



Сергей Иващенко

ДСОЭР модель России с 5 секторами

Препринт Ес-01/15
Факультет экономики

Санкт-Петербург
2015

УДК 330.43
ББК 65.01
И24

European University at St. Petersburg
Sergey Ivashchenko
A 5-sector DSGE model of Russia
In Russian

Ivashchenko S. *A 5-sector DSGE model of Russia.* — European University at St. Petersburg, Department of Economics. Working Paper Ec-01/15, 25 p.

Abstract: We build a dynamic stochastic general equilibrium model with five sectors (1 - mining; 2 - manufacturing; 3 - electricity, gas and water; 4 - trade, transport and communication; 5 - other). The model is estimated on 29 time-series of Russia statistical data. We analyse the out-of-sample forecasting prowess of the model and derive implications for economic policy.

Keywords: DSGE, industries, out of sample forecasts
JEL Classification: E23, E27, E32, E37, E60

Sergey Ivashchenko. St. Petersburg Institute for Economics and Mathematics (Russian Academy of Sciences), 1 Tchaikovsky Str., St. Petersburg, 191187, Russia
E-mail: glucke_ru@pisem.net

© S. Ivashchenko, 2015

УДК 330.43
ББК 65.01
И24

Европейский университет в Санкт-Петербурге
Сергей Иващенко
ДСОЭР модель России с 5 секторами
На русском языке

Иващенко С. *ДСОЭР модель России с 5 секторами.* —
Европейский университет в Санкт-Петербурге, Факультет экономики.
Препринт Ес-01/15, 25 с.

Аннотация: Разработана модель динамического стохастического общего экономического равновесия (ДСОЭР) с 5 секторами (1 - добыча полезных ископаемых, 2 – обрабатывающие производства, 3 - производство и распределение электроэнергии, газа и воды, 4 – торговля, транспорт и связь, 5 – другие). Разработанная модель была оценена с использованием 29 рядов российской статистики. Произведен анализ качества прогнозов вне выборки. Рассчитаны последствия некоторых вариантов изменения политики.

Ключевые слова: ДСОЭР, DSGE, отрасли, прогнозы вне выборки

Сергей Иващенко. Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН, ул. Чайковского 1, Санкт-Петербург, 191187, Россия.
E-mail: glucke_ru@pisem.net

© С. Иващенко, 2015

ДСОЭР модель России с 5 секторами.

С.М. Иващенко¹

Аннотация

Разработана модель динамического стохастического общего экономического равновесия (ДСОЭР) с 5 секторами (1 - добыча полезных ископаемых, 2 – обрабатывающие производства, 3 - производство и распределение электроэнергии, газа и воды, 4 – торговля, транспорт и связь, 5 – другие). Разработанная модель была оценена с использованием 29 рядов российской статистики. Произведен анализ качества прогнозов вне выборки. Рассчитаны последствия некоторых вариантов изменения политики.

Ключевые слова: ДСОЭР; DSGE; отрасли; прогнозы вне выборки

Классификация JEL: E23; E27; E32; E37; E60.

Введение

Динамические стохастические модели общего экономического равновесия (ДСОЭР) являются одним из основных инструментов макроэкономического анализа, широко применяющимся центральными банками многих стран [Tovar (2009)]. Данный класс моделей продемонстрировал неплохое качество прогнозов, сопоставимое (часто превосходящее) с авторегрессионными моделями [Adolfson, Linde, Villani (2007); Rubaszek and Skrzypczynski (2008); del Negro and Schorfheide (2012); Иващенко (2013)]. Однако, основное достоинство ДСОЭР моделей в том, что они объясняют динамику переменных в терминах теоретической модели (основанной на предпочтениях и технологиях), и позволяют обойти проблему критики Лукаса [Lucas (1976)].

Модели межотраслевого баланса являются другим классом моделей, отражающим неоднородность экономики (деление на отрасли) и их взаимосвязь. Этот класс моделей, возникнув в середине прошлого века, продолжает развиваться и сформировал систему сбора статистики (таблицы затраты-выпуск). В результате, появляются работы использующие таблицы затраты-выпуск для получения оценок параметров присутствующих в других моделях [Lombardo and Ravenna (2012)]. Однако, многие работы направлены на расширение МО моделей и формирование соответствующей статистики [O'Doherty and Tol (2007)]. Недостатками этого подхода являются то, что конечный спрос экзогенен и наблюдающееся не постоянство коэффициентов модели.

ДСОЭР модели не предполагают деления экономики на множество отраслей. Чаще всего встречаются модели с одним или двумя секторами (торгуемых и не торгуемых товаров) производства [Rubaszek and Skrzypczynski (2008); Rudolf and Zurlinden (2014)]. Реже встречаются модели с добавлением энергетического сектора [Ojeda, Parra-Polania and Vargas (2014)].

Всего несколько моделей предполагают наличие множества секторов [Carvalho and Lee (2011); Lee (2010)]. Однако, модель [Won Lee (2010)] предполагает различие секторов в степени негибкости ценообразования и долях спроса приходящихся на сектор. В модели отсутствует взаимодействие секторов. Модель [Carvalho and Won Lee (2011)] предполагает больший уровень неоднородности секторов: различные коэффициенты общей производительности факторов и использование товаров других секторов в производственной функции. Тем не менее, единая форма кривой спроса для всех секторов не позволяет воспроизвести эффект, наблюдающийся в моделях МО, когда поддержка

¹ Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН, ул. Чайковского 1, Санкт-Петербург, 191187, Россия, e-mail: glucke_ru@pisem.net

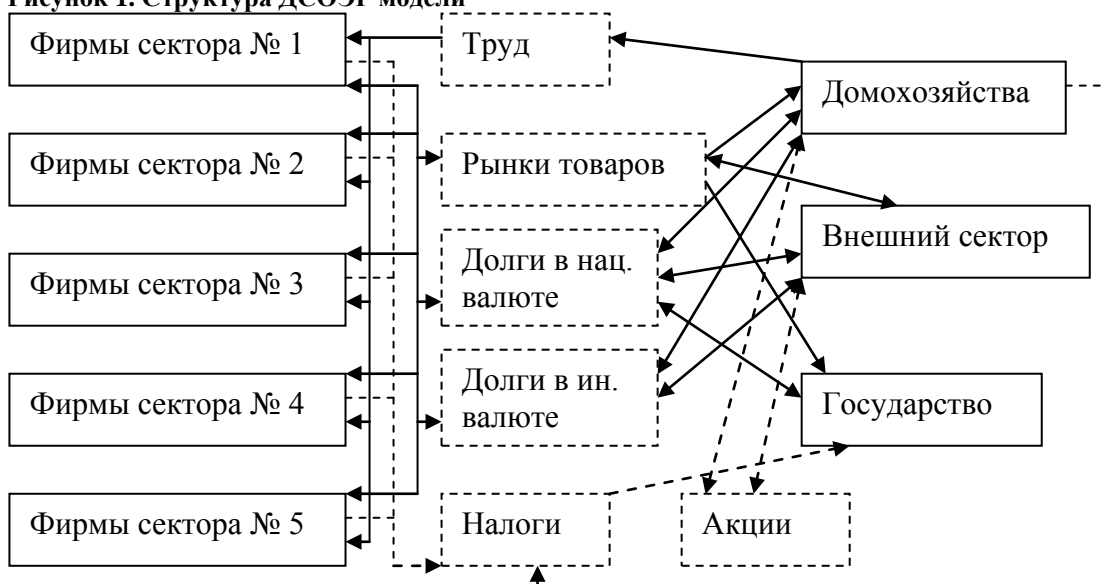
одного сектора ведет к росту в некоторых других и не влияет на третьи. Вдобавок, в модели отсутствует капитал.

В данной работе строится ДСОЭР модель, обладающая высокой степенью неоднородности секторов. Предполагается наличие экзогенного внешнего сектора, и доступ фирм каждого из секторов к внутреннему и внешнему финансовому рынкам. Параметры модели оценены методом максимального правдоподобия по российским данным. Используя полученные оценки параметров, произведена оценка последствий изменения политики.

Модель

Данная ДСОЭР модель представляет собой модель открытой экономики с 8 группами агентов: домохозяйства, фирмы 5 секторов (1- добыча полезных ископаемых, 2 – обрабатывающие производства, 3 - производство и распределение электроэнергии, газа и воды, 4 – торговля, транспорт и связь, 5 – другие), государство и внешний сектор. Агенты взаимодействуют на рынках труда, долговых инструментов в национальной и иностранной валютах, акций и товаров. Схема модели приведена на рис.1.

Рисунок 1. Структура ДСОЭР модели



Список переменных модели приведен в табл.1. Большинство переменных моделей нестационарны, соответственно при расчетах производится переход к стационарным переменным. Система налогообложения состоит из налогов на труд и на выпуск, аналогично [Иващенко (2013)].

Таблица 1. Переменные ДСОЭР модели

Переменная	Описание	Стационарная переменная
$B_{F,i,t}$	Объем облигаций в национальной валюте, приобретенных фирмами отрасли i в периоде t	$b_{F,i,t} = B_{F,i,t} / P_t Z_t$
$B_{G,t}$	Объем облигаций в национальной валюте, приобретенных государством в периоде t	$b_{G,t} = B_{G,t} / P_t Z_t$
$B_{H,t}$	Объем облигаций в национальной валюте, приобретенных домохозяйствами в периоде t	$b_{H,t} = B_{H,t} / P_t Z_t$
$B_{W,t}$	Объем облигаций в национальной валюте, приобретенных внешним сектором в периоде t	$b_{W,t} = B_{W,t} / P_t Z_t$
$B_{WF,i,t}$	Объем облигаций в иностранной валюте, приобретенных фирмами отрасли i в периоде t	$b_{WF,i,t} = F_t B_{WF,i,t} / P_t Z_t$

$B_{WH,t}$	Объем облигаций в иностранной валюте, приобретенных домохозяйствами в периоде t	$b_{WH,t} = F_t B_{WH,t} / P_t Z_t$
C_t	Потребление домохозяйств в периоде t	$c_t = \ln(C_t / Z_t)$
$D_{i,t}$	Дивиденды фирм сектора i в периоде t	$d_{i,t} = D_{i,t} / (P_t Z_t)$
G_t	Государственное потребление в периоде t	$g_t = \ln(G_t / Z_t)$
F_t	Обменный курс (число единиц нац. валюты за единицу ин. валюты) в периоде t	$f_t = \ln\left(\frac{F_t P_{W,t}}{P_t}\right)$
H_t	Привычный уровень потребления в периоде t	$h_t = \ln(H_t / Z_t)$
$I_{D,t}$	Суммарные инвестиции всех секторов в периоде t	$i_{D,t} = \ln(I_{D,t} / Z_t)$
$I_{F,i,t}$	Инвестиции фирм сектора i в периоде t	$i_{F,i,t} = \ln(I_{F,i,t} / Z_t)$
$K_{i,t}$	Капитал фирм сектора i в периоде t	$k_{i,t} = \ln(K_{i,t} / Z_t)$
L_t	Предложение труда в периоде t	$l_t = \ln(L_t)$
$L_{F,i,t}$	Спрос на труд со стороны фирм сектора i в периоде t	$l_{F,i,t} = \ln(L_{F,i,t})$
M_t	Денежная масса в периоде t	$m_t = \ln\left(\frac{M_t}{P_t Z_t}\right)$
EXN_t	Номинальный экспорт в периоде t	$exn_t = (EXN_t / Z_t)$
EXR_t	Реальный экспорт в периоде t	$exr_t = (EXR_t / P_t Z_t)$
IM_t	Реальный импорт в периоде t	$im_t = (IM_t / Z_t)$
P_t	Уровень цен в периоде t	$p_t = \ln(P_t / P_{t-1})$
$P_{C,t}$	Цена корзины товаров потребляемых домохозяйствами в периоде t	$p_{C,t} = \ln(P_{C,t} / P_t)$
$P_{F,i,t}$	Цена товаров фирм отрасли i в периоде t	$p_{F,i,t} = \ln(P_{F,i,t} / P_t)$
$P_{G,t}$	Цена корзины товаров потребляемых государством в периоде t	$p_{G,t} = \ln(P_{G,t} / P_t)$
$P_{I,t}$	Цена корзины товаров идущих на инвестиции в периоде t	$p_{I,t} = \ln(P_{I,t} / P_t)$
$P_{Q,i,t}$	Цена корзины промежуточных товаров используемых в производстве фирм отрасли i в периоде t	$p_{Q,i,t} = \ln(P_{Q,i,t} / P_t)$
$P_{W,t}$	Уровень цен на рынке внешнего сектора в периоде t	$p_{W,t} = \ln(P_{W,t} / P_{W,t-1})$
$P_{W0,t}$	Цена импортных товаров в периоде t	$p_{W0,t} = \ln(P_{W0,t} / P_{W,t})$
$P_{W1,t}$	Уровень цен в первом секторе экспортных товаров в периоде t	$p_{W1,t} = \ln(P_{W1,t} / P_{W,t})$
$P_{WW1,t}$	Уровень цен товаров производимых внешним сектором для первого сектора экспортных товаров в периоде t	$p_{WW1,t} = \ln(P_{WW1,t} / P_{W,t})$
$P_{W2,t}$	Уровень цен во втором секторе экспортных товаров в периоде t	$p_{W2,t} = \ln(P_{W2,t} / P_{W,t})$
$P_{WW2,t}$	Уровень цен товаров производимых внешним сектором для второго сектора экспортных товаров в периоде t	$p_{WW2,t} = \ln(P_{WW2,t} / P_{W,t})$
$Q_{i,t}$	Объем промежуточных товаров используемых в производстве фирм отрасли i в периоде t	$q_{i,t} = \ln(Q_{i,t} / Z_t)$

