

**Н.Я.Савка,**

Тернопільський національний економічний університет,  
м. Тернопіль

## **МОДЕЛЬ ПОВЕДІНКИ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ В УМОВАХ ВАЛЮТНОЇ ПАНІКИ**

У статті розглянуто задачу моделювання поведінки комерційного банку за умов валютної паніки. Побудовано модель із врахуванням загальної схеми руху грошово-фінансових і товарних ресурсів. Курс валюти характеризується агрегованою системою, в якій компоненти рухаються між елементами соціально-економічної системи. Суть запропонованого підходу обґрунтовано математично.

The task of design of conduct of commercial bank in condition of currency panic is considered in the article. It is built a model according to the general chart of motion of money-financial and commodities resources. A currency exchange rate is characterized by aggregated system, where components move between the elements of the socio-economic system. This essence is argued mathematically.

Високоєфективна робота банківської системи належить до основних передумов і складових загальноекономічного піднесення й до головних пріоритетів Української держави. За умов посилення конкурентних відносин на ринку банківського бізнесу зростає значення ефективного управління всіма операціями, які виконує комерційний банк. Зокрема, набуває особливої актуальності задача ефективної поведінки комерційного банку в умовах фінансової кризи, адже вона пов'язана як з ринковими ризиками, так і з дотриманням вимог державного контролю за комерційними банками.

На діяльність комерційного банку й на стан економіки в цілому суттєво впливає процес валютної паніки. Його причини полягають у дисбалансі виробництва і споживання, неконтрольованій емісії, дефіциті зовнішньоторговельного балансу, а також певні політичні і навіть психологічні фактори [1].

Валютний ринок та моделювання фінансової кризи протягом останнього періоду є найбільш гострим питанням, яке часто обговорюється спеціалістами банків та відомими вченими. Дослідженню даної проблеми присвячені наукові праці В.Жданова, Ю.Стадник, С.Козловського, З.Левченка, В.Домрачева, О.Іващук, Є.Дубогриза, О.Береславської, Т.Вахненко, Я.Белінської, О.Шарова, В.Юрчишина, Ю.Сколотяного, Г.Вознюк та ін.

Варто зазначити, що у працях вищезгаданих науковців відображено проблеми моделювання операцій розміщення банківських фінансових ресурсів, причини виникнення та подолання банківських криз [2, 5], моделювання динаміки

обмінного курсу за наявності інтервенцій на валютному ринку [3], моделювання кризи на фондовому ринку [4], вибору адекватного режиму валютного курсу.

Однак, незважаючи на велику кількість проаналізованих праць, проблема валютної паніки та поведінки комерційного банку у кризовій ситуації є надзвичайно важливою для сьогодення, в період фінансової кризи, і потребує більш глибокого дослідження, що й визначає завдання цього наукового дослідження.

Під терміном “валютна паніка” трактують різкий лавиноподібний ріст курсу валюти щодо національної грошової одиниці [6]. Така поведінка курсу валюти характерна для “чорного четверга” (серпень 1995 року, а також весна 2004 та осінь 2008 року).

Дотримуючись нормативних показників валютних операцій банку, важливо так планувати операції купівлі-продажу валюти, щоб забезпечити високі прибутки, стримувати конкурентний тиск і уникати ризиків, пов'язаних з конвертацією валюти.

Розглянемо як приклад однієї із стохастичних моделей динаміки поведінку брокерів на валютній біржі при валютній паніці.

Справді, курс валюти є макроекономічним показником, що характеризується агрегованою системою. В якості компонент виступають національні гроші, валюта, товари. Вони рухаються між елементами соціально-економічної системи: банками, виробниками, споживачами, продавцями, випробовуючи ті, що взаємоперетворюються на ринках товарів, кредитів, валюти і тощо. [1]. Використовуємо цей підхід для моделювання поведінки курсу валюти.

Опишемо спочатку загальну схему руху грошово-фінансових і товарних ресурсів. Вона включає такі елементи або вузли: оборотна каса НБУ; резервна фундація НБУ; виробники; працівники виробничої сфери; працівники невиробничої сфери, пенсіонери, а також інші особи, що знаходяться на утриманні держави; продавці; комерційні банки; зовнішній ринок; ринок товарів і послуг; ринок валюти; фондовий (фінансовий) ринок; валютна біржа; імпортери; експортери [1].

