

УДК 519.86

*Н.С. Гончар, А.С. Жохин, В.Г. Козырский, Л.С. Терентьева*

## РЕЦЕССИЯ, ВАЛЮТНЫЙ КУРС, ТАРГЕТИРОВАНИЕ ИНФЛЯЦИИ

### Введение

Целью теоретической модели обменного курса должно быть ясное понимание экономического механизма управления действительным поведением обменного курса в реальном мире и взаимосвязь между обменным курсом и другими важными экономическими переменными.

Исследование эмпирических закономерностей, характеризующих поведение обменных курсов и иных связанных переменных при плавающем режиме обменного курса, необходимо для построения адекватной модели обменного курса валют [1].

Итог исследований поведения валютных курсов развитых индустриальных стран в 70-е годы прошлого века, проведенных в [1], состоит в следующем. Статистическое исследование логарифмов обменных курсов выявило, что они меняются со временем приблизительно как случайное блуждание со сносом или без него. Из последнего следует невозможность предсказать структуру месячных изменений валютных курсов. Только малую долю таких изменений можно предсказать рыночным измерением форвардных дисконтов и премий. Анализ одновременных корреляций между движением спот и форвард курсов (до одного года) показывает, что они изменяются в одном направлении приблизительно на одну и ту же величину, особенно, когда изменения довольно велики. Корреляция между изменением курса и изменением отношения индексов цен на небольших интервалах времени была близка к нулю.

Позитивные сериальные корреляции месячных изменений отношения индексов цен не соответствовали сериальным корреляциям месячных изменений валютных курсов. Кумулятивные расхождения относительных паритетов покупательной способности и курсов валют среди главных индустриальных стран колебались в пределах 10 %.

Месячные изменения номинального обменного курса близко коррелируют с месячными изменениями реальных обменных курсов, а кумулятивные изменения реальных обменных курсов в течение одного года были довольно велики. Под реальным валютным курсом понимают цену единицы иностранной валюты, деленную на отношение национального индекса цен к иностранному индексу цен. Сильная систематическая связь изменений номинального и реального курсов и балансов текущего счета отсутствует. Изменения номинального и реального курсов не слишком привязаны к различным скоростям денежного предложения, кроме, возможно, некоторых экономик с высокой инфляцией [1].

© Н.С. ГОНЧАР, А.С. ЖОХИН, В.Г. КОЗЫРСКИЙ, Л.С. ТЕРЕНТЬЕВА, 2017

В [2–5] показано, что экономическая система при достаточно низком спросе на определяющую группу товаров может попасть в состояние рецессии. Это состояние на макроэкономическом уровне сопровождается девальвацией национальной валюты, инфляцией, падением цен активов. Это явление получило название «слом механизма обмена». Обнаружить его заблаговременно можно при наличии статистической информации о структуре производства, выпусков, внешнеэкономических связей. Факторов, которые могут дестабилизировать экономическую систему, весьма много, однако они служат лишь пусковым механизмом слома механизма обмена. Скрытая причина — качество состояния равновесия, обнаружить которое можно, зная структурные характеристики экономической системы. В [2–5] рассмотрена модель экономического равновесия, в которой исследовано качество состояния экономического равновесия и указан механизм явления рецессии.

Как влияет монетарная политика на рецессию в экономической системе? В настоящей работе на примере украинской экономики поставлен вопрос о преодолении инфляционных процессов и выяснена роль в этом курса национальной валюты относительно доллара США. Вначале исследуем влияние монетарной политики на валютный курс в рамках нелинейных моделей регрессионного анализа и установим уравнение денежного обращения. В работе показано, что описание эволюции курса гривня/доллар случайным процессом, удовлетворяющим разностному стохастическому уравнению, подтверждает наблюдаемый факт, что логарифм валютного курса является случайным блужданием без сноса. На этом основании найдено уравнение денежного обращения в 2012–2014 гг. Показано возрастание скорости денежного обращения в этот же период. Все это свидетельствует о падении жизненного уровня народа в этот период. Установлена тесная положительная связь между валютным курсом гривня/доллар и уровнем инфляции, дефицитом государственного бюджета, уровнем цен на энергоносители, предложением денег. На этом основании разработаны рекомендации о макроэкономической политике государства для стабилизации украинской экономики. В целях выяснения, какой должна быть макроэкономическая политика государства по снижению уровня инфляции, установлена тесная положительная корреляция между уровнем инфляции и валютным курсом гривня/доллар, дефицитом государственного бюджета, дефицитом торгового баланса. Последнее свидетельствует, о том, что стабилизировать инфляцию без стабилизации валютного курса невозможно.

