

*Тридід О. М.*  
*Дубницький В. Ю.*  
**Федосік І. М.**  
*Столярук Д. Б.*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБИ В ГОТІВЦІ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕКОНОМІКО- МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**Анотація.** Розглянуто питання удосконалення процесу прогнозування потреби в готівці з урахуванням міжнародного досвіду та досвіду Національного банку України та пропонується створення практичної методики прогнозування потреби в готівці на рівні територіальних управлінь Національного банку України.

**Ключові слова:** прогнозування, готівковий грошовий обіг, економіко-математичне моделювання.

**Summary.** There are examined questions of improvement of process of prognostication of cash requirement taking into account the international experience and experience of the National bank of Ukraine and it is proposed the creation of practical methodology of prognostication of cash requirement on the level of territorial administrations of the National bank of Ukraine in the article.

**Keywords:** prognostication, cash money circulation, economic and mathematical modeling.

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы усовершенствования процесса прогнозирования потребности в наличности с учетом международного опыта и опыта Национального банка Украины и предлагается создание практической методики прогнозирования потребности в наличности на уровне территориальных управлений Национального банка Украины.

**Ключевые слова:** прогнозирование, наличный денежный оборот, экономико-математическое моделирование.

**Вступ.** В умовах трансформаційних процесів, що відбуваються в економіці України та супроводжуються зростанням ВВП, соціальних виплат, інфляційними процесами, при значній доларизації економіки, її тінізації, нерозвиненості фондового ринку, безготівкових розрахунків, зростають обсяги готівки в обігу для обслуговування потреб економіки. Чинниками збільшення позабанківського обігу готівки є також збільшення кількості підприємств малого бізнесу (торгівля, сфера послуг), фізичних осіб – підприємців, а також активізація продажу товарів на організованих і неорганізованих ринках, де розрахунки здійснюються повністю готівкою.

За таких умов особливого значення набувають комплексні дослідження, які б дали змогу на основі всебічного аналізу соціально-економічного розвитку економіки України та її регіонів розробити науково обґрунтовані підходи до прогнозування подальшої потреби економіки України в готівці.

Крім того, досить важливе теоретичне та практичне значення для повного розуміння процесів, що відбуваються в фінансовому та економічному житті країни, має аналіз сучасного стану та прогнозування майбутнього готівково-грошового обігу в регіоні.

**Аналіз літератури.** Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що в науковій літературі проблемі прогнозування та випуску в обіг готівки, в тому числі різних номіналів, приділяється незначна увага. Лише окремі її аспекти висвітлені в наукових працях Дорофієвої Н.В. [6], Лугініна О.Є. [5], Міщенко В.І. [8], Міщенко С.В. [9], Мажитова Д.М. [7], Щербаня Ю.Ю. [14], Хижняк Н. [6] та деяких інших науковців та практиків, невіршеними залишилися питання впровадження методів економіко-математичного моделювання для прогнозування готівково-грошового обігу на різних рівнях.

Центральні банки країн світу використовують різні методики розрахунку, прогнозування та планування потреби в банкнотах і монетах, які розроблені з урахуванням економічних особливостей розвитку країни та міжнародного досвіду використання економіко-математичних моделей в сфері готівкового обігу та враховують економічні та грошово-кредитні показники в країні та на зовнішніх ринках, які впливають на готівково-грошовий обіг.

В Україні процес прогнозування готівки здійснюється на рівні центрального апарату та територіальних управлінь Національного банку України.

Основними принципами організації цих процесів у сучасних умовах розвитку готівкового грошового обігу є: необхідність забезпечення достатнього обсягу банкнот і монет для організації ефективного платіжного обороту, дотримання оптимальної структури номінального ряду банкнот, створення необхідних обсягів запасів, часова та територіальна доступність резервів банкнот і монет, реалізація та взаємодія кількісного та якісного підходів, збалансованість натуральних і вартісних показників, безперервність планування та прогнозування. [8, 9].

Наявність змін у соціально – економічній сфері, існуючі відмінності у розмірах території, економічній структурі регіонів, географічному положенні та інше висуває потребу прогнозування розміру готівки та номіналів банкнот і монет в обігу на регіональному рівні. З цією метою необхідно відслідкувати потоки готівки, причини їх нестачі або надлишків, джерела надходжень і напрями використання.

