

ТЕОРІЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ

В работе рассмотрены возможности использования модели взаимодействия экономик различных стран для решения проблем украинской экономики. Приведенные модели позволяют прогнозировать и моделировать результаты изменений в экономике Украины, связанные с изменением динамики развития стран-соседей. Модели позволяют моделировать шоки, связанные с колебанием цен, процентной ставки, денежной массы в соседних с Украиной странах.

© В.В. Бойко, В.Н. Домрачев,
2003

УДК 519.8

В.В. БОЙКО, В.Н. ДОМРАЧЕВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ШОКОВ НА ЭКОНОМИКУ УКРАИНЫ

Международная экономика представляет собой конкурентную среду (мультиагентную систему), в которой отдельные страны конкурируют между собой за достижение определенных целей. Обычно борьба идет за владение материальными, денежными, природными и трудовыми ресурсами.

Для принятия решений в конкурентной среде используются различные инструменты, часть из которых принадлежит к экономической политике (монетарной политике). При этом используются математические модели (финансовое программирование) [1-4].

Поведение страны существенно зависит от того, как характеризуется экономика этой страны. Различаются страны с “малой” и “большой” экономикой. “Малые” экономики имеют те страны, внутренняя политика которых не может существенно влиять на мировую экономику. Политика стран с “большой” экономикой имеет глобальное влияние. В модели МВФ [3] к странам с “большой” экономикой относятся страны ресурсобогатые и технологически развитые (G7).

Моделям взаимодействия “малых” и “больших” экономик посвящено много работ [1]. Отдельный интерес представляет взаимодействие “малых” экономик. Это связано с тем, что количество макроэкономических показателей, необходимых для построения модели, увеличивается.

В работе [2] описаны модели взаимозависимости макроэкономических показателей Украины, России, Белоруссии и Молдовы.

Особенностью моделирования взаимодействия малых экономик является плохая применимость традиционных моделей, которые построены для стран со стабильной экономикой. Макроэкономические показатели стран-соседей с экономикой переходного периода тесно связаны. Для анализа макроэкономических показателей Украины особый интерес представляет их зависимость от макроэкономических показателей стран-соседей. Рассмотрим эту зависимость на примере макроэкономических показателей Украины, Польши, Румынии и России. Рассмотрим взаимодействие экономик Украины и Польши.

Для моделирования воздействия на экономику Украины экономики Польши построим простую модель, которая в структурном виде описывается системой уравнений и расширяет модель, описанную в [5]. Эта модель использовалась авторами для моделирования взаимодействия Канадской и США экономик. В модели Кругмана - Тао Жа использовались следующие уравнения.

Уравнения спроса и предложения на деньги:

$$d_1(M1 - P) - d_2y + a_1R = \varepsilon_d, \quad (1)$$

$$d_3R + a_2M1 + a_3Exc + a_4R^* + a_5P^* = \varepsilon_s. \quad (2)$$

Уравнение, описывающее влияние российской экономики на украинскую:

$$d_4Exc + a_6M1 + a_7R + a_8P + a_9y + a_{10}y^* + a_{11}P^* + a_{12}R^* + a_{13}M1^* = \varepsilon_1. \quad (3)$$

Здесь d_i , a_i – коэффициенты; ε_i – случайный фактор; $M1$ – прирост денежной массы; y – прирост реального ВВП; R – номинальная ставка рефинансирования центрального банка; Exc – курс валюты; P – уровень цен в Украине.

Звездочка используется для переменных, которые характеризуют показатели, относящиеся к соседней стране.

Рассмотрим расширенную регрессионную зависимость макроэкономических показателей Украины и Польши.

Звездочка используется для переменных, которые характеризуют показатели, относящиеся к Польше.

Используя множественную регрессию (реализованную в статистическом программном пакете SPSS) получаем следующие уравнения зависимости:

$$(M1 - P) = 1855 - 206 y - 45 R, \quad R^2 = 0.68;$$

$$R = 48.2 + 0.2M1 - 7.5 Exc - 3.3 R^* + 4.9P^*, \quad R^2 = 0.96;$$

$$y = 15.3 + 0.22 Exc + 0.004 M1 - 0.09R - 0.46 y^* - 0.11P^* - 0.39 M1^*, \quad R^2 = 0.96.$$

Следует отметить отрицательное воздействие на динамику ВВП в Украине динамики ВВП в Польше. Увеличение инфляции за счет роста денежной массы в Польше может привести к росту процентной ставки в Украине. Более точные результаты получаются, если вместо уравнения (1) использовать уравнение

$$M1 = 0.04 P - 89 + 4.7 y + 2.9 R, \quad R^2 = 0.92.$$

Вышеприведенные уравнения позволяют утверждать, что украинская экономика в период 1990 – 2002 гг. развивалась в противофазе с польской. Падение курса злота приведет к росту ВВП в Украине.

