

БАНКІВСЬКА СПРАВА



Науково-практичне видання.
Виходить 2 рази на рік
Видається із січня 1995 року

№ 2 (152) — 2020

ЗМІСТ

АНАЛІЗУЮТЬ НАУКОВЦІ

- Анатолій Маслов.** Детермінанти економічного розвитку в контексті теоретичного та історико-економічного знання 3
- Петро Юхименко.** Інституціональне середовище та його вплив на формування і використання бюджетних ресурсів держави 22
- Олег Колодізев, Ольга Лозинська.** Особливості визначення та структуризації ринку фінансових послуг в умовах діджиталізації економіки 41
- Наталія Бідасюк.** Переклад заголовків наукових статей англійською мовою 58
- Володимир Височанський.** Стандарт цінності 75

СЛОВО ПРАКТИКАМ

- Ігор Волошин, Анатолій Воронін.** Дискретна динамічна модель ліквідності банку з урахуванням ендогенних депозитів 80

БАНКІВСЬКІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Володимир Бобиль, Марина Дронь.** Сучасні інструменти банківської логістики 94

ПРОБЛЕМИ МАКРОЕКОНОМІКИ

- Сергій Колотуха, Людмила Смолій.** Ідентифікація факторів впливу на стан банківського кредитування сільськогосподарських підприємств 103
- Олена Прокопчук, Світлана Пташник.** Економіко-математичне моделювання доходів місцевого бюджету 115
- Показчик статей та інших матеріалів, опублікованих у журналі “Банківська справа” у 2020 р.** 125

- Contents 127

Індекс журналу в каталозі передплатних видань України 74060.

Постановою президії ВАК України від 30 березня 2011 р. № 1-05/3 журнал “Банківська справа” внесено до Переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт з економічних наук на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Головний редактор — В.Д. БАЗИЛЕВИЧ

Редакційна рада: А.С. ГАЛЬЧИНСЬКИЙ, В.М. ГЕЄЦЬ, В.О. ЛИТВИЦЬКИЙ, А.М. МОРОЗ, А.І. СТЕПАНЕНКО.

Редакційна колегія: В.Д. БАЗИЛЕВИЧ, В.А. ГЛАДКИЙ — заступник головного редактора, В.П. РОЗУМНИЙ — відповідальний секретар, О.В. ВАСЮРЕНКО (м. Харків), Н.І. ГРАЖЕВСЬКА (м. Київ), М. ДРАЖАНОВА (м. Брно, Чехія), М. ЖИВІТІРЕ (м. Рига, Латвія), Г.В. ЗАДОРЖНИЙ (м. Харків), В.В. ІВАНОВ (м. Санкт-Петербург, РФ), В.І. КАРАСЬОВ (м. Київ), Т.Т. КОВАЛЬЧУК (м. Київ), Л.Л. ЛАЗЕБНИК (м. Київ), І.О. ЛЮТИЙ (м. Київ), І.І. МАЗУР (м. Київ), С.В. МІЩЕНКО (м. Київ), С.В. НАУМЕНКОВА (м. Київ), В. НОЙМАНН (м. Берлін, Німеччина), С.М. ПАНЧИШИН (м. Львів), С.О. РИБАК (м. Київ), Т.С. СМОВЖЕНКО (м. Львів), А. ТАУБАЄВ (м. Караганди, Казахстан).

Над журналом працювали: Ю.М. Слуцька, Л.В. Кирпич, О.С. Кузуб, І.А. Олійник, С.А. Михайлова.

Видання зареєстровано в Державній реєстраційній службі України.
Свідоцтво КВ № 19030-7910ПР від 05.07.2012.

Усі права застережено. Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції. Редакція не обов'язково поділяє думку автора. Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв та іншої інформації несуть автори публікацій. Відповідальність за зміст рекламних оголошень несе рекламодавець.

Адреса редакції: 01030, м. Київ, вул. Стрілецька, 28.

Тел.: (044) 272-42-91; факс: (044) 234-23-36.

E-mail: slutska@society.kiev.ua <http://www.banking.com.ua>

Засновник — Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Видавець — Видавництво “Знання”, 01030, м. Київ, вул. Стрілецька, 28

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3596 від 05.10.2009 р.

Журнал розповсюджується тільки за передплатою.

Авторський примірник можна придбати в книгарні “Абзац”, тел.: (044) 581-15-68, попередньо його замовивши.

