

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛОЙ ОТКРЫТОЙ ЭКОНОМИКИ

© Р. Р. Рамазанов

*Башкирский государственный университет  
Россия, Республика Башкортостан, 450076 г. Уфа, ул. К. Маркса, 3/4.**Тел.: +7 (347) 229 96 06.  
Email: ruslan4729@mail.ru*

*В периоды наступления экспортных шоков для государства с ограниченной экспортной диверсификацией особенно важно проводить взвешенную стабилизационную политику, которая позволила бы ему пройти кризисные фазы плавно, без социально-экономических потрясений. В этой связи с этим становится актуальной разработка подходящего прогнозного инструментария. В статье представлена вычислимая модель малой открытой экономики, валовой внутренний продукт которой находится в тесной зависимости от цены на один или несколько экспортных товаров, занимающих большую часть всего объема ее внешнеторгового оборота. Модель предусматривает возможность прогнозирования динамики основных макроэкономических показателей страны в связи с экспортными шоками и стабилизационной политикой государства, направленной на смягчение их последствий.*

**Ключевые слова:** *малая открытая экономика, государственное регулирование, экспорт, валютный курс, вычислимая модель, агент-ориентированная модель.*

В работе «Общая теория занятости, процента и денег, 1936» Дж. Мейнард Кейнс приводит первую, ставшую классической, макроэкономическую модель AD-AS, объясняющую, как влияет на общий уровень цен соотношение совокупного спроса и предложения [1].

Попытки обобщить и дать математическое представление теории Кейнса привели к возникновению IS-LM модели, разработанной американскими экономистами Хиксом и Хансеном. Данная уже математическая модель описывает равновесие в закрытой экономике, условием которого являются локальные равновесия на рынке товаров и рынке денег [2].

В начале 70-х гг., практически одновременно, американские экономисты Р. Манделл и М. Флеминг независимо друг от друга предлагают модель малой открытой экономики. Модель Манделла-Флеминга, являющаяся модификацией IS-LM модели закрытой экономики [3], была использована нами для построения имитационной модели малой открытой экономики. Предлагаемая модель относится к классу так называемых вычислимых моделей общего равновесия (CGE) [4]. Экономические модели данного класса строятся на основе реальной статистики. Все CGE модели представляют собой систему уравнений, решением которой является достижение общего экономического равновесия. Мы представили функциональные зависимости модели Манделла-Флеминга в виде линейных уравнений и предлагаем ее вычислимый алгоритм, реализованный в программной среде NetLogo. Модель предусматривает возможность прогнозирования динамики основных макроэкономических показателей страны в случае возникновения экспортных шоков (Экспортный шок – это значительное изменение в течение относительно короткого промежутка времени мировой цены на экспортный товар, составляющий большую долю всего экспорта страны. Примером экспортного шока является двукратное падение мировых цен на нефть во второй половине 2014 г.) и проведения стабилизационной политики государства, направленной на смягчение их последствий.

Прежде чем перейти к непосредственному описанию модели, сделаем ряд уточнений, касающихся понятийного аппарата нашего исследования. Под малой открытой экономикой мы будем понимать экономику, занимающую относительно небольшую долю в мировом валовом продукте. Открытость экономики страны предполагает возможность ее свободного участия в экспортно-импортных отношениях и беспрепятственный доступ к мировым финансовым ресурсам. Относи-

тельно небольшой объем экономики обуславливает тот факт, что ее функционирование не оказывает значительного влияния на мировой уровень цен и процентную ставку. Таким образом, малая открытая экономика выступает ценополучателем на мировом рынке товаров и капитала.

Экономику современной России после перехода на рыночный способ хозяйствования можно отнести к экономикам открытого типа. Можно ли отнести ее к числу малых? По данным Всемирного Банка, в 2014 г. доля РФ в мировом валовом продукте составила 3.59% [5]. Этот же показатель для экономик США и Китая составил 16.7 и 17.28% соответственно. Общеизвестного критерия в виде числа (например, 5% от мирового ВВП) в литературе нет, но исходя из качественного понимания этого термина экономику России можно считать малой, т.к. замедление в 2012–2013 гг. экономического роста России и даже его падение в 2014–2015 гг. не повлияли на тенденции небольшого роста ВВП ЕС и США, а падение на 4.6% ВВП России во втором квартале 2015 г. происходит на фоне заметного роста экономики США [6].

