

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОИСКА УСТОЙЧИВЫХ К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЯМ МОНЕТАРНОЙ И ФИСКАЛЬНОЙ ПОЛИТИК ПРИ ИХ КООПЕРАЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ**

Леонид Александрович СЕРКОВ

кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник,  
Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Российская Федерация  
dsgе2012@mail.ru

**История статьи:**

Получена 02.12.2016  
Получена в доработанном виде 07.02.2017  
Одобрена 04.10.2017  
Доступна онлайн 27.10.2017

УДК 332.012.2+332.1

JEL: E17, E52, E61

**Аннотация**

**Предмет.** Поиск устойчивых к неопределенности фискальной и монетарной политик, не приводящих к отрицательным последствиям при любых возможных искажениях спецификации экономической модели является особенно актуальным при разработке динамических моделей. При этом представляет научный и практический интерес влияние степени доминирования монетарных и фискальных властей друг над другом на устойчивость политики. На примере неокейнсианской модели исследовано влияние степени сотрудничества центрального банка и правительства на устойчивость политики.  
**Цели.** Анализ устойчивости к неструктурным неопределенностям фискальной и монетарной политик при кооперационном взаимодействии монетарных и фискальных властей для режима с обязательствами и для режима дискреционной политики. Рекомендации по разработке устойчивой к неструктурным неопределенностям политики.

**Методология.** При исследовании проблемы устойчивости к неопределенностям фискальной и монетарной политик использовались экономико-математические методы и методы компьютерного моделирования.

**Результаты.** Установлено, что скоординированное взаимодействие фискальной и монетарной властей для режима с обязательствами и для дискреционного режима эффективно лишь при большей переговорной силе центрального банка. Это справедливо как для модели с наилучшим сценарием, так и для модели с устойчивой к неопределенностям политикой. Для режима с обязательствами увеличение степени доминирования правительства приводит в основном к искажениям отклика госрасходов на шок инфляционных издержек. С увеличением степени доминирования правительства в сотрудничестве с центральным банком при дискреционной политике роль искажений, вносимых в стандартную модель, уменьшается.

**Выводы.** При анализе монетарной и фискальной политик в макроэкономических динамических моделях следует принимать во внимание полученные в данной статье результаты по разработке устойчивой к неструктурным неопределенностям политики.

**Ключевые слова:**

робастность, фискальная и монетарная политики, неструктурные неопределенности

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

**Для цитирования:** Серков Л.А. Моделирование поиска устойчивых к неопределенностям монетарной и фискальной политик при их кооперационном взаимодействии // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2017. – Т. 16, № 10. – С. 1972 – 1988.  
<https://doi.org/10.24891/ea.16.10.1972>

**Введение**

Любая экономико-математическая модель предполагает определенную степень аппроксимации и формализации. Вследствие этого невозможно быть абсолютно уверенным в описательной и прогнозной силе конкретной модели, что отражает так называемую проблему неопределенности относительно истинной структуры экономики. Поэтому особенно актуальным является поиск устойчивой к неопределенности политики, не

приводящей к отрицательным последствиям при любых возможных искажениях спецификации экономической модели.

Все возможные варианты неопределенности в работах по моделированию экономики представлены в публикациях L.P. Hansen, T.J. Sargent [1–4] и могут быть более или менее строго разделены на две группы. Первая включает в себя «неструктурные» неопределенности, при которых общая структура модели принимается неизменной,

но допускается неопределенность в отношении истинных значений структурных параметров. Вторая группа принимает в расчет более строгую степень неопределенности – «структурную» неопределенность, при которой подвергаются сомнению такие ключевые характеристики модели, как характер формирования ожиданий, наличие микроэкономических обоснований, лаговая структура переменных. Таким образом, при такой степени неопределенности считается, что истинная экономика существенно отличается от базовой модели. При этом методы анализа этих двух групп неопределенностей существенно различаются. При исследовании неструктурных неопределенностей политик или экономист оперирует единственной базовой моделью экономики. Истинная экономика может отличаться от базовой модели, но политик верит, что все возможные различия принадлежат некоторому заранее известному набору похожих, но не идентичных моделей. При анализе структурной неопределенности, напротив, предполагается исследование не одной базовой модели, а целого набора различных, «конкурирующих» моделей.

Среди работ, посвященных моделированию поиска устойчивой к неопределенностям политики, рассматриваются лишь действия центрального банка и разработка устойчивой монетарной политики. Взаимодействие монетарных и фискальных властей при этом игнорируется. Тем не менее представляет интерес исследование влияния этого взаимодействия на устойчивость монетарной и фискальной политик. Поэтому целью предлагаемой публикации является анализ устойчивости к неструктурным неопределенностям фискальной и монетарной политик при кооперационном взаимодействии монетарных и фискальных властей.

При моделировании поиска устойчивой политики в предлагаемой публикации применяется подход, впервые

использованный L.P. Hansen и T.J. Sargent [4] и названный ими как робастный контроль. В рамках этого подхода допускается, что центральный банк и правительство (применительно к предлагаемой модели) оперируют базовой моделью экономики, но опасаются ошибок спецификации. Поэтому они допускают возможность некоторых искажений модели по сравнению с моделью реальной экономики. Предполагается, что эти искажения в модель привносятся в виде дополнительных шоков  $v_{t+s}$ , прибавляемых к обычным статистическим ошибкам исследуемой модели неким дополнительным так называемым недоброжелательным агентом. Задачей этого агента является максимизация потерь общества при условии

$$E_t \sum_{s=1}^{\infty} \beta^s v_{t+s} v'_{t+s} \leq \zeta,$$

где  $\zeta$  – общая величина возможной ошибки спецификации. Приведенное ограничение представляет собой допустимый набор искажений (неструктурных неопределенностей).

Таким образом, обобщая изложенное, поиск устойчивой политики можно представить как одновременную игру с нулевой суммой между недоброжелательным агентом и скоординированными действиями центрального банка и правительства, выступающими в роли одного игрока. Подход к исследованию искажений с позиций теории игр представлен в работах P. Levine<sup>1</sup>. Среди работ отечественных авторов в области анализа робастности в динамических моделях отметим работы В.В. Маевского [5] и О.С. Кузнецовой [6].

