

№1
2017

**Группа по разработке
равновесной модели
Кыргызской Республики**

НАУЧНАЯ РАБОТА

**Оцененная динамическая стохастическая
модель общего равновесия для
Кыргызской Республики**

Национальный банк Кыргызской Республики

2017

Научная работа Национального банка Кыргызской Республики

**Оцененная динамическая стохастическая модель общего равновесия для
Кыргызской Республики
Подготовлено Искендером Шатмановым¹**

Одобрено к распространению научно-экспертным советом
Национального банка Кыргызской Республики²

Октябрь 2017 года

Изложенные в данной работе взгляды полностью принадлежат автору и не обязательно отражают точку зрения Национального банка Кыргызской Республики.

Резюме

Предметом исследования является изучение влияния шоков фискальной и денежно-кредитной политик на экономику Кыргызской Республики с использованием динамической стохастической модели общего равновесия (DSGE). Оценка модели произведена с использованием байесовских методов. Это позволило рассчитать важные структурные параметры, ненаблюдаемые шоки и провести диагностику трансмиссионного механизма. Результаты исследования показали, что фискальный стимул ведет к росту объема выпуска на фоне повышения количества рабочих часов и снижения потребления и инвестиций, тогда как последствиями монетарного шока является снижение этих показателей. Также была произведена оценка эффекта фискальной и монетарной политик с использованием VAR модели, в целом указывающей на эмпирическую согласованность разработанной теоретической модели.

JEL: D58, E4, E52, E23, E31, E32, E58

Ключевые слова: эконометрическое моделирование, DSGE, денежно-кредитная политика, фискальная политика, байесовская оценка, функции импульсного отклика, структурный VAR.

Для информации, связанной с этой публикацией, обращайтесь по адресу:

720001, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй, 168

телефон: +996 (312) 66-92-64

факс: +996 (312) 61-07-30

e-mail: ishatmanov@nbkr.kg

Национальный банк Кыргызской Республики

Экономическое управление

Группа по разработке равновесной модели Кыргызской Республики

¹ Искендер Шатманов – руководитель Группы по разработке равновесной модели Кыргызской Республики Экономического управления Национального банка Кыргызской Республики.

² Научно-экспертный совет является коллегиальным научно-консультационным совещательным органом Национального банка и призван способствовать совершенствованию научной и исследовательской деятельности. Председатель совета – Жениш Н., члены совета – Айдарова А.К., Джусупов Т.Дж., Каракожаев А.М., Керимкулова Г.А., Кыдыралиев С.К., Могилевский Р.И., Тилекеев К.А., Эсеналиев Д.С.

Содержание	
Введение	3
1. Динамическая стохастическая модель общего равновесия для Кыргызской Республики	6
1.1. Сектор домохозяйств	6
1.2. Технологии и фирмы	9
1.2.1. Фирмы-производители конечных товаров	9
1.2.2. Фирмы-производители промежуточного товара	10
1.3. Динамика цен	11
1.4. Фискальный регулятор	11
1.5. Монетарный регулятор	11
1.6. Агрегирование	12
1.7. Рыночное равновесие	12
2. Оценка параметров	13
2.1. Калибровка	13
2.2. Данные	13
2.3. Априорное распределение параметров	14
2.4. Апостериорные оценки параметров	15
3. Функции импульсного отклика и их анализ	17
3.1. Фискальный шок	17
3.2. Монетарный шок	18
3.3. Эмпирическое соответствие оцененной DSGE модели	21
Заключение	23
Таблицы	25
Таблица 1А. Априорное и апостериорное распределение структурных параметров	25
Таблица 1В. Априорное и апостериорное распределение шоковых процессов	26
Графики	27
График 1. Модель малой закрытой экономики	27
График 2А. Распределение оцененных параметров	27
График 2В. Распределение оцененных параметров	28
Приложение	29
Приложение 1. Лог-линеаризованные условия состояния равновесия	29
Список литературы	30

Введение

DSGE моделирование постепенно становится стандартным инструментом макроэкономического анализа. Его основным отличием от других моделей (как ARIMA или векторные авторегрессии), является тот факт, что DSGE модели твердо опираются на экономическую теорию и предлагают формальный эконометрический и математический аппарат для изучения факторов делового цикла и анализа экономической политики государства. Практическая ценность DSGE моделирования была оценена и экономистами, и монетарными властями, которые используют ее для анализа влияния макроэкономических политик на экономику. Однако большая часть подобных исследований была проведена не на примере развивающихся стран, а развитых экономик. Здесь также можно отметить важность и необходимость развития DSGE анализа и для Кыргызской Республики. Сложный путь перехода страны к рыночным отношениям привел к усилению роли центрального банка в части достижения низкой инфляции и поддержки экономического роста. Однако из-за отсутствия глубокого эмпирического анализа практические аспекты такого процесса, по-прежнему, остаются открытыми.

Целью работы является изучение эффекта влияния шоков фискальной и монетарной политик на экономику Кыргызстана с использованием динамической стохастической модели общего равновесия. Для этого была разработана и оценена DSGE модель с меняющимися ценами для кыргызской экономики. Модель оценена с использованием байесовских методов. Это позволило рассчитать важные структурные параметры и ненаблюдаемые шоки, а также провести диагностику трансмиссионного механизма. Для выявления эмпирической согласованности модели была произведена оценка влияния фискального и монетарной политик на выпуск с использованием структурной VAR модели.

Оцененное значение основного поведенческого параметра и степени жесткости цен получилось сравнительно высоким и потому эмпирически важным для модели. В количественном выражении полученный результат указывает на то, что в среднем фирмы меняют цены каждые три квартала. Что касается фискальной политики, низкий коэффициент государственных ценных бумаг в заложенном в модели налоговом правиле показывает, что налоги не являются панацеей в финансировании перманентного процесса наращивания выпуска государственных ценных бумаг. Однако они, по-прежнему, широко используются благодаря размытому горизонту фискального прогнозирования. Бюджетный дефицит и растущие социальные обязательства побуждают правительство к поиску альтернативных путей финансирования. Параметры функции реакции денежно-кредитной политики также являются важными для объяснения общей картины. В связи с тем, что среднее авторегрессионного параметра лагированной процентной ставки оценено на уровне

0,99, наблюдается значительная степень сглаживания процентной ставки. Анализ результатов моделирования показывает то, что денежно-кредитная политика более остро реагирует на изменение в уровне инфляции, чем на выпуск. Также выявлена персистентность и схожесть оцененных стохастических процессов экзогенных шоков эволюции технологий, государственных расходов и процентной ставки с их априорными значениями.

Результаты исследования показывают, что в краткосрочном периоде фискальный стимул ведет к увеличению объема выпуска на фоне роста рабочих часов и снижения потребления и инвестиций, тогда как последствиями монетарного шока является снижение этих показателей. Объем налогов и государственных ценных бумаг вырастает в ответ на фискальный шок. Данные процессы сопровождаются ростом номинальной процентной ставки и снижением денежного предложения. Как показывает анализ, эффект шока государственных расходов на инвестиции предопределяется реакцией потребления и государственных расходов. Это, в свою очередь, объясняет наблюдаемое снижение объема генерируемого инвестициями капитала. Сдерживающая денежно-кредитная политика негативно влияет на выпуск и уровень безработицы путем понижения инвестиционной активности. Политика «дорогих» денег, направленная на обуздание роста уровня цен, ассоциируется со сжатием потребления. Следует отметить, что дополнительно проведенный структурный VAR анализ выявил эмпирическое соответствие полученных прогнозов модели.

DSGE модель для кыргызской экономики в данной работе в значительной мере опирается на модель *Smets and Wouters* (2003), разработанной и оцененной для еврозоны. Для простоты понимания в модели для Кыргызской Республики используется ограниченное количество параметров, задействованных в родительской версии. К примеру, модель для кыргызской экономики не затрагивает жесткость заработной платы или поведенческую структуру внутреннего потребления. Модель, оцененная *Smets and Wouters* для еврозоны, использует семь наблюдаемых переменных, указывая на наличие аналогичного количества шоков. В свою очередь, структурные шоки в оцененной DSGE модели для Кыргызской Республики представлены девиациями продуктивности, государственными расходами и процентной ставкой. Основной причиной использования меньшего количества шоков экономики является более высокий уровень ограниченности данных.

Несмотря на динамичное развитие и определенные успехи, достигнутые в области DSGE моделирования, оно все еще остается достаточно новым инструментарием анализа кыргызской экономики из-за сложностей настройки модели, отсутствия достаточных и

надежных временных рядов данных, проблемы идентификации и другого. Имеющиеся наработки ограничены исследованием, проведенным Нурбеком Женишем и Асель Кыргызбаевой в 2012 году. Авторы внедрили такие специфические особенности кыргызской экономики, как зависимость от внешних денежных переводов и уязвимость к внешним шокам, в стандартную DSGE модель для малой открытой экономики. Помимо прочего, она моделирует фискальную часть и использует предположение об искаженном состоянии равновесия и слабо развитых фондовых рынках. В модели есть внешний сектор, хотя он и не представлен явным образом. Жениш и Кыргызбаева использовали метод калибровки для параметризации своей модели.

