

Современные модификации моделей реального делового цикла

Тема магистерской работы: Моделирование макроэкономической динамики развивающихся стран на основе теории реального делового цикла

План выступления:

1. Цели и задачи: задача, решаемая в настоящий момент
2. RBC как универсальная исследовательская программа;
3. Классическая модель RBC с учетом денег;
4. Модель RBC с учетом денег и финансового посредника;
5. Основные выводы для последующего анализа.

Цели и задачи

Цель магистерской работы: оценить адекватность *различных* моделей теории реального делового цикла как инструмента анализа макроэкономической динамики развивающихся стран.

Задачи, решаемые для достижения цели:

1. Классификация эмпирических работ по развивающимся странам и выделение неисследованных областей; (март 2008)
- 2. Выбор моделей (с обоснованием) на основе которых будут проведены расчёты, рассмотрение теоретических особенностей этих моделей; (ноябрь 2009)**
3. Анализ эмпирических особенностей деловых циклов в развивающихся странах, классификация развивающихся стран с точки зрения выявленных особенностей; (май 2008)
4. Калибровка моделей для выделенных групп стран и проведение непосредственных расчётов;
5. Сравнение результатов расчётов на основе различных моделей между собой и с расчётами по развитым странам, оценка применимости моделей RBC для развивающихся стран.

RBC как универсальная исследовательская программа

Концепция реального делового цикла с начала 80-х существенно видоизменилась и расширилась. Фактически, под “RBC” сейчас понимают не теорию цикла, объясняемого технологическими шоками, а исследовательскую программу (метод), на основе которой анализируется поведение экономик в краткосрочном периоде в условиях множественности шоков. Заложенные в первых работах по RBC принципы теоретического анализа и

практической оценки краткосрочных колебаний стали базовыми для большинства работ по стохастическим циклам:

- ✓ Шоки не «падают с неба» на совокупный спрос, шоки зарождаются внутри экономической системы;
- ✓ Шоки влияют на решения, принимаемые на микроуровне, поэтому аккуратный анализ макроэкономических циклов надо начинать с анализа микроэкономических решений;
- ✓ Циклы и долгосрочные тренды должны анализироваться в рамках единой модельной конструкции, так как при принятии решений экономические агенты не делят свои действия на краткосрочные и долгосрочные – это разделение происходит внутри системы и зависит от её характеристик.

Эти принципы, исходно неоклассические, легли в основу неокейнсианских моделей цикла. Строго говоря, современные неоклассические модели цикла отличаются от неокейнсианских лишь набором анализируемых шоков, а весь модельный аппарат у них совпадает. Последние несколько лет соответствующие разделы в журналах даже называют “real business cycle and new keynsian models”. Основной спор о причинах и природе циклов ведется в рамках перечисленных выше принципов, и различия *в подходе к анализу* циклов у основных макроэкономических школ постепенно исчезают.

RBC с учетом денег

Существует 2 наиболее распространенных способа введения денег в современные модели делового цикла:

- ✓ “Cash in advance”: *Lucas, Stokey (1987); Cooley, Hansen (1989); Lagos, Wright (2005)*
- ✓ Полезность денег: *Sidrauski (1967), McCandless (1995)*

Рассмотрим модель типа “cash in advance” (CIA) на основе модели *Cooley, Hansen (1989)* в изложении *McCandless (2008)*.

Репрезентативные домохозяйства максимизируют дисконтированную ожидаемую полезность:

$$E_o \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot u(c_t^i, h_t^i)$$

Домохозяйств i континнуум: $i \in [0, 1]$, т.е. все переменные на душу совпадают с валовыми.

Субполезность домохозяйства взята из *Hansen (1985)*: $u(c_t^i, h_t^i) = \ln c_t^i + \left[A \cdot \frac{(1-h_0)}{h_0} \right] \cdot h_t^i$. Здесь

используется неделимое предложение труда: $h_t^i = \alpha_t^i \cdot h_0$, где α_t^i – вероятность работы.