В данном случае численно решается программа робастного контроля в формулировке P. Giordani, P. Söderlind [7].

<sup>1</sup> *Levine P. Robust monetary policy design for DSGE models. Lecture 1. The Basics. University of Surrey and European Central Bank. July 18, 2005, 34 p.; Levine P. Robust monetary policy design for DSGE models. Lecture 2. Structured and unstructured uncertainty. University of Surrey and European Central Bank. July 18, 2005, 33 p.*

Программа предполагает использование минимаксного критерия (функция потерь):

$$\min_{\{u\}} \max_{\{v\}} E_0 \sum_{\{v\}} \beta^t (x_t' Q x_t + u_t' R u_t + 2x_t' U u_t - \theta v_{t+1}' v_{t+1}), \quad (1)$$

при условии

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ E_t x_{2t+1} \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} + B u_t + C (\varepsilon_{t+1} + v_{t+1}),$$

где  $x_{1t}$  – вектор преддетерминированных переменных исследуемой модели (размерностью  $n1 \times 1$ );

$x_{2t}$  – вектор так называемых впередсмотрящих переменных ( $n2 \times 1$ );

$x'_1$  – объединенный вектор переменных ( $x'_{1t}, x'_{2t}$ ) ( $(n1 + n2) \times 1$ );

$u_t$  – вектор инструментов центрального банка и правительства ( $k \times 1$ );

$\varepsilon_{t+1}$  – вектор шоков исследуемой модели ( $(n1 + n2) \times 1$ );

$v_{t+1}$  – вектор шоков, привносимых недоброжелательным агентом ( $(n1 + n2) \times 1$ );

$Q, R, U$  – в общем случае матрицы минимаксного критерия (функции потерь);

$A, B, C$  – матрицы уравнений исследуемой модели;

$E_t$  – оператор ожиданий (следует отметить, что оператор ожиданий в модели робастного контроля не соответствует оператору ожиданий в стандартной модели рациональных ожиданий).

В программе (1)  $n1$  – число преддетерминированных переменных,  $n2$  – число впередсмотрящих переменных,  $k$  – число инструментов монетарной и фискальной политик. Параметр  $\theta$  представляет собой набор всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики. При малых значениях

параметра  $\theta$  этот набор велик, при больших значениях – возможны лишь ограниченные искажения. Случай  $\theta \rightarrow \infty$  соответствует стандартной модели оптимального контроля без учета ошибок спецификации.

### Модель и постановка задачи

В качестве исследуемой модели использовалась модифицированная стилизованная неокейнсианская модель R. Clarida, J. Gali, M. Gertler (модель CGG) [8–10] с учетом государственного долга. Уравнения модели выглядят следующим образом (в формате программы (1)):

$$E_t x_{t+1} = x_t + \gamma (i_t - E_t \pi_{t+1}) - a b_t - e_{1t}; \quad (2)$$

$$\beta E_t \pi_{t+1} = \pi_t - \alpha x_t - e_{2t}; \quad (3)$$

$$b_{t+1} = b_t + \kappa i_t + g_t - \varpi x_t + e_{3t} \alpha. \quad (4)$$

В уравнениях (1)–(3) переменная  $x_t$  – разрыв выпуска (разность между фактическим и потенциальным объемами производства);  $\pi_t$  – инфляция;  $i_t$  – номинальная процентная ставка;  $b_t$  – государственный долг (долговые обязательства). Все переменные, кроме процентной ставки, выражены в логлинеаризованном виде – в виде логарифма отклонений переменных от стационарного долгосрочного состояния. Процентная ставка  $i_t$  выражена в абсолютном отклонении от стационарной ставки. Экзогенные шоки  $e_{1t}, e_{2t}$  являются серийно коррелированными, шок  $e_{3t}$  является белым шумом:

$$e_{1t} = \rho_1 e_{1t-1} + \zeta_{1t}; \quad (5)$$

$$e_{2t} = \rho_2 e_{2t-1} + \zeta_{2t}; \quad (6)$$

$$e_{3t} \sim N(0, \sigma_3^2), \quad (7)$$

где  $\rho_1, \rho_2$  – коэффициенты автокорреляции;

$$\zeta_{1t}, \zeta_{2t} \sim N(0, \sigma_1^2, \sigma_2^2).$$

Уравнение (2) – уравнение совокупного спроса (IS-уравнение), уравнение (3) – уравнение неокейнсианской кривой

Филлипса, отражающее жесткость цен, уравнение (4) описывает зависимость долговых обязательств от всех переменных. Несмотря на то, что уравнения (2)–(6) описывают низкоразмерную модель, все параметры этой модели имеют микроэкономическое обоснование.

В частности, в уравнении (2) параметр  $\gamma = (1 - s_g) / \chi$ , где  $s_g$  – доля госрасходов в объеме выпуска,  $\chi$  – параметр, обратный эластичности межвременного замещения.

Экзогенный шок  $e_{1t} = s_g (g_t - E_t g_{t+1})$ . Слагаемое  $ab_t$  в уравнении (2) обусловлено сепарабельностью функции полезности домашних хозяйств модели CGG и включением в нее функции, связанной с государственным долгом. При этом параметр  $a = C / (1 - s_g)$ , где  $C$  – стационарный уровень потребления. Обоснование параметра  $a$  в уравнении (3) подробно описано в работе [8]. Экзогенный шок  $e_{2t}$  является шоком инфляционных издержек. Уравнение (4) аналогично уравнению, полученному Т. Kirsanova, S. Stehn, D. Vines в работе [11] при логлинеаризации уравнения накопления государственного долга:

$$B_t = (1 + i_t)(B_{t-1} + G_{t-1} - \tau Y_{t-1}).$$

Налоговая ставка  $\tau$ , переменные госдолга  $B_t$ , госрасходов  $G_t$ , объема выпуска  $Y_t$  выражены в абсолютных единицах. Экзогенный шок  $e_{3t}$  в уравнении (4) – шок госдолга.