Для опису процесів перенесення товарних і фінансових ресурсів використовуватимемо аналоги рівнянь неперервності потоків та збереження енергії. В основі рівняння неперервності потоків та збереження енергії лежить закон збереження маси [1, 7]. В нашому

випадку це товарні, грошові, валютні маси, які ми називатимемо ресурс.

Введемо кілька позначень:

$W_{ex}(t, i)$  - швидкість приходу деякого ресурсу в  $i$ -й вузол (к-сть / час);

$W_{inx}(t, i)$  - швидкість відходу деякого ресурсу з  $i$ -го вузла;

$W_{ym}(t, i)$  - швидкість утворення деякого ресурсу в  $i$ -му вузлі;

$W_{zn}(t, i)$  - швидкість зникнення деякого ресурсу з  $i$ -го вузла;

$\Phi_{zm}(t, i)$  - швидкість зміни вартості капіталу в  $i$ -му вузлі за рахунок макропричин;

$c_{ex}(t, i)$  - ціна одиниці к-сті вхідного потоку в  $i$ -ий вузол;

$c_{inx}(t, i)$  - ціна одиниці к-сті вихідного потоку з  $i$ -го вузла;

$V(t, i)$  - величина деякого ресурсу, накопичена в  $i$ -му вузлі.

В найпростішому випадку, зміна ресурсу  $V$  буде описуватися рівнянням:

$$\frac{dV(t, i)}{dt} = W_{ex}(t, i) - W_{inx}(t, i).$$

Зміна вартості в її грошовій формі буде задовольняти рівнянню:

$$\frac{d[c(t, i)]V(t, i)}{dt} = c_{ex}(t, i) \cdot W_{ex}(t, i) - c_{inx}(t, i) \cdot W_{inx}(t, i) + \Phi_{zm}(t, i).$$

Вузли, в які входять, або з яких виходять декілька потоків, можуть бути описані сумами однорідних компонент.

Позначатимемо верхнім індексом  $\delta$  змінні, що відносяться до валюти,  $\partial$  - що відносяться до національних грошей,  $m$  — що відносяться до товару.

Складемо рівняння вузлів, врахуємо і використаємо взаємозв'язки між вузлами. Очевидно, що ключовим повинні бути зв'язки комерційних банків і продавців через ринок валюти, проте складання рівнянь ми почнемо від НБУ, оскільки в даній схемі він становить початок ланцюжка.

Нехай  $W_{ym}^{\partial}(t, 1)$  - швидкість емісії, наприклад, у гривнях -  $c_{ym}^{\partial}(t, 1) \equiv 1$ . Всі ці гроші потрапляють до споживачів і потім — до продавців. Продавці є центральною ланкою даної системи, оскільки тільки вони концентрують всі три види ресурсів: гроші, товари, валюту. Матеріальний баланс цих потоків для ланки Продавці дає таку систему рівнянь:

$$\frac{dV^{\partial}(t, 5)}{dt} = W_{ex}^{\partial}(t, 5) - W_{inx}^{\partial}(t, 5) \tag{1}$$

$$\frac{dV^e(t,5)}{dt} = W_{ex}^e(t,5) - W_{eux}(t,5); \quad (2)$$

$$\frac{dV^m(t,5)}{dt} = W_{ex}^m(t,5) - W_{eux}^m(t,5), \quad (3)$$

де  $W_{ex}^d(t,5) \equiv W_{ym}^d(t,1)$ .

Матеріальний баланс для ланки Комерційні банки дає таку систему рівнянь:

$$\frac{dV^d(t,7)}{dt} = W_{ex}^d(t,7); \quad (4)$$

$$\frac{dV^e(t,7)}{dt} = -W_{eux}^d(t,7). \quad (5)$$

При цьому  $W_{eux}^d(t,5) = W_{ex}^d(t,7); W_{ex}^e(t,5) \equiv W_{eux}^e(t,7);$

$$\frac{W_{ex}^d(t,7)}{W_{eux}^e(t,7)} \equiv \frac{W_{eux}^d(t,5)}{W_{ex}^e(t,5)} \equiv c_{eux}^e(t,7) \equiv c_{ex}^e(t,5).$$