Производственная функция со стохастическим техническим прогрессом:

$$\begin{aligned} y_t &= \lambda_t \cdot K_t^\theta \cdot H_t^{1-\theta} \\ \ln(\lambda_{t+1}) &= \gamma \cdot \ln(\lambda_t) + \varepsilon_{t+1}^\lambda \\ \varepsilon_{t+1}^\lambda &\sim N(0; \sigma_\lambda^2) \end{aligned}$$

Труд и капитал оплачиваются в соответствии со своей предельной производительностью.

Домохозяйства в каждом периоде имеют запас денег с предыдущего периода m_{t-1}^i , а также

получают прямые денежные трансферты от государства $(g_t - 1) \cdot M_{t-1}$, где M_{t-1} – количество

денег в обращении в периоде $t - 1$, а g_t – коэффициент роста денежной массы в периоде t .

В связи с этим, домохозяйство сталкивается с двумя ограничениями, ограничение “cash in advance” и классическое бюджетное ограничение:

$$\begin{aligned} p_t \cdot c_t^i &\leq m_{t-1}^i + (g_t - 1) \cdot M_{t-1} \\ c_t^i + k_{t+1}^i + \frac{m_t^i}{p_t} &= w_t \cdot h_t^i + r_t \cdot k_t^i + (1 - \delta) \cdot k_t^i + \frac{m_{t-1}^i + (g_t - 1) \cdot M_{t-1}}{p_t} \end{aligned}$$

Существует несколько способов задания g_t . Можно сформулировать простейшее монетарное

правило Фридмана: $g_t = \bar{g}$, однако более интересен случай постоянных и случайных монетарных шоков:

$$\begin{aligned} \ln(g_{t+1}) &= (1 - \pi) \cdot \ln(\bar{g}) + \pi \cdot \ln(g_t) + \varepsilon_{t+1}^g \\ \varepsilon_{t+1}^g &\sim N(0; \sigma_g^2) \end{aligned}$$

Решение модели осуществляется последовательным применением принципа максимума, линеаризацией полученных условий вокруг заранее найденных устойчивых уровней и решением полученной в результате этого системы линейных относительно отклонений переменных от устойчивых уровней уравнений методом неопределенных коэффициентов. Подробнее см. *Uhlig (1995)*.

Модель калибруется следующим образом:

$$\beta = 0,99 \quad \delta = 0,025 \quad \theta = 0,36 \quad A = 1,72 \quad h_0 = 0,583$$

Основная «подгонка» происходит путем подбора стандартного отклонения шоков с целью «попадания» в ряд выпусков (сравниваются стандартные отклонения рядов от долгосрочных трендов, тренды убираются фильтром Ходрика-Прескотта). В данном случае мы принимаем значение $\sigma_\lambda = 0,0036$ и исследуем модель при различной дисперсии монетарного шока:

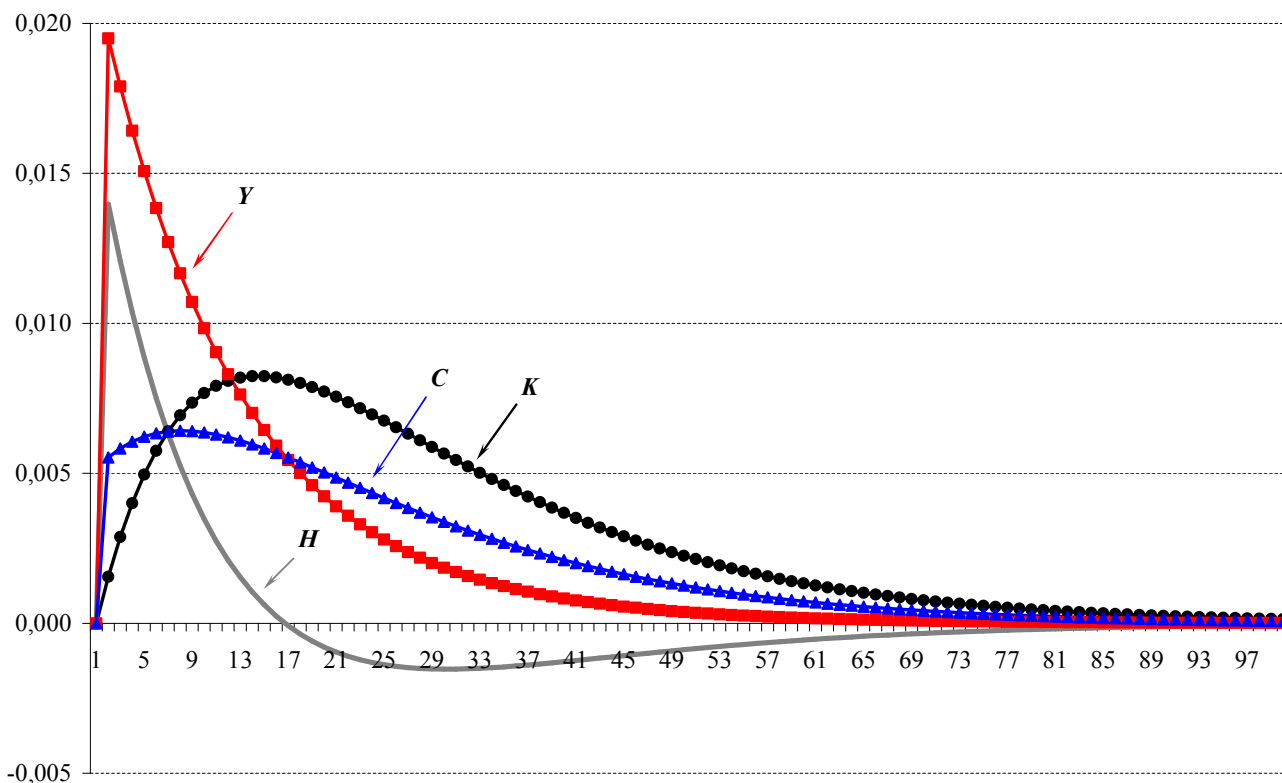
Таблица 1. Стандартные отклонения (%), относительные стандартные отклонения и корреляции переменных в модели СІА

Переменная	$\sigma_g = 0$			$\sigma_g = 0,01$			$\sigma_g = 0,02$		
	σ_s	$\frac{\sigma_s}{\sigma_y}$	$r(s; y)$	σ_s	$\frac{\sigma_s}{\sigma_y}$	$r(s; y)$	σ_s	$\frac{\sigma_s}{\sigma_y}$	$r(s; y)$
\tilde{Y}	1,76	1,00	1,00	1,76	1,00	1,00	1,78	1,00	1,00
\tilde{C}	0,98	0,56	0,82	1,19	0,68	0,67	1,68	0,94	0,51
\tilde{I}	4,78	2,72	0,95	4,96	2,82	0,91	5,35	3,01	0,80
\tilde{K}	1,30	0,74	0,62	1,29	0,73	0,61	1,30	0,73	0,60
\tilde{r}	1,47	0,84	0,71	1,47	0,84	0,72	1,48	0,83	0,72
\tilde{w}	0,98	0,56	0,82	0,98	0,56	0,82	0,98	0,55	0,80
\tilde{H}	1,10	0,63	0,88	1,10	0,63	0,88	1,12	0,63	0,87
\tilde{p}	0,98	0,56	-0,82	1,09	0,62	-0,73	1,38	0,78	-0,59