#### **Обменный курс валют в монетарной модели денежного обращения**

Украинская история экономики обменного курса весьма коротка, поскольку он всегда был привязан к доллару США. В последнее время он действительно стал обменным курсом, который должен приводить в равновесие торговый баланс. Следовательно, весьма важно уяснить как теоретические, так и практические основы его формирования. Обратимся к теоретическим основам формирования валютного курса вообще. Исследования зарубежных экономистов [6–9] внесли важный вклад в понимание формирования обменных курсов, тем не менее нерешенные проблемы остаются и по сей день. В работах [10–12] предложена методика управления валютным курсом гривня/доллар.

Монетарный подход основывается на постулате паритета покупательной способности. Эта модель, как показали исследования, не может предсказать валютный курс точнее, чем модель наивного случайного блуждания. Ввиду важности этого подхода, который до сих пор остается парадигмой формирования валютного

курса, дадим краткое введение в него и проверим его на примере формирования валютного курса гривня/доллар. Монетарный подход исходит из определения обменного курса как относительной цены денег, и при этом делается попытка моделировать это отношение через предложение и спрос на эти деньги.

Рассмотрим дискретную эволюцию валютного курса гривня/доллар. Если  $p_t$  и  $p_t^*$  — логарифмы уровней цен в момент времени  $t$ , то с точностью до константы, зависящей лишь от выбора уровней цен базисного года, разность  $p_t - p_t^*$  равна логарифму валютного курса гривня/доллар. Чтобы получить уравнение, управляющее курсом, следует обратиться к уравнениям денежного обращения, записанным для двух стран в виде

$$m_t = p_t + ky_t - \lambda i_t, \quad (1)$$

$$m_t^* = p_t^* + k^* y_t^* - \lambda^* i_t^*, \quad (2)$$

где  $m_t, y_t, i_t$  — логарифмы спроса на деньги, валового дохода и ставки процента в момент времени  $t$ , а  $k, \lambda$  — положительные константы. Уравнение (2) и величины, в него входящие, имеют ту же интерпретацию и относятся к зарубежной экономике. Учитывая, что валютный курс

$$s_t = p_t - p_t^* + a, \quad (3)$$

а также с учетом формул (1), (2) получим уравнение

$$s_t = a + m_t - m_t^* - (ky_t - k^* y_t^*) + \lambda i_t - \lambda^* i_t^*, \quad (4)$$

которое требует многих допущений. Среди них — предположение о гибкости цен в обеих экономических системах. Довольно сложно аргументировать, почему не учитывается рынок товаров, труда, внешнеэкономические связи, рынок облигаций. Модель часто упрощают, полагая, что доход эластичен, а ставка одинакова для отечественной и зарубежной экономик, из которых следует, что

$$s_t = a + m_t - m_t^* - k(y_t - y_t^*) + \lambda(i_t - i_t^*). \quad (5)$$

Входящие в уравнение (5) коэффициенты подлежат определению.

### Математическая модель валютного курса и таргетирования инфляции

Столь простые соотношения между валютным курсом в монетарной модели, следующие из уравнения денежного обращения между уровнем цен, реальным продуктом, спросом на деньги и ценой на них, выполняться детерминировано не могут из-за значительного количества предположений справедливости монетарной модели. Более того, само уравнение денежного обращения неизвестно.

Далее предполагаем, что отклонение левой части (5) от правой — случайный процесс. Итак, полагаем, что существует дискретный случайный процесс  $\zeta_{k+1, i}, i = \overline{1, n}$ , и  $k$  факторов  $X_i = \{x_{ji}\}_{j=0}^k, i = \overline{0, n}$ ,  $X_0 = \{x_{j0}\}_{j=1}^k, x_{j0} = 1, j = \overline{1, k}$ , таких, что

$$\sum_{s=0}^p a_s \zeta_{k+1, i-s} - f_i(X_0, X_1, \dots, X_k) = \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (6)$$