Тоді,

$$\frac{dV^d(t,5)}{dt} = W_{ym}^d(t,1) - c^e(t,7) \cdot W_{eux}^e(t,7).$$

Курс валюти  $c_{eux}^e(t,7)$  задовольняє наступній рівності вартості балансу:

$$\frac{d[c^e(t,7) \cdot V^e(t,7)]}{dt} = -c^e(t,7) \cdot W_{eux}^e(t,7) + \Phi_{zm}(t,7).$$

Продиференціювавши ліву частину й враховуючи (5), одержимо:

$$V^e(t,7) \cdot \frac{dc^e(t,7)}{dt} = \Phi_{zm}(t,7) \quad (6)$$

Функція  $\Phi_{zm}(t,7)$  характеризує зміну курсу валюти, який визначає ринок. Важливе значення для цієї зміни має різниця попиту і пропозиції не на локальному, а на глобальному рівні.

Отже,

$$\Phi_{eux}(t,7) = k_{cn}(t) \cdot [k(t,5) \cdot V^d(t,5) - c^e(t,7) \cdot k(t,7) \cdot V^e(t,7)]. \quad (7)$$

Виходячи з рівняння (7), (6) матиме вигляд

$$V^e(t,7) \frac{dc^e(t,7)}{dt} = k_{cn}(t) [k(t,5) \cdot V^d(t,5) - c^e(t,7) \cdot k(t,7) \cdot V^e(t,7)] \quad (8)$$

чи

$$\frac{dc^e(t,7)}{dt} = k_{zm}(t) \left[ k(t,5) \cdot \frac{V^d(t,5)}{V^e(t,7)} - c^e(t,7) \cdot k(t,7) \cdot V^e(t,7) \right]. \quad (9)$$

Тут  $k_{cn}(t)$  деякий налаштовувачий параметр – функція, що визначається із експерименту.

Провівши деякі перетворення щодо зміни ціни товару, одержимо:

$$\frac{dV^m(t,5)}{dt} = \frac{W_{eux}^e(t,7)}{c_{ex}^{m,e}(t,5)} - \frac{W_{ym}^d(t,1)}{r_5 \cdot c^e(t,7) \cdot c_{ex}^{m,e}(t,5)} \quad (10)$$

Величину  $c_{ex}^{m,6}(t,5)$  в більшості випадків можна вважати постійною, що спрощує розв'язок. В підсумку ми одержуємо дві системи рівнянь, які описують курс валюти:

$$\frac{dc^e(t,7)}{dt} = k_{cn}(t) \left[ k(t,5) \frac{V^d(t,5)}{V^e(t,7)} - c^e(t,7) \cdot k(t,7) \right]; \quad (11)$$

$$\frac{dV^e(t,7)}{dt} = -W_{eux}^e(t,7); \quad (12)$$

$$\frac{dV^d(t,5)}{dt} = W_{ym}^d(t,1) - c^e(t,7) \cdot W_{eux}^e(t,7). \quad (13)$$

Система рівнянь, які описують товарний потік і ціну на товар:

$$\begin{aligned} \frac{dV^m(t,5)}{dt} &= \frac{W_{eux}^e(t,7)}{c_{ex}^{m,6}(t,5)} - \frac{W_{eux}^e(t,1)}{r_5 \cdot c^e(t,7) \cdot c_{ex}^{m,6}(t,5)}; \\ c_{eux}^m(t,5) &= r_5 \cdot c_{ex}^{m,6}(t,5) \cdot c^e(t,7), \quad r_5 > 1; \\ V^m(t_0,5) &= V_{0,5}^m. \end{aligned} \quad (14)$$

Уточнимо зміст і вид функції  $W_{eux}^e(t,7)$ , яка відображає швидкість потоку валюти із банків. Вона має бути рівна або пропозиції, або попиту, точніше, мінімуму із цих двох величин.

Таким чином,

$$W_{eux}^e(t,7) = \min \left\{ k(t,7) \cdot V^e(t,7); \frac{k(t,5) \cdot V^d(t,5)}{c^e(t,7)} \right\} \quad (15)$$

В кризових ситуаціях мінімальним в цій парі є, звичайно, перший член. Але, як ми побачимо далі, ажіотажний попит на валюту і знецінення національних грошей може призводити, залежно від подій визначеного часу, до протилежної ситуації.