Оценка параметров модели, описываемой уравнениями (2)–(6) осуществлялась методом калибровки. Значения параметров с учетом их микроэкономического обоснования приняты следующими:

$$\gamma = 1; a = 0,2; \alpha = 0,645; \varpi = 0,3; \kappa = 0,3; \\ \beta = 0,98; \rho_1 = \rho_2 = 0,8; \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = 1.$$

В данном случае рассматриваются два альтернативных режима скоординированной монетарной и фискальной политик. При дискреционном режиме, абстрагируясь от действий недоброжелательного агента,

центральный банк и правительство действуют оптимально в каждом периоде, принимая как данность текущее состояние экономики и ожидания частного сектора. Другой режим – это режим с обязательствами. При этом режиме центральный банк и правительство могут давать достоверные обещания о том, что они будут делать в будущем. Посредством обещаний совершить определенные действия в будущем центральный банк и правительство могут оказывать влияние на ожидания общества (частного сектора и домашних хозяйств). Режим с обязательствами и режим дискреционной политики для стандартных моделей без учета неопределенностей описан в работах К. Уолш [12], М. Woodford [13]. Принимая во внимание действия недоброжелательного агента, названные режимы модифицируются.

Отметим, что взаимодействие фискальной и монетарной политик в стандартных моделях без учета неопределенностей исследовалось в работах М. Fragetta, Т. Kirsanova [14], А. Dixit, L. Lambertini [15], S. Schmitt-Grohe, М. Uribe [16, 17]. Учет неопределенностей при взаимодействии фискальной и монетарной политик приводит к решению программы робастного контроля и анализу двух различных вариантов развития событий. Первый вариант, при котором недоброжелательный агент использует все доступные ему ресурсы для воздействия на модель, называется наихудшей реализацией. Модель, соответствующая этому варианту, называется *W*-модель (worst case model). Второй вариант соответствует ситуации, когда центральный банк и правительство руководствуются такой же политикой и таким же механизмом формирования ожиданий, что и в первом случае, но при этом недоброжелательный агент не предпринимает никаких действий, то есть  $v_{t+1}$  в формуле (1) равно нулю. Модель, соответствующая этому варианту, называется аппроксимирующей моделью (*A*-модель) или моделью, устойчивой к неопределенности политики.

Детальный алгоритм решения программы робастного контроля (1) для политики с обязательствами (политики по правилам) и дискреционной политики (политики по обстоятельствам) подробно представлен в работе P. Giordani, P. Söderlind [7] и ввиду специфики формата публикации не приводится. Приведем только общий вид решения. В общем виде решение программы (1) для модели с впередсмотрящими переменными можно записать в следующем виде:

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ \varphi_{2t+1} \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} + C\varepsilon_{t+1}; \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} x_{2t} \\ u_t \\ v_{t+1} \\ \varphi_{1t} \end{bmatrix} = N \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N1 \\ N2 \\ N3 \\ N4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix}, \quad (10)$$

где  $\varphi_{1t}, \varphi_{2t+1}$  – множители Лагранжа;

$\varphi_{2t} = 0_{n2 \times 1}$ ;

$\varepsilon_{t+1}$  – вектор экзогенных шоков;

$M, N, C$  – соответствующие матрицы.

Для режима дискреционной политики  $\varphi_{2t} = 0$  при всех  $t$ . Уравнения (9), (10) описывают динамику модели с наилучшим сценарием.

Динамика аппроксимирующей модели описывается следующими уравнениями:

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ \varphi_{2t+1} \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} + C\varepsilon_{t+1}, \quad (11)$$

где  $M = P^{-1}(A - BF_u - BF_v)P$ ; (12)

$$P = \begin{bmatrix} I_{n1} & 0_{n1 \times n2} \\ & N1 \end{bmatrix};$$

$$\begin{bmatrix} u_t \\ v_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N2 \\ N3 \end{bmatrix} P^{-1} \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -F_u \\ -F_v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix}.$$

Полагая для аппроксимирующей модели  $F_v = 0_{n1 \times n}$  в уравнении (11), получим

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ \varphi_{2t+1} \end{bmatrix} = M_a \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} + C\varepsilon_{t+1}, \quad (13)$$

где  $M_a = P^{-1}(A - BF_u)P$ .

Значения  $x_{1t}, x_{2t}$  определяются из соотношений (10) и (13).

Численное решение программы робастного контроля для режимов скоординированной монетарной и фискальной политик с обязательствами и дискреционной политики проводилось в пакете Matlab.

### Режим скоординированной монетарной и фискальной политик с обязательствами

Рассмотрим сначала режим скоординированной монетарной и фискальной политик с обязательствами. При режиме с обязательствами центральный банк и правительство (планировщик), выступающие в роли одного игрока, принимают обязательство о поддержке монетарной и фискальной политик в будущем. Одновременно с ними недоброжелательный агент принимает обязательства о поддержке политики искажений в виде последовательности вектора  $\{v_{t+s}\}$ . Каждый игрок берет на себя обязательства, принимая действия другого игрока как заданные. Предполагается, что частный сектор и планировщик имеют одинаковые представления о функции потерь, стандартной (эталонной) модели (модели с рациональными ожиданиями) и набору всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики, характеризующему параметром  $\theta$ .

Для удобства вычислений перепишем программу робастного контроля (1) в следующем виде [7]:

$$\min_{\{u\}} \max_{\{v\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (x_t' Q x_t + u_t^* R^* u_t^* + 2x_t' U^* u_t^*), \quad (14)$$

при условии

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ E_t x_{2t+1} \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} + B^* u_t^* + C \varepsilon_{t+1}, \quad (15)$$

где

$$R^* = \begin{bmatrix} R & 0_{k \times n1} \\ 0_{n1 \times k} & -\theta I_{n1} \end{bmatrix}; u_t^* = \begin{bmatrix} u_t \\ v_{t+1} \end{bmatrix}; \quad (16)$$

$$B^* = [B \ C]; U^* = [U \ 0_{(n1+n2) \times n1}],$$

при заданном значении  $x_{10}$ .