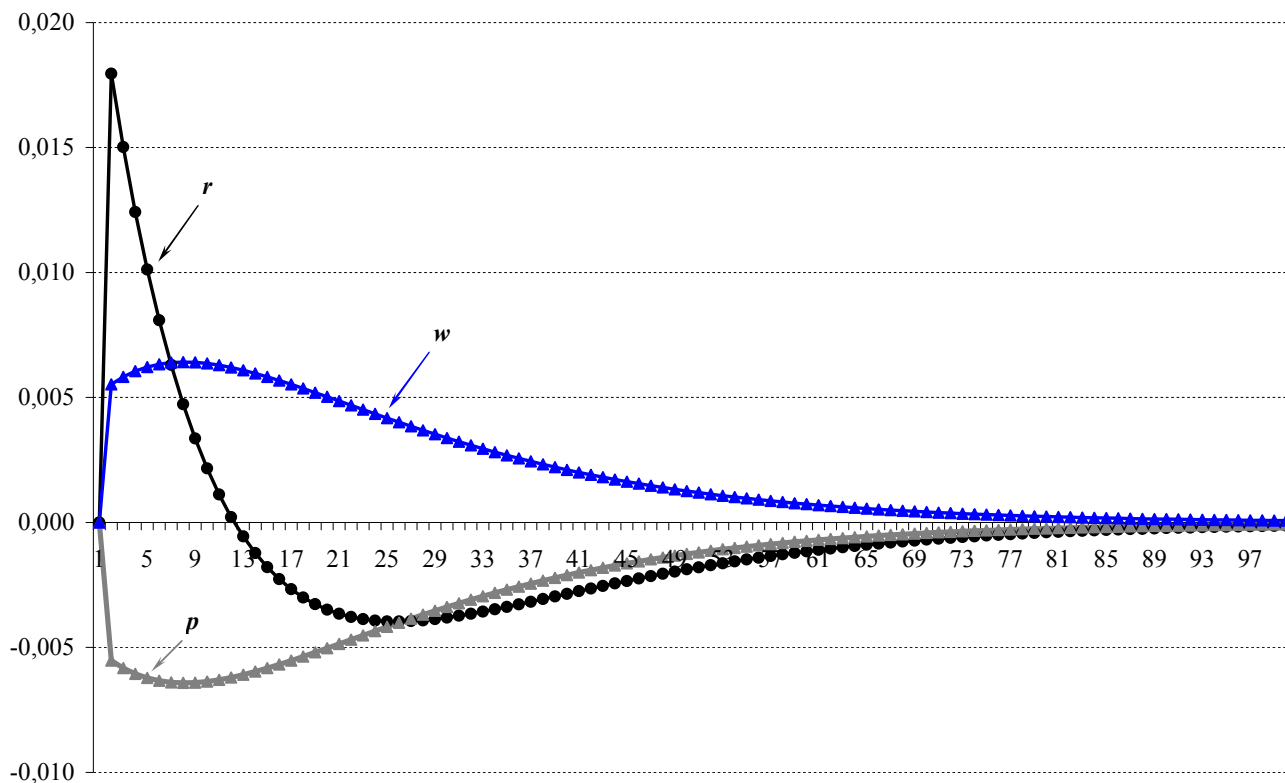
Источник: расчеты автора

Альтернативным способом исследования откалиброванной модели является анализ функций отклика на единичные шоки.

График 1. Реакция переменных модели СІА на 1%-ный технологический шок



Источник: расчеты автора

График 2. Реакция переменных модели CIA на 1%-ный технологический шок

Источник: расчеты автора

Единичный монетарный шок в модели CIA приводит к отклонениям прочих переменных модели от устойчивых уровней не более чем на 0,1%, что является плохим свойством модели.

RBC с учетом денег и финансового посредника

В основе данной модели лежит модель CIA. Основная идея — зарплата выплачивается фирмами из оборотного капитала, который в каждом периоде заимствуется фирмами у «банков» (финансовых посредников), которые принимают вклады населения. Поэтому эту модель часто называют working capital model (WCM). Модель изложена в работах *Cooley, Quadrini (1999)*; *Christiano, Eichenbaum, Evans (2005)*.

Производственная функция модели аналогична модели CIA, факторы производства оплачиваются в соответствии с предельной производительностью, с той лишь разницей, что сумма, равная фонду заработной платы, «заимствуется» в каждом периоде у банков:

$$Y_t = r_t^f \cdot w_t \cdot H_t + r_t \cdot K_t$$

Ограничение CIA и обычное бюджетное ограничение домохозяйства также меняются в соответствии с предположением о возможности получать доход от депозитов:

$$P_t \cdot c_t^i \leq m_{t-1}^i - N_t^i$$

$$c_t^i + k_{t+1}^i + \frac{m_t^i}{P_t} = w_t \cdot h_t^i + r_t \cdot k_t^i + (1 - \delta) \cdot k_t^i + \frac{r_t^n \cdot N_t^i}{P_t}$$