В то же время изменения в больших открытых экономиках способны существенно влиять на глобальные экономические процессы. Так, в августе 2015 г. решение Народного Банка Китая перейти на режим условно плавающего курса национальной валюты привело к ее девальвации. Это, в свою очередь, стало причиной обвала многих мировых индексов и снижения цен на основные цветные металлы и энергоносители [7]. Другим примером, иллюстрирующим влияние больших экономик, является начавшийся в 2015 г. процесс оттока капитала из развивающихся стран, в связи с сигналом ФРС США о возможном повышении ставки рефинансирования [8]. Оба этих события оказали существенное влияние на все малые экономики, включая экономику России.

Под экспортными шоками в рамках настоящего исследования будут пониматься периоды устойчивой тенденции изменения цены на товар, занимающий большую долю в валовом экспорте страны. К странам, в чьем экспорте преобладает один вид товара, относятся Россия, Казахстан, Саудовская Аравия, Катар, Венесуэла и др. [9]. В периоды наступления экспортных шоков доходы стран с ограниченной экспортной диверсификацией описывает убывающий либо растущий тренд. Подобная ситуация складывалась в российской экономике в период с июня 2014 г. по январь 2015-го, когда на мировых рынках поступательно снижалась

цена на нефть. В этот период наблюдались значительные колебания макроэкономических показателей страны и попытки государства их стабилизировать. Устойчивая тенденция падения цены на нефть вызвала тенденцию падения экспортных доходов и девальвацию российского рубля по отношению к иностранным валютам. Инфляционные ожидания населения и нестабильность курса рубля привели к резкому скачку импорта и значительному оттоку капитала из страны [6]. Спекулятивный бум на валютном рынке вынудил монетарные власти пойти на краткосрочное поднятие ключевой ставки. Лишь к первому кварталу 2015 г., вместе с остановкой стремительного падения цены на нефть, экономическая ситуация в стране несколько стабилизировалась.

В периоды наступления экспортных шоков для государства с ограниченной экспортной диверсификацией особенно важно проводить взвешенную стабилизационную политику, которая позволила бы ему пройти кризисные фазы плавно, без социально-экономических потрясений. В связи с этим становится актуальной разработка подходящего прогнозного инструментария. Далее перейдем к непосредственному описанию нашей модели.

Равновесие на товарном, финансовом и денежном рынках в рамках малой открытой экономики достигается за счет изменения курса валюты. Данное равновесие можно описать с помощью модели, представляющей собой систему уравнений, связывающую основные макроэкономические показатели страны.

В этой системе основным уравнением является, очевидно, известное уравнение, представляющее валовой доход ( $Y$ ) страны, как функцию от спроса домохозяйств на товары конечного потребления ( $C$ ), инвестиций ( $I_n$ ), государственных расходов ( $G$ ) и чистого экспорта ( $X_n$ ), представляющего собой разность между экспортом и импортом ( $X_n = E_x - I_m$ ):

$$Y = C + I_n + G + X_n \quad (1)$$

Конечное потребление домохозяйств ( $C$ ) зависит от налогов ( $T$ ), которые устанавливает государство, и от текущего уровня доходов ( $Y$ ):

$$C = f(T, Y) \quad (2)$$

В нашей вычислимой модели мы представим данную функциональную зависимость в линейной форме:

$$C = a(Y - T), \quad (3)$$

где  $a$  – коэффициент, отражающий чувствительность совокупного потребления к изменениям располагаемого дохода.

Государство посредством снижения или увеличения налогов косвенно (через совокупное потребление) может оказывать влияние на величину валового дохода экономики, что, в свою очередь, влияет на величину потребления.