Територіальні управління Національного банку України видають банкам і клієнтам придатні для використання банкноти із їх залишків у власних сховищах та за рахунок надходжень банкнот із обігу [6] і відповідно таким чином впливають на забезпеченість регіонів готівкою шляхом управління її запасами [8].

**Постановка завдання і результати дослідження.** Прогнозування потреби у банкнотах для підкріплення запасів або вивезення надлишків готівки у сховищах територіальних управлінь Національного банку України дають змогу забезпечити в повному обсязі потреби економіки області готівкою належної якості. Підґрунтям для визначення потреби є прогнозні дані щодо касових оборотів в області за джерелами надходжень, напрямими видач готівки з кас банків та емісійним результатом, а також динаміка руху готівки через грошові сховища територіальних управлінь.

При здійсненні аналізу руху готівки через грошові сховища враховуються такі фактори: обсяги надходжень готівки за відповідний період минулого року та динаміка надходжень у попередні періоди, обсяги видач готівки за відповідний період минулого року та динаміка видач у попередні періоди, поточні залишки готівки у сховищах територіальних управлінь, частка зношеної готівки, що відсортовується при обробленні надходжень.

Одночасно слід звернути увагу на відмінність розрахунку потреби в готівці на рівні області та країни.

Якщо розрахунок потреби в готівці для окремого регіону носить короткостроковий характер (квартал), то визначення потреби в готівці на рівні держави робиться розрахунок на більш тривалий термін (рік і більше). В наслідок цього до уваги

береться динаміка макропоказників розвитку країни та їх прогнози значення, (прогноз ВВП, рівня інфляції, середньої заробітної плати, пенсії тощо), прогноз касових оборотів на відповідний період, для чого необхідно узагальнити інформацію щодо обсягів, джерел надходжень та напрямків видач готівки в масштабі країни, розрахувати прогноз касових оборотів та емісійний результат в цілому по країні.

Після визначення регіоном потреби в готівці в сумарному вираженні (розрахунок обсягів надходжень, видач готівки та емісійного результату) постає друге, не менш важливе питання – визначення номінальної побудови розрахованої потреби в банкнотах. Оскільки заявка на підкріплення готівкою або вивезення її надлишків подається в розрізі номіналів.

Наукове передбачення потреби в банкнотах и монетах в розрізі номіналів можна здійснити за допомогою економіко – математичних моделей, які дозволяють, імітуючи різні варіанти їх подальшого розвитку, оцінювати реакцію досліджуваної системи (потреби в готівці) та представити наступним чином.

Для визначення можливості прогнозування економічних процесів на даний час набув поширення метод аналізу фрактальної структури часового ряду.

В роботі [11] визначено, що будь який засіб оцінювання можливості прогнозування зміни у часі економічних показників потребує урахування фрактальних властивостей їх часового ряду. В роботі [10] наведено алгоритм визначення показника Херста, який характеризує ці властивості.

В роботі [10] запропоновано такий порядок розрахунку показника Херста. Зв'язок між показником Херста  $H$  та статистичними характеристиками ряду даних визначають у вигляді формули:

$$R/S = \left( \frac{\pi}{2} N \right)^H \quad (1)$$

де:  $S$  – середнє квадратичне відхилення ряду спостережень  $N$  – кількість спостережень. Тоді величину показника Херста визначають за формулою:

$$H = \frac{\lg(R/S)}{\lg(\pi N/2)} \quad (2)$$

У формулі (2) середнє квадратичне відхилення ряду спостережень розраховують за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{s=1}^N (x_i - \bar{X})^2} \quad (3)$$

де:  $\bar{X}$  – середнє арифметичне ряду спостережень  $X$  за  $N$  часових періодів.