Соответственно ограничение финансового посредника имеет вид:

$$r_t^f \cdot (N_t + (g_t - 1) \cdot M_{t-1}) = r_t^n \cdot N_t$$

При этом можно показать, что равновесие на финансовом достигается при:

$$(N_t + (g_t - 1) \cdot M_{t-1}) = p_t \cdot w_t \cdot H_t$$

В остальном модель повторяет модель CIA. Однако введение финансового посредника в изложенном выше виде позволяет получить в модели сильные реакции реальных переменных на монетарные шоки. Это видно как на расчетных статистиках, так и на функциях реакции.

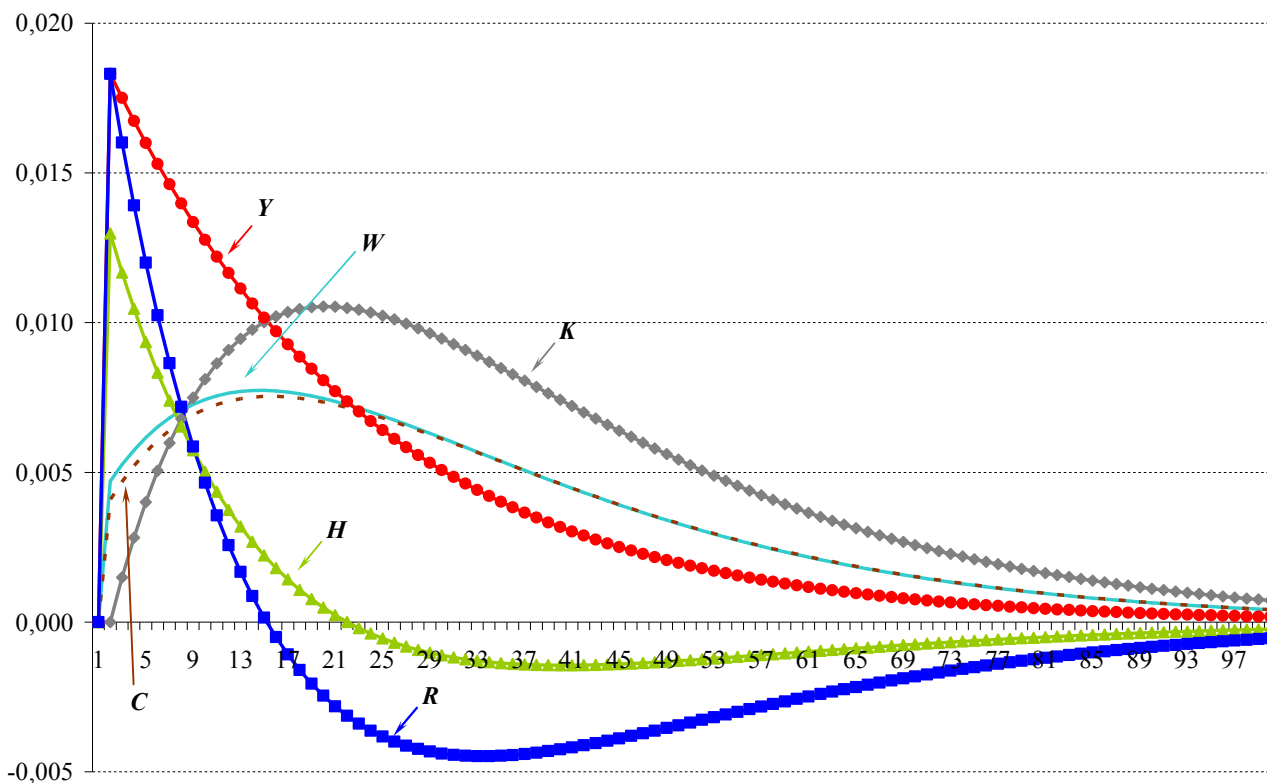
Таблица 2. Стандартные отклонения, относительные стандартные отклонения и корреляции в модели WCM