Матеріали журналу рекомендовано до друку рішенням вченої ради економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 8 від 21 січня 2020 р.)

Підписано до друку 27.11.2020. Формат 70×100 1/16. Папір офс. №1.

Друк офс. Гарнітура шкільна.

Ум. друк. арк. 10,4. Обл.-вид. арк. 11,4. Наклад 300 примірників. Зам. №

© “Банківська справа”, 2020

УДК 336.71



**Ігор
Волошин,**

начальник відділу кредитного моделювання АТ "Ощадбанк", кандидат технічних наук, м. Київ



**Анатолій
Воронін,**

доцент кафедри вищої математики й економіко-математичних методів Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця, кандидат технічних наук

ДИСКРЕТНА ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ЛІКВІДНОСТІ БАНКУ З УРАХУВАННЯМ ЕНДОГЕННИХ ДЕПОЗИТІВ

У статті досліджено вплив ендогенних депозитів, створених кредитами, на ліквідність комерційного банку. Побудовано дискретну динамічну модель ліквідності, що базується, зокрема, на застосуванні нетрадиційного показника оборотності ліквідних активів — відношення дебетового обороту за рахунками для обліку кредитів до обсягу ліквідних активів. За допомогою зворотного Z-перетворення отримано аналітичне рішення та доведено його стійкість. Встановлено умови існування аперіодичного та періодичного режимів ліквідності банку.

Ключові слова: ліквідність банку, дискретна модель, динамічна модель, Z-перетворення, ліквідні активи, кредити, ендогенні депозити, аперіодичний режим, періодичний режим, період оборотності.

Центральні банки (далі — ЦБ) віднедавна почали визнавати, що поряд з ЦБ нові гроші (депозити) створюють і комерційні банки через надання кредитів¹. Банк Англії пояснює: "Щоразу, коли банк надає кредит, він од-

¹ Chowdhury A.K. *From Loan to Deposit: Deposit Creation by Banks and the Significance of Cash Reserves* [El. resource] / A.K. Chowdhury // *Drishtikon: A Management Journal*. — Vol. 5, Iss. 2. — March — September 2014. — URL: https://www.academia.edu/7840345/From_Loan_to_Deposit_Money_Creation_by_Banks_and_the_Significance_of_Cash_Reserves; Chowdhury A.K. 'Loans First' — *Explaining Money Creation by Banks* [El. resource] / A.K. Chowdhury // *Macroscan*. — 2013, Sept. 30th. — URL: http://www.macrosan.org/fet/sep13/fet30092013Loans_First.htm; *Deutsche Bundes-*

ночасно створює відповідний депозит на банківському рахунку позичальника, створюючи тим самим нові гроші. ...Так само, як отримання нового кредиту створює гроші, повернення банківських кредитів їх знищує”². Таким чином утворені нові депозити не змінюють обсяг коштів комерційного банку ані на його коррахунку в ЦБ, ані в його касі³. “Гроші, створені при наданні кредитів, не є грошима ЦБ”⁴. Проте ендogenous депозити клієнтів у комерційних банках у платіжних операціях мають однаковий статус із ексogenous депозитами⁵. Національний банк України також дотримується концепції ендogenous грошей: “У реальності, більшість грошей у сучасній економіці (депозити) створюються комерційними банками через надання кредитів. Так, коли комерційний банк видає кредит, він робить це через збільшення суми депозиту на рахунку позичальника”⁶. Таке розуміння утворення грошей (депозитів) пройшло нелегкий і тривалий шлях та отримало визнання завдяки зусиллям таких дослідників та практиків, як Р. Рей, Г. Мінські, Р.А. Вернер, В. Годлі, М. Лавуає, П. Гавелс, Б. Мур⁷ та багатьох інших. Р.А. Вернер перший емпірично довів справедливість цієї