Структура работы выглядит следующим образом. Во второй части работы представлена DSGE модель для Кыргызской Республики. В третьей части производится оценивание модели с использованием байесовских методов. Четвертая часть раскрывает влияние шоков фискальной и денежно-кредитной политик на экономику в соответствии с разработанной моделью. В последней части исследования подводятся итоги.

1. Динамическая стохастическая модель общего равновесия для Кыргызской Республики

В целом DSGE модель для Кыргызской Республики представляет собой модель для малой закрытой экономики, состоящую из пяти внутренних экономических агентов: репрезентативного домохозяйства, фирм-производителей промежуточных товаров, фирм-производителей конечных товаров потребления, правительства и центрального банка (График 1).

Следуя предположению Кейнсианской экономической теории, домохозяйство владеет основными факторами производства – трудом и капиталом, что, в свою очередь, позволяет ему принимать решения, связанные с объемами рыночного предложения труда. Рабочая сила, предоставляемая домохозяйством фирмам-производителям, рассматривается в качестве дифференцируемого товара. Предполагается, что владельцы данного фактора производства обладают монополией над размером трудового вознаграждения.

Помимо этого, домохозяйство стоит перед персистентным выбором между потреблением товаров и аккумулярованием ликвидных средств. Оно также владеет всеми фирмами в экономике, что, соответственно, подразумевает необходимость их управления путем принятия решений относительно осуществляемой деятельности.

Фирмы-производители конечного товара используют в качестве сырья промежуточные товары, которые в последующем трансформируются во внутреннее потребление и инвестиции. Таким образом, дополнительный капитал создается из части потоков конечного товара. Последнее преобразуется в инвестиции с временной разницей в один лаг, в последующем вновь подключаясь к процессу создания конечного продукта. При этом процесс создания капитала сопровождается некоторыми потерями. Чтобы принять данное предположение во внимание, модель дополнена механизмом подстройки капитальных расходов для определения функции расходов на капитал.

Разработанная в данной работе DSGE модель рассматривает государственный бюджет в виде бюджета с нулевым дефицитом. Политика государственных расходов следует логике авторегрессионного процесса первого разряда и шоков внутреннего спроса.

1.1. Сектор домохозяйств

В модели рассматривается репрезентативное домохозяйство, функция полезности которого является аддитивно-сепарабельной по трем аргументам. Она растет с увеличением потребления c_t , реального денежного баланса $\left(\frac{M_t}{P_t}\right)$ и снижается с ростом количества рабочих часов n_t .

Каждый период времени репрезентативное домохозяйство сталкивается с вопросом максимизации функции полезности, определенной на бесконечном временном интервале:

$$\max_{c_t, n_t, M_t} \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{c_t^{1-\theta}}{1-\theta} - \frac{n_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} + \frac{1}{1-\xi} \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{1-\xi} \right],$$

где \mathbb{E}_0 является изначальным ожиданием переменной или оператором условного ожидания, определяемого с учетом информации доступной в момент времени t_0 , β – субъективный дисконтируемый фактор со значениями лежащими в диапазоне от 0 до 1, θ – коэффициент относительной непередрашенности к риску или обратное межвременной эластичности замещения ($\theta \in (0,1)$), φ – обратное эластичности Фриша по предложению труда ($\varphi \geq 0$), ξ – параметр предпочтения, определяющий функцию спроса на реальные деньги.

Репрезентативное домохозяйство имеет дело с двумя типами финансовых инструментов: деньгами (M_t) и государственными ценными бумагами, деноминированными в национальной валюте (B_t). Оно получает вознаграждение от использования факторов производства – труда и капитала, а также получает деньги в форме дивидендов от деятельности принадлежащих ей фирм (D_t).

В соответствии с моделью репрезентативное домохозяйство по умолчанию обладает неким капиталом, сдаваемым в аренду фирмам. Предполагается, что доходы, получаемые домохозяйствами в текущем периоде, и накопленный капитальный запас направляются на потребление (c_t), инвестиции (i_t) и налоги, выплачиваемые государству (τ_t).

Таким образом, запас капитала, арендуемого фирмами, может изменяться соответствующими инвестиционными действиями или решениями относительно интенсивности загрузки физического капитала. В свою очередь, последнее ассоциируется с некоторыми реальными расходами в единицах конечного выпуска.

Соответственно, репрезентативное домохозяйство максимизирует полезность в условиях следующего бюджетного ограничения:

$$c_t + i_t + m_t + b_t = w_t n_t + r_t^k k_{t-1} + \frac{R_{t-1}}{P_t} b_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{P_t} + d_t - \tau_t,$$

где r_t^k является рентной платой за использование капитала, k_{t-1} – объем капитала домохозяйства на момент времени (t-1) и w_t – заработная плата в реальном выражении.

С другой стороны, последнее выражение показывает, что домохозяйство направляет свои доходы на потребление, инвестиции в фирмы, увеличение объема наличности и государственные ценные бумаги.

Другим ограничением задачи максимизации функции полезности домохозяйства является уравнение динамики физического капитала:

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + i_t - S\left(\frac{i_t}{i_{t-1}}\right)i_t,$$

где δ означает норму амортизации капитала ($0 < \delta < 1$), S – расходы по подстройке капитала.

Предполагается, что процесс запуска капитала ассоциируется с лагом в один период и влечет за собой определенные расходы. Для данного исследования, функция капитальных расходов выражена в виде расходов по подстройке капитала.

Также предполагается, что $S(1) = S'(1) = 0$ и $S''(1) = \kappa$.

Это означает, что в состоянии равновесия, когда предыдущий уровень инвестиций равен текущему или, другими словами, остается неизменным, функция изменений в инвестициях равна нулю. Первая производная расходов подстройки капитала также равна нулю в состоянии равновесия.

Спецификации современных DSGE моделей таких как, к примеру, модели в работах *Erceg и др.* (2000), *Christiano и др.* (2001, 2005), *Smets и Wouters* (2003, 2007) предполагают некоторую инертность динамики инвестиций в ответ на экономические шоки. Так, расходы подстройки капитала зависят от темпов изменения объема инвестиций.

В конечном итоге условия первого порядка выглядят следующим образом:

$$c_t : c_t^{-\theta} = \lambda_t$$

$$n_t : n_t^{\varphi} = \lambda_t w_t$$

$$m_t : m_t^{-\xi} = \lambda_t - \beta \mathbb{E}_t \frac{\lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}}$$

$$k_t : \mu_t = \beta \mathbb{E}_t [\lambda_{t+1} r_{t+1}^k + \mu_{t+1} (1 - \delta)]$$

$$b_t : \lambda_t = \beta \mathbb{E}_t \left(\frac{R_t}{\Pi_{t+1}} \lambda_t \right)$$

$$i_t : \lambda_t = \mu_t \left(1 - S\left(\frac{i_t}{i_{t-1}}\right) - S'\left(\frac{i_t}{i_{t-1}}\right) \frac{i_t}{i_{t-1}} \right) + \mathbb{E} \mu_{t+1} S'\left(\frac{i_{t+1}}{i_t}\right) \left(\frac{i_{t+1}}{i_t}\right)^2.$$

Пусть $q_t \equiv \frac{\mu_t}{\lambda_t}$. Тогда из условий первого порядка по отношению к i_t :

$$q_t \left[1 - S\left(\frac{i_t}{i_{t-1}}\right) - S'\left(\frac{i_t}{i_{t-1}}\right) \frac{i_t}{i_{t-1}} \right] = 1 - \mathbb{E}_t \left[\frac{\mu_{t+1}}{R_t} q_{t+1} S'\left(\frac{i_{t+1}}{i_t}\right) \left(\frac{i_{t+1}}{i_t}\right)^2 \right].$$

Условия первого порядка, полученные в ходе решения проблемы максимизации полезности домохозяйства i_t , определяют функцию спроса на инвестиции.

Условия первого порядка по отношению к k_t могут быть также представлены подобным образом в виде:

$$q_t = \beta \mathbb{E}_t \left[\frac{\mu_{t+1}}{R_t} \{r_{t+1}^k + q_{t+1}(1 - \delta)\} \right].$$

1.2. Технологии и фирмы

1.2.1. Фирмы-производители конечных товаров

Фирмы-производители конечных товаров используют дифференцируемые промежуточные товары и действуют на рынке совершенной конкуренции.