Уравнения позволяют моделировать результаты взаимодействия экономик, в частности прогнозировать результаты ценового шока, поведение курса валюты и учетной ставки.

Рассмотрим расширенную регрессионную зависимость макроэкономических показателей Украины и Румынии.

Теперь звездочка используется для переменных, которые характеризуют показатели, относящиеся к Румынии.

Используя множественную регрессию (реализованную в статистическом программном пакете SPSS) получаем следующие уравнения зависимости:

$$\begin{aligned}(M1 - P) &= 1855 - 206 y - 45 R, & R^2 &= 0.68; \\ R &= -136 - 0.02M1 - 0.01 Exc + 7.5 R^* - 0.8 P^*, & R^2 &= 0.99; \\ y &= -10.7 + 0.004 Exc - 0.03 M1 - 0.04 R - 0.8 y^* - 0.17P^* + 0.19 M1^*, & R^2 &= 0.98.\end{aligned}$$

Следует отметить отрицательное воздействие на динамику ВВП в Украине динамики ВВП в Румынии. Вышеприведенные уравнения позволяют утверждать, что украинская экономика в период 1990 – 2002 гг. развивалась в противофазе с румынской. Курс ле не имеет существенного воздействия на динамику роста ВВП в Украине.

Рассмотрим взаимодействие экономик Украины и России.

Звездочка используется для переменных, которые характеризуют показатели, относящиеся к России.

Используя множественную регрессию, получаем следующие значения коэффициентов:

$$\begin{aligned}(M1 - P) &= 1855 - 206 y - 45 R, & R^2 &= 0.68; \\ R &= -1.4 + 0.2M1 + 1.6 Exc + 0.8 R^* - 0.2P^*, & R^2 &= 0.98; \\ y &= -15 + 3.9 Exc + 0.02 M1 - 0.2R + 0.013 y^* - 0.07P^* + 0.13 R^* + 0.06 M1^*, & R^2 &= 0.99.\end{aligned}$$

Следует отметить значительное воздействие на динамику ВВП в Украине денежной массы в России и цены гривни в рублях (Exc).

Динамика ВВП Украины развивалась в противофазе динамикам Польши и Румынии. С другой стороны, вышеприведенные уравнения позволяют утверждать, что украинская экономика в период 1990 – 2002 гг. развивалась в тесной связи с российской. Влияние макроэкономических показателей развития России является значительным для динамики макроэкономических показателей развития Украины (об этом свидетельствуют более значимые коэффициенты при макроэкономических показателях России). Особенно следует отметить воздействие стабильности курса гривни на рост ВВП в Украине.

Уравнения позволяют моделировать результаты взаимодействия экономик, в частности прогнозировать результаты ценовых шоков, поведение курса валюты и процентной ставки.

Каждая страна в своем развитии решает задачу максимизации функции “богатства” и минимизации расходов по его накоплению. Каждая из взаимодействующих экономик (рассматриваемых как мультиагентная система) максимизирует функцию “богатства” W , т.е. $W' = 0$ (производная равна нулю).

Используя результаты работ [1-9] при проведении сравнительного анализа качества экономической политики, в частности монетарной политики, которая проводится в стране, предлагаем использовать функцию полезности (богатства) W .

Функция полезности $W(u_1, \dots, u_n)$ задается на векторе компонент полезности $u=(u_1, \dots, u_n)$. Среди компонент полезности необходимо выделить следующие: уровень роста реального ВВП, реальную среднюю заработную плату в стране на одного работающего, сумму реального капитала банков, сумму реальных средств физических лиц в банках, реальный ВВП на численность населения, уровень занятости, количество часов в рабочей неделе.