bank Monthly Report. April 2017, Vol 69, No 4 [El. resource]. — URL: <https://www.bundesbank.de/en/publications/reports/monthly-reports/monthly-report-april-2017-667334>; Jordan T.J. Why sovereign money would hurt Switzerland Swiss Institute of Banking and Finance at the University of St. Gallen (s/bf-HSG) [El. resource] / T.J. Jordan ; Swiss National Bank. Zurich, 2018 (speech given in German). — URL: https://www.snb.ch/en/mmr/speeches/id/ref_20180503_tjn; Laidler D. ‘Endogenous buffer-stock money’, Credit, interest rate spreads and the monetary policy transmission mechanism / D. Laidler, W. Robson // Session 3, conference on The Transmission of Monetary Policy held at the Bank of Canada in November 1994; Лепушинський В. Як створюються гроші і яка в цьому процесі роль Нацбанку [Ел. ресурс] / В. Лепушинський, С. Ніколайчук // Економіка. — 2019. — 26 лютого. — Режим доступу: <https://voxukraine.org/uk/yak-stvoryuyutsya-groshi-i-yaka-v-tsomu-protsesi-rol-natsbanku-spojler-ne-golovna/>; McLeay M. Money creation in the modern economy [El. resource] / M. McLeay, A. Radia, R. Thomas // Quarterly Bulletin 2014 Q1. — URL: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/quarterly-bulletin/2014/money-creation-in-the-modern-economy.pdf?la=en&ash=9A8788FD44A62D8BB927123544205CE476E01654>.

² McLeay M. Money creation in the modern economy [El. resource] / M. McLeay, A. Radia, R. Thomas // Quarterly Bulletin 2014 Q1. — URL: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/quarterly-bulletin/2014/money-creation-in-the-modern-economy.pdf?la=en&hash=9A8788FD44A62D8BB927123544205CE476E01654>.

³ Deutsche Bundesbank Monthly Report. April 2017, Vol 69, No 4 [El. resource]. — URL: <https://www.bundesbank.de/en/publications/reports/monthly-reports/monthly-report-april-2017-667334>.

⁴ Jordan T.J. Why sovereign money would hurt Switzerland Swiss Institute of Banking and Finance at the University of St. Gallen (s/bf-HSG) [El. resource] / T.J. Jordan ; Swiss National Bank. Zurich, 2018 (speech given in German). — URL: https://www.snb.ch/en/mmr/speeches/id/ref_20180503_tjn.

⁵ Ibid.

⁶ Лепушинський В. Як створюються гроші і яка в цьому процесі роль Нацбанку [Ел. ресурс] / В. Лепушинський, С. Ніколайчук // Економіка. — 2019. — 26 лютого. — Режим доступу: <https://voxukraine.org/uk/yak-stvoryuyutsya-groshi-i-yaka-v-tsomu-protsesi-rol-natsbanku-spojler-ne-golovna/>.

⁷ Рей Р. Сучасна теорія грошей / Р. Рей. — Київ : Наш формат, 2017. — 480 с.; Рей Р. Я ж вам казав! Сучасна економіка за Гайманом Мінськи / Р. Рей. — Київ : Наш формат, 2018. — 288 с.; Wray L.R. Minsky on banking: Early work on endogenous money and the prudent banker / L.R. Wray // Working Paper. — January 2015. — No. 827; Werner R.A. Can banks individually create money out of nothing? [El. resource] / R.A. Werner // The theories and the empirical evidence. International Review of Financial Analysis. — 2014. — Vol. 36. — P. 1—19. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1057521914001070>; Godley W. Monetary Economics. An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production and Wealth / W. Godley, M. Lavoie. — N.Y. : Palgrave Macmillan, 2007. — 530 p.; Howells P. ‘The demand for endogenous money’ / P. Howells // Journal of Post Keynesian Economics. — 1995. — Vol. 18, No. 1. — P. 89—106; Moore B. Horizontalists and verticalists: the macroeconomics of credit money / B. Moore — UK : Cambridge University Press, 1988.

концепції⁸. Більш того, виявилось, що більшість грошей створюють саме комерційні, а не центральні банки⁹.

Визнання концепції ендегенних депозитів зумовлює необхідність змінити підходи до моделювання ліквідності банків, які кредитують. Адже депозити, що утворилися від виданих кредитів, передбачають скорочення обсягу коштів комерційних банків на коррахунках у ЦБ. Традиційні моделі ліквідності банків не враховують ендегенне утворення депозитів під час кредитування¹⁰. У таких моделях обсяги кредитів та депозитів є незалежними, не пов'язаними один з одним. Існує доволі обмежена кількість праць, у яких ендегенність врахована, проте в них досліджувалися інші питання, наприклад: поведінка резервів¹¹, парадокс прибутку¹².

Мета пропонованої статті — розробити модель ліквідності банку, що кредитує, та дослідити вплив ендегенних депозитів, тобто створених кредитами, на ліквідність банку.