Переменная	$\sigma_\lambda = 0,00268$ $\sigma_g = 0,009$			$\sigma_\lambda = 0,00178$ $\sigma_g = 0,01134$		
	σ_s	$\frac{\sigma_s}{\sigma_y}$	$r(s; y)$	σ_s	$\frac{\sigma_s}{\sigma_y}$	$r(s; y)$
\tilde{Y}	1,76	1,00	1,00	1,76	1,00	1,00
\tilde{C}	1,33	0,76	-0,32	1,50	0,85	-0,68
\tilde{I}	8,74	4,97	0,91	10,27	5,84	0,95
\tilde{K}	1,17	0,66	0,51	1,11	0,63	0,45
\tilde{p}	6,78	3,85	-0,02	8,41	4,78	0,04
\tilde{r}	1,71	0,97	0,79	1,83	1,04	0,82
\tilde{w}	0,83	0,47	0,69	0,73	0,41	0,61
\tilde{H}	2,06	1,17	0,87	2,46	1,40	0,93

Источник: расчеты автора

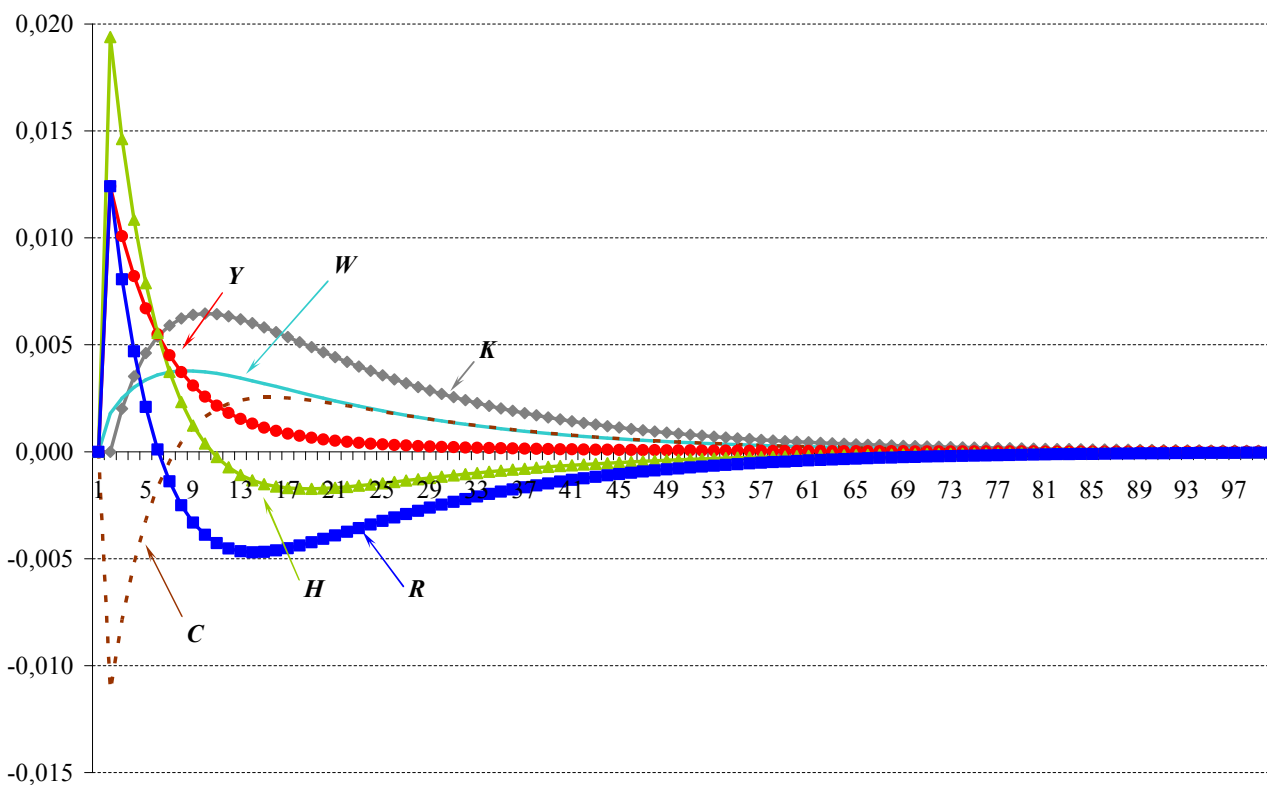
Все приведенные выше расчеты проведены в предположении, что $\bar{g} = 1$, то есть, инфляции в экономике нет. Для экономики с высоким темпом инфляции значительно увеличивается волатильность цен и инвестиций, остальные параметры изменяются в меньшей степени. Отрицательная корреляция выпуска и потребления – негативное свойство модели, однако оно легко преодолевается «правильной» калибровкой шоков: при сильном технологическом шоке и слабом монетарном шоке корреляция выпуска и потребления становится высокой и положительной. Также возможна теоретическая модификация модели, позволяющая получить положительную корреляцию выпуска и потребления даже при больших монетарных шоках. Она основана на введении «правил» монетарной политики в модель. Примеры подобных работ: *Clarida, Gali, Gertler (2000)*; *McCandless (2008)*. На основе подобных моделей можно сравнивать способность различных правил монетарной политики подавлять шоки.