$R_{H,t}$	Процентная ставка в национальной валюте периоде t	$r_{H,t} = \ln(R_{H,t})$
$R_{W,t}$	Процентная ставка в иностранной валюте периоде t	$r_{W,t} = \ln(R_{W,t})$
$S_{i,t}$	Цена акций фирм сектора i в периоде t	$s_{i,t} = \ln\left(\frac{S_{i,t}}{P_t Z_t}\right)$
$\tau_{L,t}$	Ставка налогов на труд в периоде t	$\tau_{L,t} = \tau_{L,t}$
$\tau_{Y,i,t}$	Ставка налогов на выпуск отрасли i в периоде t	$\tau_{Y,i,t} = \tau_{Y,i,t}$
$T_{TR,t}$	Трансферты от государства в периоде t	$\tau_{TR,t} = \ln\left(\frac{T_{TR,t}}{P_t Z_t}\right)$
W_t	Заработная плата в периоде t	$w_t = \ln\left(\frac{W_t}{P_t Z_t}\right)$
$X_{i,H,t}$	Количество акций фирм отрасли i приобретенных домохозяйствами в периоде t	$x_{i,H,t} = X_{i,H,t}$
$X_{i,W,t}$	Количество акций фирм отрасли i приобретенных внешним сектором в периоде t	$x_{i,W,t} = X_{i,W,t}$
$Y_{D,t}$	Совокупный спрос в периоде t	$y_{D,t} = \ln(Y_{D,t}/Z_t)$
$Y_{i,t}$	Выпуск фирм отрасли i в периоде t	$y_{i,t} = \ln(Y_{i,t}/Z_t)$
$Y_{W1,t}$	Объем спроса со стороны первого экспортного сектора в периоде t	$y_{W1,t} = \ln(Y_{W1,t}/Z_t)$
$Y_{W2,t}$	Объем спроса со стороны второго экспортного сектора в периоде t	$y_{W2,t} = \ln(Y_{W2,t}/Z_t)$
$Z_{\beta,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий межвременные предпочтения домохозяйств	$z_{\beta,t} = \ln(Z_{\beta,t}/Z_{\beta,t-1})$
$Z_{BF,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий принятый уровень долговой нагрузки в национальной валюте для фирм отрасли i	$z_{BF,i,t} = Z_{BF,i,t}$
$Z_{BH,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий негибкость долговой позиции в национальной валюте домохозяйств	$z_{BH,t} = \ln(Z_{BH,t}/Z_t^1)$
$Z_{BW,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий позицию внешнего сектора в долговых инструментах в нац. валюте	$z_{BW,t} = Z_{BW,t}$
$Z_{BWF,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий принятый уровень долговой нагрузки в иностранной валюте для фирм отрасли i	$z_{BWF,i,t} = Z_{BWF,i,t}$
$Z_{BWH,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий негибкость долговой позиции в иностранной валюте домохозяйств	$z_{BWH,t} = \ln(Z_{BWH,t}/Z_t^1)$
$Z_{DW,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий чистый финансовый поток из внешнего сектора фирм отрасли i	$z_{DW,i,t} = \frac{Z_{DW,i,t}}{P_{W,t} Z_t}$
$Z_{FWL,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий негибкость фонда оплаты труда фирм отрасли i	$z_{FWL,i,t} = \ln(Z_{FWL,i,t})$
$Z_{G,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий государственное потребление	$z_{G,t} = \ln(Z_{G,t})$
$Z_{I,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий убывающую эффективность инвестиций в отрасли i	$z_{I,i,t} = \ln(Z_{I,i,t})$
$Z_{L,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий объем труда в распоряжении домохозяйств	$z_{L,t} = \ln(Z_{L,t}/Z_t^{1-\omega_c})$
$Z_{M,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий предпочтение ликвидности	$z_{M,t} = \ln(Z_{M,t}/Z_t^{-\omega_c})$
$Z_{P,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий уровень ценовой негибкости в отрасли i	$z_{P,i,t} = \ln(Z_{P,i,t})$
$Z_{PW,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий уровень инфляции во	$z_{PW,t} = Z_{PW,t}$

	внешнем секторе	
$Z_{PW0,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий уровень цен на импортные товары	$z_{PW0,t} = Z_{PW0,t}$
$Z_{PW1,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий уровень цен товаров первого сектора экспортных товаров	$z_{PW1,t} = Z_{PW1,t}$
$Z_{PW2,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий уровень цен товаров второго сектора экспортных товаров	$z_{PW2,t} = Z_{PW2,t}$
$Z_{QF,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий уровень негибкости использования промежуточных товаров в отрасли i	$z_{QF,i,t} = \ln(Z_{QF,i,t})$
$Z_{R,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий денежную политику	$z_{R,t} = Z_{R,t}$
$Z_{RW,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий денежную политику внешнего сектора	$z_{RW,t} = Z_{RW,t}$
$Z_{\theta C,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий эластичность спроса домохозяйств	$z_{\theta C,t} = Z_{\theta C,t}$
$Z_{\theta G,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий эластичность спроса государства	$z_{\theta G,t} = Z_{\theta G,t}$
$Z_{\theta I,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий эластичность инвестиционного спроса	$z_{\theta I,t} = Z_{\theta I,t}$
$Z_{\theta Q,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий эластичность спроса на промежуточные товары со стороны сектора i	$z_{\theta Q,i,t} = Z_{\theta Q,i,t}$
$Z_{\theta W1,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий эластичность спроса первого сектора экспортных товаров	$z_{\theta W1,t} = Z_{\theta W1,t}$
$Z_{\theta W2,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий эластичность спроса второго сектора экспортных товаров	$z_{\theta W2,t} = Z_{\theta W2,t}$
$Z_{\tau L,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий налоги на труд	$z_{\tau L,t} = Z_{\tau L,t}$
$Z_{\tau Y,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий налоги в отрасли i	$z_{\tau Y,i,t} = Z_{\tau Y,i,t}$
$Z_{TR,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий политику трансфертов	$z_{TR,t} = Z_{TR,t}$
$Z_{XW,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий позицию внешнего сектора в акциях отрасли i	$z_{XW,i,t} = Z_{XW,i,t}$
$Z_{YW1,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий объем спроса первого сектора экспортных товаров	$z_{YW1,t} = Z_{YW1,t}$
$Z_{YW2,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий объем спроса второго сектора экспортных товаров	$z_{YW2,t} = Z_{YW2,t}$
$Z_{Y,i,t}$	Экзогенный процесс, характеризующий технологический прогресс в отрасли i	$z_{Y,i,t} = \ln(Z_{Y,i,t})$
Z_t	Экзогенный процесс, характеризующий технологический прогресс	$z_t = \ln(Z_t/Z_{t-1})$

Домохозяйства

Домохозяйства максимизируют ожидаемую дисконтированную функцию полезности (1) при условии бюджетного ограничения (2). Домохозяйства не владеют реальным капиталом, но могут вкладывать средства в акции (фирм из каждой отрасли) и облигации (в национальной и иностранной валютах). Функция полезности состоит из склонности к потреблению с эффектом привычного уровня потребления (habit), несклонности к труду, несклонность объема хранимых денег отклоняться от заданного уровня, несклонность отклоняться позиции в облигациях от заданного уровня.

$$E \left[\sum_{t=0}^{\infty} Z_{\beta,t} \left(\frac{(C_t - h_C H_{t-1})^{1-\omega_C}}{1-\omega_C} - Z_{L,t} \frac{L_t^{1+\omega_L}}{1+\omega_L} - Z_{M,t} \left(\ln \left(\frac{M_t}{C_t P_{C,t}} \right) - \mu_M \right)^2 \right) - Z_{BH,t} \left(\frac{B_{H,t}}{P_t Z_t} - \mu_B \right)^2 - Z_{BWH,t} \left(\frac{F_t B_{WH,t}}{P_t Z_t} - \mu_W \right)^2 \right) \right] \rightarrow \max_{B,C,L,M,X} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
P_{C,t}C_t + M_t + B_{H,t} + F_t B_{WH,t} + \sum_{i=1}^5 X_{i,H,t} S_{i,t} &= (1 - \tau_{L,t}) W L_t + M_{t-1} + \\
+ R_{H,t-1} B_{H,t-1} + F_t R_{W,t-1} B_{WH,t-1} + \sum_{i=1}^5 X_{i,H,t-1} (S_{i,t} + D_{i,t}) + T_{TR,t}
\end{aligned} \tag{2}$$

, где C_t потребление в периоде t , L_t предложение труда в периоде t , M_t запас денег в периоде t , $P_{C,t}$ цена потребительских товаров в периоде t , $B_{H,t}$ стоимость облигаций в национальной валюте приобретенных домохозяйствами в периоде t , $B_{WH,t}$ стоимость облигаций в иностранной валюте приобретенных домохозяйствами в периоде t , $S_{i,t}$ цена акций отрасли i в периоде t , $X_{i,H,t}$ количество акций отрасли i приобретенных домохозяйствами в периоде t , $\tau_{L,t}$ ставка налога на труд в периоде t , $T_{TR,t}$ трансферт от государства домохозяйствам в периоде t , $R_{H,t}$ ставка по облигациям в национальной валюте в периоде t , $R_{W,t}$ ставка по облигациям в иностранной валюте в периоде t , $D_{i,t}$ дивиденды от фирм сектора i в периоде t и F_t обменный курс в периоде t .

Фирмы

Фирмы максимизируют ожидаемую дисконтированную функцию полезности (3) с ограничениями. Функция полезности состоит из потока дивидендов и ряда негибкостей: негибкость позиции на долговом рынке (в национальной и иностранной валютах), негибкость ценообразования и негибкость фонда оплаты труда. Фирмы действуют на рынке монополистической конкуренции, соответственно они сталкиваются с бюджетным ограничением (4). В большинстве ДСОЭР модели рынок монополистической конкуренции формируется из единой агрегирующей CES функции, однако в данной модели для каждого сектора и источника спроса используется собственная агрегирующая CES функция. Бюджетное ограничение (5) описывает расходы и источники доходов фирм. Производственная функция (6) – это функция Коба-Дугласа с тремя факторами производства: трудом, капиталом и корзиной промежуточных товаров. Добывающий сектор отличается формой производственной функции (6а), которая отражает зависимость производства от дополнительного экзогенного фактора производства (объем разведанных месторождений) и создает убывающую отдачу от масштаба по управляемым фирмой переменным. Ограничение на эволюцию капитала (7) содержит негибкость инвестиций. В модели присутствует 5 секторов: 1- добыча полезных ископаемых, 2 – обрабатывающие производства, 3 - производство и распределение электроэнергии, газа и воды, 4 – торговля, транспорт и связь, 5 – другие.

$$\begin{aligned}
E \left[\sum_{t=0}^{\infty} \left(\prod_{k=0}^{t-1} R_{H,k} \right)^{-1} \right. & \left. \begin{aligned} & \left(D_{f,t} - P_{i,t} Y_{i,t} \mu_{i,B} \left(\frac{B_{F,f,t}}{P_t Z_t} - Z_{BF,t} \right)^2 \right) \\ & - P_{i,t} Y_{i,t} \mu_{i,B} \left(\frac{B_{WF,f,t}}{P_t Z_t} - Z_{BF,t} \right)^2 - P_{i,t} Y_{i,t} Z_{P,i,t} \left(\frac{P_{f,t}}{P_{f,t-1}} \right)^2 \\ & - P_{i,t} Y_{i,t} Z_{FWL,i,t} \left(\frac{W_t L_{f,t}}{W_{t-1} L_{f,t-1}} \right)^2 - P_{i,t} Y_{i,t} Z_{QF,i,t} \left(\frac{Q_{f,t}}{Q_{f,t-1}} \right)^2 \end{aligned} \right] \rightarrow \max_{D,B,P,Y,K,I,L,Q} \tag{3} \\
Y_{f,t} \left(\frac{P_{f,t}}{P_{i,t}} \right)^{\theta_i} &= \omega_{C,i} \left(\frac{P_{i,t}}{P_{C,t}} \right)^{-Z_{\theta C,i}} C_t + \omega_{G,i} \left(\frac{P_{i,t}}{P_{G,t}} \right)^{-Z_{\theta G,i}} G_t + \omega_{I,i} \left(\frac{P_{i,t}}{P_{I,t}} \right)^{-Z_{\theta I,i}} I_t \\
+ \omega_{W1,i} \left(\frac{P_{i,t}}{F_t P_{W1,t}} \right)^{-Z_{\theta W1,i}} & Y_{W1,t} + \omega_{W2,i} \left(\frac{P_{i,t}}{F_t P_{W2,t}} \right)^{-Z_{\theta W2,i}} Y_{W2,t} + \sum_{j=1}^5 \omega_{Q,j,i} \left(\frac{P_{i,t}}{P_{Q,j,t}} \right)^{-Z_{\theta Q,j,i}} Q_{j,t}
\end{aligned} \tag{4}$$

$$D_{f,t} + P_{I,t} I_{f,t} + P_{Q,i,t} Q_{f,t} + W_t L_{f,t} + B_{F,f,t} + F_t B_{WF,f,t} =$$

$$= (1 - \tau_{Y,i,t}) P_{f,t} Y_{f,t} + R_{H,t-1} B_{F,f,t-1} + F_t R_{W,t-1} B_{WF,f,t-1} + F_t Z_{DW,i,t} \quad (5)$$

$$Y_{f,t} = Z_{YF,i,t} (Z_t L_{f,t})^{1-\alpha_{KF,i}-\alpha_{QF,i}} (K_{f,t-1})^{\alpha_{KF,i}} (Q_{f,t})^{\alpha_{QF,i}} \quad (6)$$

$$Y_{f,t} = (Z_{YF,1,t} Z_t)^{1-\alpha_{LF,i}-\alpha_{KF,i}-\alpha_{QF,i}} (Z_t L_{f,t})^{\alpha_{LF,i}} (K_{f,t-1})^{\alpha_{KF,i}} (Q_{f,t})^{\alpha_{QF,i}} \quad (6a)$$

$$K_{f,t} = (1 - \delta_i) K_{f,t-1} + I_{f,t} \exp(-Z_{I,i,t} (I_{f,t} / I_{f,t-1})^2) \quad (7)$$

, где $D_{f,t}$ дивиденды фирмы f в периоде t , $Y_{f,t}$ выпуск фирмы f в периоде t , $P_{f,t}$ цена товаров фирмы f в периоде t , $I_{f,t}$ спрос на инвестиционные товары со стороны фирмы f в периоде t , $Q_{f,t}$ спрос на корзину промежуточных товаров со стороны фирмы f в периоде t , $B_{F,f,t}$ стоимость облигаций в национальной валюте приобретенных фирмой f в периоде t , $B_{WF,f,t}$ стоимость облигаций в иностранной валюте приобретенных фирмой f в периоде t , $K_{f,t}$ объем капитала фирмы f в периоде t , и $L_{f,t}$ объем труда используемый фирмой f в периоде t . Фирма f принадлежит сектору i .