Розглянемо банк, який не має капіталу та не отримує прибутку від здійснення своїх операцій. Врахувати і капітал, і прибутки не важко, проте вони ускладняють модель та затіняють досліджуваний процес. Під час аналізу ліквідності банку ми не будемо розглядати можливість підтримки ліквідності центральним банком.

Нехай на початку $t = 0$ банк має лише екзогенні (що надійшли з інших банків) довгострокові депозити в обсязі D_e , які утворили початковий запас високоліквідних активів LA_0 , наприклад, коштів на кореспондентському рахунку в ЦБ. Припустимо, що у наступні періоди банк не залучає нових екзогенних депозитів та не повертає існуючі депозити D_e . Банк використовує цей запас ліквідності для здійснення розрахунків між своїми клієнтами та клієнтами інших банків. Таким чином, клієнти цього банку не здійснюють платежі між собою, всередині цього банку. Це найгірший сценарій для ліквідності банку.

Банк кредитує виключно своїх клієнтів в обсязі L_t . Він зараховує кредитні кошти на поточні рахунки клієнтів, утворюючи таким чином ендегенні депозити до запитання в обсязі D_t . Тож ми розглянемо один механізм видачі кредиту, коли кредитні кошти зараховуються на поточний рахунок

⁸ Werner R.A. Can banks individually create money out of nothing? [El. resource] / R.A. Werner // *The theories and the empirical evidence. International Review of Financial Analysis*. — 2014. — Vol. 36. — P. 1—19. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1057521914001070>.

⁹ Див., наприклад: Chowdhury A.K. 'Loans First' — Explaining Money Creation by Banks [El. resource] / A.K. Chowdhury // *Macroscan*. — 2013, Sept. 30th. — URL: http://www.macroscan.org/fet/sep13/fet30092013Loans_First.htm.

¹⁰ Див., наприклад: Fiedler R. Liquidity Modelling [El. resource] / R. Fiedler // *Incisive Media*. — 2011. — URL: https://www.academia.edu/9560965/Liquidity_Modelling; Halaj G. Dynamic balance sheet model with liquidity risk [El. resource] / G. Halaj // *ECB Working Paper 1896, April 2016*. — URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1896.en.pdf>.

¹¹ Blanc M. Money Multiplier Dynamics and Banking Liquidity Cycles [El. resource] / M. Blanc, D.W. Peterson. — URL: <https://silo.tips/download/money-multiplier-dynamics-and-banking-liquidity-cycles>.

¹² Keen S. Solving the Paradox of Monetary Profits [El. resource] / S. Keen // *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. — 2010-31. — Vol. 4. — URL: <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2010-31>.

позичальника, а не відправляються в інший банк напряму, без зарахування на поточний рахунок.

Далі нам потрібна модель розрахунків між клієнтами цього та інших банків. З цією метою, для наочності, ми скористаємося моделлю грошового обігу продуктивного кредитування виробництва товарів (рис. 1). Учасниками цього обігу є виробники, власники факторів виробництва та споживачі.

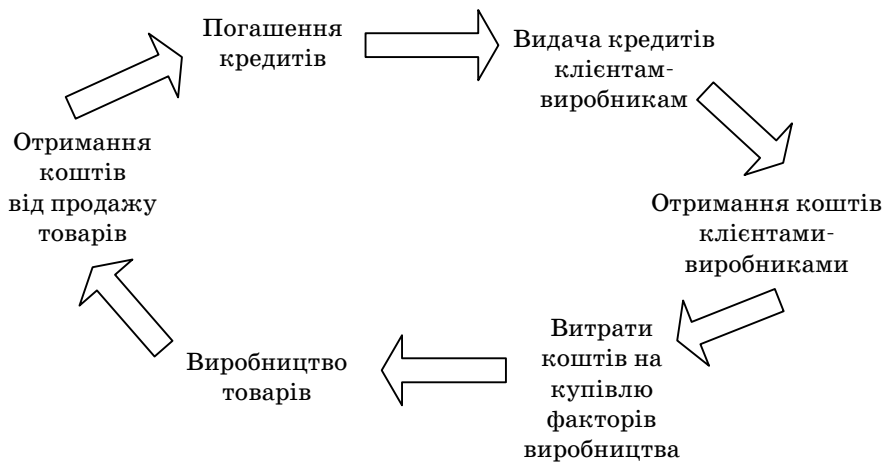


Рис. 1. Цикл продуктивного кредитування виробництва товарів*

* Складено за: Graziani A. *The Monetary Theory of Production* [El. resource] / A. Graziani. — UK : Cambridge University Press, 2003. — 176 p. — URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511493546>.