Для упрощения анализа и привязки к конкретным макроэкономическим данным, которые подвергаются оценке, за критерий “богатства” страны возьмем функцию богатства W в классическом [9, 10] виде:

$$\begin{aligned} W = & a_1 * (\text{уровень роста реального ВВП}); \\ & + a_2 * (\text{реальная средняя заработная плата в стране на одного работающего}); \\ & + a_3 * (\text{сумма реального капитала банков}); \\ & + a_4 * (\text{сумма реальных средств физических лиц в банках}); \\ & + a_5 * (\text{сумма реальных средств юридических лиц в банках}); \\ & + a_6 * (\text{реальный ВВП на численность населения}); \\ & + a_7 * (\text{уровень занятости}); \\ & - a_8 * (\text{количество часов в рабочей неделе}), \end{aligned}$$

где a_i – константы (это наше упрощение, вообще коэффициенты, возможно, зависят от времени и некоторых макроэкономических показателей).

Правительство страны политическими инструментами может менять коэффициенты a_i . Вообще W и a_i зависят от времени, но мы считаем, что эта зависимость медленная. В процессе принятия решения страна должна делать прогноз динамики мировых макроэкономических показателей и показателей своих ближайших партнеров. На базе этих прогнозных значений, уравнений связи экономических показателей и анализа профиля функции W должно приниматься решение относительно дальнейшей экономической политики. В случае, когда имеются необходимые прогнозные данные, задача принятия решения (выбора стратегии) сводится к задаче линейного программирования. Когда одновременное принятие решения в двух взаимодействующих экономиках не скоординировано, возможные различные последствия этих решений (недетерминированный процесс) и задача относится к теории игр [11,12]. Возможны различные случаи, когда “богатства” стран W и W^* меняются в одном направлении или в различных. Экономическая политика одной страны может быть антагонистичной стратегией, когда рост W происходит за счет падения W^* другой страны, или корпоративной, когда W растет одновременно с W^* страны партнера.

Например, из уравнения (3) следует, что увеличение уровня цен в России (при неизменности других показателей) повлечет к падению ВВП в Украине. Корпоративное принятие решений во взаимодействующих экономиках должно базироваться на принципе $(W + W^*)' = 0$.

Примером антагонистичной стратегии является динамика роста ВВП США, стран западной и центральной Европы (Польши и Румынии), Украины и России. Рассмотрим динамику параметров функции “богатства” в Украине отдельно для каждого.

Рост ВВП в США и центральной Европе тем больший, чем больший спад в России и Украине (рис.1).

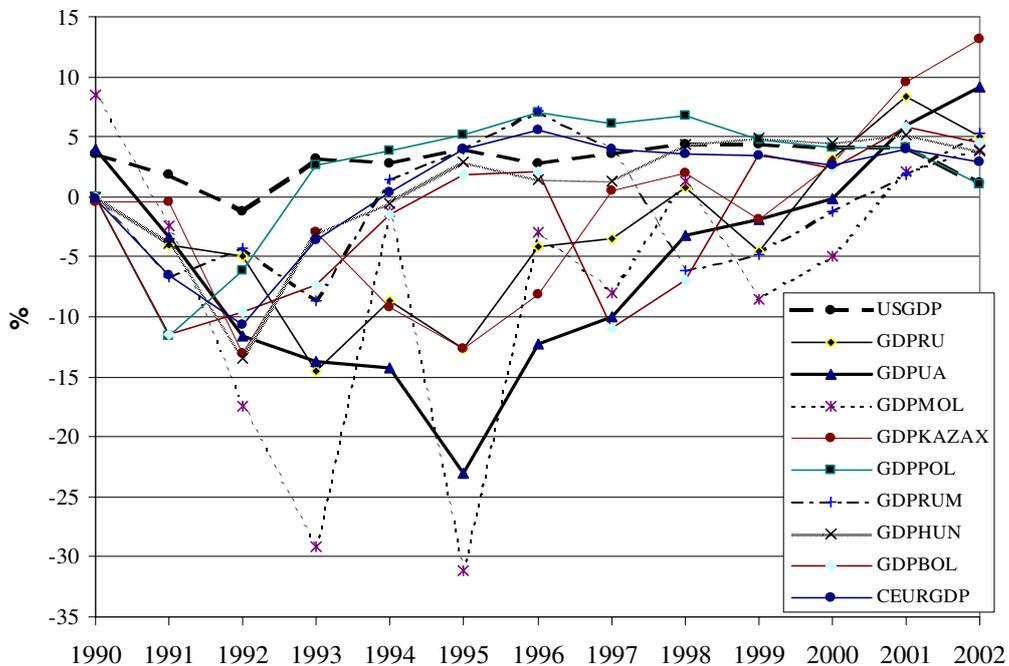


РИС. 1. Процент изменения ВВП соответственно в США, России, Украине, Молдове, Казахстане, Польше, Румынии, Венгрии, Болгарии и в странах центральной Европы [6]