Инвестиции ( $I_n$ ) в экономику зависят от текущей процентной ставки.

$$I_n = f(i). \quad (3)$$

Увеличение процентной ставки ведет к удорожанию капиталовложений и, как следствие, к снижению валовых инвестиций. Данной функциональной зависимости мы придали следующую линейную форму:

$$I_n = v - (w \cdot i), \quad (4)$$

где коэффициент  $w$  отражает обратную зависимость между процентной ставкой и валовыми инвестициями;  $v$  – свободный член, выражающий постоянную

величину инвестиций в экономику, независящий от процентной ставки.

Государство в рамках фискальной политики может принять решение об изменении величины закупок ( $G$ ). Их увеличение положительно сказывается на размере совокупного дохода, а уменьшение – отрицательно.

Укрепление курса национальной валюты (снижение курса иностранной валюты) делает товары отечественного производства менее привлекательными, по сравнению с импортными товарами. Таким образом, при увеличении курса национальной валюты падает величина экспорта и растет объем импорта. Эти зависимости можно представить в виде следующих линейных уравнений:

$$I_m = I_y / e, \quad (5)$$

$$E_x = (K_s \cdot P_s + E_q) \cdot e, \quad (6)$$

где  $I_y$  – коэффициент, отражающая чувствительность совокупного импорта к изменению курса национальной валюты;  $e$  – курс иностранной валюты.  $K_s$  и  $P_s$  коэффициенты, обозначающие объем и цену основного экспортируемого товара страны. Для проведения экспериментов по выявлению влияния изменения цены на основной экспортируемый товар страны на динамику экономической системы предусматривается возможность манипуляции данными величинами через соответствующие бегунки на панели интерфейса (рис. 1). Величина  $E_q$  выступает как постоянная составляющая совокупного экспорта.

Уравнение (1) теперь можно представить следующим образом:

$$Y = a(Y - T) + v - (w \cdot i) + G + (K_s P_s + E_q) e - I_y / e. \quad (7)$$

Разница между совокупным доходом и суммой государственных расходов и потреблением домохозяйств выступает как национальные сбережения ( $S$ ).

$$S = Y - C - G, \quad (8)$$

$$S - I_n = X_n(e). \quad (9)$$

Левая часть уравнения (9) определяется как счет движения капитала платежного баланса, а правая часть как счет текущих операций. Равновесие между данными счетами достигается за счет изменения курса иностранной валюты ( $e$ ).

В качестве валютного инструмента в модель вводится возможность проведения центральным банком операций на валютном рынке (валютных интервенций). Банковские интервенции способны косвенно влиять на курс национальной валюты. Суть данных операций заключается в покупке или продаже центральным банком страны крупных партий иностранной валюты. Покупка иностранной валюты ведет к ее укреплению, расширению денежной массы и к ослаблению национальной валюты. Продажа иностранной валюты вызывает ее ослабление, сжатие денежной массы и укрепление национальной валюты. Применение данного монетарного инструмента ограничено имеющимися у страны валютными резервами ( $VR$ ). Эффект от воздействия банковской интервенции можно описать с помощью следующих уравнений:

$$\Delta e = e_l \cdot \Delta CR, \quad (10)$$

$$\Delta M = e \cdot \Delta CR, \quad (11)$$

где  $\Delta e$  – изменение курса национальной валюты;  $\Delta CR$  – изменение величины валютных резервов;  $e_l$  – показатель эластичности банковских интервенций;  $\Delta M$  – изменение объема денежной массы.

Поддерживая курс национальной валюты выше естественного уровня, Центральный банк увеличивает приток импорта в страну и сокращает экспорт. С другой стороны, ЦБ может удерживать курс национальной

валюты на искусственно заниженном уровне, ограничивая хождение иностранной валюты.

Предложение денег в модели (M) является экзогенной величиной. Спрос на деньги зависит от процентной ставки (i) и от совокупного дохода (Y):

$$M / P = f(i, Y). \tag{12}$$

Рост процентной ставки ведет к сокращению спроса на деньги ввиду увеличения альтернативных издержек владения наличными средствами. Рост доходов увеличивает совокупное потребление и таким образом необходимость во владении наличными средствами для обслуживания возросшего количества сделок.