Применительно к модели, описываемой уравнениями (2)–(6)  $n1 = 3$  ( $e_{1t}$ ,  $e_{2t}$ ,  $b_t$ ),  $n2 = 2$  ( $x_t$ ,  $\pi_t$ ),  $k = 2$  ( $i_t$ ,  $g_t$ ). Центральный банк и правительство минимизируют функцию потерь, которая, как показали Р. Benigno, М. Woodford в работе [18], является линейно-квадратичной:

$$L = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [(1+\psi)\pi_t^2 + (\lambda_{YM} + \psi\lambda_{YF})y_t^2 + \lambda_i i_t^2 + \psi\lambda_{gF} g_t^2], \quad (17)$$

где  $\psi$  – степень сотрудничества или переговорная сила центрального банка и правительства. Переговорная сила центрального банка нормирована к единице, то есть варьируемый параметр  $\psi$  характеризует относительную степень сотрудничества правительства с монетарными властями. При  $\psi > 1$  правительство доминирует в сотрудничестве, при  $\psi < 1$  монетарные власти играют более значительную роль в сотрудничестве;

$\lambda_{YM}, \lambda_{YF}, \lambda_g$  – весовые множители в функции потерь для режимов без координации политик. Значения весовых множителей приняты следующими:  $\lambda_{YM} = 0,5$ ,  $\lambda_{YF} = 0,5$ ,  $\lambda_i = 0,2$ ,  $\lambda_{gF} = 0,5$ .

Следует отметить также, что результаты решения программы робастного контроля зависят от выбора параметра  $\theta$ , характеризующего набор всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики. Величина этого параметра выбирается на основе задания вероятности

выявления ошибки спецификации [8]. Исходя из этого определения модели с наихудшим сценарием ( $W$ -модель) и аппроксимирующей модели ( $A$ -модель), вероятность выявления ошибки спецификации

$$\pi(\theta) = \Pr(L_A > L_W | W) / 2 + \Pr(L_W > L_A | A) / 2, \quad (18)$$

где  $L_A$ ,  $L_W$  – функции максимального правдоподобия для аппроксимирующей модели и модели с наихудшим сценарием. Обозначения  $(\cdot|W)$  и  $(\cdot|A)$  соответствуют ситуациям, когда процесс генерации данных происходит с помощью  $W$ -модели и  $A$ -модели. Отметим, что 50%-ная вероятность выявления ошибки  $\pi(\theta)$ . В данном случае все вычисления проводились при значении параметра  $\theta = 30$  и соответственно  $\pi(\theta) = 20\%$ .

Влияние степени сотрудничества монетарных и фискальных властей при их координации на эффект робастности исследовалось с помощью функций импульсного отклика переменных модели на положительный шок инфляционных издержек (рис. 1, 2). Сравнение рис. 1 и рис. 2 показывает, что с увеличением параметра переговорной силы, то есть при доминировании правительства в его сотрудничестве с центральным банком, агрессивность недоброжелательного агента возрастает. Особенно это заметно при сравнении функций импульсного отклика государственных расходов  $g$  на шок издержек (график  $d$  на рисунках). С увеличением параметра переговорной силы глубина реакции государственных расходов (в виде одномоментного отклика) на шок инфляционных издержек для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели возрастает (по сравнению с одномоментным откликом в стандартной модели с рациональными ожиданиями). При этом одномоментный отклик (в момент  $t = 0$ ) государственных расходов для аппроксимирующей модели и для модели с наихудшим сценарием совпадают. Величина одномоментного

отклика разрыва выпуска, процентной ставки и инфляции на единичный шок издержек с увеличением параметра переговорной силы для всех рассматриваемых моделей изменяется незначительно. Для всех этих переменных (кроме процентной ставки) одномоментный отклик для аппроксимирующей модели, для модели с наихудшим сценарием и для стандартной модели с рациональными ожиданиями совпадает. Действия недоброжелательного агента для названных переменных (кроме инфляции) и для переменной государственных расходов проявляются в повышенной персистентности (уменьшение степени затухания) шока инфляционных издержек для модели с наихудшим сценарием. Особенно это заметно на *рис. 2* при повышенной степени доминирования правительства.

В *табл. 1* приведены значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы для режима с обязательствами.

Результаты, приведенные в *табл. 1*, свидетельствуют, во-первых, что с увеличением вероятности выявления ошибки спецификации (увеличением параметра  $\theta$ ) значения функции потерь уменьшаются. Это является ожидаемым результатом. Во-вторых, с увеличением параметра переговорной силы (при увеличении степени доминирования правительства при его координации с центральным банком) потери также возрастают.

Это справедливо как для модели с наихудшим сценарием, так и для аппроксимирующей модели. Данный факт подчеркивает, что скоординированное взаимодействие фискальной и монетарной властей для режима с обязательствами эффективно лишь при большей переговорной силе центрального банка. Это справедливо для всех возможных

отклонений базовой модели от истинной экономики.

### Режим скоординированной дискреционной монетарной и фискальной политик

Как уже отмечалось, при дискреционном режиме центральный банк и правительство действуют оптимально в каждом периоде, принимая как данность текущее состояние экономики и ожидания частного сектора. При этом, абстрагируясь от поведения недоброжелательных агентов, основные действия центрального банка и правительства (далее – планировщика), с одной стороны, и частного сектора, с другой стороны, заключаются в следующем.

1. В момент времени  $t$  частный сектор наблюдает переменные  $x_{1t}$  и формирует ожидания относительно впередсмотрящих переменных

$$E_t^a x_{2t+1} = K_{t+1} E_t^a x_{1t+1},$$

где  $E_t^a$  – ожидания агентов в период времени  $t$ . Планировщик принимает решения после принятия решений частным сектором, так что матрица  $K_{t+1}$  включает в себя предполагаемые поведенческие функции планировщика.

2. В момент времени  $t$  планировщик наблюдает переменные  $x_{1t}$  и матрицу  $K_{t+1}$  и принимает решение в виде поведенческой функции  $u_t = -F_{u^t} x_{1t+1}$  для минимизации функции потерь (12) по отношению к уравнениям модели (2)–(6) (как и для режима с обязательствами) и при ожиданиях частного сектора

$$E_t^a x_{2t+1} = K_{t+1} E_t^a x_{1t+1}.$$

3. При равновесии матрица ожиданий частного сектора  $K_{t+1}$  совпадает с математическим ожиданием. При этом поведенческая функция  $u_t = -F_{u^t} x_{1t+1}$  является функцией планировщика при заданном значении  $K_{t+1}$ .