где  $a_0 = 1$ , случайные величины  $\zeta_{k+1,-p}, \dots, \zeta_{k+1,0}$  известны, а случайные величины  $\varepsilon_i, i = \overline{1, n}$ , — независимые случайные величины с нулевым средним и дисперсией  $\sigma^2$ , кроме того,  $\zeta_{k+1,-p}, \dots, \zeta_{k+1,0}$  не зависят от  $\varepsilon_i, i = \overline{1, n}$ . О совокупности функций  $f_i(X_0, X_1, \dots, X_k)$  полагаем, что они, вообще говоря, — нелинейные функции факторов. Самый важный случай, когда

$$f_i(X_0, X_1, \dots, X_k) = \sum_{j=0}^k b_j x_{ji}, \quad i = \overline{1, n},$$

а равенства (6) превращаются в

$$\zeta_{k+1,i} - \sum_{j=0}^k b_j x_{ji} = \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Поэтому далее полагаем, что совокупность случайных величин  $\zeta_{k+1,i}, i = \overline{1, n}$ , независима и имеет совместное нормальное распределение со средним  $E\zeta_{k+1,i} = \sum_{j=0}^k b_j x_{ji}$  и дисперсией  $\sigma^2$ . Из (7) следует, что наилучший прогноз случайного процесса  $\zeta_{k+1,i}, i = \overline{1, n}$ , — его среднее. Для записи оценки максимального правдоподобия и коэффициента детерминации, являющегося корреляцией между процессом и его прогнозом, введем матрицу  $X$ , столбцами которой являются векторы  $X_i, i = \overline{0, k}$ , где

$$X_i = \{x_{ij}\}_{j=1}^n, \quad i = \overline{1, k}, \quad X_0 = \{e_j\}_{j=1}^n, \quad e_j = 1, \quad j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Тогда эту матрицу можно представить в виде

$$X = \begin{pmatrix} 1, x_{11}, \dots, x_{k1} \\ \dots\dots\dots \\ 1, x_{1n}, \dots, x_{kn} \end{pmatrix},$$

а систему уравнений (7) — в виде

$$\zeta_{k+1} = Xb + \varepsilon, \quad (9)$$

где  $\zeta_{k+1} = \{\zeta_{k+1,i}\}_{i=1}^n$ ,  $\varepsilon = \{\varepsilon_i\}_{i=1}^n$  — вектор-столбцы, составленные из соответствующих элементов  $\zeta_{k+1,i}$  и  $\varepsilon_i$ . Далее считаем, что ранг матрицы  $X$  равен  $k+1$ .

Введем матрицу  $A = X^T X$ , тогда это симметричная матрица, имеющая обратную, и оценка максимального правдоподобия (ОМП) коэффициентов вектора-столбца  $b = \{b_0, b_1, \dots, b_k\}$  является несмещенной и представима в виде

$$\bar{b} = A^{-1} X^T \zeta_{k+1}. \quad (10)$$

Качество регрессионной модели определяется выборочным множественным коэффициентом корреляции между выборкой и прогнозом:

$$R_{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{k+1,i} - \overline{x_{k+1}})(x_{k+1,i}^1 - \overline{x_{k+1}^1})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{k+1,i} - \overline{x_{k+1}})^2 \sum_{i=1}^n (x_{k+1,i}^1 - \overline{x_{k+1}^1})^2}}, \quad (11)$$

где  $x_{k+1}^1 = X\bar{b} = \{x_{k+1,i}^1\}_{i=1}^n$ , а  $\overline{x_{k+1}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{k+1,i}}{n}$ ,  $\overline{x_{k+1}^1} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{k+1,i}^1}{n}$ .

Нетрудно показать, что для  $R_{n-1}^2$  справедливо представление

$$R_{n-1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{k+1,i}^1 - \overline{x_{k+1}^1})^2}{\sum_{i=1}^n (x_{k+1,i} - \overline{x_{k+1}})^2}. \quad (12)$$

Величину  $R_{n-1}^2$  называют коэффициентом детерминации. Чем он ближе к единице, тем лучше качество регрессии. Для вычислений удобно представить коэффициент детерминации в виде

$$R_{n-1}^2 = \frac{\langle x_{k+1} - \overline{x_{k+1}}, X_1 A_1^{-1} X_1^T (x_{k+1} - \overline{x_{k+1}}) \rangle}{\langle x_{k+1} - \overline{x_{k+1}}, x_{k+1} - \overline{x_{k+1}} \rangle}, \quad (13)$$