Государство, внешний сектор и балансовые уравнения

Государство действует в соответствии с бюджетным ограничением и экзогенными правилами политики. Бюджетное ограничение государства:

$$P_{G,t} G_t + T_{TR,t} + B_{G,t} = \tau_{L,t} W_t L_t + \sum_{i=1}^5 \tau_{Y,i,t} P_{i,t} Y_{i,t} + R_{t-1} B_{G,t-1} + (M_t - M_{t-1}) \quad (8)$$

Правило денежной политики:

$$\ln(R_{H,t}) = \gamma_R \ln(R_{H,t-1}) + (1 - \gamma_R) \left(\begin{aligned} & \gamma_{RP} \left(\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) - \bar{p} \right) + \gamma_{RY} \left(\ln\left(\frac{Y_{D,t}}{Y_{D,t-1}}\right) - \bar{y} \right) + Z_{R,t} + \\ & \gamma_{RF} \left(\ln\left(\frac{F_t P_{W,t}}{P_t}\right) - \bar{f} \right) + \gamma_{RDF} \left(\ln\left(\frac{F_t}{F_{t-1}}\right) - \bar{p} + \bar{p}_W \right) \end{aligned} \right) \quad (9)$$

Правила фискальной политики:

$$\ln\left(\frac{G_t}{Y_{D,t}}\right) = \gamma_G \ln\left(\frac{G_{t-1}}{Y_{D,t-1}}\right) + (1 - \gamma_G) \left(\begin{aligned} & Z_{G,t} + \gamma_{GB} \left(\frac{B_{G,t}}{P_t Y_{D,t}} - \bar{b}_G e^{-y_D} \right) + \\ & + \gamma_{GY} \left(\ln\left(\frac{Y_{D,t}}{Y_{D,t-1}}\right) - \bar{y} \right) \end{aligned} \right) \quad (10)$$

$$\ln\left(\frac{T_{TR,t}}{Y_{D,t}}\right) = \gamma_{TR} \ln\left(\frac{T_{TR,t-1}}{Y_{D,t-1}}\right) + (1 - \gamma_{TR}) \left(\begin{aligned} & Z_{TR,t} + \gamma_{TRB} \left(\frac{B_{G,t}}{P_t Y_{D,t}} - \bar{b}_G e^{-y_D} \right) + \\ & + \gamma_{TRY} \left(\ln\left(\frac{Y_{D,t}}{Y_{D,t-1}}\right) - \bar{y} \right) \end{aligned} \right) \quad (11)$$

$$\tau_{L,t} = \gamma_{TL} \tau_{L,t-1} + (1 - \gamma_{TL}) \left(\gamma_{TLB} \left(\frac{B_{G,t}}{P_t Y_{D,t}} - \bar{b}_G e^{-y_D} \right) + \gamma_{TLY} \left(\ln\left(\frac{Y_{D,t}}{Y_{D,t-1}}\right) - \bar{y} \right) + Z_{TL,t} \right) \quad (12)$$

$$\tau_{Y,i,t} = \gamma_{TY,i} \tau_{Y,i,t-1} + (1 - \gamma_{TY,i}) \left(\gamma_{TY,iB} \left(\frac{B_{G,t}}{P_t Y_{D,t}} - \bar{b}_G e^{-y_D} \right) + \gamma_{TY,iY} \left(\ln\left(\frac{Y_{D,t}}{Y_{D,t-1}}\right) - \bar{y} \right) + Z_{TY,i,t} \right) \quad (13)$$

Внешний сектор описывается бюджетным ограничением (17) экзогенными правилами (18)-(25).

$$\begin{aligned}
IM_t &= \omega_{C,W} \left(\frac{F_t P_{W0,t}}{P_{C,t}} \right)^{-Z_{0C,t}} C_t + \omega_{G,W} \left(\frac{P_{i,t}}{P_{G,t}} \right)^{-Z_{0G,t}} G_t + \\
&+ \omega_{I,W} \left(\frac{P_{i,t}}{P_{I,t}} \right)^{-Z_{0I,t}} I_t + \sum_{j=1}^5 \omega_{Q,j,W} \left(\frac{P_{i,t}}{P_{Q,j,t}} \right)^{-Z_{0Q,j,t}} Q_{j,t}
\end{aligned} \tag{14}$$

$$EXR_t = \sum_{i=1}^5 \omega_{W1,i} \left(\frac{P_{i,t}}{F_t P_{W1,t}} \right)^{-Z_{0W1,t}} Y_{W1,t} + \sum_{i=1}^5 \omega_{W2,i} \left(\frac{P_{i,t}}{F_t P_{W2,t}} \right)^{-Z_{0W2,t}} Y_{W2,t} \tag{15}$$

$$EXN_t = \sum_{i=1}^5 \omega_{W1,i} \left(\frac{P_{i,t}}{F_t P_{W1,t}} \right)^{-Z_{0W1,t}} Y_{W1,t} P_{i,t} + \sum_{i=1}^5 \omega_{W2,i} \left(\frac{P_{i,t}}{F_t P_{W2,t}} \right)^{-Z_{0W2,t}} Y_{W2,t} P_{i,t} \tag{16}$$

$$\begin{aligned}
EXN_t + \sum_{i=1}^5 F_t Z_{DW,i,t} + \sum_{i=1}^5 X_{i,W,t} S_{i,t} + \sum_{i=1}^5 F_t R_{W,t-1} B_{WF,i,t-1} + F_t R_{W,t-1} B_{WH,i,t-1} + B_{W,t} = \\
= IM_t P_{W0,t} + \sum_{i=1}^5 X_{i,W,t-1} (S_{i,t} + D_{i,t}) + \sum_{i=1}^5 F_t B_{WF,i,t} + F_t B_{WH,i,t} + R_{H,t-1} B_{W,t-1}
\end{aligned} \tag{17}$$

$$\left(\frac{Y_{W1,t}}{Z_t} \right) = \gamma_{YW1} \ln \left(\frac{Y_{W1,t-1}}{Z_{t-1}} \right) + (1 - \gamma_{YW1}) \left(\gamma_{YW1B} \left(\frac{B_{W,t}}{P_t Z_t} - \overline{b_W} \right) + Z_{YW1,t} \right) \tag{18}$$

$$\left(\frac{Y_{W2,t}}{Z_t} \right) = \gamma_{YW2} \ln \left(\frac{Y_{W2,t-1}}{Z_{t-1}} \right) + (1 - \gamma_{YW2}) \left(\gamma_{YW2B} \left(\frac{B_{W,t}}{P_t Z_t} - \overline{b_W} \right) + Z_{YW2,t} \right) \tag{19}$$

$$\left(\frac{P_{W,t}}{P_{W,t-1}} \right) = \gamma_{PW} \ln \left(\frac{P_{W,t-1}}{P_{W,t-2}} \right) + (1 - \gamma_{PW}) \left(\gamma_{PWYW1} \left(\ln \left(\frac{Y_{W1,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W1}} \right) + \right. \\
\left. + \gamma_{PWYW2} \left(\ln \left(\frac{Y_{W2,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W2}} \right) + Z_{PW,t} \right) \tag{20}$$

$$\left(\frac{P_{W0,t}}{P_{W,t}} \right) = \gamma_{PW0} \ln \left(\frac{P_{W0,t-1}}{P_{W,t-1}} \right) + (1 - \gamma_{PW0}) \left(\gamma_{PW0YW1} \left(\ln \left(\frac{Y_{W1,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W1}} \right) + \right. \\
\left. + \gamma_{PW0YW2} \left(\ln \left(\frac{Y_{W2,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W2}} \right) + Z_{PW0,t} \right) \tag{21}$$

$$\left(\frac{P_{WW1,t}}{P_{W,t}} \right) = \gamma_{PW1} \ln \left(\frac{P_{WW1,t-1}}{P_{W,t-1}} \right) + (1 - \gamma_{PW1}) \left(\gamma_{PW1YW1} \left(\ln \left(\frac{Y_{W1,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W1}} \right) + \right. \\
\left. + \gamma_{PW1YW2} \left(\ln \left(\frac{Y_{W2,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W2}} \right) + Z_{PW1,t} \right) \tag{22}$$

$$\left(\frac{P_{WW2,t}}{P_{W,t}} \right) = \gamma_{PW2} \ln \left(\frac{P_{WW2,t-1}}{P_{W,t-1}} \right) + (1 - \gamma_{PW2}) \left(\gamma_{PW2YW1} \left(\ln \left(\frac{Y_{W1,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W1}} \right) + \right. \\
\left. + \gamma_{PW2YW2} \left(\ln \left(\frac{Y_{W2,t}}{Z_t} \right) - \overline{y_{W2}} \right) + Z_{PW2,t} \right) \tag{23}$$

$$\ln(R_{W,t}) = \gamma_{RW} \ln(R_{W,t-1}) + (1 - \gamma_{RW}) \left(\begin{aligned} & \gamma_{RWP} \left(\ln\left(\frac{P_{W,t}}{P_{W,t-1}}\right) - \overline{P_W} \right) + Z_{RW,t} \\ & + \gamma_{RWY1} \left(\ln\left(\frac{Y_{W1,t}}{Y_{W1,t-1}}\right) - \overline{Z} \right) + \gamma_{RWY2} \left(\ln\left(\frac{Y_{W2,t}}{Y_{W2,t-1}}\right) - \overline{Z} \right) \end{aligned} \right) \quad (24)$$

$$X_{i,W,t} = \gamma_{XW,i} X_{i,W,t-1} + (1 - \gamma_{XW,i}) \left(\gamma_{XW,i,B} \left(\frac{B_{W,t}}{P_t Z_t} - \overline{b_W} \right) + Z_{XW,i,t} \right) \quad (25)$$

В модели присутствует несколько балансовых ограничений: каждая облигация должна быть приобретена кем-либо (26); количество акций фирм сектора i равно единице (27); совокупный спрос состоит их потребления, инвестиций, государственного потребления и чистого экспорта (29), инвестиционный спрос состоит из спроса со стороны каждого из секторов (29), аналогично в отношении спроса на труд (30), уровень цен соответствующий каждому из источников секторов является функцией от цен на отдельные товары (31)-(36). Формула (37) описывает механизм формирования привычного уровня потребления.

$$B_{H,t} + \sum_{i=1}^5 B_{F,i,t} + B_{G,t} + B_{W,t} = 0 \quad (26)$$

$$X_{i,W,t} + X_{i,H,t} = 1 \quad (27)$$

$$Y_{D,t} = C_t + I_{D,t} + G_t + EXR_t - IM_t \quad (28)$$

$$I_{D,t} = \sum_{i=1}^5 I_{i,t} \quad (29)$$

$$L_t = \sum_{i=1}^5 L_{i,t} \quad (30)$$

$$P_{C,t}^{1-Z_{\theta C,t}} = \omega_{C,W} \left(\frac{F_t P_{W0,t}}{P_{W,t}} \right)^{1-Z_{\theta C,t}} + \sum_{i=1}^5 \omega_{C,i} (P_{i,t})^{1-Z_{\theta C,t}} \quad (31)$$

$$P_{G,t}^{1-Z_{\theta G,t}} = \omega_{G,W} \left(\frac{F_t P_{W0,t}}{P_{W,t}} \right)^{1-Z_{\theta G,t}} + \sum_{i=1}^5 \omega_{G,i} (P_{i,t})^{1-Z_{\theta G,t}} \quad (32)$$

$$P_{I,t}^{1-Z_{\theta I,t}} = \omega_{I,W} \left(\frac{F_t P_{W0,t}}{P_{W,t}} \right)^{1-Z_{\theta I,t}} + \sum_{i=1}^5 \omega_{I,i} (P_{i,t})^{1-Z_{\theta I,t}} \quad (33)$$

$$P_{Q,j,t}^{1-Z_{\theta Q,j,t}} = \omega_{Q,j,W} \left(\frac{F_t P_{W0,t}}{P_{W,t}} \right)^{1-Z_{\theta Q,j,t}} + \sum_{i=1}^5 \omega_{Q,j,i} (P_{i,t})^{1-Z_{\theta Q,j,t}} \quad (34)$$

$$P_{W1,t}^{1-Z_{\theta W1,t}} = \omega_{W1,W} \left(\frac{F_t P_{WW1,t}}{P_{W,t}} \right)^{1-Z_{\theta W1,t}} + \sum_{i=1}^5 \omega_{W1,i} (P_{i,t})^{1-Z_{\theta W1,t}} \quad (35)$$

$$P_{W2,t}^{1-Z_{\theta W2,t}} = \omega_{W2,W} \left(\frac{F_t P_{WW2,t}}{P_{W,t}} \right)^{1-Z_{\theta W2,t}} + \sum_{i=1}^5 \omega_{W2,i} (P_{i,t})^{1-Z_{\theta W2,t}} \quad (36)$$

$$H_t = h_h H_{t-1} + C_t \quad (37)$$

Все экзогенные процессы описываются процессом AR(1) со следующей параметризацией:

$$z_{*,t} = \eta_{1,*,t} z_{*,t-1} + (1 - \eta_{1,*,t}) (\eta_{0,*,t} + \varepsilon_{*,t}) \quad (38)$$

Оценка параметров и качество прогнозов

В российской статистике существует разбиение ВВП по отраслям (или точнее добавленной стоимости). Однако, данное разложение делается в «базовых ценах», которые достаточно далеки от рыночных. В качестве иллюстрации приведем несколько цифр из последней (за 2006 год) таблицы затраты-выпуск. Выпуск сектора торговля составляет 7 342 133.9 млн. руб., а добавленная стоимость 4 729 488 млн. руб. в «базовых ценах», в то время как совокупный спрос составил 413 526.4 млн. руб. по рыночным ценам. Выпуск сектора добычи полезных ископаемых составляет 3 641 572.7 млн. руб., а добавленная стоимость 2 528 668.2 млн. руб. в «базовых ценах», в то время как совокупный спрос составил 7 091 269.7 млн. руб. по рыночным ценам. В связи с подобной ненадежностью данных российской статистики, в модель введены ошибки измерения наблюдаемых переменных.

Следующие ряды наблюдаемых данных используются: среднее MIBID и MIBOR (obs_R); индекс обрабатывающие производства (obs_{Y2}); индекс производство и распределение электроэнергии, газа и воды (obs_{Y3}); индекс добыча полезных ископаемых (obs_{Y1}); темп роста номинального ВВП (obs_{PY}); оплата труда наемных работников как доля ВВП (obs_{WL}); номинальные расходы на конечное потребление домохозяйств как доля ВВП (obs_{PC}); номинальные расходы на конечное потребление государства как доля ВВП (obs_{PG}); номинальный экспорт как доля ВВП (obs_{PEX}); номинальный импорт как доля ВВП (obs_{PIM}); номинальные инвестиции как доля ВВП (obs_{PI}); темп роста реального ВВП (obs_Y); темп роста реальных расходов на конечное потребление домохозяйств (obs_C); темп роста реальных расходов на конечное потребление государства (obs_G); темп роста реального экспорта (obs_{EX}); темп роста реального импорта (obs_{IM}); темп роста реальных инвестиций (obs_I); номинальные доходы консолидированного бюджета как доля ВВП (obs_{INC}); номинальные расходы консолидированного бюджета как доля ВВП (obs_{tr}); темп роста номинальной добавленной стоимости сектора 1 (obs_{dPY1}); темп роста номинальной добавленной стоимости сектора 2 (obs_{dPY2}); темп роста номинальной добавленной стоимости сектора 3 (obs_{dPY3}); темп роста номинальной добавленной стоимости сектора 4 (obs_{dPY4}); темп роста номинальной добавленной стоимости сектора 5 (obs_{dPY5}); темп роста реальной добавленной стоимости сектора 1 (obs_{dY1}); темп роста реальной добавленной стоимости сектора 2 (obs_{dY2}); темп роста реальной добавленной стоимости сектора 3 (obs_{dY3}); темп роста реальной добавленной стоимости сектора 4 (obs_{dY4}); темп роста реальной добавленной стоимости сектора 5 (obs_{dY5}). Используются данные с корректировкой на сезонность за период с 1 квартала 1999 по 1 квартал 2014 (для части переменных данные доступны за более короткий период).