Без втрати узагальненості, припустимо, що всі виробники обслуговуються в одному банку, а власники факторів виробництва та споживачі — в інших банках. Будемо вважати, що всі учасники грошового обігу суворо дотримуються укладених між ними угод. Тому жоден з банків не наражається на кредитний ризик. Усі клієнти виконують свої угоди вчасно і в повному обсязі.

Для простоти вважатимемо, що клієнти банку не отримують прибутку від продажу, тобто мають нульову цінову надбавку. Тоді гроші, витрачені на виробництво, повністю повертаються за рахунок коштів, отриманих від продажу всіх товарів (при цьому передбачається повне споживання вироблених товарів).

Згідно із А. Граціані¹³, для початку виробництва клієнти цього банку отримують кредити. Далі клієнти перераховують свої кредитні кошти з поточних рахунків (ендогенних депозитів) своїм контрагентам — власникам факторів виробництва в інші банки для розрахунку за фактори виробництва.

¹³ Graziani A. *The Monetary Theory of Production* [El. resource] / A. Graziani. — UK : Cambridge University Press, 2003. — 176 p. — URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511493546>.

Після завершення виробництва клієнти-виробники за спожитий товар отримують від споживачів на свої поточні рахунки надходження коштів, які знаходяться в інших банках (рис. 2). За рахунок цих коштів на поточних рахунках клієнти цього банку повністю погашають свої кредити.

На цьому цикл грошового обігу завершується та починається новий і т. д.

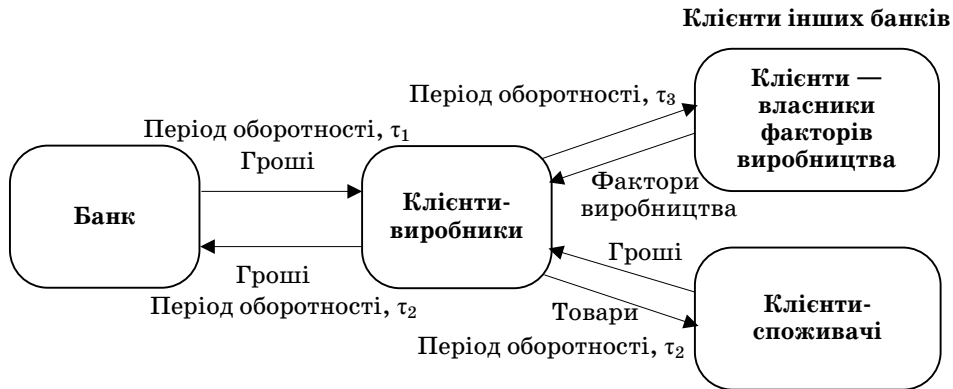


Рис. 2. Обмін грошима, факторами виробництва та товарами

Надходження та відправлення коштів, видача кредитів мають різні цикли, які характеризуються своїми періодами оборотності:

τ_1 — період оборотності ліквідних активів характеризує періодичність, із якою банк видає кредити;

τ_2 — період оборотності кредитів характеризує середній термін, на який надаються кредити;

τ_3 — період оборотності депозитів до запитання характеризує періодичність, із якою клієнт використовує кошти на свої виробничі потреби.

При побудові моделі ми використаємо загальні для динамічних моделей залежності між запасами та потоками через період оборотності, див. наприклад¹⁴:

$$\text{Потік} = \text{Запас} / \text{Період оборотності}.$$

Тоді видачу кредитів (дебетовий оборот за рахунками для обліку кредитів) можна описати таким рівнянням:

$$Dt_L = \frac{LA_t}{\tau_1},$$

погашення кредитів (кредитовий оборот по рахунках для обліку кредитів):

$$Ct_L = \frac{L_t}{\tau_2},$$

¹⁴ Keen S. Solving the Paradox of Monetary Profits [El. resource] / S. Keen // Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal. — 2010-31. — Vol. 4. — URL: <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2010-31>.