где

$$X_1 = \begin{pmatrix} x_{11}^1, \dots, x_{k1}^1 \\ \dots \\ x_{1n}^1, \dots, x_{kn}^1 \end{pmatrix}, \quad (14)$$

$x_{ji}^1 = x_{ji} - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji}}{n}$ ,  $A_1 = X_1^T X_1$ ,  $x_{k+1} - \overline{x_{k+1}} = \{x_{k+1,i} - \frac{\sum_{i=1}^n x_{k+1,i}}{n}\}_{i=1}^n$ , а  $\langle a, b \rangle$  — скалярное произведение векторов  $a$  и  $b$ . Оценка максимального правдоподобия дисперсии  $\sigma^2$  равна

$$\sigma^2 = \frac{\langle x_{k+1} - \bar{b}, x_{k+1} - \bar{b} \rangle}{n}. \quad (15)$$

Судить о качестве факторов можно на основании статистики Снедекора–Фишера

$$\eta_{n-k-1, k+1} = \frac{\langle \varepsilon, (I - XA^{-1}X^T)\varepsilon \rangle}{\langle \varepsilon, XA^{-1}X^T\varepsilon \rangle} \frac{(k+1)}{(n-k-1)}, \quad (16)$$

где  $\varepsilon = \{\varepsilon_i\}_{i=1}^n$ , а случайные величины  $\varepsilon_i = \frac{\zeta_{k+1,i} - E\zeta_{k+1,i}}{\sigma}$ ,  $i = \overline{1, n}$ , имеют нормальное распределение  $N(0, 1)$  с нулевым средним и единичной дисперсией и взаимно независимы,  $E\zeta_{k+1,i}$  — среднее значение случайной величины  $\zeta_{k+1,i}$ .

### Уравнение денежного обращения для украинской экономики 2012–2014 гг.

На основании статистических данных 2012–2014 гг. устанавливаем стохастическое разностное уравнение, которому удовлетворяет валютный курс гривня/доллар. Поскольку известны поквартальные статистические данные 2012–2014 гг., то в нашем случае  $n=12$ . В этом разделе используем следующие обозначения. Зависимая переменная  $Y_i, i = \overline{1, n}$ , описывает эволюцию валютного курса гривня/доллар. Для этого введем вектор  $Y = \{Y_i\}_{i=1}^n$ . Пусть  $X_0 = \{e_i\}_{i=1}^n, e_i = 1, i = \overline{1, n}$ , — единичный вектор-столбец. Обозначим  $G_1 = \{G_i^1\}_{i=1}^n$  и  $G_2 = \{G_i^2\}_{i=1}^n$  вектор-столбцы валового внутреннего продукта в Украине и США соответственно, а  $M_1 = \{M_i^1\}_{i=1}^n, M_2 = \{M_i^2\}_{i=1}^n$  — векторы предложения денежной массы в Украине и США соответственно. Пусть  $R_1 = \{R_i^1\}_{i=1}^n, R_2 = \{R_i^2\}_{i=1}^n$  — ставки рефинансирования Национального банка и Федеральной резервной системы США. Введем в рассмотрение следующие векторы:

$$m_1 = \log(M_1) = \{\log(M_i^1)\}_{i=1}^n = \{m_i^1\}_{i=1}^n,$$

$$m_2 = \log(Y * M_2) = \{\log(Y_i M_i^2)\}_{i=1}^n = \{m_i^2\}_{i=1}^n,$$

$$r_1 = \log(R_1) = \{\log(R_i^1)\}_{i=1}^n = \{r_i^1\}_{i=1}^n, \quad r_2 = \log(R_2) = \{\log(R_i^2)\}_{i=1}^n = \{r_i^2\}_{i=1}^n,$$

$$g_1 = \log(G_1) = \{\log(G_i^1)\}_{i=1}^n = \{g_i^1\}_{i=1}^n, \quad g_2 = \log(Y * G_2) = \{\log(Y_i G_i^2)\}_{i=1}^n = \{g_i^2\}_{i=1}^n,$$

$$y = \log(Y) = \{\log(Y_i)\}_{i=1}^n = \{y_i\}_{i=1}^n.$$

Полагаем, что вектор  $y_i$  — случайный процесс, удовлетворяющий стохастическому уравнению

$$y_i = b_0 + b_1(m_i^1 - m_i^2) + b_2(g_i^1 - g_i^2) + b_3(r_i^1 - r_i^2) + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (17)$$

где  $\varepsilon_i$  — независимые случайные величины, распределенные по закону  $N(0, 1)$ .