Конечный товар производится с использованием промежуточного по следующей технологии:

$$y_t = \left[\int_0^1 y_{jt}^{\frac{\psi-1}{\psi}} dj \right]^{\frac{\psi}{\psi-1}}.$$

Решение задачи максимизации прибыли приводит к следующей функции спроса на промежуточный товар j -той фирмы:

$$y_{jt} = \left(\frac{P_{jt}}{P_t} \right)^{-\psi} y_t.$$

Соответственно, индекс цены определяется выражением:

$$P_t = \left[\int_0^1 p_{jt}^{1-\psi} dj \right]^{\frac{1}{1-\psi}}.$$

1.2.2. Фирмы-производители промежуточного товара

Континуум фирм-производителей промежуточного товара действует на рынке монополистической конкуренции. Технология, используемая каждой фирмой, описывается производственной функцией Кобба-Дугласа:

$$y_{jt} = z_t k_{jt-1}^{\alpha} n_{jt}^{1-\alpha},$$

где коэффициент α представляет долю капитала ($0 < \alpha < 1$) и z_t – шок технологии.

Шок технологий представлен авторегрессионным процессом первого порядка с i.i.d. нормальной ошибкой:

$$\log z_t = \rho_z \log z_{t-1} + \varepsilon_{zt}.$$

(Реальная) прибыль:

$$\left(\frac{p_{tj}^*}{p_t} \right) y_{jt} - r_t^k k_{jt-1} - w_t n_t,$$

где p_{tj}^* является оптимальной ценой, установленной j -той фирмой.

Каждый период времени t фирма решает следующую проблему максимизации прибыли:

$$\max E_t \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \eta^k \left[\left(\frac{p_{tj}^*}{p_{t+k}} \right) y_{jt+k} - r_{t+k}^k k_{jt+k-1} - w_{t+k} n_{t+k} \right],$$

где выпуск ограничен производственной функцией вида:

$$y_{jt} = \left(\frac{p_{tj}}{p_t} \right)^{-\psi} y_t = z_t k_{jt-1}^{\alpha} n_{jt}^{1-\alpha}.$$

Решением проблемы являются следующие условия оптимальности:

$$\sum_{k=0}^{\infty} (\beta\eta)^k E_t \left[\left(\frac{p_{tj}^*}{p_{t+k}} \right) - \frac{\psi}{\psi-1} m_{c_{t+k}} \right] y_{jt+k} = 0,$$

где

$$m_{c_t} = \frac{w_t}{(1-\alpha) z_t} \left[\frac{r_t^k (1-\alpha)^{\alpha}}{\psi-1 \alpha w_t} \right].$$

Агрегированная оптимальная цена на местный промежуточный товар представлена в следующем виде:

$$p_{jt}^* = \frac{\psi}{\psi-1} \frac{\sum_{k=0}^{\infty} (\beta\eta)^k y_{jt+k} m_{c_{t+k}}}{\sum_{k=0}^{\infty} (\beta\eta)^k \frac{y_{jt+k}}{p_{t+k}}}.$$

1.3. Динамика цен

Подразумевается, что цены меняются по Кальво, то есть каждый период времени фирмы с экзогенно заданной вероятностью получают сигнал, с учетом которого изменяются цены при максимизации ожидаемой дисконтированной суммы доходов.

Пусть $1 - \eta$ является вероятностью того, что фирма изменит цену. Тогда цена конечного товара будет задана формулой вида:

$$P_t = [\eta p_{t-1}^{1-\psi} + (1 - \eta) p_{jt}^{*1-\psi}]^{\frac{1}{1-\psi}}.$$

1.4. Фискальный регулятор

Ограничение государственного бюджета задается формой вида:

$$B_t = R_{t-1}B_{t-1} + P_t g_t - P_t \tau_t.$$

Другими словами, государственные расходы g_t финансируются за счет выпуска государственных ценных бумаг B_t и обложения паушальным налогом τ_t .

Государственные расходы следуют экзогенному стохастическому процессу следующего вида:

$$\log g_t = \rho_g \log g_{t-1} + \varepsilon_{gt},$$

где $\rho_g \in (0, 1)$ является персистентностью государственных расходов, а $\varepsilon_{gt} \sim N(0, \sigma_x^2)$ – стандартное отклонение (шок) государственных расходов.

1.5. Монетарный регулятор

Хотя «реальная» денежно-кредитная политика может быть представлена несколькими монетарными инструментами, в значительной части исследований используется лишь одно правило денежно-кредитной политики. Для простоты в данной работе также применено данное предположение. Это означает, что поведение центрального банка определяется единым условием – правилом Тейлора.

$$\hat{r}_t = \rho_r \hat{r}_{t-1} + \phi_\pi \hat{\pi}_t + \phi_y \hat{y}_t + \varepsilon_{rt},$$

где $\phi_\pi > 1$ является инфляционным коэффициентом в правиле денежно-кредитной политики, ρ_r – авторегрессионный параметр лагированной процентной ставки ($\rho_r \in (0, 1)$), ϕ_y – коэффициент выпуска в правиле денежно-кредитной политики и ε_{rt} – шок процентной ставки.

1.6. Агрегирование

Труд

$$n_t = \int_0^1 n_{jt} dj = \frac{1}{z_t} \left[\frac{r_t^k (1-\alpha)^\alpha}{\alpha w_t} \right]^a \int_0^1 y_{jt} dj.$$

Капитал

$$k_{t-1} = \int_0^1 k_{jt-1} dj = \frac{1}{z_t} \left[\frac{r_t^k (1-\alpha)^\alpha}{\alpha w_t} \right]^{a-1} \int_0^1 y_{jt} dj.$$

Таким образом,

$$\frac{n_t}{k_{t-1}} = \frac{r_t^k (1-\alpha)^\alpha}{\alpha w_t}$$

$$\int_0^1 y_{jt} dj = z_t k_{t-1}^a n_t^{1-\alpha}.$$

1.7. Рыночное равновесие

В равновесном состоянии спрос на товары со стороны репрезентативного домохозяйства равен предложению товаров. Подобное состояние рыночного равновесия может быть выражено посредством формулы ограниченности ресурсов, в которой номинальные значения дефлированы по отношению к агрегированному уровню цены товара конечного потребления P_t

$$y_t = c_t + i_t + g_t,$$

В связи с тем, что экономические агенты в рассматриваемой модели являются репрезентативными по своей натуре, уравнение выше может быть интерпретировано как равенство спроса и предложения. Следуя данной логике, все полученные ранее уравнения могут также рассматриваться с точки зрения экономики в целом.

С другой стороны, формула ограниченности ресурсов является уравнением равновесия на рынке конечных товаров, где объем произведенных товаров эквивалентен потреблению домохозяйств, инвестициям и государственным закупкам.

2. Оценка параметров

Модель оценена с использованием байесовских методов. Сначала модель была лог-линеаризована около устойчивого состояния. После нахождения решения модели был применен фильтр Кальмана для оценки функции вероятности наблюдаемых переменных. Процедура оценки параметров разбита на два этапа. На первом этапе апостериорная функция, совмещающая предварительную информацию о параметрах с вероятностью данных, максимизируется с целью оценки апостериорного распределения. Затем подключается алгоритм Метрополиса-Хастингса для получения «полной картины апостериорного распределения и оценки предельной вероятности модели»³.

2.1. Калибровка

Для определения стационарных значений реальных переменных DSGE модель была откалибрована с целью приведения структурных свойств модели к реальным индикаторам кыргызской экономики в рассматриваемом периоде времени.

В первую очередь, были установлены некоторые целевые значения, в последующем применяемые для оценки прочих параметров модели, в частности, доля государственных расходов в валовом внутреннем продукте ($\frac{g}{y} = 0,31$) и фактическое соотношение государственных ценных бумаг к ВВП ($\frac{b}{y} = 0,08$).

Калибровочный параметр субъективной дисконтной ставки β для модели с периодичностью данных в квартал был установлен на уровне 0,99, что рассматривается в качестве «стандартного» калибрования в современной DSGE литературе.

Оставшиеся параметры модели были оценены с использованием байесовских методов.

2.2. Данные

Предлагаемая DSGE модель для Кыргызской Республики задействует статистические данные 61 периода, начиная с первого квартала 2000 года по первый квартал 2015 года для трех наблюдаемых макроэкономических переменных: реального ВВП, государственных расходов и денежного агрегата M2X («широкие» деньги), где первая переменная является эндогенной, а оставшиеся – экзогенными.

³ Smets и Wouters (2007), с.592

Все номинальные значения наблюдаемых переменных в данном исследовании представлены в единице национальной валюты – кыргызский сом.

Значения реального ВВП и государственных расходов взяты на основе информации Национального статистического комитета Кыргызской Республики⁴, а данные по широким деньгам получены из базы данных Национального банка⁵. Используемые временные ряды очищены от сезонности, прологарифмированы и затем отделены от трендовой составляющей. Корректировка на сезонность выполнена с использованием фильтра американского бюро переписи населения X-12. В связи с тем, что данный механизм применим только по отношению к положительным числам, для корректировки сезонности используются оригинальные данные. Данные очищены от тренда с использованием фильтра Ходрика-Прескотта. Сглаживающий параметр фильтра установлен на уровне 1600, используемого по умолчанию для квартальных данных.