При наличии неопределенностей недоброжелательный агент вмешивается в действия планировщика и при этом

приведенный алгоритм модифицируется. Во-первых, матрица  $K_{t+1}$  включает в себя предполагаемые поведенческие функции планировщика и недоброжелательного агента (частные агенты разделяют «озабоченность» планировщика относительно неопределенностей). Во-вторых, недоброжелательные агенты принимают решения в виде поведенческой функции  $v_{t+1} = -F_{v_t} x_{1t+1}$  (одновременно с действиями планировщика) для максимизации функции потерь как по отношению к уравнениям модели (2)–(6) (как и планировщик), так и по отношению к ограничению

$$E_t \sum_{s=1}^{\infty} \beta^s v_{t+s} v'_{t+s} \leq \zeta.$$

Влияние степени сотрудничества монетарных и фискальных властей при дискреционной политике на эффект робастности представлено на *рис. 3, 4*. Сравнение рисунков показывает, что при дискреционной политике и доминировании монетарных властей ( $\psi = 0,7$ ) агрессивность недоброжелательного агента проявляется в увеличении глубины реакции (одномоментного отклика) переменных инфляции и госрасходов на шок инфляционных издержек по сравнению с одномоментным откликом в стандартной модели с рациональными ожиданиями. Действия недоброжелательного агента для переменных разрыва выпуска и процентной ставки (в меньшей степени) проявляются в повышенной персистентности (снижении степени затухания) шока издержек для модели с наихудшим сценарием (по сравнению с персистентностью шока издержек в стандартной модели с рациональными ожиданиями). При дискреционной политике и доминировании фискальных властей ( $\psi = 1,5$ ) агрессивность недоброжелательного агента проявляется в увеличении глубины реакции (одномоментного отклика) для инфляции и уменьшении величины одномоментного отклика для разрыва выпуска по сравнению с одномоментным откликом в стандартной модели с рациональными ожиданиями

(*рис. 4*). То есть ошибки спецификации исследуемой модели при доминировании фискальных властей нивелируют действие шока инфляционных издержек на разрыв выпуска. На переменные госрасходов (в отличие от политики с обязательствами) и процентной ставки действия недоброжелательного агента не распространяются.

В *табл. 2* приведены значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы для режима дискреционной политики. Результаты, приведенные в *табл. 2*, свидетельствуют, что с увеличением параметра переговорной силы (при увеличении степени доминирования правительства при его координации с центральным банком) потери возрастают. Этот результат аналогичен результату для режима с обязательствами. Это справедливо как для модели с наихудшим сценарием, так и для аппроксимирующей модели. Данный факт подчеркивает, что скоординированное взаимодействие фискальной и монетарной власти для режима дискреционной политики, как и для режима с обязательствами, эффективно лишь при большей переговорной силе центрального банка. Это справедливо для всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики (характеризуемых параметром  $\theta$ ). Кроме того, следует отметить, что значения функции потерь для режима дискреционной политики намного превышают аналогичные значения для режима с обязательствами (*табл. 1*).

Интересным является то, что при доминировании правительства в сотрудничестве с центральным банком при дискреционной политике значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели практически не отличаются. При малых значениях вероятности выявления ошибки спецификации (малых значениях параметра

θ) значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием даже меньше чем для аппроксимирующей модели. Приведенный факт свидетельствует о том, что с увеличением степени доминирования правительства в сотрудничестве с центральным банком при дискреционной политике агрессия недоброжелательного агента (вносимые им искажения в стандартную модель) уменьшается. Этот результат отличается от поведения функции потерь для режима с обязательствами и связан с неэффективностью монетарной и фискальной политик при доминировании правительства.

### Заключение

Нами представлен анализ устойчивости к неструктурным неопределенностям фискальной и монетарной политик при кооперационном взаимодействии монетарных и фискальных властей. Показано, к каким изменениям устойчивости политики и причинно-следственным связям между переменными могут привести ошибки спецификации моделей.

Исследовано влияние степени доминирования центробанка и правительства на устойчивость политики для режима с обязательствами и для дискреционного режима для моделей с наихудшим сценарием и для моделей с устойчивой к неопределенности политикой (аппроксимирующие модели). Установлено, что скоординированное взаимодействие фискальной и монетарной властей для режима с обязательствами и для дискреционного режима эффективно лишь при большей переговорной силе центрального банка. Это справедливо как для модели с наихудшим сценарием, так и для модели с устойчивой к неопределенности политикой. С увеличением степени доминирования правительства в сотрудничестве с центральным банком при дискреционной политике роль искажений, вносимых в стандартную модель, уменьшается. Полученные результаты могут быть полезными при анализе монетарной и фискальной политик не только в низкоразмерных, но и в крупномасштабных моделях.

*Таблица 1*

Значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы. Режим с обязательствами

*Table 1*

Values of the loss function for a worst-case scenario model and for an approximating model with different probability of detecting errors in specifications and at two values of bargaining power. Commitment-based policy

Вероятность выявления ошибки спецификации	Значение функции потерь для модели с наихудшим сценарием	Значение функции потерь для аппроксимирующей модели
$\Psi = 0,7$		
0,015	323,69	267,8
0,15	287,69	250,9
0,286	266,35	243,58
0,401	251,2	240,37
$\Psi = 1,5$		
0,015	516,07	376,38
0,15	357,08	291,7
0,286	313,36	276,59
0,401	287,87	271,31

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы. Режим дискреционной политики

Table 2

Values of the loss function for a worst-case scenario model and for an approximating model with different probability of detecting errors in specifications and at two values of bargaining power. Discretionary policy