Шляхом численних підстановок, перетворень та замін можемо знайти розв'язок системи (11) – (13) для двох значень  $W_{eux}^e(t,7)$ .

В кінцевому результаті це буде нелінійне рівняння другого порядку відносно  $V^e(t,7)$

$$\frac{d^2V^e(t,7)}{dt^2} \left[ \frac{R(t,5)}{Q(t,5)} + k_{cn}(t) \cdot k(t,7) \right] - \frac{dV^e(t,7)}{dt} - k_{cn}(t) \cdot \left( \frac{dV^e(t,7)}{dt} \right)^2 \frac{1}{V^e(t,7)} = 0. \quad (16)$$

Воно описує зміну кількості валюти в банках при визначеній стратегії її продажу для випадку, коли пропозиція валюти на ринку є вищою, ніж пропозиція грошей (у перерахунку на валюту по поточному курсу).

За допомогою розробленого програмного забезпечення проведемо низку експериментів, спланованих для дослідження явищ валютної паніки.

Постановка експериментів зводиться до обчислення розв'язків динамічної моделі при різних сталих її параметрах та різних видах

функцій поведінки, що разом імітує ті чи інші процеси, котрі відбуваються при наближенні валютної паніки та обвалу валютного ринку [8, 9]. Результати цих експериментів покажемо на ілюстраціях нижче.

Як видно на рис. 1, під час валютної паніки курс іноземної валюти щодо національної гривні різко зростає, утримується на одному рівні протягом декількох днів, а потім поступово знижується до прийнятного рівня.

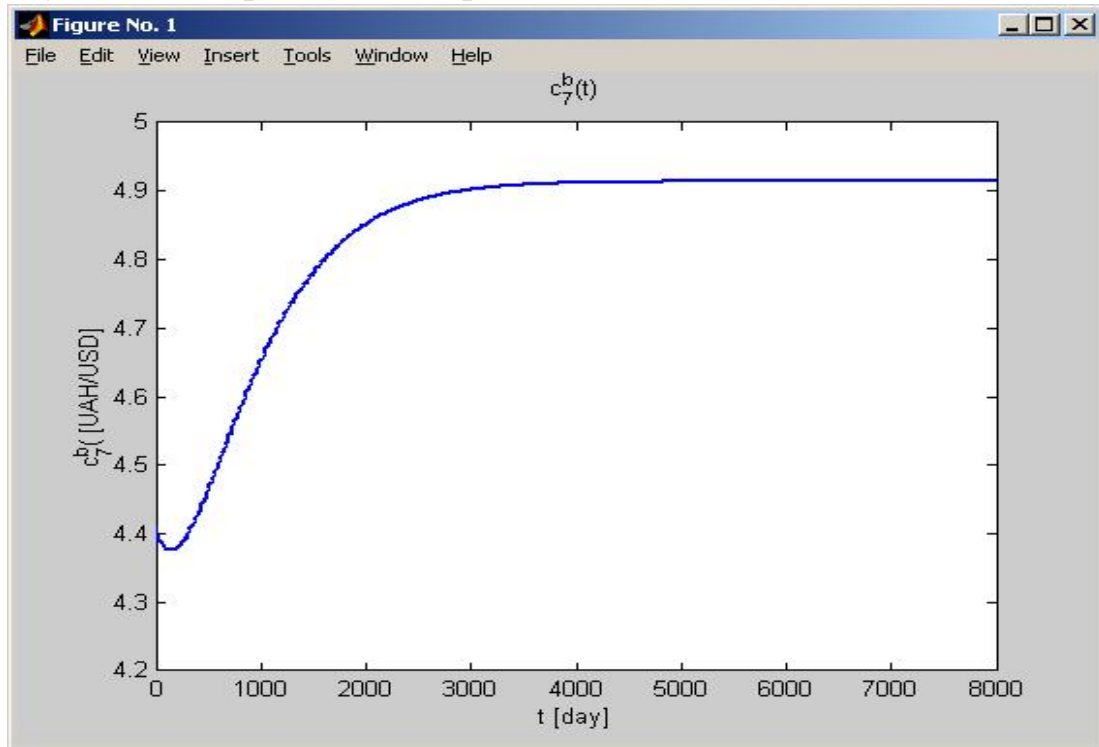


Рис. 1. Ціна валюти під час валютної паніки

При валютній паніці різко змінюється співвідношення між попитом і пропозицією іноземної валюти на валютному ринку. Люди заражають одне одного панікою знецінення гривні й різко зростає попит (купівля валюти в банках) на валюту. Комерційні банки в свою чергу зволікають, очікуючи більш вигідної ситуації на валютному ринку, тому пропозиція валюти зменшується. Дана ситуація зображена на рис. 2.