2.3. Априорное распределение параметров

Количественные значения априорного распределения параметров приведены в таблицах 1А и 1В.

Параметры предпочтения, жесткости и технологий. Предполагается, что степень жесткости цены следует бета распределению вокруг среднего значения в 0,655 со стандартным отклонением в 0,0100. Коэффициент относительного неприятия риска домохозяйством, обратное эластичности труда по отношению к реальной заработной плате, параметр предпочтений, обратное производной расходов подстройки капитала второго порядка, стохастический параметр, определяющий меняющуюся во времени наценку на рынке товаров, коэффициент лагированных ценных бумаг в лог-линеаризованном налоговом уравнении описываются гамма распределением.

Параметры функции реакции денежно-кредитной политики. Два параметра правила денежно-кредитной политики – коэффициенты инфляции и выпуска следуют гамма распределению со средними значениями 0,574 и 0,188 и стандартными ошибками в 0,2000 и 0,0500 соответственно. Коэффициент лагированной процентной ставки – параметр, также включенный в уравнение монетарного правила, следует бета распределению со средним в 0,990 и стандартным отклонением 0,0010.

⁴ Официальный веб-сайт Национального статистического комитета Кыргызской Республики <http://www.stat.kg/>

⁵ Официальный веб-сайт Национального банка Кыргызской Республики <http://www.nbkr.kg/>

Шоки. Стандартные ошибки (шоки) технологий следуют обратному гамма распределению со средним в 0,007. Стандартное отклонение шока установлено на бесконечности для того, чтобы оставаться в пределах его сущности. Похожее распределение и размер стандартного отклонения приняты и для шоков государственных расходов со средним в 0,148 и шоков процентной ставки со средним в 0,043. Инертность AR(1) процессов развития технологий и государственных расходов гамма распределены со средними значениями в 0,774 и 0,842 соответственно. Их стандартные отклонения были определены на уровне 0,1000 и 0,0500 (таблица 1B).

2.4. Апостериорные оценки параметров

Средние апостериорных параметров, а также 5- и 95-типроцентные процентиля апостериорных данных определяются на базе априорной информации с использованием механизма Метрополиса-Хастингса (таблицы 1A и 1B).

Параметры предпочтения, жесткости и технологий. Степень жесткости цены оценен на уровне 0,6551. Апостериорное среднее обратного эластичности Фриша по предложению труда составило 2,5343. Относительно межвременной эластичности замещения апостериорная оценка равна 0,0041. Параметр предпочтений, устанавливающий функцию спроса на реальные деньги, оценен на уровне 0,3049. Параметр расходов подстройки капитала и стохастический параметр, определяющий меняющуюся во времени наценку на рынке товаров, коэффициент лагированных ценных бумаг в лог-линеаризованном налоговом уравнении оценены на уровне 6,0763, 10,7441 и 0,1026 соответственно.

Параметры функции реакции денежно-кредитной политики. Коэффициенты инфляции и выпуска в денежно-кредитном правиле оценены на уровне 0,39 и 0,21 соответственно. Апостериорное среднее лагированной процентной ставки совпадает с априорным значением в 0,99 с 5-типроцентным процентилем в 0,9884 и 95-типроцентным процентилем в 0,9917.

Шоки. Стохастические процессы для экзогенных шоков оценены как инертные. Авторегрессионные параметры эволюции технологии, государственных расходов и лагированной процентной ставки расположились вблизи своих априорных положений со значениями в 0,7783, 0,8089 и 0,9900 соответственно (графики 2A и 2B также показывают распределение оцененных параметров). Средние стандартные отклонения технологии и процентной ставки получены в размере 0,0048 и 0,0328 соответственно. Апостериорное

среднее стандартного отклонения (шока) государственных расходов оценено на уровне 0,1470.

3. Функции импульсного отклика и их анализ

3.1. Фискальный шок

В данном разделе оценивается динамическая реакция экономики на шоки фискальной и денежно-кредитной политики. Графики 3.1.1.А, В и 3.2.1.А, В показывают функции импульсного отклика соответствующих переменных на шоки в одно стандартное отклонение.

В краткосрочном периоде основной индикатор экономической активности отвечает позитивно на фискальный шок несмотря на то, что реакция почти незаметна в количественном выражении. Однако по прошествии времени нисходящий тренд нивелирует наблюдаемый позитивный эффект, уходя в отрицательную зону графика. В соответствии с полученными импульсными откликами видимое влияние рассматриваемой государственной политики длится порядка 15 кварталов, постепенно возвращаясь к своему равновесному состоянию в долгосрочной перспективе. Рост выпуска не вызван потреблением. Напротив, шок вызывает снижение потребления, которое возвращается к состоянию равновесия к 20-му периоду с момента его начала.

Реакция рынка труда на фискальный шок является предсказуемо положительной, но скудной. К шестому-седьмому периоду с момента шока индикатор рынка труда возвращается к своему «нормальному» состоянию. Соответствующий график 3.1.1.А. показывает, что объем инвестиций в количественном выражении снижается с момента шока. Процесс восстановления, характеризующегося слабым отклонением в сторону роста, занимает место между 9 и 20 кварталами.

Стимулирующая фискальная политика ожидаемо осуществляется посредством роста выпуска государственных ценных бумаг. Однако в связи с ограниченностью спроса данный процесс часто осуществляется на фоне роста номинальной процентной ставки. При этом денежное предложение не возрастает, а напротив, снижается до тех пор, пока процентная ставка находится на несвойственном ей уровне. Как показывает анализ, домохозяйства реагируют снижением потребления в ответ на фискальный шок.

Влияние шока государственных расходов на инвестиции определяется на фоне реакции потребления и государственных расходов. График импульсного отклика показывает, что инвестиции снижаются. Также наблюдается негативный отклик предложения денег на оцениваемый рост государственных расходов. Так как на агрегированном уровне денежное предложение равно спросу на деньги, рынок реагирует ростом процентной ставки. В результате инвестиции сжимаются. Это также объясняет наблюдаемое снижение капитала, генерируемого инвестициями.

График 3.1.1.А. Импульсные отклики положительного фискального шока

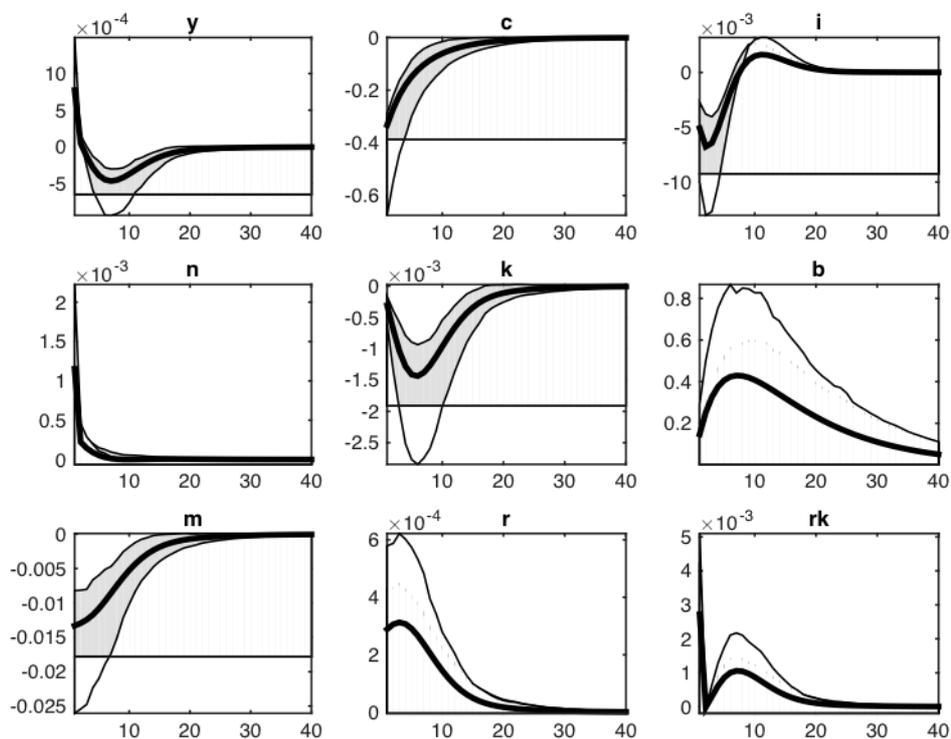
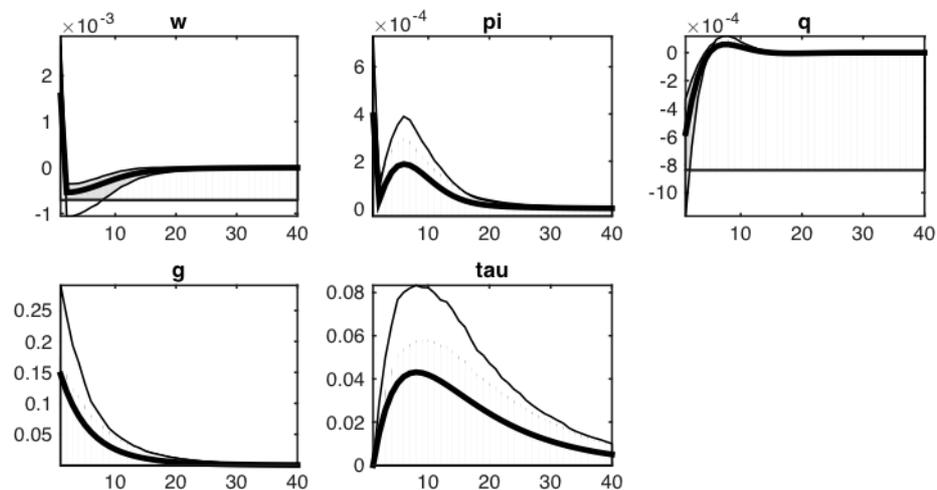