Вероятность выявления ошибки спецификации	Значение функции потерь для модели с наихудшим сценарием	Значение функции потерь для аппроксимирующей модели
$\Psi = 0,7$		
0,1605	1 023,16	990,48
0,236	946,73	920,28
0,3675	839,94	826,58
0,477	770,31	767,93
$\Psi = 1,5$		
0,092	1 470,38	1 497,81
0,171	1 336,02	1 340,11
0,3175	1 155,14	1 148,39
0,4735	1 021,28	1 019,37

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1

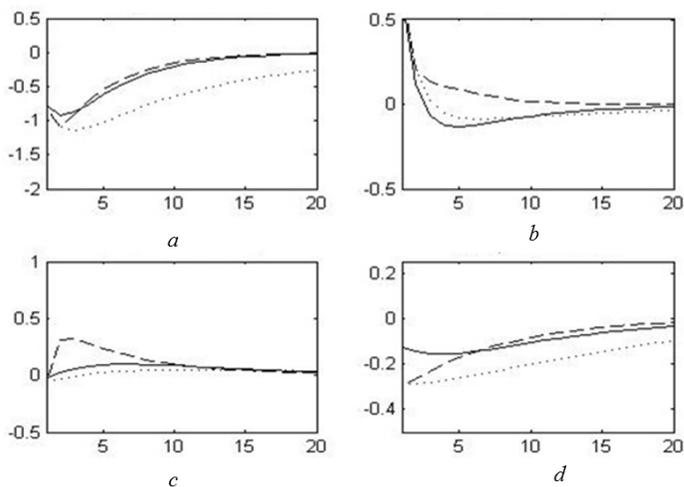
Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек (параметр  $\Psi = 0,7$ ):

$a$  – для разрыва выпуска,  $b$  – для инфляции,  $c$  – для номинальной процентной ставки,  $d$  – для государственных расходов при режиме координации с обязательствами

Figure 1

Functions of impulse response to cost-push inflation shock ( $\Psi = 0,7$ ):

$a$  – for output gap,  $b$  – for inflation,  $c$  – for nominal interest rate,  $d$  – for government spending under commitment-based policy coordination



Примечание. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для  $W$ -модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению.

Источник: авторская разработка

Note. Solid line shows a solution for a standard model with rational expectations. Dashed line – a solution for an approximating model. Dotted line – a solution for a  $W$ -model (the worst-case scenario). The value of positive cost-push inflation shock is equal to one standard deviation.

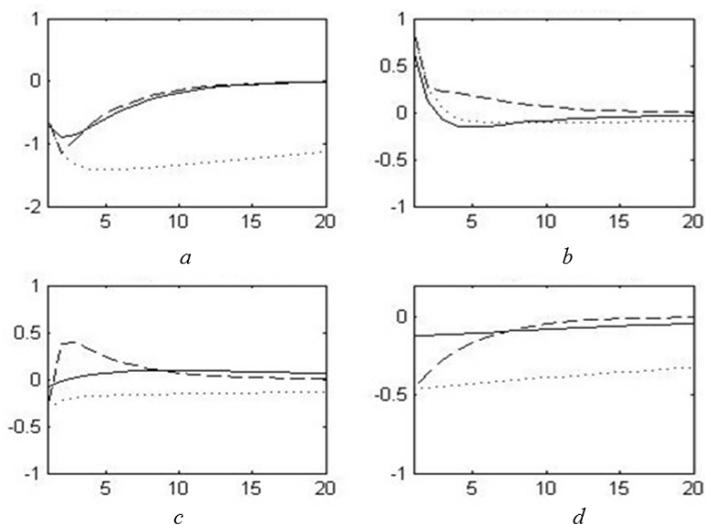
Source: Authoring

**Рисунок 2****Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек (параметр  $\Psi = 1,5$ ):**

$a$  – для разрыва выпуска,  $b$  – для инфляции,  $c$  – для номинальной процентной ставки,  $d$  – для государственных расходов при режиме координации с обязательствами

**Figure 2****Functions of impulse response to cost-push inflation shock ( $\Psi = 1.5$ ):**

$a$  – for output gap,  $b$  – for inflation,  $c$  – for nominal interest rate,  $d$  – for government spending under commitment-based policy coordination



*Примечание.* Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для  $W$ -модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению.

*Источник:* авторская разработка

*Note.* Solid line shows a solution for a standard model with rational expectations. Dashed line – a solution for an approximating model. Dotted line – a solution for a  $W$ -model (the worst-case scenario). The value of positive cost-push inflation shock is equal to one standard deviation.

*Source:* Authoring

**Рисунок 3**

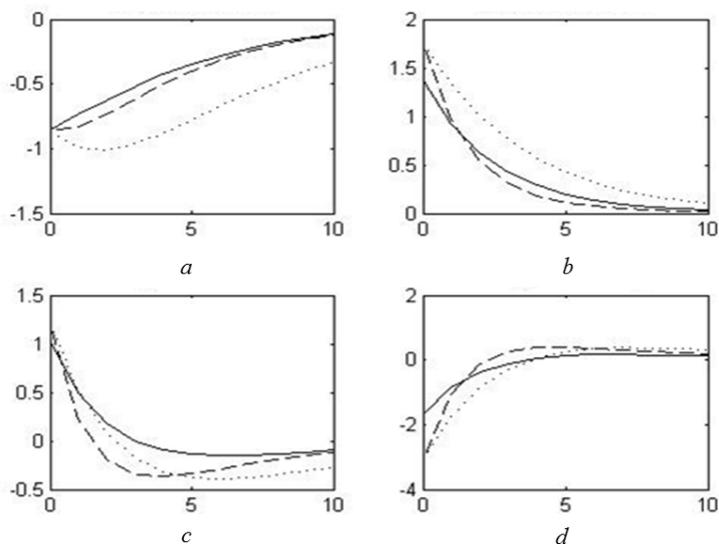
**Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с дискреционной политикой (параметр  $\Psi = 0,7$ ):**

$a$  – для разрыва выпуска,  $b$  – для инфляции,  $c$  – для номинальной процентной ставки,  $d$  – для государственных расходов при режиме координации с обязательствами

**Figure 3**

**Functions of impulse response to cost-push inflation shock for output gap, inflation, nominal interest rate, and government spending under discretionary policy coordination ( $\Psi = 0.7$ ):**

$a$  – for output gap,  $b$  – for inflation,  $c$  – for nominal interest rate,  $d$  – for government spending under commitment-based policy coordination



*Примечание.* Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для  $W$ -модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению.