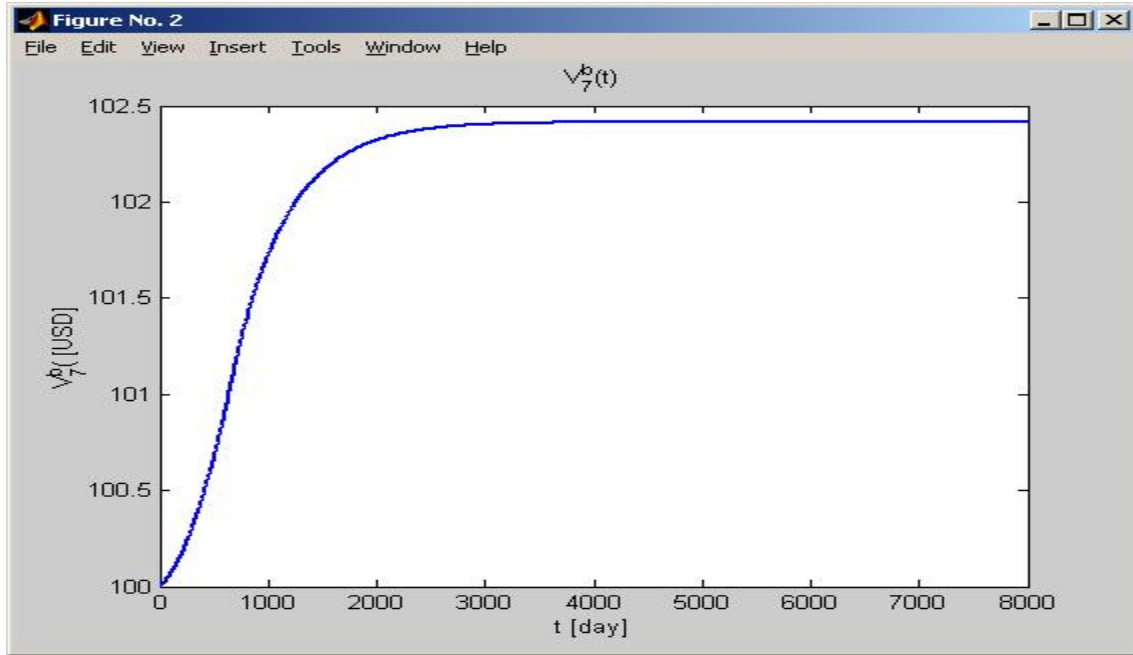


Рис. 2. Обсяги проданої валюти

Під час кризової ситуації, що наявна в економіці, обсяг проданої національної валюти (гривні) збільшується (рис. 3), оскільки комерційні банки скуповують іноземну валюту в очікуванні продати її за вищим валютним курсом.