списання депозитів (дебетовий оборот за поточним рахунком) для розрахунку за фактори виробництва:

$$Dt_D = \frac{D_t}{\tau_3}.$$

Балансове рівняння такого банку

$$LA_t + L_t = D_e + D_t. \quad (1)$$

Враховуючи, що зміна запасів дорівнює різниці надходжень і списань та балансове рівняння (1), отримуємо систему неоднорідних лінійних дискретних рівнянь першого порядку для двох змінних — ліквідні активи LA_t та кредити L_t :

$$\left. \begin{aligned} LA(t+\Delta t) - LA(t) &= -\frac{\Delta t}{\tau_2} LA(t) + \left(\frac{\Delta t}{\tau_2} - \frac{\Delta t}{\tau_3} \right) L(t) + \frac{\Delta t}{\tau_3} D_e, \\ L(t+\Delta t) - L(t) &= \frac{\Delta t}{\tau_1} LA(t) - \frac{\Delta t}{\tau_2} L(t), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

за початкових умов: $LA_0 = D_e$, $L_0 = 0$, $D_0 = 0$, $D_e = \text{const}$.

Для зручності подальших викладок введемо безрозмірний час $n = t/\Delta t$. Позначимо $LA_t = x_1(n)$ та $L_t = x_2(n)$, $a_1 = \Delta t/\tau_1$, $a_2 = \Delta t/\tau_2$, $a_3 = \Delta t/\tau_3$. Тоді система рівнянь (2) набуде такого вигляду:

$$\left. \begin{aligned} x_1(n+1) &= (1-a_3)x_1(n) + (a_2-a_3)x_2(n) + a_3 D_e, \\ x_2(n+1) &= a_1 x_1(n) + (1-a_2)x_2(n). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Система рівнянь (3) дає змогу моделювати освоєння запасу ліквідності банку на кредитування клієнтів. Банк буде ліквідним, якщо запас ліквідних коштів залишиться додатним упродовж усього циклу обігу грошових коштів. Для успішного вирішення задач управління ліквідністю важливо визначити, чи буде рішення системи (3) стійким, які динамічні перехідні режими можливі та які умови їх виникнення.

Щоб відповісти на ці питання, застосуємо до системи рекурентних рівнянь (3) дискретний аналог перетворення Лапласа — Z -перетворення:

$$\left. \begin{aligned} (z-1+a_3)x_1(z) + (a_3-a_2)x_2(z) &= zx_1(0) + a_3 D_e z / (1-z), \\ -a_1 x_1(z) + (z-1+a_2)x_2(z) &= zx_2(0). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Система двох алгебраїчних рівнянь (4) має таке рішення:

$$\left. \begin{aligned} x_1(z) &= z \left\{ (z-1+a_2)x_1(0) + (a_2-a_3)x_2(0) + (z-1+a_2)a_3 D_e / (z-1) \right\} / Q(z), \\ x_2(z) &= z \left\{ a_1 x_1(0) + (z-1+a_3)x_2(0) + a_1 a_3 D_e / (z-1) \right\} / Q(z), \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

де

$$Q(z) = z^2 + b_1 z + b_2, \quad (6)$$

$$\text{та } b_1 = a_2 + a_3 - 2, b_2 = 1 - a_2 - a_3 + a_2 a_3 + a_1(a_3 - a_2). \quad (7)$$

Система (5) має положення рівноваги, яке визначається системою алгебраїчних рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} a_3 x_1 + (a_3 - a_2) x_2 &= a_3 D_e, \\ a_1 x_1 - a_2 x_2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Тоді система рівнянь (3, 5) має таке рівноважне рішення:

$$x_1^* = a_2 a_3 D_e / (a_2 a_3 + a_1 a_3 - a_1 a_2), x_2^* = a_1 a_3 D_e / (a_2 a_3 + a_1 a_3 - a_1 a_2). \quad (9)$$

Рівноважні, стаціонарні значення залишків — це рівні ліквідних активів, кредитів та депозитів, які будуть досягнуті після певного перехідного періоду, коли вони перестають змінюватися. Це цільові показники банку, яких він має намір досягти. Але від старту кредитування до досягнення рівноважних, стаціонарних показників банку треба ще “пережити” перехідні режими, які ми розглянемо нижче.

Банк залишається ліквідним, якщо ліквідні активи $x_1^* > 0$. Згідно з правилами бухгалтерського обліку кредитів, залишки кредитів теж мають бути додатними $x_2^* > 0$. Додатність залишків ліквідних активів та кредитів виконується, якщо:

$$(a_2 a_3 + a_1 a_3 - a_1 a_2) > 0, \text{ що тотожно } \tau_1 + \tau_2 > \tau_3. \quad (10)$$

Аналіз стійкості рішення показує, що виконання цієї умови забезпечує і стійкість рішення. Таким чином, незначні зміни періодів оборотності не призводять до значних, катастрофічних змін обсягів ліквідних активів, депозитів та кредитів, траєкторії їхнього руху зберігаються.