Розмах накопиченого відхилення  $R$  є найбільш важливим елементом формули розрахунку показника Херста. В загальному вигляді його розраховують наступним чином:

$$R = \max_{1 \leq u \leq N} Z_u - \min_{1 \leq u \leq N} Z_u \quad (4)$$

де:  $Z_u$  – накопичене відхилення ряду від середнього  $X_{\text{ср}}$ .

$$Z_u = \sum_{i=1}^u (x_i - \bar{X}) \quad (5)$$

В роботі [19] рекомендовано при кількості спостережень  $N < 250$  коригувати ліву частину формули (1) використовуючи

$$R/S_T = 0.998752 \frac{R}{S} + 1.051037 \quad (6)$$

Підставивши умову (6) в (5) отримаємо умову

$$H_T = \left( \frac{\lg\left(\frac{R}{S_T}\right)}{\lg\left(\frac{\pi N}{2}\right)} \right) \cdot (-0.0011 \cdot \ln(N) + 1.036). \quad (7)$$

Як показано у роботі [10] у випадку, коли показник Херста ( $H_T$ ) наближено дорівнює 0,5 довгострокове прогнозування неможливо. Результати визначення показника Херста наведено в табл.1.

Таблиця 1

Значення показників Херста для окремих номіналів

Термін емісії	Код номіналу								
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
T1	0,607	0,623	0,588	0,603	0,597	0,486	0,534	0,655	0,575
T2	0,607	0,623	0,588	0,603	0,597	0,486	0,534	0,655	0,575
T3	0,610	0,625	0,590	0,603	0,597	0,510	0,542	0,654	0,586

Джерело: дослідження авторів.

З наведених у табл.1 даних можна зробити висновок про можливість прогнозування потреб в банкнотах в розрізі номіналів. Для прогнозування потреби в банкнотах в розрізі номіналів обрано метод, який є попередником методу нейронних мереж, але на відміну від нього видає вид прогнозуючого рівняння-метод групового урахування аргументів.[3]. Подано в табл.2. Отримані прогнозуючі рівняння наведено в табл.2.

Таблиця 2

Результати прогнозу потреби готівки по кожному з номіналів

Код номіналів	Вид прогнозуючого рівняння	Фактичне значення потреби в готівці* (одиниць видачі)	Прогнозоване значення потреби в готівці (одиниць видачі)	Відносна похибка (%)
H1	$Y(N+1)= 3032.73-0.04Y(N-2)$	2866	2916	1
H2	$Y(N+1)= 2297.06+0.21Y(N-7)+0.01Y(N)$	2766	2902	4
H3	$Y(N+1)=0.16Y(N-6)+0.87Y(N-1)$	2469	2497	1
H4	$Y(N+1)= 3068.33-0.20Y(N-4)+0.06Y(N-3)$	2567	2581	0,5
H5	$Y(N+1)=0.63Y(N-1)+0.38Y(N)$	2380	2415	1
H6	$Y(N+1)=0.55Y(N-7)+0.28Y(N-5)+0.11Y(N-3)$	1518	1716	13
H7	$Y(N+1)=0.78Y(N-7)+0.30Y(N-6)$	1663	2187	31
H8	$Y(N+1)=0.50Y(N-3)+0.22Y(N-1)+0.33Y(N)$	2085	3073	47
H9	$Y(N+1)= 2491.66-0.14Y(N-4)-0.13Y(N-2)$	446	1908	327

Джерело: дослідження авторів.

\* - для розрахунку потреби в розрізі номіналів за фактичні значення обрано оціночні обсяги видач.

Економічний зміст отриманого результату полягає у тому, що він демонструє залежність майбутніх результатів від попередніх, що можна бачити з того, в усіх рівняннях є зсув у часі по аргументу N.

Якість прогнозу визначали оцінюючи абсолютну та відносну помилку результатів ретроспективного прогнозування.

Абсолютна помилка прогнозу визначається як різниця між фактичним і прогнозованим значеннями ознаки, яку розраховують за формулою (8):

$$\Delta^* = y_t - \hat{y}_t^*, \quad (8)$$

де  $\Delta^*$  – помилка прогнозу;

$y_t$  – фактичне значення показника;

$\hat{y}_t^*$  – прогнозоване значення показника. Відносну помилку прогнозу визначали за формулою:

$$d_{i0i}^* = \frac{\Delta^*}{y_t} = \frac{|y_t - \hat{y}_t^*|}{y_t} \times 100\% \quad (9)$$

В роботі [18] надано таблицю оцінки якості прогнозу в залежності від величини його відносної помилки.