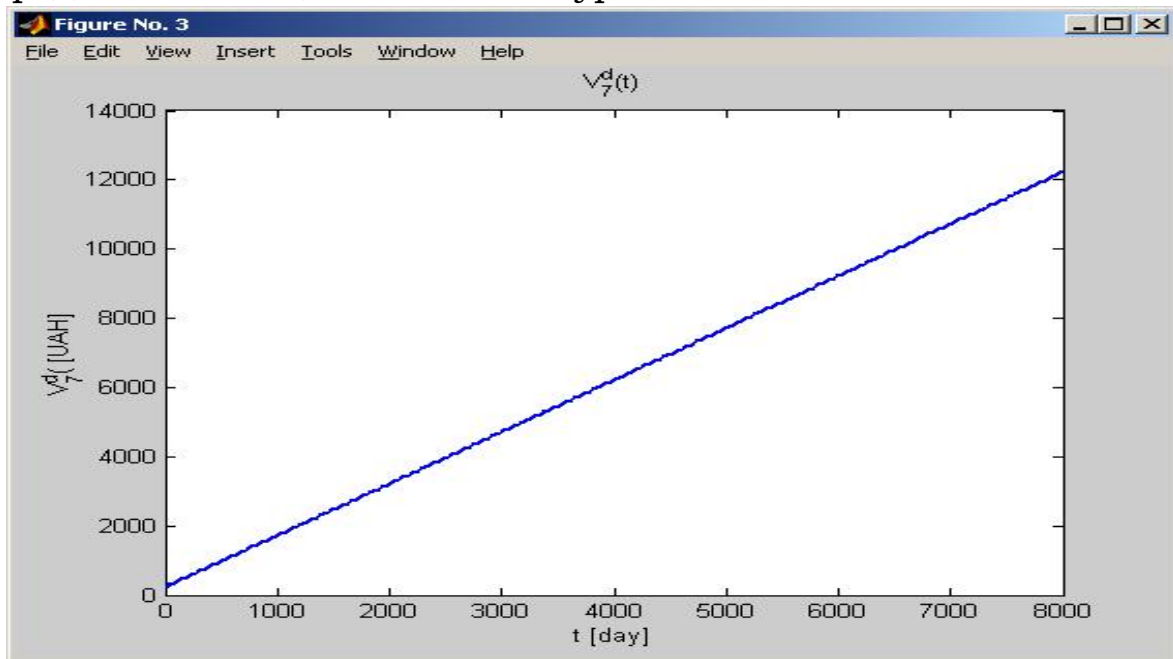


Рис. 3. Обсяги проданої національної валюти

При цьому обсяг продажу товарів на ринку при вищеописаній ситуації в економіці поступово знижується, оскільки покупці, заражені панікою, скупляють іноземну валюту за високим курсом, очікуючи ще більшого зростання останнього (рис. 4).