*Источник:* авторская разработка

*Note.* Solid line shows a solution for a standard model with rational expectations. Dashed line – a solution for an approximating model. Dotted line – a solution for a  $W$ -model (the worst-case scenario). The value of positive cost-push inflation shock is equal to one standard deviation.

*Source:* Authoring

**Рисунок 4**

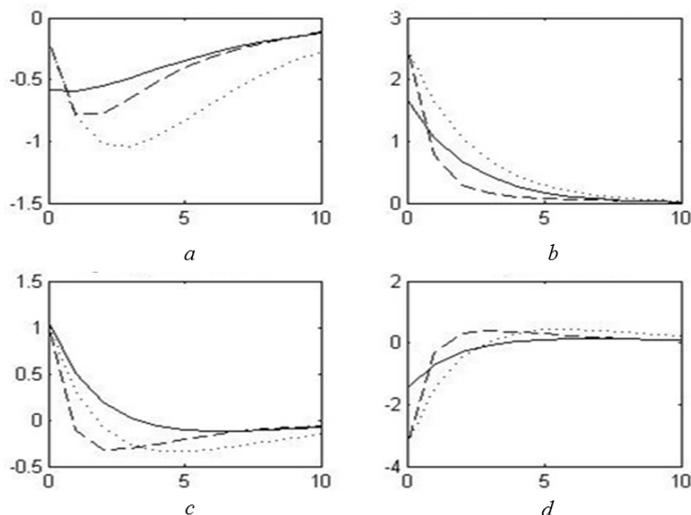
**Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с дискреционной политикой (параметр  $\Psi = 1,5$ ):**

$a$  – для разрыва выпуска,  $b$  – для инфляции,  $c$  – для номинальной процентной ставки,  $d$  – для государственных расходов при режиме координации с обязательствами

**Figure 4**

**Functions of impulse response to cost-push inflation shock for output gap, inflation, nominal interest rate, and government spending under discretionary policy coordination ( $\Psi = 1.5$ ):**

$a$  – for output gap,  $b$  – for inflation,  $c$  – for nominal interest rate,  $d$  – for government spending under commitment-based policy coordination



*Примечание.* Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для  $W$ -модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению.

*Источник:* авторская разработка

*Note.* Solid line shows a solution for a standard model with rational expectations. Dashed line – a solution for an approximating model. Dotted line – a solution for a  $W$ -model (the worst-case scenario). The value of positive cost-push inflation shock is equal to one standard deviation.

*Source:* Authoring

**Список литературы**

1. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust control of forward-looking models. *Journal of Monetary Economics*, 2003, vol. 50, iss. 3, pp. 581–604. doi: 10.1016/S0304-3932(03)00026-6
2. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust permanent income and pricing. *Review of Economic Studies*, 1999, vol. 66, iss. 4, pp. 873–907. doi: 10.1111/1467-937X.00112
3. Hansen L.P., Sargent T.J. Acknowledging misspecification in macroeconomic theory. *Review of Economic Dynamics*, 2001, vol. 4, iss. 3, pp. 519–535. doi: 10.1006/redy.2001.0132
4. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust control and model uncertainty in macroeconomics. URL: <http://pages.stern.nyu.edu/~dbackus/Exotic/1Robustness/HS%20robust%20ms%20Nov%2003.pdf>
5. Маевский В.В., Харин Ю.С. Робастность регрессионного прогнозирования при наличии функциональных искажений модели // Автоматика и телемеханика. 2002. Т. 63. № 11. С. 1803–1820.

6. Кузнецова О.С. Устойчивая к неопределенности денежно-кредитная политика в монетарном союзе. М.: НИУ ВШЭ, 2011. 40 с.
7. Giordani P., Söderlind P. Solution of macromodels with Hansen – Sargent robust policies: some extensions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2004, vol. 28, iss. 12, pp. 2367–2397. doi: 10.1016/j.jedc.2003.11.001
8. Clarida R., Gali J., Gertler M. The science of monetary policy: a new Keynesian Perspective. *Journal of Economic Literature*, 1999, vol. 37, iss. 4, pp. 1661–1707. doi: 10.1257/jel.37.4.1661
9. Clarida R., Gali J., Gertler M. Optimal monetary policy in open versus closed economies: An integrated approach. *American Economic Review*, 2001, vol. 91, iss. 2, pp. 248–252. doi: 10.1257/aer.91.2.248
10. Clarida R., Gali J., Gertler M. A simple framework for international monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics*, 2002, vol. 49, iss. 5, pp. 879–904.
11. Kirsanova T., Stehn S., Vines D. The interactions between fiscal policy and monetary policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 2005, vol. 21, iss. 4, pp. 532–564.
12. Уолш К. Монетарная теория и монетарная политика. М.: Дело, 2014. 632 с.
13. Woodford M. Interest and Prices. Foundations of a Theory of Monetary Policy. Princeton, Princeton University Press, 2004, 808 p.
14. Fragetta M., Kirsanova T. Strategic monetary and fiscal policy interactions: an empirical investigation. *European Economic Review*, 2010, vol. 54, iss. 7, pp. 855–879. doi: 10.1016/j.eurocorev.2010.02.003
15. Dixit A., Lambertini L. Interactions of commitment and discretion in monetary and fiscal policies. *American Economic Review*, 2003, vol. 93, iss. 5, pp. 1522–1542. doi: 10.1257/00028280332265428
16. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Optimal fiscal and monetary policy under imperfect competition. *Journal of Macroeconomics*, 2004, vol. 26, iss. 2, pp. 183–209. doi: 10.1016/j.jmacro.2003.11.002
17. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Optimal fiscal and monetary policy under sticky prices. *Journal of Economic Theory*, 2004, vol. 114, iss. 2, pp. 198–230. doi: 10.1016/S0022-0531(03)00111-X
18. Benigno P., Woodford M. Linear-quadratic approximation of optimal policy problems. *Journal of Economic Theory*, 2012, vol. 147, iss. 1 pp. 1–42. doi: 10.1016/j.jet.2011.10.012