Процедура оценки параметров выглядит следующим образом: производится переход к стационарным переменным; для каждого из агентов находятся условия оптимальности [Canova (2007)]; находится линейная аппроксимация решения системы динамических уравнений с рациональными ожиданиями [Blanchard and Kahn (1980); Schmitt-Grohe and Uribe (2004)]; при помощи фильтра Калмана проводится расчет функции правдоподобия. Значение функции правдоподобия 2657.32, что немного лучше показателя AR(1) модели (2590.615). Оценки параметров и соответствующие стандартные отклонения представлены в таблице A1 (см. приложение).

Для иллюстрации качества описания статистических данных ДСОЭР моделью были рассчитаны среднеквадратичные ошибки прогнозов (от 1 до 4 кварталов) в рамках выборки и вне выборки (см. Табл.2). Для сравнения приведены аналогичные показатели для моделей AR(1) и VAR(1). Прогноз вне выборки рассчитывался за последние 22 квартала. Это означает, что модель оценивалась без данных за последний квартал (до 2013кв4), и строился прогноз, затем без 2 кварталов (до 2013кв3) и так далее, вплоть до оценки без 22 кварталов (до 2008кв3).

Таблица 2. Среднеквадратические ошибки прогнозов

Переменная-горизонт прогнозирования	Вне выборки			В рамках выборки		
	DSGE	AR	VAR	DSGE	AR	VAR
$obs_R(+1)$	8.00E-03	3.60E-03	4.71E-01	7.80E-03	4.54E-03	1.99E-03
$obs_{Y2}(+1)$	5.89E-02	6.31E-02	2.93E+00	4.32E-02	4.38E-02	1.34E-02
$obs_{Y3}(+1)$	5.13E-02	5.61E-02	1.25E+00	4.97E-02	6.14E-02	2.35E-02
$obs_{YI}(+1)$	1.48E-02	1.76E-02	3.18E-01	1.64E-02	1.71E-02	5.03E-03
$obs_{PY}(+1)$	4.89E-02	5.68E-02	1.43E+00	4.42E-02	4.52E-02	1.31E-02
$obs_{WL}(+1)$	5.39E-02	5.22E-02	1.44E+00	6.60E-02	4.75E-02	1.21E-02
$obs_{PC}(+1)$	3.42E-02	3.98E-02	2.23E+00	3.46E-02	3.25E-02	9.24E-03
$obs_{PG}(+1)$	3.62E-02	4.97E-02	4.50E+00	7.07E-02	3.56E-02	1.42E-02
$obs_{PEX}(+1)$	5.77E-02	6.30E-02	4.79E+00	6.67E-02	6.37E-02	1.60E-02
$obs_{PIM}(+1)$	4.69E-02	4.66E-02	3.75E+00	7.38E-02	5.02E-02	1.93E-02
$obs_{PI}(+1)$	8.01E-02	9.09E-02	4.20E+00	1.65E-01	1.33E-01	4.16E-02
$obs_Y(+1)$	3.39E-02	3.94E-02	3.51E-01	2.61E-02	2.61E-02	6.44E-03
$obs_C(+1)$	2.16E-02	2.55E-02	2.17E-01	2.47E-02	2.14E-02	6.95E-03
$obs_G(+1)$	1.84E-02	1.83E-02	4.26E-01	1.65E-02	1.41E-02	5.66E-03
$obs_{EX}(+1)$	5.45E-02	4.70E-02	1.74E+00	4.89E-02	4.01E-02	1.62E-02
$obs_{IM}(+1)$	1.03E-01	1.23E-01	4.08E+00	8.36E-02	7.73E-02	2.73E-02
$obs_I(+1)$	1.76E-01	1.96E-01	3.74E+00	2.15E-01	1.90E-01	3.97E-02
$obs_{INC}(+1)$	7.35E-02	6.53E-02	5.67E+00	1.47E-01	1.25E-01	5.69E-02
$obs_{ir}(+1)$	2.87E-01	4.39E-01	2.73E+01	3.52E-01	3.38E-01	1.35E-01
$obs_{dPY1}(+1)$	1.52E-01	1.41E-01	2.13E+00	1.37E-01	1.25E-01	5.44E-02
$obs_{dPY2}(+1)$	9.62E-02	1.06E-01	5.52E+00	7.44E-02	7.27E-02	2.22E-02
$obs_{dPY3}(+1)$	6.62E-02	7.31E-02	6.77E-01	5.88E-02	6.06E-02	3.18E-02
$obs_{dPY4}(+1)$	6.73E-02	6.33E-02	1.11E+00	5.04E-02	4.50E-02	1.79E-02
$obs_{dPY5}(+1)$	2.83E-02	3.84E-02	1.17E+00	3.34E-02	3.30E-02	1.22E-02
$obs_{dY1}(+1)$	2.46E-02	2.39E-02	1.98E+00	3.08E-02	2.84E-02	9.06E-03
$obs_{dY2}(+1)$	4.85E-02	4.93E-02	2.19E+00	3.84E-02	3.64E-02	1.56E-02
$obs_{dY3}(+1)$	2.94E-02	3.00E-02	1.56E+00	4.69E-02	4.42E-02	1.40E-02
$obs_{dY4}(+1)$	2.96E-02	3.08E-02	8.38E-01	2.43E-02	2.36E-02	1.19E-02
$obs_{dY5}(+1)$	3.62E-02	2.60E-02	4.15E-01	3.49E-02	2.82E-02	7.03E-03
$obs_R(+2)$	1.00E-02	4.46E-03	2.64E+01	1.07E-02	6.24E-03	3.31E-03
$obs_{Y2}(+2)$	4.72E-02	4.91E-02	1.83E+02	4.40E-02	4.32E-02	2.09E-02
$obs_{Y3}(+2)$	4.69E-02	4.96E-02	7.01E+01	6.03E-02	6.23E-02	2.65E-02
$obs_{YI}(+2)$	1.59E-02	1.69E-02	1.95E+01	1.67E-02	1.71E-02	6.45E-03
$obs_{PY}(+2)$	3.93E-02	4.87E-02	9.15E+01	4.39E-02	4.42E-02	2.21E-02
$obs_{WL}(+2)$	7.83E-02	6.32E-02	6.48E+01	9.13E-02	4.93E-02	1.96E-02
$obs_{PC}(+2)$	5.37E-02	5.02E-02	1.08E+02	4.47E-02	4.13E-02	1.98E-02
$obs_{PG}(+2)$	5.22E-02	6.62E-02	1.68E+02	8.95E-02	4.79E-02	2.38E-02
$obs_{PEX}(+2)$	7.36E-02	9.53E-02	2.01E+02	8.27E-02	8.84E-02	3.19E-02
$obs_{PIM}(+2)$	4.65E-02	5.64E-02	1.03E+02	8.90E-02	5.56E-02	2.50E-02
$obs_{PI}(+2)$	1.10E-01	1.17E-01	1.58E+02	1.64E-01	1.45E-01	4.85E-02
$obs_Y(+2)$	3.23E-02	3.18E-02	1.97E+01	2.72E-02	2.67E-02	9.65E-03
$obs_C(+2)$	2.18E-02	2.52E-02	4.67E+00	2.44E-02	2.11E-02	9.72E-03
$obs_G(+2)$	1.97E-02	1.94E-02	2.35E+01	1.51E-02	1.51E-02	9.27E-03
$obs_{EX}(+2)$	6.14E-02	4.96E-02	1.03E+02	4.96E-02	4.26E-02	2.28E-02
$obs_{IM}(+2)$	1.08E-01	1.11E-01	2.44E+02	8.28E-02	7.72E-02	4.14E-02
$obs_I(+2)$	1.71E-01	1.94E-01	1.91E+02	1.73E-01	1.90E-01	5.49E-02
$obs_{INC}(+2)$	8.83E-02	7.15E-02	2.61E+02	1.62E-01	1.17E-01	7.82E-02
$obs_{ir}(+2)$	2.93E-01	4.47E-01	1.62E+03	3.70E-01	3.41E-01	2.27E-01
$obs_{dPY1}(+2)$	1.31E-01	7.99E-02	6.67E+01	1.38E-01	1.26E-01	8.94E-02
$obs_{dPY2}(+2)$	6.59E-02	6.64E-02	3.46E+02	7.25E-02	7.50E-02	3.59E-02
$obs_{dPY3}(+2)$	6.98E-02	7.27E-02	3.30E+01	6.13E-02	6.19E-02	3.92E-02
$obs_{dPY4}(+2)$	5.62E-02	4.99E-02	6.93E+01	4.89E-02	4.62E-02	3.10E-02

<i>obs_{dPY5}(+2)</i>	3.00E-02	3.19E-02	7.25E+01	3.39E-02	3.14E-02	1.63E-02
<i>obs_{dY1}(+2)</i>	2.37E-02	2.31E-02	1.09E+02	3.04E-02	2.67E-02	1.63E-02
<i>obs_{dY2}(+2)</i>	3.27E-02	3.38E-02	1.38E+02	3.87E-02	3.70E-02	2.25E-02
<i>obs_{dY3}(+2)</i>	2.38E-02	2.44E-02	8.72E+01	4.61E-02	4.61E-02	1.63E-02
<i>obs_{dY4}(+2)</i>	2.69E-02	3.08E-02	4.01E+01	2.43E-02	2.55E-02	1.38E-02
<i>obs_{dY5}(+2)</i>	3.72E-02	2.49E-02	7.57E+00	3.45E-02	2.92E-02	1.50E-02
<i>obs_R(+3)</i>	1.26E-02	5.73E-03	1.63E+03	1.20E-02	7.06E-03	4.02E-03
<i>obs_{Y2}(+3)</i>	3.74E-02	4.09E-02	1.13E+04	4.42E-02	4.36E-02	2.59E-02
<i>obs_{Y3}(+3)</i>	4.85E-02	4.93E-02	4.32E+03	6.06E-02	6.00E-02	3.31E-02
<i>obs_{Y1}(+3)</i>	1.67E-02	1.67E-02	1.21E+03	1.64E-02	1.73E-02	9.58E-03
<i>obs_{PY}(+3)</i>	2.67E-02	3.56E-02	5.64E+03	4.70E-02	4.41E-02	2.76E-02
<i>obs_{WL}(+3)</i>	9.71E-02	6.53E-02	2.21E+03	8.94E-02	5.67E-02	2.60E-02
<i>obs_{PC}(+3)</i>	6.91E-02	4.81E-02	6.07E+03	6.23E-02	4.54E-02	2.71E-02
<i>obs_{PG}(+3)</i>	7.33E-02	7.46E-02	7.72E+03	1.07E-01	5.56E-02	3.48E-02
<i>obs_{PEX}(+3)</i>	6.86E-02	9.03E-02	1.18E+04	7.92E-02	9.07E-02	4.12E-02
<i>obs_{PIM}(+3)</i>	4.02E-02	6.11E-02	2.56E+03	8.41E-02	5.78E-02	2.71E-02
<i>obs_{PI}(+3)</i>	1.54E-01	1.28E-01	6.50E+03	2.22E-01	1.49E-01	7.06E-02
<i>obs_Y(+3)</i>	2.28E-02	2.70E-02	1.20E+03	2.90E-02	2.69E-02	1.43E-02
<i>obs_C(+3)</i>	1.62E-02	1.75E-02	1.77E+02	2.46E-02	2.10E-02	1.25E-02
<i>obs_G(+3)</i>	1.79E-02	1.70E-02	1.43E+03	1.55E-02	1.44E-02	1.17E-02
<i>obs_{EX}(+3)</i>	4.86E-02	4.85E-02	6.39E+03	4.65E-02	4.23E-02	2.44E-02
<i>obs_{IM}(+3)</i>	8.97E-02	8.45E-02	1.51E+04	8.56E-02	7.78E-02	5.18E-02
<i>obs_I(+3)</i>	1.38E-01	1.63E-01	1.17E+04	1.79E-01	1.79E-01	9.83E-02
<i>obs_{INC}(+3)</i>	1.10E-01	7.63E-02	1.56E+04	1.48E-01	1.28E-01	8.93E-02
<i>obs_{IT}(+3)</i>	2.46E-01	4.46E-01	9.97E+04	4.21E-01	3.52E-01	2.37E-01
<i>obs_{dPY1}(+3)</i>	1.09E-01	7.87E-02	3.24E+03	1.35E-01	1.28E-01	1.03E-01
<i>obs_{dPY2}(+3)</i>	5.08E-02	4.33E-02	2.14E+04	7.26E-02	7.55E-02	5.49E-02
<i>obs_{dPY3}(+3)</i>	6.47E-02	6.38E-02	2.04E+03	6.20E-02	6.22E-02	4.96E-02
<i>obs_{dPY4}(+3)</i>	4.73E-02	4.32E-02	4.26E+03	4.76E-02	4.67E-02	3.59E-02
<i>obs_{dPY5}(+3)</i>	2.84E-02	3.34E-02	4.45E+03	3.39E-02	3.04E-02	1.84E-02
<i>obs_{dY1}(+3)</i>	2.44E-02	2.34E-02	6.75E+03	3.06E-02	2.49E-02	1.85E-02
<i>obs_{dY2}(+3)</i>	2.68E-02	2.87E-02	8.54E+03	3.86E-02	3.70E-02	2.64E-02
<i>obs_{dY3}(+3)</i>	2.04E-02	2.08E-02	5.40E+03	4.50E-02	4.34E-02	2.48E-02
<i>obs_{dY4}(+3)</i>	2.36E-02	2.49E-02	2.44E+03	2.43E-02	2.52E-02	1.64E-02
<i>obs_{dY5}(+3)</i>	3.73E-02	2.33E-02	2.90E+02	3.35E-02	2.70E-02	1.62E-02
<i>obs_R(+4)</i>	1.51E-02	6.93E-03	1.01E+05	1.30E-02	7.44E-03	3.97E-03
<i>obs_{Y2}(+4)</i>	3.85E-02	4.03E-02	7.03E+05	4.24E-02	4.34E-02	3.24E-02
<i>obs_{Y3}(+4)</i>	4.76E-02	4.79E-02	2.68E+05	6.02E-02	6.04E-02	3.92E-02
<i>obs_{Y1}(+4)</i>	1.80E-02	1.66E-02	7.49E+04	1.76E-02	1.70E-02	9.64E-03
<i>obs_{PY}(+4)</i>	2.73E-02	3.67E-02	3.50E+05	4.52E-02	4.44E-02	3.04E-02
<i>obs_{WL}(+4)</i>	1.25E-01	6.17E-02	9.75E+04	1.13E-01	5.68E-02	2.93E-02
<i>obs_{PC}(+4)</i>	7.66E-02	4.44E-02	3.70E+05	6.77E-02	4.70E-02	3.30E-02
<i>obs_{PG}(+4)</i>	9.13E-02	8.01E-02	4.47E+05	1.18E-01	5.99E-02	3.89E-02
<i>obs_{PEX}(+4)</i>	4.84E-02	6.62E-02	7.28E+05	7.80E-02	8.36E-02	4.73E-02
<i>obs_{PIM}(+4)</i>	3.63E-02	6.07E-02	6.98E+04	8.93E-02	5.86E-02	3.03E-02
<i>obs_{PI}(+4)</i>	1.96E-01	1.36E-01	3.54E+05	2.35E-01	1.20E-01	8.38E-02
<i>obs_Y(+4)</i>	2.59E-02	2.73E-02	7.42E+04	2.70E-02	2.72E-02	1.65E-02
<i>obs_C(+4)</i>	1.61E-02	1.61E-02	7.36E+03	2.43E-02	2.09E-02	1.40E-02
<i>obs_G(+4)</i>	1.71E-02	1.73E-02	8.85E+04	1.44E-02	1.38E-02	1.26E-02
<i>obs_{EX}(+4)</i>	4.87E-02	4.91E-02	3.96E+05	4.49E-02	4.14E-02	3.30E-02
<i>obs_{IM}(+4)</i>	9.45E-02	8.57E-02	9.35E+05	8.78E-02	7.85E-02	6.37E-02
<i>obs_I(+4)</i>	1.41E-01	1.66E-01	7.23E+05	1.58E-01	1.63E-01	1.06E-01
<i>obs_{INC}(+4)</i>	1.09E-01	7.73E-02	9.65E+05	1.85E-01	1.31E-01	9.32E-02
<i>obs_{IT}(+4)</i>	2.52E-01	4.44E-01	6.18E+06	4.44E-01	3.53E-01	2.63E-01