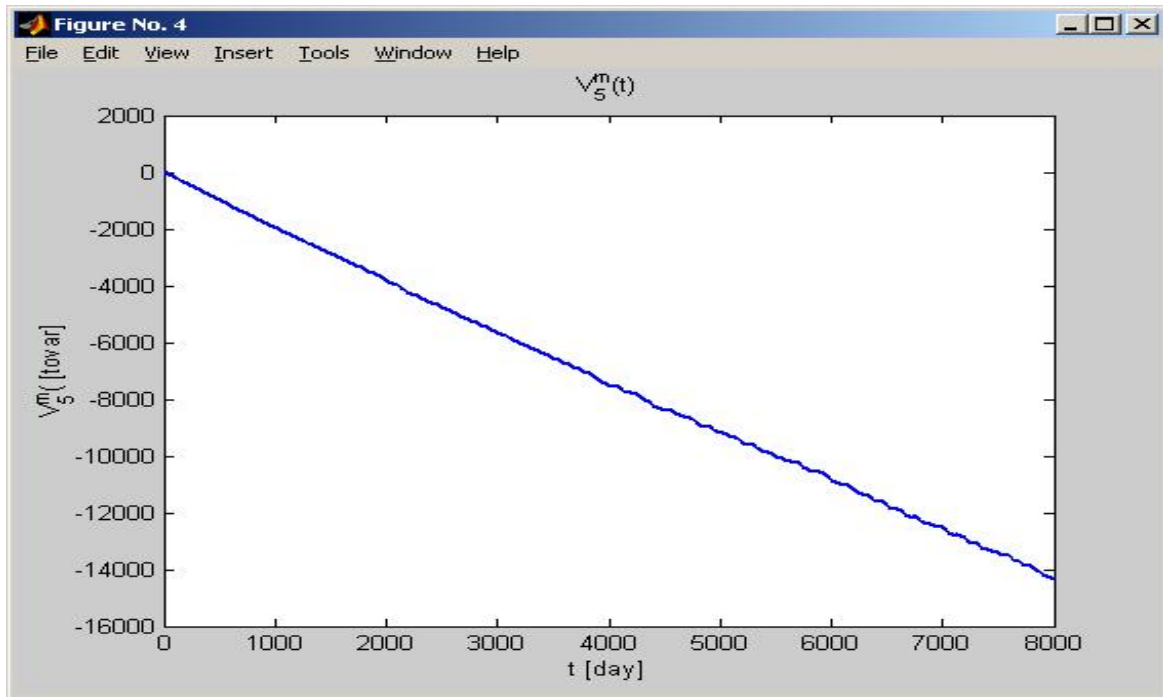


Рис. 4. Спад обсягів продажу товару під час валютної паніки

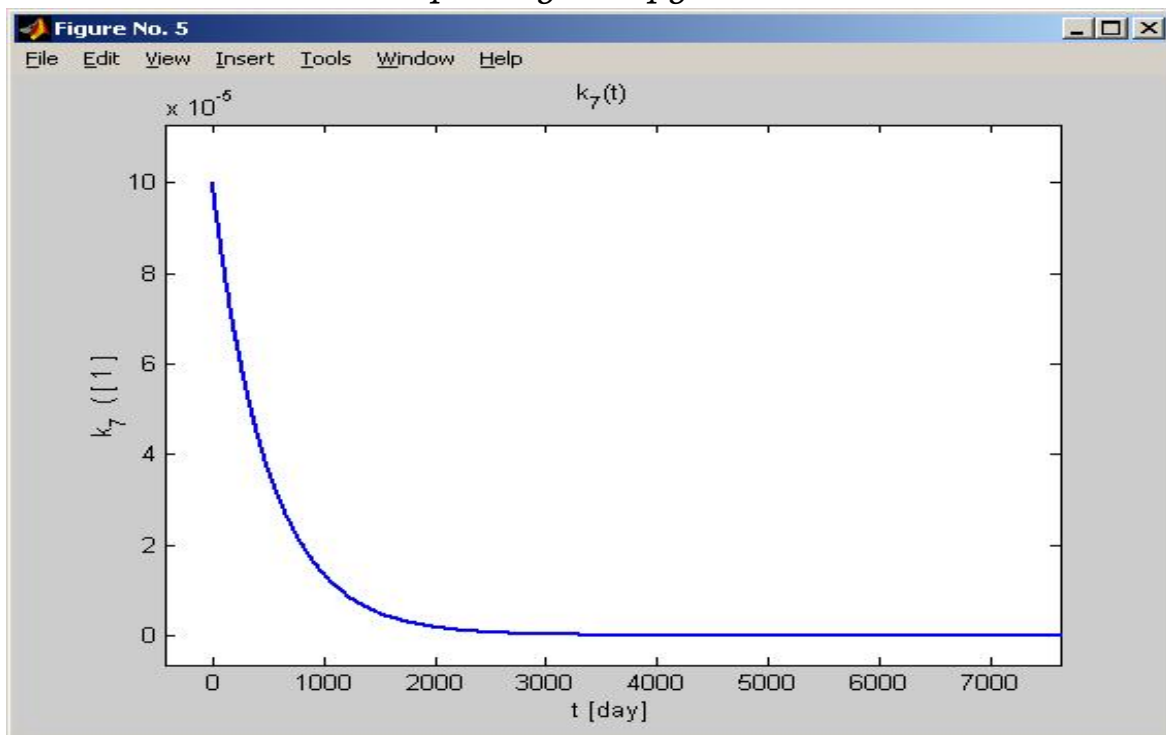


Рис. 5. Стратегія поведінки банків щодо накопичення національної валюти

Відповідно стратегія продавців щодо продажу товару з кожним днем стає невизначенішою (рис. 6), оскільки невідомо, як довго триватиме обвал національних грошей та як зреагують на це комерційні банки.