### **Информация о конфликте интересов**

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**MODELING THE SEARCH FOR TOLERANT-TO-UNCERTAINTY MONETARY  
AND FISCAL POLICIES UNDER THEIR INTERACTION**

**Leonid A. SERKOV**

Institute of Economics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences,  
Yekaterinburg, Russian Federation  
dsg2012@mail.ru

**Article history:**

Received 2 December 2016  
Received in revised form  
7 February 2017  
Accepted 4 October 2017  
Available online  
27 October 2017

**JEL classification:** E17, E52,  
E61

**Keywords:** robustness, fiscal  
policy, monetary policy, non-  
structural uncertainty

**Abstract**

**Importance** Searching for fiscal and monetary policies that tolerate uncertainty and do not lead to negative implications under any possible distortion of economic model's specifications is particularly relevant in dynamic model development. The article explores the effect of the degree of interaction between the central bank and the government on policy stability, using a neo-Keynesian model.

**Objectives** The aims are to analyze fiscal and monetary policies from the perspective of their robustness to non-structural uncertainties under interactions between monetary and fiscal authorities when developing both a commitment-based policy and a discretionary policy; to provide recommendations for designing a policy that would be tolerant to non-structural uncertainties.

**Methods** The study employs economic and mathematical methods and computer simulation techniques.

**Results** I found that a coordinated interaction between fiscal and monetary authorities when developing both a commitment-based policy and a discretionary policy is effective only when the central bank has greater bargaining power. This is true for a model with the worst-case scenario and for a model with tolerant-to-uncertainty policy. For a regime with commitments, the increasing domination of the government results in the distortion of the response of government spending to inflation shock. Under a discretionary policy, the increasing domination of the government in interactions with the central bank reduces the role of distortions introduced to the standard model.

**Conclusions** The findings on developing a policy that is tolerant to non-structural uncertainties should be considered in the analysis of monetary and fiscal policies in macroeconomic dynamic models.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2016

**Please cite this article as:** Serkov L.A. Modeling the Search for Tolerant-to-Uncertainty Monetary and Fiscal Policies under Their Interaction. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, iss. 10, pp. 1972–1988.  
<https://doi.org/10.24891/ea.16.10.1972>

**References**

1. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust control of forward-looking models. *Journal of Monetary Economics*, 2003, vol. 50, iss. 3, pp. 581–604.  
doi: 10.1016/S0304-3932(03)00026-6
2. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust permanent income and pricing. *The Review of Economic Studies*, 1999, vol. 66, iss. 4, pp. 873–907.  
doi: 10.1111/1467-937X.00112
3. Hansen L.P., Sargent T.J. Acknowledging misspecification in macroeconomic theory. *Review of Economic Dynamics*, 2001, vol. 4, iss. 3, pp. 519–535.  
doi: 10.1006/redy.2001.0132
4. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust control and model uncertainty in macroeconomics.  
URL: <http://pages.stern.nyu.edu/~dbackus/Exotic/1Robustness/HS%20robust%20ms%20Nov%2003.pdf>

5. Maevskii V.V., Kharin Yu.S. [Robust regressive forecasting under functional distortions in a model]. *Avtomatika i telemekhanika = Automation and Remote Control*, 2002, vol. 63, no. 11, pp. 1803–1820. (In Russ.)
6. Kuznetsova O.S. *Ustoichivaya k neopredelennosti denezhno-kreditnaya politika v monetarnom soyuze* [A tolerant-to-uncertainty monetary policy in the Monetary Union]. Moscow, NRU HSE Publ., 2011, 40 p.
7. Giordani P., Söderlind P. Solution of macromodels with Hansen-Sargent robust policies: Some extensions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2004, vol. 28, iss. 12, pp. 2367–2397. doi: 10.1016/j.jedc.2003.11.001
8. Clarida R., Gali J., Gertler M. The science of monetary policy: A new Keynesian Perspective. *Journal of Economic Literature*, 1999, vol. 37, iss. 4, pp. 1661–1707. doi: 10.1257/jel.37.4.1661
9. Clarida R., Gali J., Gertler M. Optimal monetary policy in open versus closed economies: An integrated approach. *American Economic Review*, 2001, vol. 91, iss. 2, pp. 248–252. doi: 10.1257/aer.91.2.248
10. Clarida R., Gali J., Gertler M. A simple framework for international monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics*, 2002, vol. 49, iss. 5, pp. 879–904.
11. Kirsanova T., Stehn S., Vines D. The interactions between fiscal policy and monetary policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 2005, vol. 21, iss. 4, pp. 532–564.
12. Walsh C. *Monetarnaya teoriya i monetarnaya politika* [Monetary Theory and Policy]. Moscow, Delo Publ., 2014, 632 p.
13. Woodford M. *Interest and Prices. Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton, Princeton University Press, 2004, 808 p.
14. Fragetta M., Kirsanova T. Strategic monetary and fiscal policy interactions: An empirical investigation. *European Economic Review*, 2010, vol. 54, iss. 7, pp. 855–879. doi: 10.1016/j.eurocorev.2010.02.003
15. Dixit A., Lambertini L. Interactions of commitment and discretion in monetary and fiscal policies. *American Economic Review*, 2003, vol. 93, iss. 5, pp. 1522–1542. doi: 10.1257/000282803322655428
16. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Optimal fiscal and monetary policy under imperfect competition. *Journal of Macroeconomics*, 2004, vol. 26, iss. 2, pp. 183–209. doi: 10.1016/j.jmacro.2003.11.002
17. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Optimal fiscal and monetary policy under sticky prices. *Journal of Economic Theory*, 2004, vol. 114, iss. 2, pp. 198–230. doi: 10.1016/S0022-0531(03)00111-X
18. Benigno P., Woodford M. Linear-quadratic approximation of optimal policy problems. *Journal of Economic Theory*, 2012, vol. 147, iss. 1, pp. 1–42. doi: 10.1016/j.jet.2011.10.012

### **Conflict-of-interest notification**

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.