График 3.1.1.В. Импульсные отклики положительного фискального шока



3.2. Монетарный шок

Следующим шагом в анализе импульсных откликов является ответ аналогичного набора переменных: выпуска, потребления, инвестиций, рабочих часов, денежного спроса и номинальной процентной ставки на шок денежно-кредитной политики. Процедура

получения импульсных откликов, показанных в графиках 3.2.1.А и 3.2.1.В, аналогична процедуре, используемой для фискального шока.

Во втором разделе модель описывает денежно-кредитную политику при помощи правила Тейлора. В соответствии с монетарным правилом шок денежно-кредитной политики ведет к росту процентной ставки, ассоциируемой со сдерживаемой монетарной политикой государства.

Согласно Кейнсианской интерпретации, экономика не является дихотомичной и деньги не нейтральны. Существует определенный трансмиссионный механизм, посредством которого деньги оказывают влияние на реальный сектор. В краткосрочном периоде процентная ставка является элементом, связывающим реальный и монетарный сферы. Другими словами, изменение процентной ставки ведет к сдвигу денежного спроса и инвестиций, влияя таким образом на реальный сектор (или рынок товаров и услуг).

Согласно экономической теории, рост процентной ставки вызывается снижением денежного предложения. График 3.2.1. показывает, что процентная ставка возвращается в равновесное состояние к 10-му периоду с момента шока. Почти такое же время требуется и для денежного предложения, график которого симметричен, но зеркально противоположен форме графика процентной ставки для преодоления действия монетарного шока.

Процентная ставка также оказывает влияние на инвестиции фирм, так как политика так называемых «дорогих» денег сужает возможности получения кредита. Чем выше процентная ставка, тем ниже спрос фирм на кредиты и, соответственно, объем инвестиций. Согласно графику, требуется порядка четырех месяцев для того, чтобы инвестиции вновь могли выйти на докризисный уровень. В результате наблюдается снижение агрегированного спроса и, соответственно, выпуска. Тем не менее результат влияния сдерживающей денежно-кредитной политики на выпуск является крайне непродолжительным.

График 3.2.1.А. Импульсные отклики негативного монетарного шока

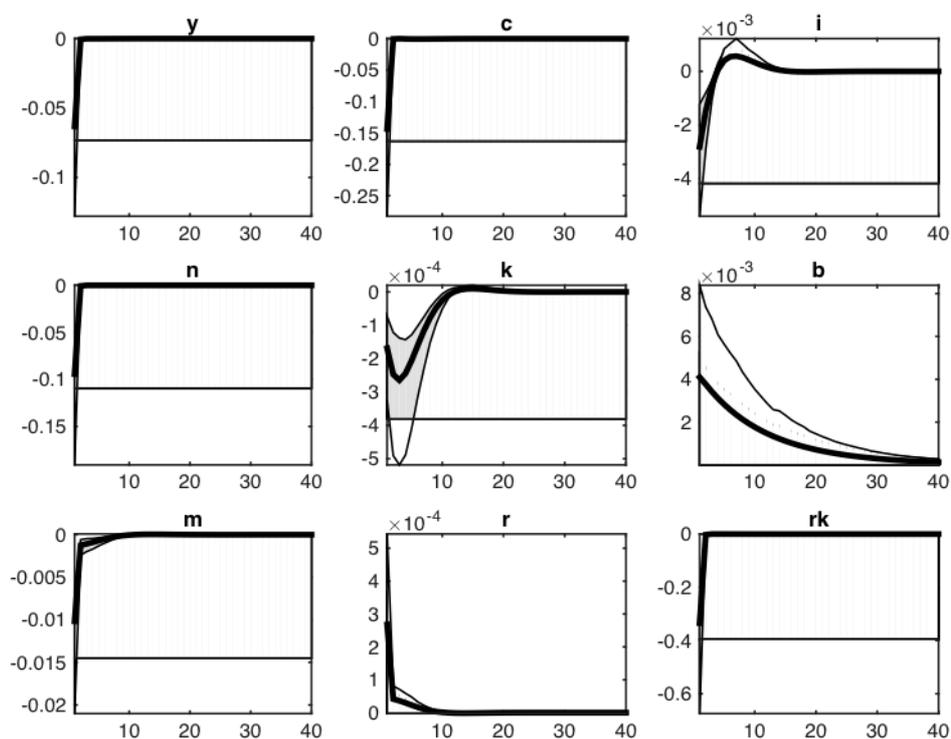
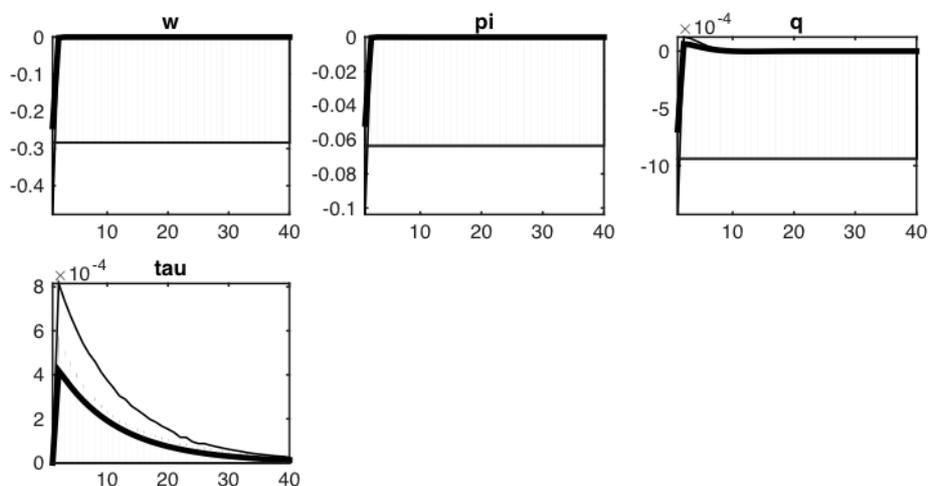


График 3.2.1.В. Импульсные отклики негативного монетарного шока



Цена также падает. Другими словами, сдерживающая денежно-кредитная политика снижает инфляцию. При этом падение уровня цен ведет к замедлению экономики. В результате такая политика ведет к росту безработицы, хотя данный эффект длится всего один период. В связи с тем, что повышение процентной ставки стимулирует сбережения, нежели потребление, объем последнего снижается.

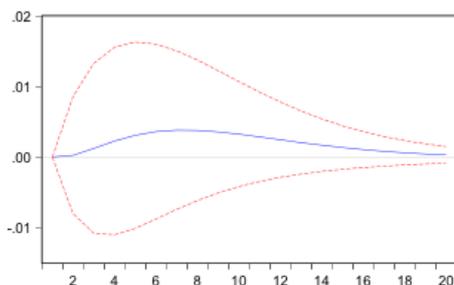
Для оценки эмпирического соответствия модели была разработана и проанализирована альтернативная модель векторных авторегрессий, оценивающая ответ выпуска на денежное предложение.

3.3. Эмпирическое соответствие оцененной DSGE модели

Данное исследование использует структурный VAR для эмпирической оценки оцененной DSGE модели для Кыргызской Республики. Эта альтернатива была выбрана по причине неоспоримости того, что неструктурированный количественный подход VAR анализа вполне успешно и широко используется как для описания и суммирования макроэкономических данных, так и в качестве инструмента макроэкономического прогнозирования (*Stock и Watson, 2001*). При всей своей простоте векторные авторегрессии предлагают сравнительно системный подход в идентификации богатой динамики временных рядов. Существуют три различных вида VAR: ограниченный, рекурсивный и структурный. Однако именно последний считается наиболее подходящим для анализа экономической политики. В данном случае используются те же данные, что и для DSGE модели. Для целей исследования структурный VAR реализован методом восстановления.