$obs_{dpy1}(+4)$	1.09E-01	8.29E-02	1.85E+05	1.34E-01	1.18E-01	1.00E-01
$obs_{dpy2}(+4)$	4.79E-02	4.52E-02	1.33E+06	7.15E-02	7.23E-02	6.27E-02
$obs_{dpy3}(+4)$	6.52E-02	6.56E-02	1.26E+05	6.14E-02	5.93E-02	4.65E-02
$obs_{dpy4}(+4)$	4.25E-02	4.36E-02	2.64E+05	4.59E-02	4.60E-02	3.78E-02
$obs_{dpy5}(+4)$	2.94E-02	3.16E-02	2.75E+05	3.40E-02	3.05E-02	1.91E-02
$obs_{dy1}(+4)$	2.64E-02	2.19E-02	4.19E+05	3.13E-02	2.52E-02	1.95E-02
$obs_{dy2}(+4)$	2.75E-02	2.67E-02	5.30E+05	3.90E-02	3.74E-02	2.90E-02
$obs_{dy3}(+4)$	1.97E-02	1.98E-02	3.35E+05	4.55E-02	4.35E-02	3.11E-02
$obs_{dy4}(+4)$	2.34E-02	2.34E-02	1.51E+05	2.42E-02	2.50E-02	2.01E-02
$obs_{dy5}(+4)$	3.51E-02	2.32E-02	1.28E+04	3.11E-02	2.64E-02	1.60E-02
Среднее	6.31E-02	6.74E-02	1.45E+05	7.70E-02	6.62E-02	3.66E-02
Среднеквадратичное	8.37E-02	1.05E-01	6.22E+05	1.09E-01	9.36E-02	5.57E-02
Медиана	4.74E-02	4.86E-02	3.18E+02	4.82E-02	4.51E-02	2.46E-02
Среднее отношения (СКО/СКО AR)	1.06E+00	1.00E+00	2.20E+06	1.17E+00	1.00E+00	5.45E-01
Медиана отношения (СКО/СКО AR)	9.84E-01	1.00E+00	8.03E+03	1.08E+00	1.00E+00	5.46E-01

Можно видеть, что качество прогнозов ДСОЭР модели в рамках выборки оказывается не очень высоким (модель незначительно уступает AR(1) по всем агрегированным показателям), однако вне выборки ситуация меняется и ДСОЭР модель оказывается лучшей. Показатели VAR(1) модели в рамках выборки доминирует над остальными моделями за счет существенно большего числа параметров (1305 параметров, против 87 у AR(1) и 411 у ДСОЭР), что приводит к крайне слабым результатам вне выборки. Также следует отметить, что превосходство ДСОЭР модели над AR(1) наиболее заметно при краткосрочных прогнозах, в то время как в малых ДСОЭР моделях США и Еврозоны характерно основное превосходство при более долгосрочном прогнозировании [del Negro and Schorfheide (2012)]. Еще одной особенностью данной модели является невысокое качество прогнозов процентных ставок. Хотя это характерно для ДСОЭР моделей, как западных стран [Rubaszek and Skrzypczynski (2008)], так и России [Иващенко (2013)], обычно разница оказывается существенно меньше.

Последствия изменения политики

При анализе ДСОЭР моделей чаще всего рассматривают функции реакции на импульс, представляющие собой последствия одного шока (отклонения одного экзогенного шока от нуля в один момент времени). Когда расчеты ведутся с помощью линейаризованной модели, эффект от шока является аддитивным, то есть последствия не зависят от текущего состояния модели. А при рассмотрении изменения параметров производится сравнение функций реакции на импульс.

В данной работе будет использован другой подход. При помощи фильтра Калмана рассчитывается ожидаемое состояние модели, при условии имеющихся наблюдений. Далее строится четыре траектории: ожидаемая траектория, ожидаемая траектория при условии изменения группы параметров, ожидаемая траектория при условии ряда одномоментных шоков, ожидаемая траектория при условии ряда перманентных шоков.

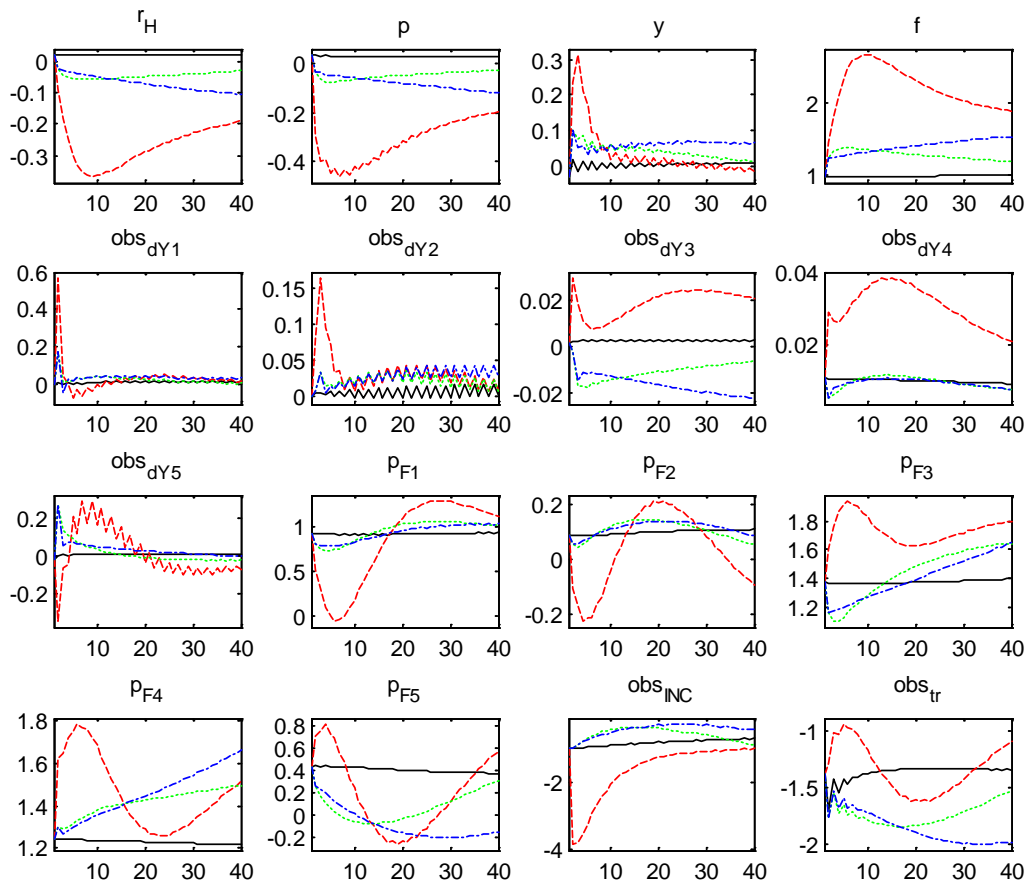
Отметим одну деталь относительно изменения параметров. В правилах поведения государства присутствуют детерминированные равновесия, однако, это является удобным способом параметризации правил поведения государства. То есть данные величины при рассмотрении последствий изменения параметров являются константами (и перестают быть детерминированным равновесием).

Итак, мы рассмотрим последствия 4 групп изменений параметров соответствующих ярким событиям 2014 года, которые можно воспринять за изменения параметров модели: обвал цен на нефть, санкции ограничивающие доступ российских фирм к рынку валютных займов, резкий рост процентных ставок и повышение доли государственных расходов и трансфертов в ВВП (наблюдающееся последние несколько лет).

Начнем рассмотрение с обвала цен на нефть (а так же другие экспортируемые Россией товары). Были выбраны шоки ($\varepsilon_{PW1,t}$ и $\varepsilon_{PW2,t}$) такого размера, чтобы цены на экспортируемые товары ($P_{WW1,t}$ и $P_{WW2,t}$) упали на 50% от ожидаемого уровня первого квартала 2014 года (в случае перманентного шока, упали и оставались на этом уровне). При рассмотрении изменения параметров были уменьшены примерно на 0.5 ожидаемые значения соответствующих экзогенных процессов ($\eta_{0,PW1}$ с -1.193 до -1.7, а $\eta_{0,PW2}$ с 1.312 до 0.8). Рисунок 2 представляет 4 траектории (ожидаемая траектория – черная линия, изменение параметров – красная линия, одномоментный шок – зеленая линия, перманентный шок – синяя линия) в разрезе 16 переменных.

Можно видеть, что снижение экспортных цен способствует экономическому росту. Это является обратной стороной Голландской болезни, механизм которой легко просматривается в данной модели: снижение экспортных цен ведет к снижению экспортной выручки, что ведет к ослаблению национальной валюты и опережающему падению импорта, и происходит рост за счет импорто-замещения. Увеличение вложения домохозяйств и фирм в валюту в результате ожидающегося ослабления национальной валюты обеспечивает опережающее ослабление рубля. Денежная политика государства носит противоречивый характер – в ответ на слабость рубля в реальном выражении ставки повышаются («поддержка национальной валюты»), а в ответ на ослабление по отношению к предыдущему периоду ставки снижаются («поддержка банковской системы»). Исходя из правила денежной политики, побеждает «поддержка банковской системы» и ставки падают. Однако это не ведет к инфляции, благодаря аккумуляции рублевых ресурсов у государства.

Рисунок 2. Последствия 50% снижение экспортных цен.

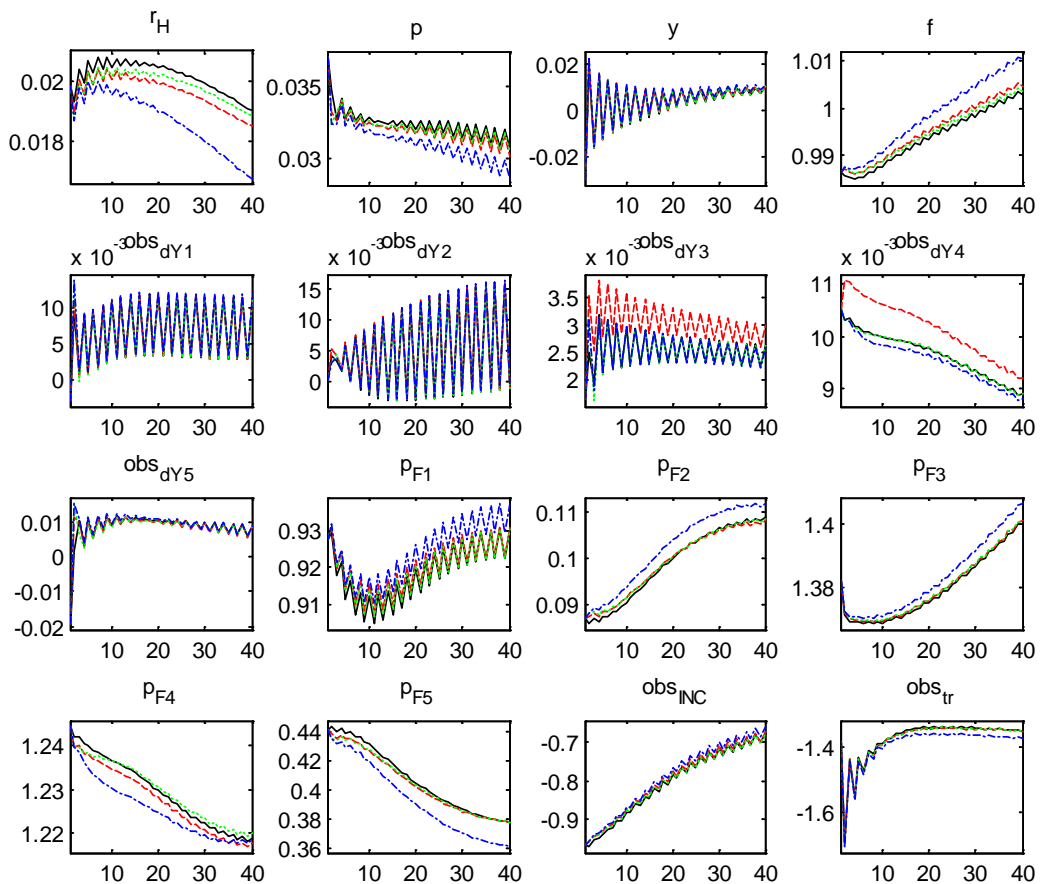


Можно заметить, что реальный рост происходит в добывающей отрасли, хотя относительные цены там падают, и отрасли прочее. В то же время торговля и третья

отрасль (электроэнергия, вода) падают на фоне роста цен. Такова динамика в случае непредсказуемого одномоментного шока, и в случае перманентного непредсказуемого шока. Однако при изменении параметров ситуация меняется сильнее, так как из-за изменения точки детерминированного равновесия происходит изменение долгосрочных ожиданий и меняется точка линеаризации, что так же меняет поведение агентов. Для многих величин изменение параметров ведет к тому же знаку изменения, что и шок, но большему масштабу. Однако есть исключения, такие как производство третьего и четвертого секторов или ситуация с доходами и расходами государства. В обоих случаях государство повышает налоги на многие сектора, но при изменении параметров рост налогов оказывается меньше, а изменение структуры экономики больше (причем рост происходит в отрасли с низкими налогами – обрабатывающие производства).