Введем вектор-столбцы  $X_1 = m_1 - m_2, X_2 = g_1 - g_2, X_3 = r_1 - r_2$ , положив  $X_i = \{x_{ij}\}_{j=1}^n, i = \overline{0, 3}$ . В результате приходим к задаче оценивания параметров, как в задаче (7), при условии, что  $b_1 = 1$ , а  $b_2 < 0, b_3 > 0$ . Оценка максимального правдоподобия дает  $b_0 = 0,67707, b_2 = -1,15037, b_3 = 0,39375$ . Коэффициент детерминации  $R_{11}^2 = 0,76750$ , а оценка дисперсии  $\sigma = 0,031653$ . Предположение, что валютный курс является отношением уровней цен в Украине и США, позволяет написать с точностью до постоянного множителя уравнение денежного обращения

$$M_1 = P_1 G_1^{-b_2} R_1^{-b_3}, \quad (18)$$

где  $M_1$  — спрос на деньги,  $G_1$  — номинальный ВВП,  $R_1$  — ставка рефинансирования Национального банка,  $P_1$  — уровень цен. Если ввести скорость денежного обращения  $V_1$ , то

$$M_1 = \frac{G_1}{V_1}. \quad (19)$$

Приравнявая (18) и (19), находим для скорости денежного обращения выражение

$$V_1 = \frac{R_1^{b_3}}{P_1 G_1^{-b_2 - 1}}. \quad (20)$$

Расчет скорости денежного обращения показал растущую его динамику, что свидетельствует о раскручивании инфляции и падении жизненного уровня народа Украины.

### Регрессионное уравнение для валютного курса и его прогноз

Полученные оценки в уравнении (17) позволяют прогнозировать валютный курс. Однако низкий коэффициент детерминации стимулирует учесть влияние запаздывания. Далее полагаем, что случайный процесс  $y$  удовлетворяет стохастическому уравнению

$$y_i = b_0 + b_1(m_i^1 - m_i^2) + b_2(g_i^1 - g_i^2) + b_3(r_i^1 - r_i^2) + b_4 y_{i-1} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (21)$$

где  $\varepsilon_i$  — независимые случайные величины, распределенные по закону  $N(0, \sigma)$ , а  $y_0$  считается известным числом. Как и выше, введем вектор-столбцы  $X_1 = m_1 - m_2$ ,  $X_2 = g_1 - g_2$ ,  $X_3 = r_1 - r_2$ ,  $X_4 = \{y_{i-1}\}_{i=1}^{n-1}$ , положив  $X_i = \{x_{ij}\}_{j=1}^n$ ,  $i = \overline{0, 4}$ . В результате приходим к задаче оценивания параметров, как в задаче (7), при условии, что  $b_1 = 1$ , а  $b_2 < 0$ ,  $b_3 > 0$ . Оценка с помощью метода наименьших квадратов дает  $b_0 = -1,61447$ ,  $b_2 = -0,46690$ ,  $b_3 = 0,21907$ ,  $b_4 = 1,53031$  при  $y_0 = 2,068$ . Коэффициент детерминации  $R_{11}^2 = 0,95280$ , а оценка дисперсии  $\sigma = 0,0070095$ .

Предположение, что валютный курс является паритетом покупательной способности, с точностью до постоянного множителя ведет к следующему рекуррентному соотношению:

$$P_i = P_{i-1}^{b_4} M_i G_i^{b_2} R_i^{b_3}, \quad i = \overline{2, n}. \quad (22)$$

С учетом того, что  $M_i = \frac{G_i}{V_i}$ , получаем

$$V_i = P_{i-1}^{b_4} P_i^{-1} G_i^{b_2 + 1} R_i^{b_3}. \quad (23)$$

И в этом случае подтверждается ярко выраженная динамика роста скорости денежного обращения, что свидетельствует о раскручивании инфляционных процессов. Наилучшим прогнозом валютного курса является выражение

$$b_0 + b_1(m_i^1 - m_i^2) + b_2(g_i^1 - g_i^2) + b_3(r_i^1 - r_i^2) + b_4 y_{n-1}. \quad (24)$$

### Зависимость валютного курса от внутренних факторов

В этом разделе выясняется влияние на валютный курс таких внутренних факторов, как инфляция, дефицит государственного бюджета, уровень цен на энергоносители, предложение денег.