Линейная форма данной зависимости в нашей модели представляется следующим уравнением:

$$M / P = Y \cdot l - i \cdot k. \tag{13}$$

Изменение денежной массы в экономике сопровождается кратковременным изменением величины валового дохода, который в дальнейшем возвращается к своему естественному уровню, а эффект от увеличения денежной массы отражается на уровне цен (P).

Необходимо подчеркнуть, что приведенная модель является краткосрочной. Малая экономика за небольшое время не в состоянии освоить незапланированные объемы капиталов, которые могут возникнуть, например, вследствие резкого скачка цен на экспортную продукцию или из-за политики правительства, которое может по своему усмотрению изменять государственные расходы и налоги. Если в экономике возникает ситуация, когда национальные сбережения оказываются выше валовых инвестиций, неизрасходованные средства стерилизуются на мировом рынке капитала.

Итак, для достижения цели исследования нами была построена вычислимая модель, реализация которой была осуществлена в программной среде NetLogo, предназначенной, вообще говоря, для разработки агент-ориентированных моделей [1; 10].

Опишем интерфейс модели. Для ввода начальных данных на интерфейсе модели представлено четыре интерактивных поля с маркерами: i, T, M, G, CR, которые обозначают процентную ставку, уровень налогов, денежную массу, величину государственных закупок и объем валютных резервов соответственно (рис. 1).

После ввода начальных установок и нажатия кнопки «setup» экзогенным переменным модели присваиваются соответствующие значения. Нажатие кнопки «go» запускает последовательность вычислительных циклов, в результате которых свое определение получают эндогенные переменные. Для визуализации динамики развития макроэкономических показате-

лей интерфейс модели представлен соответствующими графиками (рис. 2).

Правительство и Центральный банк имеют возможность проводить фискальную и монетарную политику, экзогенно влияя на величину налогов, государственных расходов, предложения денег и курс национальной валюты. Для выявления эффектов от этих мер модель снабжена специальным модулем (рис. 1). Модуль позволяет в процессе функционирования модели изменять величины соответствующих переменных.

Кнопка «tax\_intervention» активизирует налоговый инструмент. Если  $Y < GDP\_aim$ , то  $T + \Delta T$ ; если  $Y > GDP\_aim$ , то  $T - \Delta T$ . Где  $GDP\_aim$  – целевой уровень совокупных доходов,  $\Delta T = T \cdot tax\_measure$ . С помощью бегунка tax\_measure задается интенсивность государственного вмешательства (см. рис. 1).

Кнопка «sequester» активизирует фискальный инструмент. Если  $Y < GDP\_aim$  то  $G + \Delta G$ ; если  $Y > GDP\_aim$ , то  $G - \Delta G$ . Где  $\Delta G = G \cdot g\_measure$ . Бегунок «g\_measure» задает интенсивность фискального вмешательства.

Кнопка «money\_creation» отвечает за запуск процесса имитации расширения или сжатия денежной массы. Манипулируя величиной денежной массы, государство влияет на уровень цен, приближая его к целевой отметке. Если  $P < price\_level$ , то  $M + \Delta M$ ; если  $P > price\_level$  то  $M - \Delta M$ . Где price\_level – целевой уровень цен, а  $\Delta M = M \cdot monetary\_measure$ . Бегунок «monetary\_measure» задает интенсивность монетарного вмешательства.

Кнопка «currency\_intervention» приводит к активизации деятельности Центрального банка по поддержанию курса иностранной валюты (e) на целевом уровне, который задается с помощью бегунка «currency\_aim». Если  $e > currency\_aim$ , то  $M - intervention \cdot e$ ;  $e < currency\_aim$ , то  $M + intervention \cdot e$ ;  $e > currency\_aim$ , то  $M - intervention \cdot e$ ;  $e < currency\_aim$ , то  $M + intervention \cdot e$ ;  $e + intervention \cdot e$ ;  $CR + intervention$ . Где intervention – объем (интервенций) закупки/продажи монетарными властями иностранной валюты, e – коэффициент эластичности банковских интервенций, отвечающий за чувствительность курса иностранной валюты к величине банковских интервенций.

