процессора Excel, языка статистических расчётов R [11] и программы Rdonlp2 [13], реализующей метод SQP [12] для численного решения задач нелинейного программирования.

4. Результаты и обсуждение

Главный результат исследования состоит в том, что цены, формирующиеся в подобной системе, закономерно и устойчиво отличаются от цен динамического равновесия, задаваемых матрицей \mathbf{A} : финансовый баланс поддерживается за счёт различных объёмов кредитной эмиссии в локальных экономиках. Значительная часть продукции систематически не находит сбыта, поскольку максимум дохода, измеряемого в неравновесных ценах, достигается при неэффективном использовании ресурсов. Моделируемая система отличается плохой управляемостью из-за присущих ей эффектов нелинейной динамики.

В пренебрежении обслуживанием задолженности центральному банку и различиями между тремя экономиками необходимые условия неограниченно длительного функционирования моделируемой системы выражаются соотношениями

$$r = k\rho(1+k), \lambda \geq \frac{1+r}{k\rho}, \mu \geq \frac{1+r}{k},$$

где r – банковский процент, λ – максимальная сумма кредита, выдаваемая в расчёте на единицу капитала банков, μ – максимальная сумма кредита, выдаваемая на единицу залога, k – средний темп роста реального сектора, ρ – размер капитала банков по отношению к денежной массе. Таким образом, при невозможности выдать более единицы кредита на единицу залога исчерпание залоговых ресурсов наступает неизбежно.

Пока ограничение по залоговым ресурсам неэффективно, возможен длительный квазистойчивый рост с периодическими колебаниями его темпа, а неравновесные соотношения цен могут оставаться устойчивыми в течение длительного времени. Шоки, вызванные исчерпанием залоговых ресурсов или ресурсов банковского капитала для получения (выдачи) кредитов, приводят к неустойчивости цен, недоиспользованию производственного потенциала и коллапсу производства.

Периоды квазистойчивого функционирования могут иметь место условиях преобладания как дефляции, так и инфляции. В первом случае экономика постепенно теряет денежную массу. Такой режим не характерен для экономической действительности и выходит за границы адекватности модели. Причина сжатия денежной массы заключается в выплате процентов по ранее взятым кредитам, превосходящих приток новых кредитов. Во втором случае при реалистичных предположениях о норме залога экономика исчерпывает залоговые ресурсы и коллапсирует. В некоторых экспериментах денежные средства постепенно концентрировались в одной экономике, а две другие их утрачивали. При этом возникают противоречивые оценки инфляции по динамике внешнеторговых цен и по обеспеченности денежной массы реальным капиталом в локальных экономиках.

Исследование шоков со стороны отдельной экономики показало следующие результаты.

- 1) Экономика, характеризующаяся большими темпами освоения капитальных вложений в сравнении с конкурентами, может повысить устойчивость производства и снизить инфляцию, однако платой за это может оказаться падение рентабельности бизнеса.
- 2) Повышение банковского процента в одной из экономик ухудшает стабильность системы, способно снизить производственные показатели всех взаимодействующих экономик без существенного влияния на рентабельность бизнеса.
- 3) Снижение ставки рефинансирования в некоторой экономике может повысить рентабельность бизнеса в отдельные периоды. В других экономиках рентабельность несколько снижается. Заметных изменений объёмов производства при этом может и не произойти.
- 4) В некоторых экспериментах снижение дисперсии рентабельности бизнеса одной из экономик приводило к резкой смене тренда объёмов производства во всех экономиках с восходящего на нисходящий при сохранении достаточно высокого уровня рентабельности и устойчивом росте денежной массы. Однако при других значениях начальных параметров чувствительность эксперимента к изменению дисперсии рентабельности одной отрасли практически отсутствовала. В целом реакция системы на изменение дисперсии рентабельности бизнеса не поддаётся прогнозированию.
- 5) Ужесточение требований к залогом в одной из отраслей может благоприятно повлиять на рентабельность бизнеса всех отраслей на фоне нарастания волатильности цен.
- 6) Смягчение требований к размеру собственного капитала банков в одной из экономик привело в некоторые моменты времени к существенному росту рентабельности в каждой экономике, однако приблизилось момент коллапса производства.
- 7) Избыточное финансирование одной из экономик – выдача кредитов в размерах, превышающих покрытие роста издержек и процентных платежей – привело к росту рентабельности в данной экономике, впоследствии распространившемуся и на другие. При этом возросла неустойчивость показателей инфляции и цен. После достижения лимита обеспеченности кредитов капиталом банков неустойчивость распространилась на производство.