В связи с тем, что для VAR моделирования статистические данные должны соответствовать определенным требованиям, временные ряды (кроме инфляции) очищены от сезонности и тренда. Очистка от сезонности производится с использованием фильтра американского бюро переписи населения X-12. Трендовый компонент удален при помощи метода фильтрации, а именно, фильтра Ходрика-Прескотта со сглаживающим параметром 1600. Основываясь на t-статистике, постоянная часть является статистически незначимой и поэтому не принимается во внимание.

График 3.3.1. Импульсный отклик выпуска на шок денежно-кредитной политики



Согласно Графику 3.3.1., стимулирующая монетарная политика ведет к росту выпуска, который возвращается к равновесному состоянию после двадцати периодов с

момента воздействия шока. Вместе с тем доверительный интервал показывает, что результаты SVAR моделирования не являются статистически значимыми.

Заключение

С момента обретения независимости Кыргызская Республика столкнулась со множеством экономических вызовов, таких как инфляция, разрушение устоявшихся экономических связей, экономическим дезориентированием и другими проблемами, связанными с внезапной перестройкой экономической платформы. Турбулентность мировой экономики вкупе с внутривнутриполитическими кризисами 2005 и 2010 годов оказали негативное влияние на национальную экономику, характеризующуюся низким уровнем диверсификации, перманентным дефицитом бюджета, растущим долгом и высокой зависимостью от импорта. В результате значительно возросла важность задач центрального банка с согласующимися мерами фискальных властей по устойчивому экономическому росту и низкой инфляции.

В Кыргызстане сложилась практика следования курсу сдерживающей ДКП на фоне сохраняющихся инфляционных рисков. Проведение политики осложняется растущими государственными расходами, высоким дефицитом бюджета, а также неравномерным расходованием средств государства в течение фискального года. Перманентный фискальный дефицит, финансируемый преимущественно за счет кредитных и грантовых средств международных доноров, не оставляет места для фискального маневра и расширения фискальной емкости для вклада в экономический рост. Действия фискального регулятора неизменно ведут к расширению денежного предложения, накладывая дополнительную нагрузку на уровень цен в стране. Для сдерживания монетарного фактора центральный банк применяет стерилизационные операции для нивелирования негативного влияния чрезмерного предложения денег на экономику.

Данное исследование использует передовой механизм DSGE для анализа влияния стимулирующих фискальной и сдерживающей денежно-кредитной политик на экономику Кыргызской Республики. В связи с тем, что практический аспект вопроса все еще остается открытым, данная работа вносит вклад в эмпирический анализ кыргызской экономики и расширяет теоретические наработки для будущих исследований. По сути данная работа является одной из первых эмпирических попыток оценки параметров DSGE модели для кыргызской экономики и использования импульсных откликов для анализа экономической политики государства. Она основывается на современной системе DSGE моделирования. Динамическая система нелинейных уравнений модели лог-линеаризуется вокруг долгосрочного равновесия. Для получения оценочных величин параметров исследование использует технику байесовского оценивания с механизмом Метрополиса-Хастингса – версии алгоритма MCMC. Все оценки были выполнены в Матлабе с использованием эконометрического программного пакета *Dynare*.

Основным выводом работы является нахождение положительного вклада шока государственных расходов на выпуск, тогда как сдерживающая ДКП имеет обратный результат. В части фискального импульса наблюдаемое воздействие имеет непродолжительный и нестабильный характер, меняющийся на противоположный в более долгосрочной перспективе. Этот процесс сопровождается повышением количества рабочих часов и объема государственных ценных бумаг в обращении, а также ростом процентной ставки. Было определено, что улучшение результатов экономической деятельности не является результатом роста потребления, которое, напротив, снижается вместе с инвестициями и денежным предложением.

С другой стороны, результаты моделирования показывают, что ограниченные DSGE модели способны предоставлять сопоставимые результаты для дальнейшего анализа влияния ДКП на экономику. В дополнение к выводам других исследований относительно слабых каналов трансмиссионного механизма ДКП в Кыргызской Республике данное исследование убедительно показывает, что сдерживающая ДКП оказывает негативное влияние на выпуск и уровень безработицы в результате снижения инвестиций. Политика «дорогих» денег, призванная сдерживать рост уровня цен, также ассоциируется со сжатием потребления. Таким образом, можно прийти к выводу, что DSGE модели с ограниченным набором фактических данных может использоваться для объяснения эффекта ДКП в Кыргызстане.

Работа с оцененной DSGE моделью для Кыргызской Республики может быть продолжена дальше для бóльшей согласованности ее результатов с реальностью и более широкого охвата динамики экономических процессов посредством имплементации поведенческой конструкции, жесткости заработной платы, внешнего сектора и т.д. Это может быть осуществлено за счет увеличения наблюдаемых переменных и большего количества статистической информации, к примеру, использования ежемесячных данных. Наличие проблемы ограниченности и качества временных рядов оказывает влияние на полученные результаты и их последующую интерпретацию. В целом предложенная модель вносит вклад в качестве одной из первых моделей углубленного эмпирического анализа кыргызской экономики, а результаты моделирования могут быть использованы в процессе дальнейшего изучения взаимосвязей ее основных показателей.

Таблицы

Таблица 1А. Априорное и апостериорное распределение структурных параметров

			Априорное распределение			Апостериорное распределение			
			Распр.	Среднее	Ст. дев.	Мода	Среднее	5 процентов	95 процентов
η	eta	Степень жесткости цен	beta	0.655	0.0100	0.6555	0.6551	0.6387	0.6715
θ	theta	Межвременная эластичность замещения	gamma	0.005	0.0010	0.0040	0.0041	0.0029	0.0053
φ	varphi	Обратное эластичности Фриша по предложению труда	gamma	2.554	0.2000	2.5136	2.5343	2.2072	2.8596
ξ	xi	Параметр предпочтений, устанавливающий функцию спроса на реальные деньги	gamma	0.294	0.1000	0.2945	0.3049	0.1874	0.4184
κ	kapra	Параметр расходов подстройки капитала	gamma	6.501	2.0000	5.4487	6.0763	2.9754	9.0260
ψ	psi	Стохастический параметр определяющий меняющуюся во времени наценку на рынке товаров	gamma	10.891	2.0000	10.3976	10.7441	7.4569	13.9654
ϕ_b	phib	Коэффициент лагированных ценных бумаг в лог-линеаризованном налоговом уравнении	gamma	0.102	0.0200	0.0986	0.1026	0.0695	0.1346
ϕ_π	phipi	Коэффициент инфляции в денежно-кредитном правиле	gamma	0.574	0.2000	0.3143	0.3863	0.1932	0.5720
ϕ_y	phiy	Коэффициент выпуска в денежно-кредитном правиле	gamma	0.188	0.0500	0.1897	0.2061	0.1291	0.2814

Примечание: Апостериорное распределение получено с использованием алгоритма Метрополиса-Хастингса.

Таблица 1В. Априорное и апостериорное распределение шоковых процессов

			Априорное распределение			Апостериорное распределение			
			Распр.	Среднее	Ст. дев.	Мода	Среднее	5 процентов	95 процентов
ε_z	ez	Стандартная девиация (шок) технологии	invg	0.007	Inf	0.0041	0.0048	0.0025	0.0070
ε_g	eg	Стандартная девиация (шок) государственных расходов	invg	0.148	Inf	0.1441	0.1470	0.1250	0.1688
ε_r	er	Стандартная девиация (шок) процентной ставки	invg	0.043	Inf	0.0273	0.0328	0.0196	0.0456
ρ_z	rhoz	Авторегрессионный параметр эволюции технологии	beta	0.774	0.1000	0.7943	0.7783	0.6780	0.8805
ρ_g	rhog	Авторегрессионный параметр государственных расходов	beta	0.842	0.0500	0.8143	0.8089	0.7212	0.8984
ρ_r	rhorr	Авторегрессионный параметр эволюции лагированной процентной ставки	beta	0.990	0.0010	0.9901	0.9900	0.9884	0.9917

Примечание: Апостериорное распределение получено с использованием алгоритма Метрополиса-Хастингса.