Как и ранее, полагаем, что валютный курс — случайный процесс, удовлетворяющий системе уравнений (6). Детальнее, на валютный курс влияют факторы  $X_i = \{x_{ij}\}_{j=1}^n, i = \overline{0,4}$ , где  $X_0 = \{e_i\}_{i=1}^n, e_i = 1, i = \overline{1,n}$  — единичный вектор-столбец,  $X_1 = \{x_{1j}\}_{j=1}^n$  — уровень инфляции,  $X_2 = \{x_{2j}\}_{j=1}^n$  — дефицит государственного бюджета,  $X_3 = \{x_{3j}\}_{j=1}^n$  — цена на энергоносители,  $X_4 = \{x_{4j}\}_{j=1}^n$  — предложение денег. Если, как выше, обозначим  $y = \log(Y) = \{\log(Y_i)\}_{i=1}^n = \{y_i\}_{i=1}^n$ , то будем полагать, что случайный процесс  $y$  удовлетворяет системе уравнений

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + b_3 x_{3i} + b_4 x_{4i} + b_5 y_{i-1} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1,n}, \quad (25)$$

где  $\varepsilon_i, i = \overline{1,n}$  — совокупность независимых распределенных по нормальному закону  $N(0, \sigma)$  случайных величин, а  $y_0$  — заданное число. Оценка максимального правдоподобия для вектора  $B = \{b_i\}_{i=0}^5$  дала результат  $b_0 = 3,8, b_1 = 3,3, b_2 = -1,4 \cdot 10^{-7}, b_3 = 5,1 \cdot 10^{-3}, b_4 = 4,7 \cdot 10^{-8}, b_5 = -1,6 \cdot 10^{-1}$  при  $y_0 = 6,68$ . Коэффициент детерминации  $R_{11}^2 = 0,99$ , а оценка дисперсии  $\sigma = 4,1 \cdot 10^{-4}$ . Последнее указывает на весьма тесную связь между валютным курсом и уровнем инфляции, дефицитом государственного бюджета, уровнем цен на энергоносители и предложением денег. Поэтому для стабилизации валютного курса необходима уравновешенная политика уменьшения дефицита государственного бюджета, проведение политики уменьшения энергоемкости производства и потребления энергоресурсов населением. Это подтверждает тот факт, что Национальный банк должен удерживать инфляционные процессы уравновешенной денежно-кредитной политикой: снижение ставки рефинансирования, поддержание ликвидности банковской системы умеренной эмиссией национальной валюты.

### Таргетирование инфляционных процессов

Вывод, что Национальный банк должен удерживать инфляционные процессы весьма естественный. Более того, он отвечает духу, в котором происходит деятельность федеральной резервной системы. В этом разделе выясним, какие факторы влияют в Украине на уровень инфляции.

Полагаем, что уровень инфляции — случайный процесс, который удовлетворяет системе уравнений (6). На уровень инфляции влияют факторы  $X_i = \{x_{ij}\}_{j=1}^n, i = \overline{0,3}$ , где  $X_0 = \{e_i\}_{i=1}^n, e_i = 1, i = \overline{1,n}$  — единичный вектор-столбец,  $X_1 = \{x_{1j}\}_{j=1}^n$  — валютный курс,  $X_2 = \{x_{2j}\}_{j=1}^n$  — дефицит государственного бюджета,  $X_3 = \{x_{3j}\}_{j=1}^n$  — дефицит торгового баланса. Обозначим  $Y = \{Y_i\}_{i=1}^n$  уровень инфляции. Полагаем, что случайный процесс  $y = \log(Y) = \{\log(Y_i)\}_{i=1}^n = \{y_i\}_{i=1}^n$  удовлетворяет системе уравнений



$$y_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + b_3x_{3i} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n},$$

где  $\varepsilon_i, i = \overline{1, n}$ , — совокупность независимых распределенных по нормальному закону  $N(0, \sigma)$  случайных величин. Оценка максимального правдоподобия для вектора  $B = \{b_i\}_{i=0}^4$  дала результат  $b_0 = -2,6 \cdot 10^{-1}$ ,  $b_1 = -3,3 \cdot 10^{-4}$ ,  $b_2 = -4,7 \cdot 10^{-8}$ ,  $b_3 = -1,8 \cdot 10^{-7}$ . Коэффициент детерминации  $R_{11}^2 = 0,99$ , а оценка дисперсии  $\sigma = 3,5 \cdot 10^{-5}$ . Таким образом, уровень инфляции зависит от дефицита государственного бюджета и дефицита торгового баланса.