Одним из главных индикаторов качества валютной политики в стране является показатель ВВП на душу населения. График динамики ВВП на душу населения стран окружающих Украину показан на рис. 2. Анализ экономической политики позволяет заключить, что страны, валюта которых не была привязана к российскому рублю (Венгрия, Польша, Болгария), продолжали экономический рост. Расстояние между уровнем экономического развития Украины и Венгрии,

Польши и Болгарии увеличилась по показателю ВВП на душу населения. Со стран соседей Украина опережает только Молдову. Реальный ВВП на душу населения в странах ЕС более чем в 30 раз превышает этот показатель в Украине.

Реальный ВВП на душу населения в Украине (в 1998 г.) уменьшился не за счет уменьшения производства, а за счет “обвала” курса национальной валюты. Результаты оплаты единицы трудозатрат в Украине по сравнению со странами соседями уменьшились, что повлекло к оттоку работающего населения.

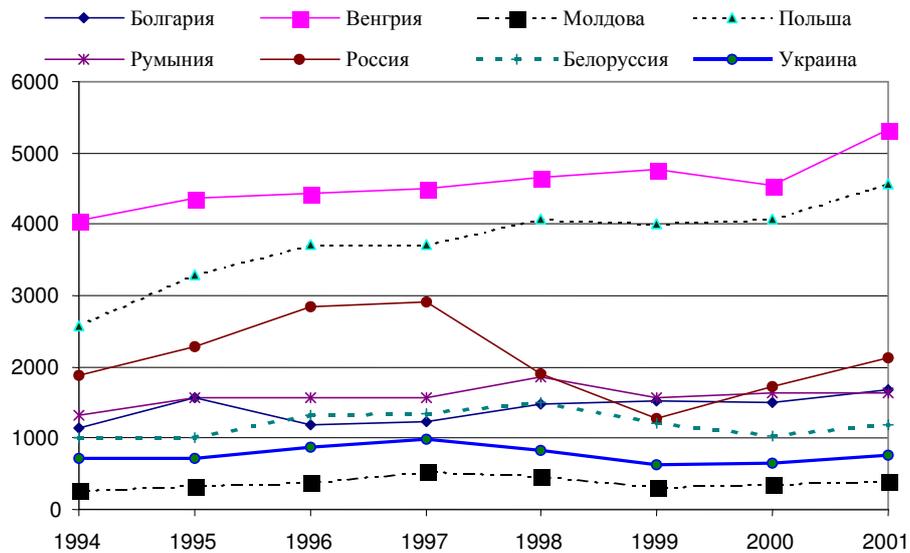


РИС. 2. Динамика ВВП на душу населения в долларах США [6]

Страны, экономика которых была ориентирована на Европу, динамично увеличивали показатель ВВП на душу населения.

Из анализа данных (рис.3) следует, что относительный уровень ВВП на душу населения отвечает уровню средней заработной платы в соседних странах. Расчеты, проведенные по уравнениям (1)-(3), позволяют утверждать, что украинская экономика в период 1990–2002 гг. развивалась в тесной связи с российской. Влияние макроэкономических показателей развития России является значительным для динамики макроэкономических показателей развития Украины. Уравнения позволяют моделировать результаты взаимодействия экономик, в частности прогнозировать результаты ценовых шоков, поведение курса валюты и процентной ставки.