Полученные результаты пока ещё не могут прямо интерпретироваться в экономическую реальность. В частности, банковский процент задаётся экзогенно. Не отражается мотивация банков к избыточному кредитованию ради увеличения массы процентного дохода. Модель игнорирует факторы, смягчающие шоки (запасы, хеджирование, обращение векселей, эндогенную склонность к рискам и т.п.). Вклад проведённых компьютерных экспериментов в экономическую науку заключается в пополнении знаний о ха-

рактерных свойствах класса систем, к которому относятся реальные валютные союзы. Закономерности, выявленные в процессе компьютерных экспериментов, способны стимулировать развитие теории взаимодействия финансовых систем. Предложенные модельные конструкции могут найти применение при разработке более детальных прикладных моделей координации монетарных политик.

Список использованной литературы

1. Карев М.Г. Имитационная модель инфляции в России и оптимальная денежная политика. М.: ГУ-ВШЭ, 2008. – <http://d1.hse.ru/data/287/127/1237/Karev.pdf>, дата доступа: 03.08.2012.
2. Моисеев С. Трансмиссионный механизм денежно-кредитной политики // Финансы и кредит, 2002, № 18.
3. Светлов Н.М. Имитационная модель кредитной эмиссии // Системное моделирование социально-экономических процессов: Доклады 32-й международной научной школы-семинара 5-10 октября 2009 г. Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2009.
4. Светлов Н.М. Модель системной динамики валютного союза / Рукопись депонирована в файловый архив Соционет, рег. № RePEc:svetlov: bhepq:1. Новосибирск, 2012. – <http://svetlov.socionet.ru/files/smsep2012.pdf>, дата доступа: 08.08.2012.
5. Формирование российской модели рыночной экономики: противоречия и перспективы / Под ред. К.А. Хубиева. М.: ТЕИС, 2003. — С. 262-270.
6. Bruno M., Fischer S. Seigniorage, Operating Rules, and High Inflation Trap // Quarterly Journal of Economy, №2, 1990.
7. Fleming J. Domestic Financial Policies Under Fixed and Under Floating Exchange Rates // International Monetary Fund Staff Papers, 1962, №9, p.369-79.
8. Kudland F., Prescott E. Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans // Journal of Political Economy, №3, 1977.
9. Mundell R. The Monetary Dynamics of International Adjustment under Fixed and Flexible Exchange Rates // Quarterly Journal of Economics, 1960, №74, p. 227-57.
10. Obsfeld M., Rogoff K. Foundations of International Macroeconomics. MIT Press, 1996.
11. R: A language and environment for statistical computing / R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2010. URL <http://www.R-project.org>, дата доступа: 03.08.2012.
12. Spellucci P. An SQP method for general nonlinear programs using only equality constrained subproblems // Mathematical Programming, 1998, vol. 82, p. 413-448.

13. Tamura R. RDONLP2: an R extension library to use Peter Spelluci's DONLP2 from R, 2009.
14. Yamaguchi K. Money supply and creation of deposits – SD macroeconomic model // XXII International conference of the System Dynamics Society. Oxford, UK, 2004.

Nikolai M. Svetlov

Simulation modeling of monetary policies coordination

Ключевые слова: монетарная политика, кредитная эмиссия, неравновесные цены, системная динамика.

Keywords: monetary policies, credit issue, non-equilibrium price, system dynamics.