Оскільки на практиці середній строк надання кредитів τ_2 суттєво більший за період оборотності депозитів τ_3 , то умова (10) завжди виконується, що й забезпечує додатність рівноважних значень залишків ліквідних активів, кредитів та депозитів, а також стійкість рішення системи рівнянь (3). Наприклад, для річних кредитів $\tau_2 = 12$ місяців, тоді як характерний період оборотності депозитів $\tau_3 \leq 1$ місяця. Зауважимо, що співвідношення

$$\tau_2 > \tau_3, \text{ або } a_3 > a_2,$$

можна назвати фундаментальним, що породжується самою природою кредитування.

Отже, при кредитуванні завжди виникає розрив ліквідності, якого не можна уникнути. Золоте правило банківської справи, за яким активи мають фінансуватися зобов’язаннями однакової з активами строковості, неможливо втілити в життя. Його не можна досягти. Банк, який кредитує, завжди наражається не тільки на кредитний ризик, а водночас і на ризик ліквідності. Тому банки, які кредитують, періодично вимагають підтримки ліквідності від ЦБ.

Для дослідження можливих режимів скористаємося аналізом дискримінанта характеристичного квадратного рівняння (див. формули (6)—(7):

$$Q(\lambda) = \lambda^2 + b_1\lambda + b_2 = 0. \quad (11)$$

Дискримінант (11) дорівнює:

$$\Delta = (a_3 - a_2)(a_3 - a_2 - 4a_1). \quad (12)$$

Результати аналізу знаків дискримінанта та умови їх існування ми звели у таблицю:

№ режиму	Дискримінант	Умови	Режим
1	$\Delta > 0$	$a_3 < a_2$ або $a_3 > a_2 + 4a_1$	Аперіодичний
2	$\Delta = 0$	$a_3 = a_2$ або $a_3 = a_2 + 4a_1$	Аперіодичний
3	$\Delta < 0$	$a_3 > a_2$ та $a_3 < a_2 + 4a_1$	Періодичний

Зауважимо, що на практиці режиму № 2 не може бути, оскільки середній строк надання кредиту завжди суттєво переважає період оборотності депозитів до запитання. Таким чином, можливі два режими — аперіодичний та періодичний:

№ режим	Дискримінант	Умови	Періоди оборотності	Режим
1	$\Delta > 0$	$a_3 < a_2$ або $a_3 > a_2 + 4a_1$	$\tau_1 = 7, \tau_2 = 12, \tau_3 = 1$	Аперіодичний
3а	$\Delta < 0$	$a_3 > a_2$ та $a_3 < a_2 + 4a_1$	$\tau_1 = 3, \tau_2 = 18, \tau_3 = 2$	Періодичний
3б*	$\Delta < 0$	$a_3 > a_2$ та $a_3 < a_2 + 4a_1$	$\tau_1 = 1, \tau_2 = 2, \tau_3 = 1$	Періодичний

* Примітка. Періоди в режимі 3б — нехарактерні для практики, подані для ілюстрації більш високої частоти коливань.

Результати моделювання за допомогою системи (3) представлено на рис. 3—5.

Для управління аперіодичний режим більш зручний та передбачуваний, порівняно з періодичним режимом. Банк видає кредити, їхній обсяг плавно збільшується, а запас ліквідності поступово скорочується.

Періодичний режим може подавати фальшиві сигнали для управління. Детальна картина режиму, відображеного на рис. 4, представлена на рис. 6.

Починаючи із 6 місяця, запас ліквідності падає нижче за рівноважний запас ліквідності на 13,9 млн грн. Ліквідні активи перебувають нижче за рівноважний запас тривалий час — 8 місяців. Банк має вирішити, яким чином він буде закривати таке скорочення ліквідності, за рахунок яких коштів, адже ліквідні активи майже повністю вичерпуються, мінімальні залишки дорівнюють 1,9 млн грн.