Каждый из перечисленных выше инструментов государственного вмешательства временно выводит из равновесия баланс между счетом движения капитала и счетом текущих операций. Процесс балансировки экономической системы, сопровождающийся изменением курса национальной валюты, описан на последнем шаге алгоритма вычислительного цикла.

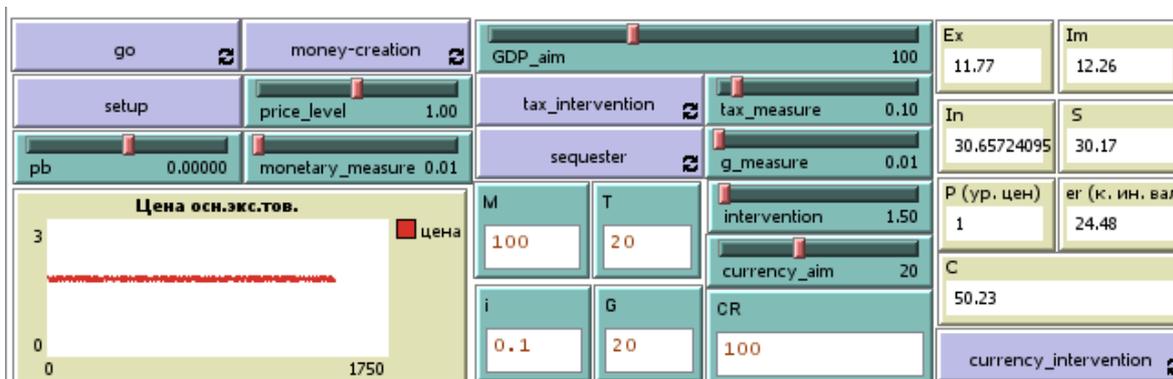


Рис.1. Интерфейс модели, реализованной в NetLogo. Модуль управления.

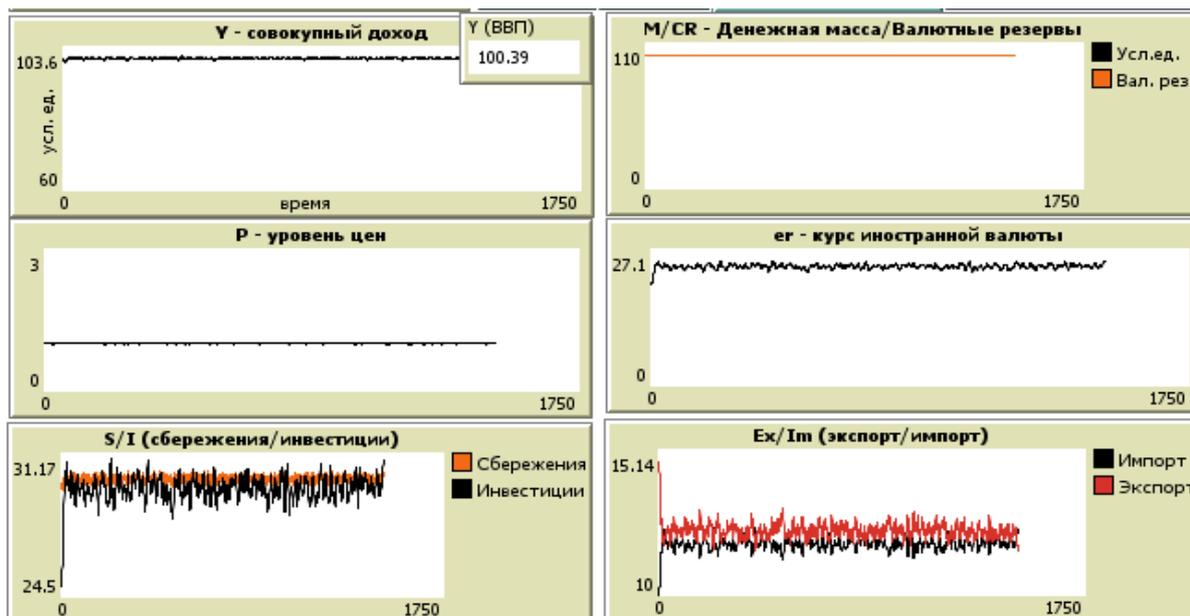


Рис. 2. Интерфейс модели, реализованной в NetLogo. Графики.