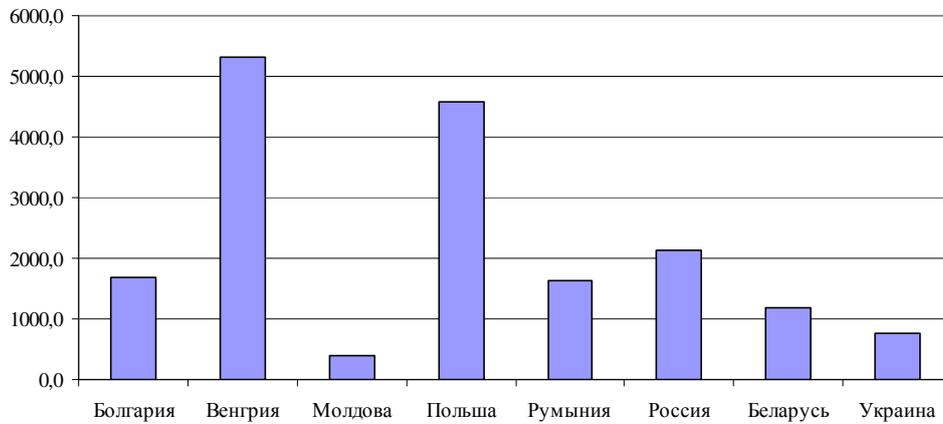


РИС.3. ВВП на душу населения в долларах США по состоянию на 01.01.2002 [6]

Для реализации построения модели использовался пакет MATLAB 6.1. В состав расширенных версий системы MATLAB 6.1 входит пакет моделирования динамических систем – Simulink 4.0. Результат моделирования воздействия внешнего шока со стороны России на экономику Украины показан на рис. 4–5.

На графиках показана динамика процентной ставки и реального ВВП Украины, возникающих в результате “прямоугольного” увеличения денежной массы в России на 10%.

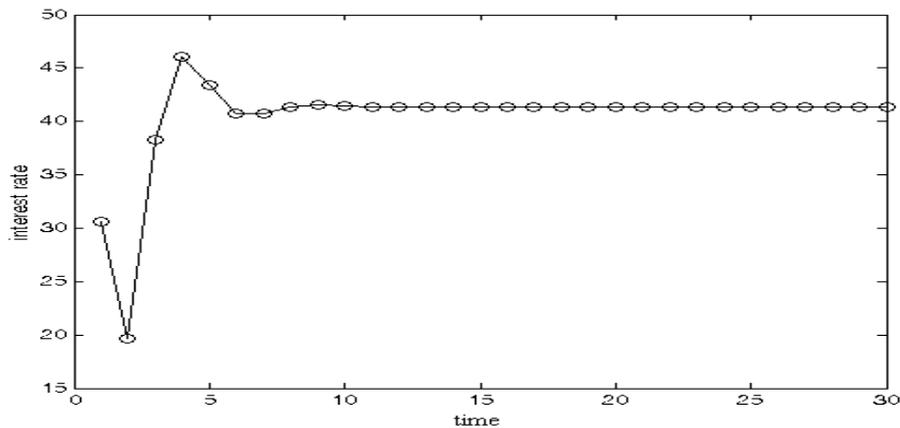


РИС. 4. Динамика процентной ставки

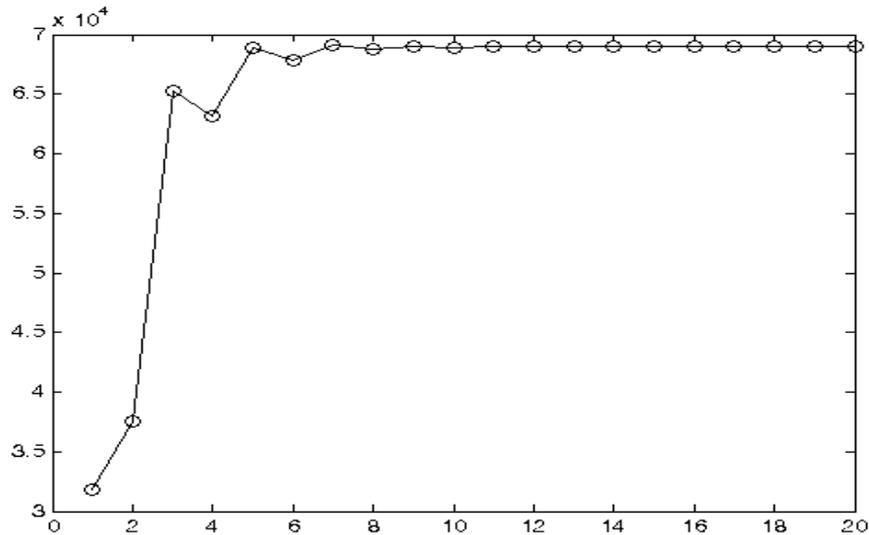


РИС. 5. Динамика ВВП

Моделирование воздействия внешних шоков на экономику Украины является необходимым звеном в процессе выработки оптимального решения по реагированию на эти шоки.