### Заключение

В настоящей работе исследовано описание эволюции гривня/доллар случайным процессом, удовлетворяющим разностному стохастическому уравнению. Подтвержден наблюдаемый факт, что логарифм валютного курса является случайным блужданием без сноса. Установлены факторы, управляющие этим процессом. На этом основании найдено уравнение денежного обращения в 2012–2014 гг. Установлено возрастание скорости денежного обращения за этот же период, что свидетельствует о падении жизненного уровня народа за исследуемый период. Найдена тесная положительная связь между валютным курсом гривня/доллар и уровнем инфляции, дефицитом государственного бюджета, уровнем цен на энергоносители, предложением денег. Разработаны рекомендации о макроэкономической политике государства, которые стабилизируют украинскую экономику. В целях выяснения, какой должна быть макроэкономическая политика государства по снижению уровня инфляции, установлена тесная положительная корреляция между уровнем инфляции и валютным курсом гривня/доллар, дефицитом государственного бюджета, дефицитом торгового баланса. Последнее свидетельствует, что стабилизировать инфляцию без стабилизации валютного курса невозможно.

*М.С. Гончар, А.С. Жохін, В.Г. Козирський, Л.С. Терентьева*

### РЕЦЕСІЯ, ВАЛЮТНИЙ КУРС, ТАРГЕТУВАННЯ ІНФЛЯЦІЇ

Встановлено тісний позитивний зв'язок між валютним курсом гривня/доллар і рівнем інфляції, дефіцитом державного бюджету, рівнем цін на енергоносії, пропозицією грошей. На цій основі надано рекомендації щодо макроекономічної політики держави, що стабілізуватиме українську економіку.

*N.S. Gonchar, A.S. Zhokhin, V.H. Kozyrski, L.S. Terentieva*

### RECESSION, EXCHANGE RATE AND INFLATION TARGETING

We have established close positive relation between exchange rate hryvnia/dollar and level of inflation, fiscal deficit, price level of energy sources, and money supply. On this basis, we give proposals for state macroeconomic policy to stabilize Ukrainian economy.

1. *Mussa M.L.* The exchange rate determination. — <http://www.nbr.org/books/bils84-1>. — 1984. — P. 13–78.
2. *Гончар Н.С., Жохин А.С.* Критические состояния в динамической модели обмена и явление рецессии // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». — 2013. — № 1. — С. 126–134.
3. *Gonchar N.S.* Mathematical foundations of information economics. — Kiev: Inst. of Theoretical Physics, 2008. — 468 p.
4. *Гончар Н.С., Жохин А.С., Козырский В.Г.* О механизме явления рецессии // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». — 2015. — 2. — С. 113–127.
5. *Gonchar N.S., Zhokhin A.S., Kozyrski W.H.* General Equilibrium and Recession Phenomenon // American Journal of Economics, Finance and Management. — 2015. — 1. — P. 559–573.
6. *Balassa B.* The purchasing power parity: A Reappraisal // Journal of Political Economy. — 1964. — 72. — P. 584–596.
7. *Dornbusch R.* Exchange rate dynamics: where do we stand? // Brookings Papers on Economic Activity. — 1980. — P. 143–155.
8. *Meese R.A., Rogoff K.* Empirical Exchange rate models of the seventies // Journal of International Economics. Do they fit out of sample? — 1983. — 14. — P. 3–24.
9. *Neely C.J., Sarno L.* How well do Monetary fundamentals forecast exchange rates? // The Federal Reserve Bank of St. Louis. — 2002. — P. 51–74.
10. *Романенко В.Д., Реутов О.А.* Прийняття оптимальних рішень щодо стабілізації курсу гривня/долар на основі математичних моделей з різномовною дискретизацією // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2011. — 6. — С. 67–73.
11. *Романенко В.Д., Реутов О.А.* Моделювання та оптимальне прийняття рішень для підтримання стабільності індексу споживчих цін // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2012. — 4. — С. 23–34.
12. *Романенко В.Д., Реутов О.А.* Систематизация математических моделей с разномовой дискретизацией для динамических процессов финансовой инфраструктуры // Там же. — 2013. — 2. — С. 54–66.

Получено 29.06.2016