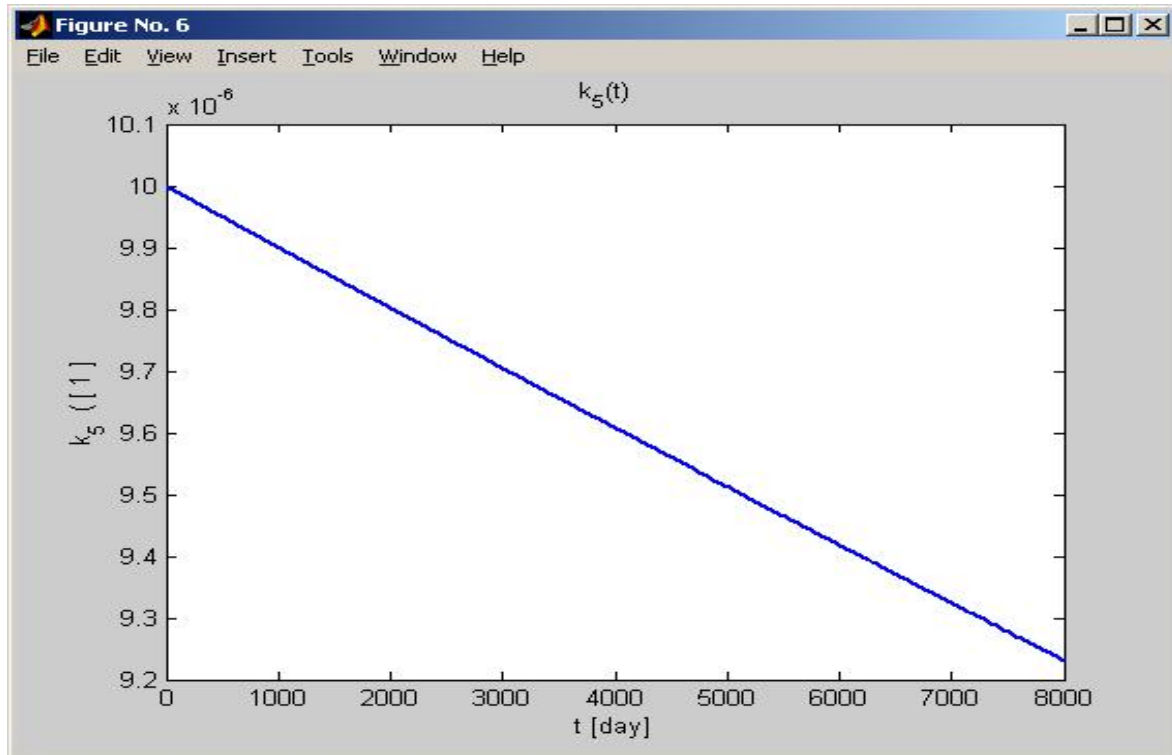


Рис. 6. Стратегія поведінки продавців щодо товару

Отже, розробивши математичну модель поведінки банку в умовах обвалу валютного ринку, враховуючи чинники співвідношення попиту і пропозиції на ринку товарів, проведено низку експериментів і одержано науково значущі та практичні результати: 1) розроблено алгоритм оптимізації співвідношення між попитом і пропозицією на валюту, що приводить до ефективної поведінки комерційного банку в кризових ситуаціях на валютному ринку; 2) на основі запропонованого методу розроблене програмне забезпечення, в основі якого лежить математичний клас, у якому виконуються обчислення за вибраним алгоритмом; 3) проведено дослідну експлуатацію названого програмного забезпечення. Результати його пробної експлуатації підтверджують високу практичну ефективність запропонованого методу.

#### Список використаних джерел:

1. Клебанова Т.С., Дубровина Н.А., Полякова О.Ю., Раєвнева Е.В., Милов А.В., Сергиєнко Е.А. Моделирование экономической динамики. – Х.: ИНЖЕК, 2004. – 244 с.
2. Домрачев В., Кульпінський С. Банківські кризи: причини виникнення та передумови подолання // Вісник Київського національного торговельно-економічного університету. – 2005. – №5. – С.10-15.
3. Жданов В.І. Моделювання динаміки обмінного курсу за наявності інтервенцій на валютному ринку // Формування ринкових відносин в Україні: Збірник наукових праць. – К., 2003. – Вип. 6(25). – С.35-39.
4. Дуб огриз Є., Музиченко О. Криза жанру: Як розпізнати наближення кризи на фондовому ринку // Контракти. – 2006. – №33-34. – С.18-19.
5. Левченко З. Банківська система України: самопочуття в умовах кризи // Цінні папери України. – 2008. – №18. – С.38-44.
6. Загородній А.Г., Вознюк Г.Л., Смонженко Т.С. Фінансовий словник. – Львів: Львівська

політехніка, 1996. – 384 с.

7. Агапова Т. М., Бехренс Д., Курган Д. Динамічні системи в економіці. – Донецьк: ДонГУ, 2000. – 140 с.

8. Сергеева Л.Н. Моделирование поведения экономических систем методами нелинейной динамики. – Запорожье: ЗГУ, 2002. – 227 с.