Несмотря на сочетание двух свойств данной истории (нетривиальность и правдоподобие), следует отметить одно слабое место использованной методологии. Все расчеты строятся на основе аппроксимации (линейной) поведения модели полученной при помощи метода возмущений, что означает рост ошибок аппроксимации по мере удаления от детерминированного равновесия (точки линеаризации). Таким образом, так выглядела бы история при небольшом отклонении цен, однако 50% изменение цен достаточно велико, чтобы нелинейные эффекты могли начать доминировать (в частности не допустили выхода процентных ставок в отрицательную зону, что произошло в линеаризованной модели).

Рисунок 3. Последствия ограничения доступа фирм к валютному финансированию.



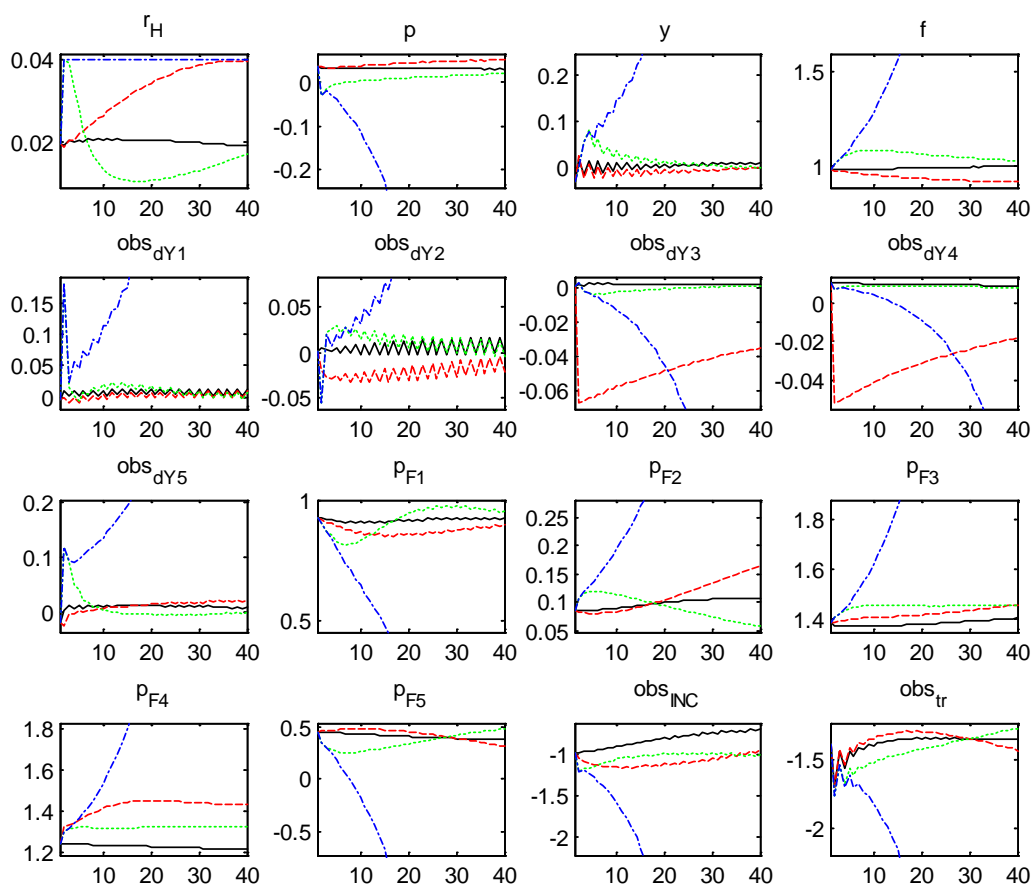
Теперь рассмотрим последствия санкций связанные с ограничением доступа фирм России к финансированию в валюте. В рамках данной модели это описывается изменением экзогенных процессов задающих принятый уровень долговой нагрузке в валюте. В рамках изменения параметров средние значения были изменены следующим

образов (было: $\eta_{0,BWF1}=-0.944$, $\eta_{0,BWF2}=-1.956$, $\eta_{0,BWF3}=-10.869$, $\eta_{0,BWF4}=-3.622$, $\eta_{0,BWF5}=-0.783$; стало: $\eta_{0,BWF1}=-0.9$, $\eta_{0,BWF2}=-1.7$, $\eta_{0,BWF3}=-6.0e-0$, $\eta_{0,BWF4}=-2.5e-0$, $\eta_{0,BWF5}=-0.7$). Для анализа последствий шоков, шоки ($\varepsilon_{WF1,t}$; $\varepsilon_{WF2,t}$; $\varepsilon_{WF3,t}$; $\varepsilon_{WF4,t}$; $\varepsilon_{WF5,t}$) были выбраны так, чтобы вектор объема валютных облигаций фирм ($B_{WF1,t}$; $B_{WF2,t}$; $B_{WF3,t}$; $B_{WF4,t}$; $B_{WF5,t}$) принял значение (-0.9;-1.7;-6;-2.5;-0.7), а в случае перманентного шока оставался на этом уровне.

Можно видеть, что сокращение валютных долгов фирм оказывает существенно меньшее воздействие на ключевые показатели, по сравнению с шоком экспортных цен. Основное сокращение долговой нагрузки приходится на третий и четвертый сектора, и основные последствия приходятся на их реальный выпуск. Однако, этот эффект наступает при изменении параметров, а при наличии непредсказуемого одномоментного или перманентного шока отклонения минимальны. Основным последствием шока долговой позиции фирм становится замещение валютных кредитов рублевыми, и изменением долговой позиции домохозяйств и государства.

Необходимо отметить один существенный факт: существенно большее изменение параметров принятого уровня валютной долговой нагрузки делает модель численно не стабильной. Таким образом, санкции ограничивающие доступ к валютным займам фирм России, не оказывают существенного влияния, пока не будет достигнут критический масштаб санкций, выводящий систему из динамически стабильного состояния.

Рисунок 4. Последствия роста ставок на 2%.

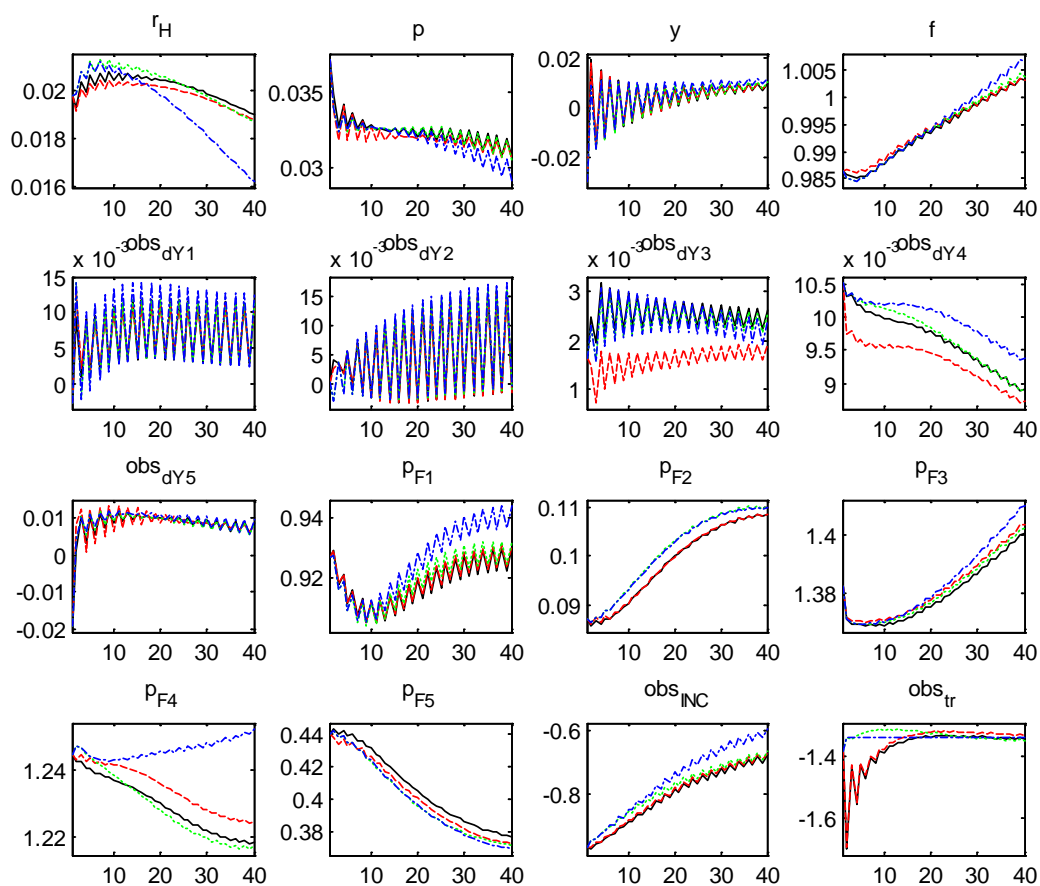


Рассмотрим последствия роста процентных ставок на 2% (подчеркнем, что это составляет 8% годовых и соответствует фактическому изменению ставок в четвертом квартале 2014). Отметим, что перманентный шок денежной политики ведет к взрывной траектории, то есть при непредсказуемом удержании процентных ставок, вопреки правилам денежной политики экономика становится крайне нестабильной.

Ситуация с денежной политикой демонстрирует разницу между изменением параметра правил поведения государства и одномоментным непредсказуемым шоком. Если 2% шок денежной политики ведет к снижению инфляции на 5%-6% в первые пару кварталов, в то время как аналогичное изменение правил политики ведет к 2% росту инфляции в долгосрочном периоде и не оказывает краткосрочного воздействия. Шок денежной политики ведет к падению темпов роста в первый момент, и увеличению в последующие кварталы, в то время как изменение параметров ведет к росту в момент шока, и падению в последующие кварталы (причем масштабы меньше, чем у шока). Последствия для темпов роста производства противоположны и в большинстве секторов. Таким образом, для денежной политики фактор предсказуемости поведения носит критический характер.

Теперь рассмотрим последствия роста государственного потребления и трансфертов на 2% ВВП (всего 4% ВВП). Можно видеть, что подобное действие ведет в основном к дополнительным колебаниям темпов роста (суммарный эффект за 40 кварталов менее 0.5% ВВП). Есть эффекты по изменению отраслевой структуры экономики, но и они не велики (суммарный эффект на реальный выпуск менее 4%). Перманентный шок ведет к несколько большим колебаниям, но это не меняет ситуацию с малым эффектом увеличения расходов консолидированного бюджета.

Рисунок 5. Последствия повышения государственных расходов и трансфертов.



Заключение

В данной работе построена модель ДСОЭР России содержащая 5 секторов: 1- добыча полезных ископаемых, 2 – обрабатывающие производства, 3 - производство и

распределение электроэнергии, газа и воды, 4 – торговля, транспорт и связь, 5 – другие. Все параметры модели были оценены с помощью метода максимального правдоподобия.

Была проведена оценка качества прогнозов модели в рамках выборки и вне выборки. В рамках выборки качество прогнозов оказалось близко к прогнозам AR(1) модели и заметно уступило прогнозам VAR(1) модели, однако вне выборки модель показала лучшее качество прогнозов, чем альтернативные подходы. В отличие от моделей меньшего масштаба западных стран, преимущество (над авторегрессионными моделями) данной модели в краткосрочном прогнозировании оказывается больше, чем в долгосрочном прогнозировании. Слабой стороной модели оказались прогнозы процентных ставок.

Были рассмотрены последствия изменения некоторых параметров модели, и экзогенных шоков отражающих аналогичное изменение ситуации. Так, рассматривая последствия падения экспортных цен, была продемонстрирована Голландская болезнь России, а так же разнонаправленность воздействия данного фактора на разные сектора. Так же было продемонстрировано различие в непредсказуемом воздействии экзогенного шока и изменении параметров, о котором известно всем агентам. Особенно ярко это различие проявилось при рассмотрении последствий повышения процентных ставок, где направление последствий для многих ключевых переменных определяется типом повышения процентных ставок. Помимо этого были рассмотрены последствия ограничения объема заимствований фирм в иностранной валюте, которые оказались не существенны до определенного масштаба, а после него модель резко становится не стабильной, то есть экономика выходит из состояния динамического стохастического равновесия. Последствия одной из антикризисных мер по наращиванию доли государственного потребления и трансфертов населению (активно применялась в кризис 2008-2009) в текущей ситуации не оказывает заметного влияния на темпы экономического роста.

Литература

Ивашенко С.М. (2013). Динамическая стохастическая модель общего экономического равновесия с банковским сектором и эндогенными дефолтами фирм // Журнал Новой экономической ассоциации, № 3 (19), 2013, с. 27–50.

Adolfson M., Linde J., Villani M. (2007). Forecasting Performance of an Open Economy DSGE Model // *Econometric Reviews*. Vol. 26 (2–4). P. 289–328.

Blanchard O., Kahn C.M. (1980). The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations // *Econometrica*. Vol. 48. No 5. P. 1305–1311.

Canova F. (2007). *Methods for Applied Macroeconomic Research*. Princeton: Princeton University Press.

Carvalho C., Lee J.W. (2011). Sectoral price facts in a sticky-price model // *Staff Reports from Federal Reserve Bank of New York*, No 495.

O'Doherty J., Tol R. (2007). An Environmental Input-Output Model for Ireland // *The Economic and Social Review*, 2007, vol. 38, issue 2, pages 157-190.

Lee J.W. (2010). Heterogeneous Households in a Sticky Price Model // *Departmental Working Papers from Rutgers University, Department of Economics*, No 2010-01.