При калибровке модели важно исходить из принципа реалистичности отношений между экзогенными и эндогенными величинами. Несоблюдение данного принципа ведет к тому, что проводимые эксперименты не будут реалистично отражать динамику поведения экономической системы. Следующая статья будет посвящена обсуждению вычислительных экспериментов, полученных с разработанной в этой работе моделью.

Статья подготовлена в рамках научных исследований по гранту РФФИ 13-06-00309.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зулькарнай И. У. Задача агент-ориентированного моделирования распределения функций по вертикали в асимметричной федерации // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19, №4. С. 1249–1255.
2. Hicks John IS-LM: An explanation // Journal of Post Keynesian Economics. 1980. №Vol III. No.2. 152 p.
3. Fleming J. M. Domestic Financial Policies under Fixed and under Floating Exchange Rates. IMF Staff Papers 9. 1962. P. 369–379.
4. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сулакшин С. С. Применение вычислимых моделей в государственном управлении. М.: Научный эксперт, 2007. 304 с.
5. Список стран по ВВП (ППС). URL: [http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?order=wbapi\\_data\\_value\\_2014+wbapi\\_data\\_value+wbapi\\_data\\_value-last&sort=desc](http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?order=wbapi_data_value_2014+wbapi_data_value+wbapi_data_value-last&sort=desc) (дата обращения 10.06.2015).
6. Правительство России прогнозирует рецессию в 2015 году. Русская служба Би-би-си – 2 декабря 2014. URL: [http://www.bbc.com/russian/business/2014/12/141202\\_russia\\_gdp\\_2015\\_negative\\_forecast](http://www.bbc.com/russian/business/2014/12/141202_russia_gdp_2015_negative_forecast) (дата обращения 10.06.2015).
7. Девальвация юаня связана с визитом лидера Китая в США. Взгляд – 17 августа 2015. URL: <http://vz.ru/world/2015/8/17/761306.html> (дата обращения 10.06.2015).
8. Wall Street ends lower after Fed statement, oil drop. Reuters – Jan 28, 2015. URL: <http://www.reuters.com/article/2015/01/28/us-markets-stocks-idUSKBN0L11FX20150128> (дата обращения 10.06.2015).
9. Паспорт страны. URL: <http://info.minfin.ru/region.php> (дата обращения 10.06.2015).
10. Зулькарнай И. У., Гизатов Н. Р. Агент-ориентированная модель влияния размера заработной платы на мотивацию работодателей вводить инновации // Известия Уфимского научного центра РАН. 2011. №2. С. 98–106.
11. Mundell R. A. Capital Mobility and Stabilizing Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates. Canadian Journal of Economics and Political Science, 29. 1963. P. 475–485.
12. Данные об использовании консолидированного бюджета РФ и бюджета ГВБФ РФ по расходам. URL: [http://info.minfin.ru/kons\\_rash\\_isp.php](http://info.minfin.ru/kons_rash_isp.php) (дата обращения 22.08.2015).
13. Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. М.: Гелиос АРВ, 2012. 352 с.

Поступила в редакцию 03.09.2015 г.

## MODELLING OF COUNTERACTION TO THE EXPORT SHOCKS IN A SMALL OPEN ECONOMY

© R. R. Ramazanov

*Bashkir State University*

*3/4 Karl Marx St., 450076 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.*