Таблиця 3

Оцінка якості прогнозу

Величина відносної помилки	Якість прогнозу
<10	Висока
10-20	Добра
>50	Задовільна

Джерело: робота [18].

Беручи до уваги дані табл.2,3 можна зробити висновок, що для номіналів Н1-Н6 запропонований метод дає прогноз високої якості, для номіналу Н6 –бобру якість, прогноз потреби в номіналах Н7,Н8 задовільний і лише для номіналу Н9 якість прогнозу низька. На наш погляд це може бути обумовлено зовнішніми, по відношенню до задачі обставинами, пов'язаними з використанням даного номіналу в процесі готівкового обігу. Зауважимо, що їх вивчення виходить за рамки даного дослідження.

Приймаючи до уваги, що використання цього методу пов'язана з використанням спеціального програмного забезпечення запропоновано метод, який автори назвали індексним.

Алгоритм визначення потреби у банкнотах номіналу n на наступний місяць  $P_t^{(n)}$  такий:

1. Визначаємо обсяги видач готівки за останні три місяці:  $P_{t-3}^n, P_{t-2}^n, P_{t-1}^n$ , визначаємо обсяги видач готівки у відповідному періоді минулого року:  $P_{t-3}^{nl}, P_{t-2}^{nl}, P_{t-1}^{nl}$ .

2. Для врахування фактору сезонності надходжень та видач розраховуємо коефіцієнт коригування потреби в банкнотах певного номіналу :

$$k^n = (P_{t-3}^d + P_{t-2}^d + P_{t-1}^d) / (P_{t-3}^{nl} + P_{t-2}^{nl} + P_{t-1}^{nl}) \quad (10)$$

де  $k^n$  – коефіцієнт коригування потреби.

3. Визначаємо розрахункову потребу у банкнотах номіналу n на наступний місяць за формулою:

$$P_t^d = P_t^l \cdot k^n, \quad (11)$$

де  $P_t^l$  - фактичний обсяг видач готівки даного номіналу в місяці  $t$  в минулому році.

4. Прогнозований обсяг визначаємо за формулою:

$$P_t^{(d)} = (P_t^l \times k^n + 1.6 \sigma) \quad (12)$$

В умові (11) прийнято, що  $\sigma$  середнє квадратичне відхилення фактичної видачі купюр за минулі три місяці. Коефіцієнт 1,6 в формулі (11) обрано відповідно до даних, наведених в роботі [19] для визначення верхньої довірчої границі довірчого інтервалу з 90-відсотковою забезпеченістю незалежно від типу розподілу. Оцінка якості прогнозу виконаного таким методом наведена в табл.4.

Таблиця 4

Показники якості прогнозу виконаного індексним методом

Номінал	Відносна помилка прогнозу (%)
Н1	22,8
Н2	28,6
Н3	32,8
Н4	14,7
Н5	11,8
Н6	18,3
Н7	9,9
Н8	11,4

Джерело: дослідження авторів.

Для узагальнення отриманих результатів визначимо середню відносну помилку прогнозу за формулою:

$$\bar{\varepsilon}^* = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t^*|}{y_t} \quad (13)$$

В цілому по усіх номіналах банкнот середня відносна помилка прогнозу становить 19,8%. Згідно методики оцінки якості прогнозу, наведеною в табл. 3, отриманий результат слід класифікувати як добрий.

**Висновки.** Проведене дослідження дає змогу зробити наступні пропозиції та висновки:

- з метою підвищення точності прогнозування потреби в банкнотах запропоновано використання методу групового урахування аргументів та перевірена його точність;
- запропоновано для тієї ж мети спеціально розроблений спрощений, індексний метод прогнозування потреби в готівці в розрізі номіналів;
- перевіркою результатів прогнозування показано, що індексний метод має цілком задовільну точність та не потребує використання спеціального програмного забезпечення.

Таким чином, використовуючи комплекс економіко-математичних моделей, який є інструментом аналізу та моделювання розвитку економічної системи, можна вивчити основні тенденції збільшення або зменшення потреби в готівці та виявити й проаналізувати причинно-наслідкові взаємозв'язки та пропорції між економічними показниками.