Lombardo G., Ravenna F. (2012). The size of the tradable and non-tradable sectors: Evidence from input–output tables for 25 countries // *Economics Letters*, 2012, vol. 116, issue 3, pages 558-561

Lucas R.E. (1976). *Econometric Policy Evaluation: A Critique* // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. 1976. Vol. 1. Issue 1. P. 19-46.

Negro M. del, Schorfheide F. (2012). DSGE Model-Based Forecasting // *Staff Reports from Federal Reserve Bank of New York*. No. 554.

Ojeda J., Parra-Polania J., Vargas C. (2014). Natural-Resource Booms, Fiscal Rules and Welfare in a Small Open Economy // Borradores de Economía from Banco de la República de Colombia, No 807.

Rubaszek M., Skrzypczynski P. (2008). On the Forecasting Performance of a Small-Scale DSGE Model // International Journal of Forecasting. Vol. 24. No 3. P. 498–512.

Rudolf B., Zurlinden M. (2014). A compact open economy DSGE model for Switzerland // Economic Studies from Swiss National Bank, No 2014-08

Schmitt-Grohe S., Uribe M. (2004). Solving dynamic general equilibrium models using a second-order approximation to the policy function. // Journal of Economic Dynamics and Control, 28(4), 755-775.

Tovar C. (2009). DSGE Models and Central Banks // Economics - The Open-Access, Open-Assessment E-Journal, 2009, vol. 3, pages 1-31

Приложение

Таблица А1. Результаты оценки параметров

Параметр	Значение	Ст. Откл.	Параметр	Значение	Ст. Откл.	Параметр	Значение	Ст. Откл.
$std \varepsilon_{\beta}$	5.46E-05	2.06E-08	$std \varepsilon_{\theta W1}$	5.72E-04	1.28E-02	$std obs_{dY1}$	2.77E-02	3.02E-03
$std \varepsilon_{BF1}$	2.24E-03	1.20E-02	$std \varepsilon_{\theta W2}$	1.84E-03	2.86E-03	$std obs_{dY2}$	3.71E-02	4.30E-03
$std \varepsilon_{BF2}$	1.23E-03	3.68E-01	$std \varepsilon_{iL}$	8.32E-02	1.15E-02	$std obs_{dY3}$	4.52E-02	4.93E-03
$std \varepsilon_{BF3}$	3.92E-03	1.15E-02	$std \varepsilon_{ir}$	4.49E+00	2.12E-01	$std obs_{dY4}$	2.41E-02	2.59E-03
$std \varepsilon_{BF4}$	3.74E-04	1.67E-02	$std \varepsilon_{iY1}$	6.18E-05	2.06E-08	$std obs_{dY5}$	2.37E-02	3.85E-03
$std \varepsilon_{BF5}$	4.38E-04	9.13E-03	$std \varepsilon_{iY2}$	4.25E-04	1.96E-02	α_{KF1}	2.00E-01	4.46E-08
$std \varepsilon_{BH}$	6.59E-04	1.03E-07	$std \varepsilon_{iY3}$	8.31E-05	2.06E-08	α_{KF2}	5.11E-02	1.19E-03
$std \varepsilon_{BW}$	8.32E-04	9.06E-03	$std \varepsilon_{iY4}$	6.37E-04	8.88E-03	α_{KF3}	2.72E-01	4.19E-03
$std \varepsilon_{BWF1}$	5.28E-03	3.75E-01	$std \varepsilon_{iY5}$	2.50E-05	2.06E-08	α_{KF4}	1.90E-01	1.84E-03
$std \varepsilon_{BWF2}$	1.04E-04	2.06E-08	$std \varepsilon_{QF1}$	1.57E-02	5.03E+00	α_{KF5}	2.45E-01	1.88E-03
$std \varepsilon_{BWF3}$	1.08E-04	2.06E-08	$std \varepsilon_{QF2}$	2.27E-02	1.03E-05	α_{LF1}	2.00E-01	4.15E-08
$std \varepsilon_{BWF4}$	4.80E-03	9.85E-03	$std \varepsilon_{QF3}$	7.10E-04	1.57E-01	α_{QF1}	2.22E-01	4.58E-08
$std \varepsilon_{BWF5}$	7.32E-04	5.76E-07	$std \varepsilon_{QF4}$	1.84E-03	1.53E-02	α_{QF2}	5.83E-01	6.67E-03
$std \varepsilon_{BWH}$	7.63E-03	1.04E-02	$std \varepsilon_{QF5}$	1.69E-03	1.03E-06	α_{QF3}	6.46E-01	1.23E-02
$std \varepsilon_{DW1}$	7.19E-03	3.84E-01	$std \varepsilon_{XW1}$	7.76E-04	1.05E-02	α_{QF4}	3.65E-01	1.42E-02
$std \varepsilon_{DW2}$	1.25E-03	1.87E-02	$std \varepsilon_{XW2}$	1.40E-03	1.71E-02	α_{QF5}	4.76E-01	3.99E-03
$std \varepsilon_{DW3}$	1.49E-03	9.92E-03	$std \varepsilon_{XW3}$	1.23E-03	1.34E-02	γ_g	8.38E-01	1.42E-02
$std \varepsilon_{DW4}$	6.06E-04	1.08E-02	$std \varepsilon_{XW4}$	1.65E-03	1.29E-02	γ_{gb}	-7.19E-01	1.68E-02
$std \varepsilon_{DW5}$	1.34E-03	1.10E-02	$std \varepsilon_{XW5}$	1.47E-04	2.06E-08	γ_{gy}	-5.00E+00	1.03E-06
$std \varepsilon_{FWL1}$	5.87E-06	2.06E-08	$std \varepsilon_Y$	3.37E-03	5.34E-04	γ_{pw}	7.62E-01	3.02E-02
$std \varepsilon_{FWL2}$	7.11E-03	2.90E-03	$std \varepsilon_{YF1}$	2.53E-06	2.06E-08	$\gamma_{pw,vw1}$	2.56E+00	1.58E-01
$std \varepsilon_{FWL3}$	9.00E-03	1.31E+00	$std \varepsilon_{YF2}$	5.07E-04	7.21E-05	$\gamma_{pw,vw2}$	-9.99E-01	2.06E-07
$std \varepsilon_{FWL4}$	1.76E-05	2.06E-08	$std \varepsilon_{YF3}$	6.55E-02	8.56E-03	γ_{pw0}	-5.87E-04	8.71E-03
$std \varepsilon_{FWL5}$	1.15E-03	1.24E-02	$std \varepsilon_{YF4}$	4.39E-05	2.06E-08	$\gamma_{pw0,vw1}$	2.38E-01	1.68E-02
$std \varepsilon_G$	2.39E-02	1.71E-02	$std \varepsilon_{YF5}$	3.15E-01	2.70E-02	$\gamma_{pw0,vw2}$	9.71E-02	1.10E-02
$std \varepsilon_{I1}$	4.51E+01	6.92E-01	$std \varepsilon_{YW1}$	1.82E+00	2.02E-01	γ_{pw1}	9.37E-01	8.65E-03
$std \varepsilon_{I2}$	8.79E-05	2.06E-08	$std \varepsilon_{YW2}$	1.92E-03	8.05E-03	$\gamma_{pw1,vw1}$	-3.17E-01	2.66E-02
$std \varepsilon_{I3}$	1.11E-03	3.86E-04	$std obs_R$	4.69E-03	5.18E-04	$\gamma_{pw1,vw2}$	5.00E+00	9.86E-07
$std \varepsilon_{I4}$	1.14E-02	1.05E-02	$std obs_{Y2}$	4.07E-02	3.95E-03	γ_{pw2}	-6.22E-04	5.74E-03
$std \varepsilon_{I5}$	5.39E-01	5.22E-02	$std obs_{Y3}$	1.10E-06	2.06E-08	$\gamma_{pw2,vw1}$	2.39E-05	2.90E-04
$std \varepsilon_L$	3.13E-05	2.06E-08	$std obs_{Y1}$	1.48E-02	1.57E-03	$\gamma_{pw2,vw2}$	3.39E-04	3.32E-05
$std \varepsilon_M$	1.26E-02	5.38E-03	$std obs_{PY}$	3.33E-02	4.39E-03	γ_r	9.69E-01	2.44E-03
$std \varepsilon_{P1}$	1.26E-01	1.07E+00	$std obs_{SWL}$	4.11E-06	2.06E-08	γ_{rdf}	-5.00E+00	1.03E-06
$std \varepsilon_{P2}$	9.92E-04	1.66E-02	$std obs_{PC}$	2.27E-02	2.92E-03	γ_{rf}	5.91E-01	1.25E-02
$std \varepsilon_{P3}$	1.23E-02	1.14E-02	$std obs_{PG}$	2.24E-02	3.27E-03	γ_{rp}	2.45E+00	6.48E-02
$std \varepsilon_{P4}$	2.12E-03	1.00E-02	$std obs_{PEX}$	4.17E-02	4.56E-03	γ_{rw}	8.80E-01	2.09E-02
$std \varepsilon_{P5}$	2.57E-03	2.10E+00	$std obs_{PIM}$	3.10E-02	6.53E-03	γ_{rwp}	7.77E-01	2.48E-02
$std \varepsilon_{PW}$	2.76E-04	8.81E-03	$std obs_{PI}$	6.82E-02	9.63E-03	γ_{rwy1}	-2.15E+00	1.79E-01
$std \varepsilon_{PW0}$	3.93E-03	1.07E-03	$std obs_Y$	1.46E-02	1.83E-03	γ_{rwy2}	-1.49E+00	9.83E-02
$std \varepsilon_{PW1}$	6.60E-05	2.06E-08	$std obs_C$	2.40E-02	2.77E-03	γ_{rv}	-1.59E+00	3.05E-02
$std \varepsilon_{PW2}$	8.35E-04	1.03E-07	$std obs_G$	1.35E-02	2.67E-03	γ_{iL}	8.38E-01	2.14E-02
$std \varepsilon_R$	6.69E-03	6.51E-03	$std obs_{EX}$	4.10E-02	6.14E-03	γ_{iLb}	4.99E+00	9.84E-07
$std \varepsilon_{RW}$	8.70E-04	1.47E-02	$std obs_{IM}$	6.69E-02	8.49E-03	γ_{iLy}	-3.75E+00	4.75E-02
$std \varepsilon_{\theta C}$	1.04E-03	1.19E-02	$std obs_I$	9.80E-02	1.40E-02	γ_{ir}	8.81E-01	1.64E-02
$std \varepsilon_{\theta G}$	2.54E-06	2.06E-08	$std obs_{INC}$	8.80E-02	9.53E-03	$\gamma_{ir,b}$	-5.00E+00	1.03E-06
$std \varepsilon_{\theta I}$	6.09E-07	2.06E-08	$std obs_{ir}$	1.00E-01	2.25E-08	$\gamma_{ir,y}$	5.00E+00	9.85E-07
$std \varepsilon_{\theta O1}$	1.12E-03	1.06E-02	$std obs_{dPY1}$	3.37E-07	2.06E-08	γ_{iY1}	7.44E-01	1.52E-02
$std \varepsilon_{\theta O2}$	3.34E-03	2.89E+00	$std obs_{dPY2}$	7.36E-02	8.28E-03	γ_{iY2}	9.94E-01	3.19E-03
$std \varepsilon_{\theta O3}$	2.50E-04	9.03E-03	$std obs_{dPY3}$	5.89E-02	6.47E-03	γ_{iY3}	5.00E-01	1.03E-07
$std \varepsilon_{\theta O4}$	1.12E-03	1.34E-02	$std obs_{dPY4}$	5.21E-02	5.82E-03	γ_{iY4}	7.57E-01	2.54E-02
$std \varepsilon_{\theta O5}$	1.33E-03	1.20E-02	$std obs_{dPY5}$	2.54E-02	3.35E-03	γ_{iY5}	8.07E-01	1.14E-02

Таблица А1. Результаты оценки параметров (продолжение)