Графики

График 1. Модель малой закрытой экономики

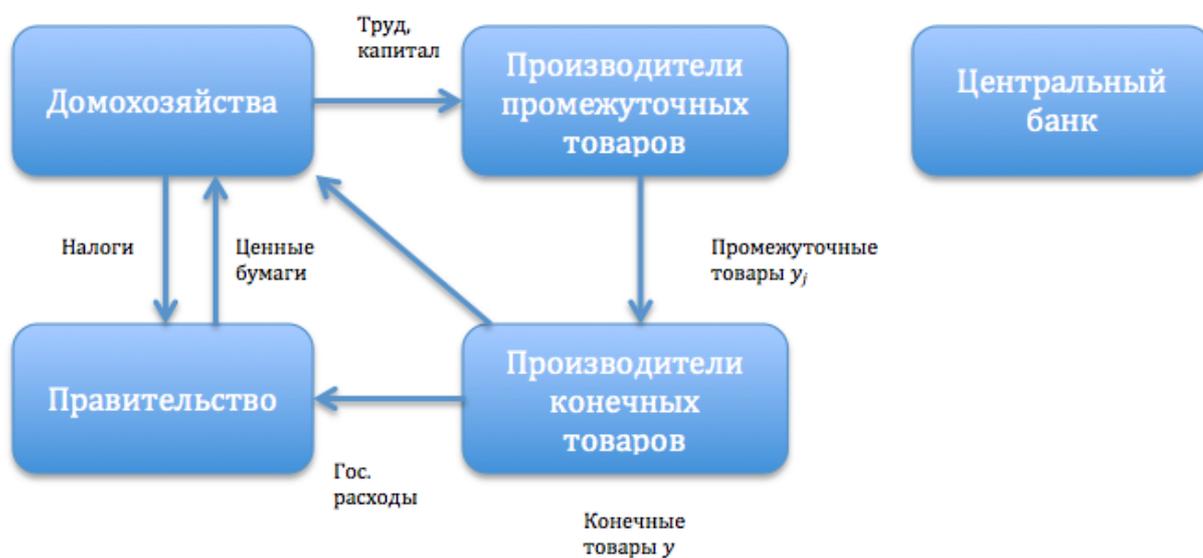


График 2А. Распределение оцененных параметров

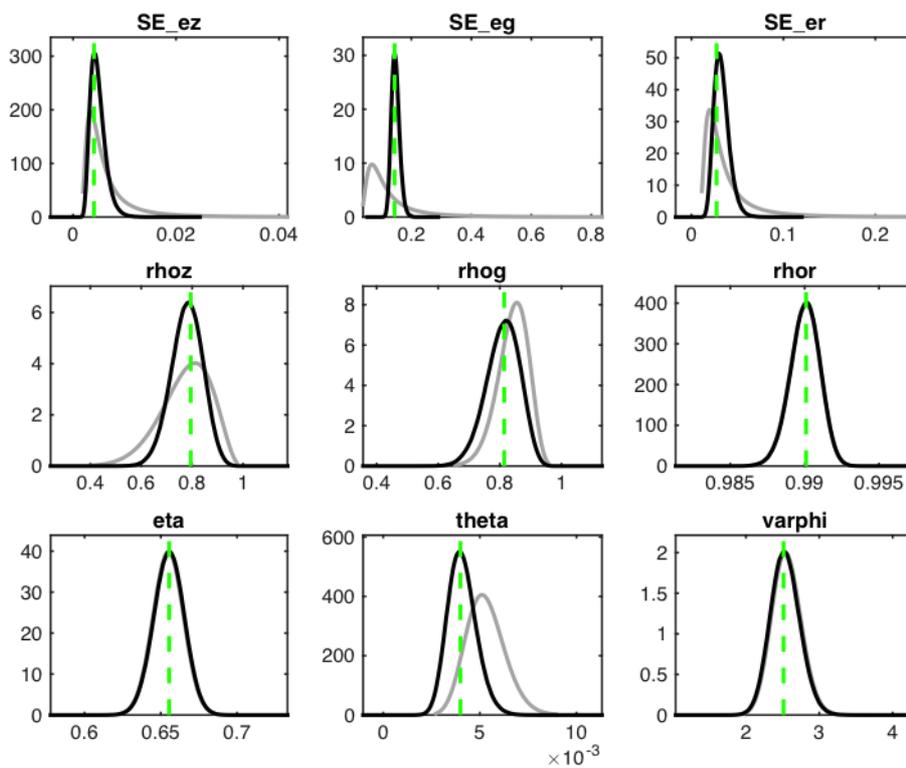
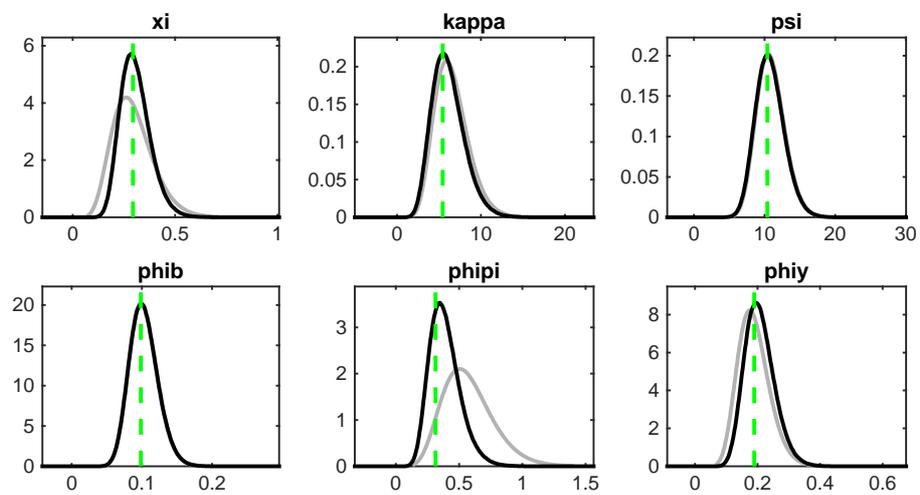


График 2В. Распределение оцененных параметров



Приложение

Приложение 1. Лог-линеаризованные условия состояния равновесия

$$\hat{c}_t = E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{\theta} (\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1})$$

$$\hat{n}_t = \frac{1}{\varphi} \hat{w}_t - \frac{\theta}{\varphi} \hat{c}_t$$

$$\hat{m}_t = \frac{\theta}{\xi} \hat{c}_t - \frac{1}{\xi(R-1)} \hat{r}_t$$

$$\hat{i}_t = \frac{1}{1+\beta} \hat{i}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta} E_t \hat{i}_{t+1} + \frac{\kappa}{1+\beta} \hat{q}_t$$

$$\hat{q}_t = E_t \hat{\pi}_{t+1} - \hat{r}_t + \frac{r^k}{1+r^k-\delta} E_t \hat{r}_{t+1}^k + \frac{1-\delta}{1+r^k-\delta} E_t \hat{q}_{t+1}$$

$$\hat{\pi}_t = \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{(1-\eta)(1-\beta\eta)}{\beta} [(1-\alpha) \hat{w}_t + \alpha \hat{r}_t^k - \hat{z}_t]$$

$$\hat{y}_t = \hat{z}_t + \alpha \hat{k}_{t-1} + (1-\alpha) \hat{n}_t$$

$$\hat{n}_t - \hat{k}_{t-1} = \hat{r}_t^k - \hat{w}_t$$

$$k_t = (1-\delta) \hat{k}_{t-1} + \delta \hat{i}_t$$

$$\hat{b}_t = R \hat{b}_{t-1} + \frac{Rb}{y} \hat{r}_{t-1} - \frac{Rb}{y} \hat{\pi}_t + \hat{g}_t - \hat{t}_t$$

$$\hat{y}_t = \frac{c}{y} \hat{c}_t + \frac{i}{y} \hat{i}_t + \hat{g}_t$$

$$\hat{t}_t = \phi_b \hat{b}_{t-1}$$

$$\hat{g}_t = \rho_g \hat{g}_{t-1} + \varepsilon_{gt}$$

$$\hat{z}_t = \rho_g \hat{z}_{t-1} + \varepsilon_{zt}$$

$$\hat{r}_t = \rho_r \hat{r}_{t-1} + \phi_\pi \hat{\pi}_t + \phi_y \hat{y}_t + \varepsilon_{rt}$$

Список литературы

1. Adjemian, Stéphane, Houtan Bastani, Michel Juillard, Frédéric Karamé, Junior Maih, Ferhat Mihoubi, George Perendia, Johannes Pfeifer, Marco Ratto and Sébastien Villemot (2011), “Dynare: Reference Manual, Version 4”, Dynare Working Papers, 1, CEPREMAP.
2. Adolfson, M., S. Laseen, J. Linde and M. Villani (2007). “Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through”. *Journal of International Economics* 72 (2), 481-511.
3. Adolfson, M., S. Laseen, J. Linde and M. Villani (2008). “Evaluating an estimated new Keynesian small open economy model”. *Journal of Economic Dynamics and Control* 32 (8), 2690-2721.
4. Aguiar, M. and G. Gopinath (2007). “Emerging Market Business Cycles: The Cycle Is the Trend”. *Journal of Political Economy*. Vol. 115. № 1. P. 69-102.
5. Aiyagari, S. R., L.J. Christiano and M. Eichenbaum (1992). “The output, employment, and interest rate effects of government consumption”. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 30. № 1. P. 73-86.
6. An, Sungbae and Frank Schorfheide (2007). “Bayesian Analysis of DSGE Models”. *Econometric Reviews*, 26 (2-4), 113-172.
7. Ашимов А.А., Боровский Ю.В., Айсакова Б.А., Султанов Б.Т., Оналбеков М.А. (2007). “Параметрическое регулирование волатильности экономических показателей на базе одной динамической стохастической модели общего равновесия”. *Econometric Reviews*, 26 (2-4), 113-172.
8. Atabaev, Nurlan and Junus Ganiyev (2013). “VAR Analysis of the Monetary Transmission Mechanism in Kyrgyzstan”. *May. Eurasian Journal of Business and Economics*, 6(11), pp. 121-134.
9. Blanchard, O.J. and C.M. Kahn (1980). “The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations”. *Econometrica*, 48, 5, P. 1305-1311.
10. Calvo, Guillermo A. and Carmen M. Reinhart (2002). “Fear of Floating”. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 2. No. 117. P. 379–408.
11. Calvo, Guillermo A. (1983). “Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework”. *Journal of Monetary Economics*, September, vol. 12 (3), P. 383-398.
12. Chari, V.V., Patrick J. Kehoe and Ellen R. McGrattan (2005). “A critique of structural VARs using business cycle theory”. Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department Working Paper 631.