Запропоновану модель прогнозування потреби в банкнотах в розрізі номіналів було перевірено на реальних даних за останні кілька років в Управлінні Національного банку України в Харківській області та отримано результати, які підтверджують якість прогнозу з урахуванням рівня відносної помилки.

### Література

1. Інструкція з організації емісійно-касової роботи в системі Національного банку України затверджена постановою Правління Національного банку України № 365 від 11.11.2008 р., зі змінами.
2. Галичин І.О. Перспективи вдосконалення організації роботи з готівкою в системі Національного банку України. - Національний банк України, м. Київ / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - [http://www.nbu.gov.ua/Portal/soc\\_gum/pprbsu/texts/2009\\_25/25.1.07.pdf](http://www.nbu.gov.ua/Portal/soc_gum/pprbsu/texts/2009_25/25.1.07.pdf).
3. Гожий О.П. Алгоритми інтелектуальних систем./О.П.Гожий.-Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА.2001.-28с.
4. Департамент монетарної політики Монетарний огляд за 2009 рік / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - [http://www.bank.gov.ua/Publication/econom/Mon\\_review/2009/2009.pdf](http://www.bank.gov.ua/Publication/econom/Mon_review/2009/2009.pdf)
5. Лугінін О.Є. Статистика. Підручник. 2-е видання, перероблене та доповнене./ Лугінін О.Є.- К.: Центр учбової літератури, 2007. - 608 с
6. Дорофієва Н., Хижняк Н. Методологічні аспекти прогнозування потреби у банкнотах на регіональному рівні / Н.Дорофієва, Н. Хижняк // Вісник НБУ – 2010.–№4
7. Мажитов Д. М. Организация наличного денежного обращения в Казахстане./Д.М.Мажитов //Доклад на II Международной конференции «Наличное денежное обращение: Модели. Стандарты. Тенденции» -Москва.-2008г.
8. Міщенко В., Набок Р, Шитко О. Проблеми організації емісії та обігу готівки / В.Міщенко, Р.Набок ,О. Шитко // Вісник НБУ – 2007 р.– № 1.
9. Міщенко С. Методологічні та практичні аспекти планування та прогнозування виготовлення та випуску в обіг готівки / С. Міщенко // Банківська справа. – 2010. – № 2/3. – С.24-35.
10. Найман Э. Расчёт показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических индикаторов. / Э. Найман //Економіст. – 2009. – №10. – С. 25–29.
11. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала /Э. Петерс. – М. : Мир, 2000. – 333 с.
12. Статистика: теоретичні засади і прикладні аспекти. Навчальний посібник./ Р.В.Фещур, А.Ф. Барвінський, В.П.Кічор та інші. За наук. ред. Р.В.Фещура – 2-е вид. оновлення і доповнення. – Львів: «Інтелект-Захід», 2003. – 576 с.
13. Семенюк Л., Ключко О. Проблеми визначення платіжності й обміну банкнот у роботі касирів банківських установ / Л.Семенюк., О.Ключко О. // Вісник НБУ. – 2008, №1.

14. Щербань Ю.Ю. Організація емісії та обігу готівки / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: -[http://www.rusnauka.com/2\\_KAND\\_2008/Economics/26164.doc.htm](http://www.rusnauka.com/2_KAND_2008/Economics/26164.doc.htm)
15. Шамова І.В. Грошово-кредитні системи зарубіжних країн: Навч. посібник. / Шамова І.В. – К.: КНЕУ, 2001. – 195 с.
16. Юров А. В. Налично-денежное обращение в России: на пути совершенствования и развития/ А. В. Юров // Деньги и кредит. – 2009. – № 12 – С.7-13.
17. [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).
18. Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. Учебное пособие./Н.А. Садовникова, Р.А. Шмойлова Р.А.- Московский государственный университет статистики и информации-М., 2001г. 67с.
19. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. — 2-е изд., перераб. и доп. / П.В.Новицкий., И.А.Зограф-Ленинград: Издательство Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1991. - 304 с.

*Стаття надійшла до редакції 12.01.2013*