*Phone: +7 (917) 350 71 26.*

*Email: ruslan4729@mail.ru*

During the onset of the export shocks, it is particularly important for a state with limited export diversification to pursue a balanced policy of stabilization, which would enable it to go the crisis phase smoothly, without social and economic shocks. In this context, it becomes urgent to develop an appropriate forecast tools. In this article, a computable model of a small open economy with limited export diversification is given. The model allows predicting the dynamics of the main macroeconomic indicators of the country in connection with the export shocks and stabilization policies aimed at mitigating their consequences. This stabilization policy may be expressed in the application of state fiscal, tax, monetary and currency practices to stimulate the economy. Fiscal stimulus is the change in the value of government spending. Raising or lowering taxes, the state may regulate economic activity in the country. Using monetary instruments, financial regulator adjusts the value of the money supply. Carrying out currency intervention, the state can influence the rate of the national currency. All of these tools can be used at the same time state or separately. Experiments using various combinations of these instruments can afford to work out the most appropriate stabilization policy for the state. The proposed model belongs to the class of so-called computable general equilibrium models (CGE). Economic models of this class are based on actual statistics. All the CGE models present a system of equations, the solution of which is the achievement of the overall economic equilibrium. The basis of our computable model is the Mundell-Fleming model. Functional dependences of the Mundell-Fleming model have been given a linear form. The algorithm of proposed computable model has been implemented in a software environment NetLogo.

**Keywords:** *model, small open economy, government regulation, currency exchange rates.*

Published in Russian. Do not hesitate to contact us at [bulletin\\_bsu@mail.ru](mailto:bulletin_bsu@mail.ru) if you need translation of the article.

## REFERENCES

1. Zul'karnai I. U. Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2014. Vol. 19, No. 4. Pp. 1249–1255.
2. Hicks John IS-LM: An explanation. Journal of Post Keynesian Economics. 1980. No. Vol III, No.2.
3. Fleming J. M. Domestic Financial Policies under Fixed and under Floating Exchange Rates. IMF Staff Papers 9. 1962. Pp. 369–379.
4. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sulakshin S. S. Primenenie vychislmykh modelei v gosudarstvennom upravlenii [Application of computable models in public administration]. Moscow: Nauchnyi ekspert, 2007.
5. Spisok stran po VVP (PPS). URL: [http://data.world-bank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?order=wbapi\\_data\\_value\\_2014+wbapi\\_data\\_value+wbapi\\_data\\_value-last&sort=desc](http://data.world-bank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?order=wbapi_data_value_2014+wbapi_data_value+wbapi_data_value-last&sort=desc) (data obrashcheniya 10.06.2015).
6. Pravitel'stvo Rossii prognoziruet retsessiyu v 2015 godu. Russkaya sluzhba Bi-bi-si – 2 dekabrya 2014. URL: [http://www.bbc.com/russian/business/2014/12/141202\\_russia\\_gdp\\_2015\\_negative\\_forecast](http://www.bbc.com/russian/business/2014/12/141202_russia_gdp_2015_negative_forecast) (data obrashcheniya 10.06.2015).
7. Deval'vatsiya yuanya svyazana s vizitom lidera Kitaya v SShA. Vzglyad – 17 avgusta 2015. URL: <http://vz.ru/world/2015/8/17/761306.html> (data obrashcheniya 10.06.2015).
8. Wall Street ends lower after Fed statement, oil drop. Reuters – Jan 28, 2015. URL: <http://www.reuters.com/article/2015/01/28/us-markets-stocks-idUSKBN0L11FX20150128> (data obrashcheniya 10.06.2015).
9. Pasport strany. URL: <http://info.minfin.ru/region.php> (data obrashcheniya 10.06.2015).
10. Zul'karnai I. U., Gizatov N. R. Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN. 2011. No. 2. Pp. 98–106.
11. Mundell R. A. Capital Mobility and Stabilizing Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates. Canadian Journal of Economics and Political Science, 29. 1963. Pp. 475–485.
12. Dannye ob ispol'zovanii konsolidirovannogo byudzheta RF i byudzheta GVBF RF po raskhodam. URL: [http://info.minfin.ru/kons\\_rash\\_osp.php](http://info.minfin.ru/kons_rash_osp.php) (data obrashcheniya 22.08.2015).
13. Keins Dzh. M. Obshchaya teoriya zanyatosti, protsenta i deneg [The general theory of employment, interest and money]. Moscow: Geli-os ARV, 2012.

*Received 03.09.2015.*