График 3. Реакция переменных модели WCM на 1%-ный технологический шок



Источник: расчеты автора

График 4. Реакция переменных модели WCM на 1%-ный технологический шок



Источник: расчеты автора

Основные выводы для последующего анализа

Модели с учетом денег и финансового посредника (с введением правила монетарной политики) улучшают соответствие моделей RBC данным и позволяют, пусть и в максимально упрощенном виде, продемонстрировать роль финансового посредничества в «модуляции» шоков. Сопоставление моделей CIA и WCM, откалиброванных для развивающихся стран, представляется крайне любопытным. Соответственно, при расчетах для развивающихся стран будут использованы следующие модели:

- ✓ *Hansen (1985)* – простая модель с неделимым предложением труда
- ✓ *Christiano, Eichenbaum (1992)* – модель Хансена с учетом госсектора
- ✓ Модель CIA в изложении *McCandless (2008)*
- ✓ Модель WCM в изложении *McCandless (2008)*

Возможно, к ним добавится модель *Arrelano, Mendoza (2003)* для малой открытой экономики на основе модели CIA, но без учета финансового посредника. Эта модель в целом дает результаты, похожие на модель WCM, однако её достаточно трудно откалибровать, поэтому при расчетах на большой выборке стран её использование не очень удобно.

Литература

1. McCandless G.T., The ABC's of RBC's: An Introduction to Dynamic Macroeconomic Models. – McGraw-Hill, 2008
2. Arrelano C., Mendoza E., Credit Frictions and “Sudden Stops” in Small Open Economies: An Equilibrium Business Cycle Framework for Emerging Market Crises., в *Dynamic Macroeconomic Analysis: Theory and Policy in General Equilibrium* – Altug S., Chadha J., Nolan C. (eds.), Cambridge University Press, 2003
3. Christiano L.J., Eichenbaum M., Current Real Business Cycle Theories and Aggregate Labor-Market Fluctuations / *The American Economic Review*. 1992. Vol. 82. No. 3. pp.430-450
4. Christiano L.J., Eichenbaum M., Evans C., Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy / *Journal of Political Economy*. 2005. Vol. 113. No. 1. pp.1-45
5. Clarida R., Gali J., Gertler M., Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory / *The Quarterly Journal of Economics*. 2000. Vol. 115. No. 1. pp.147-180
6. Cooley T., Hansen G., The Inflation Tax in a Real Business Cycle Models / *The American Economic Review*. 1989. Vol. 79. No. 4. pp.733-748
7. Cooley T., Quadrini V., A Neoclassical Model of the Phillips Curve Relation / *Journal of Monetary Economics*. 1999. Vol. 44. No. 2. pp. 165-193
8. Hansen G.D., Indivisible Labor and The Business Cycle / *Journal of Monetary Economics*. 1985. Vol.15. pp.309-327
9. Uhlig H. A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily / *Federal Reserve Bank of Minneapolis Discussion Paper 101*. 1995