13. Christiano, Lawrence J., Martin Eichenbaum and Charles L. Evans (2005). "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy". *Journal of Political Economy*, Vol. 113(1). P. 1-45.
14. Christiano, Lawrence J., Martin Eichenbaum and Charles L. Evans (2005). "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy". *Journal of Political Economy*, Vol. 113(1). P. 1-45.
15. Christiano, Lawrence J., M. Eichenbaum and R. Vigfusson (2006). "Assessing structural VARs". *NBER Macroeconomics Annual*, 21, P. 1-72.
16. Christiano, Lawrence J., M. Trabandt and K. Walentin (2010). "DSGE Models for Monetary Policy Analysis". *NBER Working Paper Series*, 16074.
17. De Walque, G., Franc Smets and Raf Wouters (2006). "Firm-specific production factors in a DSGE model with Taylor price setting". *International Journal of Central Banking*. Vol. 2. № 3. P. 107–154.
18. DeJong, D.N., B.F. Ingam and C.H. Whiteman (2000). "A Bayesian approach to dynamic macroeconomics". *Journal of Econometrics* 98 (2), P. 203-223.
19. Del Negro, M. and F. Schorfheide (2008). "Forming priors for DSGE models (and how it affects the assessment of nominal rigidities)". *Journal of Monetary Economics* 55 (7), P. 1191-1208.
20. Dib, A. (2001). "An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities". *Bank of Canada. Working Paper*. 26 p.
21. Fernández-Villaverde, J. and J.F. Rubio-Ramirez (2004). "Comparing dynamic equilibrium models to data: a Bayesian approach". *Journal of Econometrics*. Vol. 123 (1), P. 153-187.
22. Fernández-Villaverde, J. and J.F. Rubio-Ramirez (2005). "Estimating dynamic equilibrium economies: linear versus nonlinear likelihood". *Journal of Applied Econometrics*. 20. P. 891-910.
23. Fernández-Villaverde, Jesus, Juan F. Rubio-Ramirez, Thomas J. Sargent and Mark W. Watson (2007). "The ABC and (D's) of understanding VARs". *American Economic Review*, June, 97(3), P. 1021-1026.
24. Fernández-Villaverde, Jesus (2009). "The Econometrics of DSGE Models". *National Bureau of Economic Research. Working Paper*. No. 14677. January.
25. Gali, J., J.D. Lopez-Salido and J. Valles (2003). "Technology shocks and monetary policy: assessing the Fed's performance". *Journal of Monetary Economics*, 50(4), P. 723-743.
26. Galí, J. and M. Gertler (2007). "Macroeconomic Modeling for Monetary Policy Evaluation". *Journal of Economic Perspectives*, 21, 4, P. 25-45.

27. Galí J., López - Salido J. D., Vallés J. (2007). "Understanding the effects of government spending on consumption". *Journal of the European Economic Association*. Vol. 5. № 1. P. 227-270.
28. Galí, Jordi (2008). "Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework", Princeton: Princeton University Press, 203 p.
29. Galí, Jordi (2008). "The New Keynesian Approach to Monetary Policy Analysis: Lessons and New Directions". CREI and Universitat Pompeu Fabra, February. 16 p.
30. Geweke, J. (1999). "Using simulation methods for Bayesian econometric models: inference, development and communication". *Econometric Reviews*. Vol. 18 (1). P. 1–73.
31. Griffoli, Tommaso Mancini (2007-2008). "Dynare User Guide: An Introduction to the solution and estimation of DSGE models". Public beta version.
32. Hamilton, J.D. (1994). "Time Series Analysis", Princeton: Princeton University Press, 820 p.
33. Heer, B. and A. Maußner (2009). "Dynamic General Equilibrium Modeling: Computational Methods and Applications", 2nd ed., Berlin: Springer, 704 p.
34. Иващенко С.М. (2010). "Применение динамической стохастической модели общего равновесия для анализа инфляционных процессов в России и США". Peter the Great St.Petersburg polytechnic University Press. No. 6. с. 305-309.
35. Jenish, Nurbek and Asel Kyrgyzbaeva (2012). "On the Possibility of Inflation Targeting in Kyrgyzstan". University of Central Asia, Graduate School of Development, Institute of Public Policy and Administration. Working Paper No.8., 60 p.
36. Jones Callum and Mariano Kulish (2014). "A practical Introduction to DSGE Modeling with Dynare". *Quantile*, February No.12, P. 23-44.
37. Juselius, K. and M. Franchi (2007). "Taking a DSGE Model to the Data Meaningfully", *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 1, 4, 1-38.
38. Kim, J. (2000). "Constructing and estimating a realistic optimizing model of monetary policy". *Journal of Monetary Economics* 45 (2), P. 329-359.
39. Kuo, Chun-Hung and Hiroaki Miyamoto "An Estimated DSGE Model with Unemployment and Wage Rigidity for Japan's Economy" (forthcoming).
40. Lucas, R.E. (1976). "Econometric Policy Evaluation: A Critique", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 1, P. 19-46.
41. Mankiw, N. Gregory (2016). "Macroeconomics", 9th International Edition. Worth Publishers. 642 p.
42. Medina J.P., and C. Soto (2005). "Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy". Central Bank of Chile. 40 p.

43. Medina J.P., and C. Soto (2006). "Model for Analysis and Simulations: A Small Open Economy DSGE for Chile". Central Bank of Chile. 47 p.
44. Medina J.P., and C. Soto (2007). "The Chilean business cycle through the lens of a stochastic general equilibrium model". Central Bank of Chile. Working Papers. No. 457.
45. Микушева Анна (2014). "Оценивание динамических стохастических моделей общего равновесия". Квантиль, Февраль No.12, с. 1-21.
46. Мухамедиев Б.М. и Какижанова Т.И. (2014). "Моделирование влияния нефтяных доходов на динамику основных макроэкономических показателей Казахстана". Казахский национальный университет им. аль-Фараби. Вестник КазНУ, Серия экономическая № 1 (101). с. 3-12.
47. Murchison, S. and A. Rennison (2006). "ToTEM: The Bank of Canada's new quarterly projection model". Bank of Canada.
48. Ощепков Иван (2006). "Обзор российского опыта макроэкономического моделирования с помощью DSGE-моделей". Банк Канады.
49. Rabanal, P. and J. Rubio-Ramirez (2005). "Comparing new Keynesian models of the business cycle: a Bayesian approach". Journal of Monetary Economics 52, P. 1151-1166.
50. Rotemberg, J., and M. Woodford (1997). "An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy". National Bureau of Economic Research. Macroeconomics annual, 12, 297.
51. Ruge-Murcia, F.J. (2007). "Methods to Estimate Dynamic Stochastic General Equilibrium Models". Journal of Economic Dynamics and Control, 31, 8, P. 2599-2636.
52. Schmitt-Grohé, Stephanie and Martin Uribe (2003). "Closing small open economy models". Journal of International Economics, 61 (1), P. 163–185.
53. Smets, Franc and Rafael Wouters (2003). "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area". Journal of the European Economic Association, September. Vol. 1(5). P. 1123-1175.
54. Smets, Franc and Rafael Wouters (2005). "Comparing shocks and frictions in US and euro area business cycles: a Bayesian DSGE approach". Journal of Applied Econometrics 20 (2), P. 161-183.
55. Smets, Franc and Rafael Wouters (2007). "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach". The American Economic Review, American Economic Association. June. Vol. 97 (3). P. 586–606.
56. Stock, James H. and Mark W. Watson (2001). "Vector Autoregressions". The Journal of Economic Perspectives, Fall, Volume 15, Number 4: P. 101–115.