Вышеизложенные результаты показывают тесную взаимосвязь экономик некоторых стран бывшего СССР с центральноевропейскими странами-соседями. Изменение экономической политики в одной из них может значительно влиять на экономику соседних стран. Поэтому необходимо гибкое реагирование на такое изменение. Одним из инструментов выработки адекватной реакции является экономико-математическое моделирование, в рамках которого могут быть использованы вышеописанные макроэкономические уравнения. Важнейшим результатом выработки адекватной реакции есть четкая постановка цели экономической политики, которая при использовании моделирования будет обоснована экономическими прогнозами.

Основные результаты работы:

- показана тесная связь динамики развития основных макроэкономических показателей Украины, Польши и Румынии;

- показано что последнее время динамика ВВП в Украине развивается в противофазе с динамиками ВВП Польши и Румынии, из чего следует вывод, что при проведении экономической политики Украина остается более направленной на модель экономического развития России, а не стран центральной Европы.

В.В. Бойко, В.М. Домрачев

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ШОКІВ НА ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ

Розглянуто моделі взаємодії економік різних країн та можливості використання цих моделей для розв'язання проблем української економіки. Дані моделі дозволяють прогнозувати та моделювати результати змін в економіці України, пов'язані зі зміною розвитку країн-сусідів. Зокрема, вони дозволяють моделювати шоки, пов'язані з коливанням цін, облікової ставки, грошової маси в зв'язку із змінами економічних показників сусідніх з Україною країн.

V.V. Boyko, V.N. Domrachev

MODELING UKRAINIAN ECONOMY EXTERNAL SHOCKS

The economies interaction models of different countries and possibility of using these models for solving Ukrainian economic problems are considered. The considered models allow to forecast and to model changes in Ukraine economic results which connected with neighbouring states development changes. Specifically, the models allow to model shocks associated with variation of prices, discount rates, monetary aggregates in neighbouring with Ukraine countries .

1. *Домрачев В.* О математических моделях взаимодействия экономик различных стран // Моделювання та методи системного аналізу. – К.: Ін-т кібернетики ім.В.М.Глушкова НАН України, 2000.- С. 55–67.
2. *Домрачев В.* О применении простых математических моделей к регулированию курса валюты на Украине // Финансовые риски. - 2000. - № 3. - С. 77-81.
3. Процесс перехода и экономические показатели стран СНГ (экономические аспекты процесса перехода в Восточной Европе, Балтии и СНГ. - ЕБРР, ноябрь 2001. - 65 с.
4. *Домрачев В., Андрійчук В.* Щодо аналізу монетарної політики в Україні // Вісн. Національного банку України. – 2002. - № 10. - С. 43-48.
5. *Cushman D.O., Tao Zha.* Identifying monetary policy in a small open economy under flexible exchange rates // WP 95-7. - Atlanta, 1995. - 42 p.
6. International Financial Statistics. July, 2002. – Washington: IMF, 2002. – 891 p.
7. *David A. Marshall.* The crisis of 1998 and the role of the central bank // Economic perspectives, Federal Reserve Bank of Chicago. – 1 quarter 2001. - P. 2-23.
8. *Giancarlo Corsetti, Paolo Pesenti.* Welfare and macroeconomic interdependence // Working Paper 6307. - NBER WORKING PAPER SERIES, 1997. - 42 p.
9. *Fabio Ghironi.* Towards new open economy macroeconometrics // Working Paper. – Federal Reserve Bank of New York, 2000. - 42 p.
10. *Corsetti G, Pesenti P.* International dimensions of optimal monetary policy // Working Paper Federal Reserve Bank of New York. – 2001. - N. 124. - 34 p.
11. *Ludvigson S., Steindel C., Lettau M.* Monetary policy transmission through the consumption-wealth channel // Economic Policy Review. Federal Reserve Bank of New York. – 2002. - 8, N. 1. - 117-133 p.
12. *Gibbons R.* Game theory for applied economists. - New Jersey, Princeton: Princeton University Press, 1992. - 267 p.

Получено 16.09.2003