Параметр	Значение	Ст. Откл.	Параметр	Значение	Ст. Откл.	Параметр	Значение	Ст. Откл.
γ_{iYb1}	2.94E+00	5.61E-02	$\eta_{0,\theta C}$	1.07E+01	2.29E-06	$\eta_{1,I2}$	-6.07E-01	2.43E-02
γ_{iYb2}	2.22E+00	4.70E-02	$\eta_{0,\theta G}$	6.59E+00	1.93E-06	$\eta_{1,I3}$	-6.28E-02	4.49E-03
γ_{iYb3}	4.97E+00	1.04E-01	$\eta_{0,\theta I}$	6.06E+00	2.56E-06	$\eta_{1,I4}$	-6.24E-02	4.76E-03
γ_{iYb4}	5.00E+00	9.86E-07	$\eta_{0,\theta O1}$	1.29E+01	2.33E-01	$\eta_{1,I5}$	-9.99E-01	2.06E-07
γ_{iYb5}	4.19E+00	4.63E-02	$\eta_{0,\theta O2}$	1.72E+01	3.28E-01	$\eta_{1,L}$	1.27E-06	1.57E-02
γ_{iYv1}	1.14E+00	3.14E-02	$\eta_{0,\theta O3}$	1.78E+01	4.09E-01	$\eta_{1,M}$	-9.21E-01	3.16E-02
γ_{iYv2}	-4.91E+00	1.16E-01	$\eta_{0,\theta O4}$	1.52E+01	3.26E-06	$\eta_{1,PI}$	-2.38E-03	4.76E-03
γ_{iYv3}	5.00E+00	9.85E-07	$\eta_{0,\theta O5}$	2.00E+01	4.33E-06	$\eta_{1,PI2}$	3.06E-02	4.39E-03
γ_{iYv4}	4.94E+00	1.14E-01	$\eta_{0,\theta W1}$	7.24E+00	1.80E-06	$\eta_{1,PI3}$	9.02E-04	4.83E-03
γ_{iYv5}	2.00E+00	6.39E-02	$\eta_{0,\theta W2}$	1.00E+01	1.79E-01	$\eta_{1,PI4}$	-2.10E-02	8.36E-03
γ_{xw1}	9.16E-01	1.05E-01	$\eta_{0,iL}$	2.50E-01	6.41E-08	$\eta_{1,PI5}$	-8.41E-01	3.13E-02
$\gamma_{xw1,b}$	4.88E-02	1.07E-02	$\eta_{0,ir}$	-2.01E+00	4.59E-07	$\eta_{1,PW}$	1.41E-02	1.01E-02
γ_{xw2}	3.71E-01	3.83E-02	$\eta_{0,iY1}$	4.02E-01	4.28E-03	$\eta_{1,PW0}$	2.27E-04	1.05E-02
$\gamma_{xw2,b}$	6.29E-03	9.56E-03	$\eta_{0,iY2}$	1.97E-01	3.77E-03	$\eta_{1,PW1}$	3.93E-01	3.22E-02
γ_{xw3}	9.20E-01	2.96E-02	$\eta_{0,iY3}$	3.14E-01	1.83E-03	$\eta_{1,PW2}$	2.25E-03	3.13E-01
$\gamma_{xw3,b}$	5.76E-01	4.86E-02	$\eta_{0,iY4}$	5.00E-01	9.90E-08	$\eta_{1,OF1}$	-7.14E-01	2.67E-02
γ_{xw4}	9.22E-01	1.01E-01	$\eta_{0,iY5}$	4.15E-01	4.29E-03	$\eta_{1,OF2}$	-2.21E-01	1.10E-02
$\gamma_{xw4,b}$	2.21E-02	1.15E-02	$\eta_{0,xW1}$	1.00E+00	1.97E-07	$\eta_{1,OF3}$	-1.73E-01	7.05E-03
γ_{xw5}	9.23E-01	4.71E-02	$\eta_{0,xW2}$	1.61E-05	2.24E-08	$\eta_{1,OF4}$	-3.20E-01	1.47E-02
$\gamma_{xw5,b}$	3.96E-02	1.19E-02	$\eta_{0,xW3}$	6.62E-02	3.23E-03	$\eta_{1,OF5}$	-5.35E-01	2.20E-02
γ_{vw1}	9.19E-01	1.50E-02	$\eta_{0,xW4}$	2.05E-01	5.54E-03	$\eta_{1,R}$	2.99E-01	3.38E-02
$\gamma_{vw1,b}$	7.98E-03	1.25E-02	$\eta_{0,xW5}$	8.75E-01	2.29E-02	$\eta_{1,RW}$	5.89E-04	9.35E-03
γ_{vw2}	-2.16E-01	3.14E-02	$\eta_{0,Y}$	6.41E-03	6.38E-08	$\eta_{1,\theta C}$	3.79E-03	9.72E-03
$\gamma_{vw2,b}$	1.51E-04	9.05E-03	$\eta_{0,YW1}$	8.80E+00	1.93E-06	$\eta_{1,\theta G}$	-3.13E-01	3.71E-02
h_h	9.94E-01	1.03E-06	$\eta_{0,YW2}$	-1.91E+01	4.04E-01	$\eta_{1,\theta I}$	9.62E-01	1.54E-02
μ_{F1}	1.73E+00	5.67E-02	$\eta_{1,bbb}$	-2.78E-05	1.06E-02	$\eta_{1,\theta O1}$	-1.27E-03	1.19E-02
μ_{F2}	4.17E+00	9.72E-02	$\eta_{1,BF1}$	1.19E-03	1.07E-02	$\eta_{1,\theta O2}$	1.48E-03	1.10E-02
μ_{F3}	4.80E+00	1.21E-01	$\eta_{1,BF2}$	-1.03E-03	1.01E-02	$\eta_{1,\theta O3}$	-4.87E-03	9.84E-03
μ_{F4}	4.25E+00	9.84E-02	$\eta_{1,BF3}$	3.18E-01	2.93E-02	$\eta_{1,\theta O4}$	9.68E-01	2.96E-02
μ_{F5}	1.21E+00	5.12E-02	$\eta_{1,BF4}$	7.53E-01	1.26E-01	$\eta_{1,\theta O5}$	-4.82E-03	9.30E-03
μ_H	1.17E+01	5.59E-06	$\eta_{1,BF5}$	1.34E-02	7.77E-03	$\eta_{1,\theta W1}$	9.48E-01	8.50E-03
μ_M	2.00E+01	3.94E-06	$\eta_{1,BH}$	-2.22E-02	5.94E-02	$\eta_{1,\theta W2}$	-1.95E-02	9.93E-03
μ_W	2.80E+01	6.07E-01	$\eta_{1,BW}$	4.30E-02	9.19E-03	$\eta_{1,L,L}$	-4.27E-02	1.55E-02
$\eta_{0,B}$	-1.16E-03	2.31E-03	$\eta_{1,BWF1}$	4.20E-02	1.22E-02	$\eta_{1,ir}$	-6.49E-01	4.91E-02
$\eta_{0,BF1}$	-1.34E+01	2.87E-04	$\eta_{1,BWF2}$	-1.07E-04	9.93E-03	$\eta_{1,iY1}$	-1.04E-02	4.52E-03
$\eta_{0,BF2}$	-1.05E+01	9.21E-04	$\eta_{1,BWF3}$	8.97E-01	1.05E-01	$\eta_{1,iY2}$	-9.95E-01	2.45E-02
$\eta_{0,BF3}$	-1.43E+01	2.28E-04	$\eta_{1,BWF4}$	-1.42E-02	1.30E-02	$\eta_{1,iY3}$	-9.68E-04	1.18E-02
$\eta_{0,BF4}$	-1.88E+01	1.12E-04	$\eta_{1,BWF5}$	-7.30E-02	1.03E-02	$\eta_{1,iY4}$	-1.61E-02	1.10E-02
$\eta_{0,BF5}$	-4.56E+00	1.81E-04	$\eta_{1,BWH}$	9.14E-01	8.35E-02	$\eta_{1,iY5}$	-1.88E-03	1.30E-02
$\eta_{0,G}$	-1.78E+00	4.37E-07	$\eta_{1,DW1}$	-5.32E-02	1.95E-03	$\eta_{1,XW1}$	1.55E-01	1.91E-02
$\eta_{0,I1}$	7.08E-01	1.17E-02	$\eta_{1,DW2}$	-1.35E-02	1.18E-02	$\eta_{1,XW2}$	7.00E-03	9.08E-03
$\eta_{0,I2}$	1.16E-04	2.06E-08	$\eta_{1,DW3}$	1.86E-02	1.51E-02	$\eta_{1,XW3}$	2.36E-03	1.16E-02
$\eta_{0,I3}$	9.99E-01	1.97E-07	$\eta_{1,DW4}$	-2.21E-03	1.11E-02	$\eta_{1,XW4}$	-8.90E-03	1.26E-02
$\eta_{0,I4}$	1.39E-06	2.06E-08	$\eta_{1,DW5}$	5.01E-02	3.31E-02	$\eta_{1,XW5}$	-9.68E-01	2.38E-02
$\eta_{0,I5}$	6.16E-01	1.47E-02	$\eta_{1,FWL1}$	2.34E-02	6.25E-03	$\eta_{1,Y}$	7.42E-03	4.43E-03
$\eta_{0,PW}$	3.00E-02	5.03E-08	$\eta_{1,FWL2}$	-5.61E-03	4.25E-03	$\eta_{1,YF1}$	-1.19E-04	1.03E-02
$\eta_{0,PW0}$	-8.31E-01	2.00E-07	$\eta_{1,FWL3}$	9.85E-01	2.81E-02	$\eta_{1,YF2}$	5.53E-02	1.23E-02
$\eta_{0,PW1}$	-1.19E+00	2.82E-07	$\eta_{1,FWL4}$	-7.60E-04	4.03E-03	$\eta_{1,YF3}$	1.39E-01	1.49E-02
$\eta_{0,PW2}$	1.31E+00	2.85E-02	$\eta_{1,FWL5}$	-3.90E-05	5.17E-03	$\eta_{1,YF4}$	2.73E-01	2.53E-02
$\eta_{0,R}$	2.68E-02	2.83E-08	$\eta_{1,G}$	-3.33E-01	3.35E-02	$\eta_{1,YF5}$	8.26E-01	3.34E-02
$\eta_{0,RW}$	2.91E-04	2.43E-08	$\eta_{1,I1}$	4.36E-03	2.93E-03	$\eta_{1,YW1}$	7.12E-01	4.93E-02

Таблица А1. Результаты оценки параметров (продолжение)

Параметр	Значение	Ст. Откл.	Параметр	Значение	Ст. Откл.	Параметр	Значение	Ст. Откл.
$\eta_{1,YW2}$	-1.95E-03	2.40E-02	$\omega_{Q3,F1}$	1.77E-01	5.60E-03	$\overline{d_{F2}}$	1.39E-04	2.65E-08
ω_C	1.36E+00	5.81E-02	$\omega_{Q3,F2}$	1.39E-01	5.39E-03	$\overline{d_{F3}}$	9.54E-01	2.27E-07
ω_L	6.36E-01	1.97E-02	$\omega_{Q3,F3}$	3.57E-01	7.94E-03	$\overline{d_{F4}}$	9.19E-02	1.90E-03
δ_1	1.39E-02	1.08E-03	$\omega_{Q3,F4}$	8.08E-02	3.90E-03	$\overline{d_{F5}}$	1.05E-01	4.17E-03
δ_2	7.84E-02	2.70E-03	$\omega_{Q3,F5}$	1.08E-01	1.57E-03	\overline{f}	9.94E-01	2.38E-07
δ_3	1.00E-02	2.06E-08	$\omega_{Q4,F1}$	1.14E-02	3.31E-08	$\overline{i_{F1}}$	1.52E+00	3.29E-07
δ_4	4.29E-02	2.15E-03	$\omega_{Q4,F2}$	8.77E-02	3.33E-08	$\overline{i_{F2}}$	-7.83E-01	1.18E-02
δ_5	2.95E-02	4.24E-04	$\omega_{Q4,F3}$	2.94E-02	3.31E-08	$\overline{i_{F3}}$	-4.89E+00	1.08E-01
θ_{F1}	4.05E+00	9.64E-02	$\omega_{Q4,F4}$	4.08E-01	8.78E-08	$\overline{i_{F4}}$	-4.99E+00	1.03E-06
θ_{F2}	6.97E+00	9.48E-02	$\omega_{Q4,F5}$	2.44E-01	5.52E-08	$\overline{i_{F5}}$	3.02E+00	1.34E-06
θ_{F3}	2.00E+01	3.94E-06	$\omega_{Q5,F1}$	7.68E-03	1.21E-03	$\overline{l_{F1}}$	2.05E+00	4.68E-07
θ_{F4}	1.90E+01	1.91E-01	$\omega_{Q5,F2}$	3.55E-01	9.23E-08	$\overline{l_{F2}}$	-1.06E+00	2.29E-07
θ_{F5}	1.70E+01	5.30E-01	$\omega_{Q5,F3}$	6.13E-02	3.07E-03	$\overline{l_{F3}}$	-1.42E+00	3.19E-07
$\omega_{C,F1}$	1.66E-03	4.13E-08	$\omega_{Q5,F4}$	6.31E-02	3.44E-03	$\overline{l_{F4}}$	2.07E-03	3.05E-08
$\omega_{C,F2}$	4.26E-01	9.17E-08	$\omega_{Q5,F5}$	3.72E-01	1.47E-04	$\overline{l_{F5}}$	5.56E-01	1.39E-07
$\omega_{C,F3}$	2.96E-02	2.53E-03	$\omega_{W1,F1}$	3.24E-03	2.30E-08	$\overline{\lambda_{HB}}$	2.00E+01	3.94E-06
$\omega_{C,F4}$	2.46E-01	7.19E-08	$\omega_{W1,F2}$	4.56E-02	2.42E-08	$\overline{m_H}$	5.00E+00	1.15E-06
$\omega_{C,F5}$	2.67E-01	3.97E-08	$\omega_{W1,F3}$	8.96E-02	2.25E-08	$\overline{p_{F1}}$	8.85E-01	4.93E-03
$\omega_{G,F1}$	8.44E-05	3.65E-08	$\omega_{W1,F4}$	1.24E-02	2.27E-08	$\overline{p_{F2}}$	3.85E-02	2.65E-08
$\omega_{G,F2}$	3.02E-03	3.33E-08	$\omega_{W1,F5}$	7.04E-02	3.16E-08	$\overline{p_{F3}}$	1.17E+00	3.80E-02
$\omega_{G,F3}$	1.99E-02	3.65E-08	$\omega_{W2,F1}$	4.05E-03	4.88E-06	$\overline{p_{F4}}$	1.08E+00	5.42E-03
$\omega_{G,F4}$	4.97E-02	2.25E-08	$\omega_{W2,F2}$	1.16E-02	3.60E-03	$\overline{p_{F5}}$	5.79E-01	1.68E-07
$\omega_{G,F5}$	8.63E-01	1.85E-07	$\omega_{W2,F3}$	5.61E-08	2.24E-08	\overline{p}	3.55E-02	2.81E-08
$\omega_{L,F1}$	3.26E-02	2.25E-08	$\omega_{W2,F4}$	1.36E-02	1.91E-03	$\overline{q_{F1}}$	-3.25E+00	2.31E-02
$\omega_{L,F2}$	2.63E-01	8.71E-08	$\omega_{W2,F5}$	6.87E-03	3.03E-03	$\overline{q_{F2}}$	-4.38E+00	8.25E-02
$\omega_{L,F3}$	4.18E-04	1.72E-08	$\overline{b_{F1}}$	-5.92E+00	2.83E-01	$\overline{q_{F3}}$	9.75E-01	4.93E-02
$\omega_{L,F4}$	0	1.58E-08	$\overline{b_{F2}}$	-1.62E-01	7.45E-03	$\overline{q_{F4}}$	4.66E+00	1.16E-06
$\omega_{L,F5}$	5.15E-01	1.11E-07	$\overline{b_{F3}}$	-2.00E+01	4.21E-06	$\overline{q_{F5}}$	1.84E-02	4.25E-03
$\omega_{Q1,F1}$	1.00E-01	2.06E-08	$\overline{b_{F4}}$	-1.97E+01	4.83E-01	\overline{w}	2.05E+00	9.07E-07
$\omega_{Q1,F2}$	1.48E-01	3.50E-03	$\overline{b_{F5}}$	-4.08E+00	1.65E-01			
$\omega_{Q1,F3}$	9.39E-02	2.95E-03	$\overline{b_{WF1}}$	-9.73E-01	3.40E-02			
$\omega_{Q1,F4}$	1.15E-01	2.06E-03	$\overline{b_{WF2}}$	-1.96E+00	6.24E-02			
$\omega_{Q1,F5}$	1.58E-01	3.26E-08	$\overline{b_{WF3}}$	-1.09E+01	3.88E-01			
$\omega_{Q2,F1}$	2.10E-01	1.62E-02	$\overline{b_{WF4}}$	-3.62E+00	1.19E-01			
$\omega_{Q2,F2}$	4.13E-01	1.11E-02	$\overline{b_{WF5}}$	-7.83E-01	2.81E-02			
$\omega_{Q2,F3}$	7.87E-02	3.68E-03	$\overline{b_{WH}}$	1.52E+01	8.13E-06			
$\omega_{Q2,F4}$	1.34E-01	3.66E-03	\overline{c}	4.23E+00	1.37E-06			
$\omega_{Q2,F5}$	1.58E-01	3.41E-03	$\overline{d_{F1}}$	8.16E-03	3.92E-03			