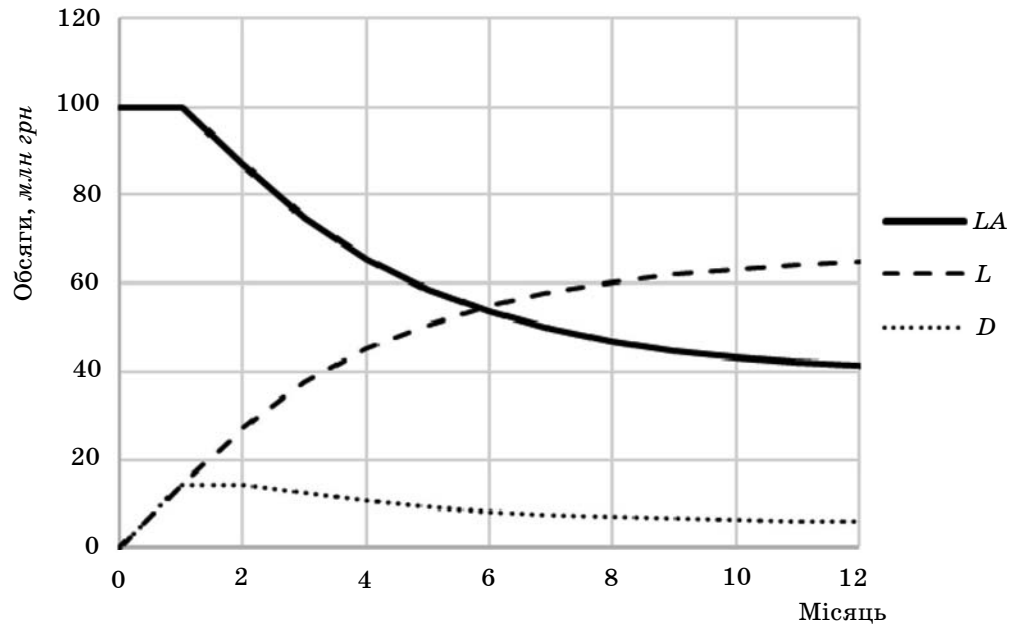


Рис. 3. Аперіодичний режим ліквідності ($\tau_1 = 7$, $\tau_2 = 12$, $\tau_3 = 1$)

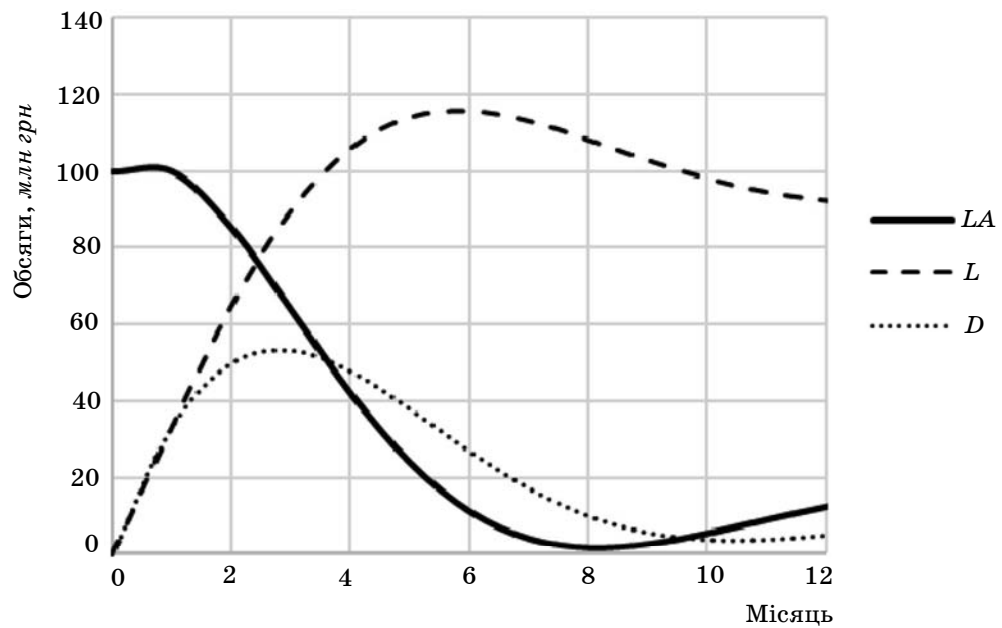


Рис. 4. Періодичний режим ліквідності з помірною частотою коливань ($\tau_1 = 3$, $\tau_2 = 18$, $\tau_3 = 2$)

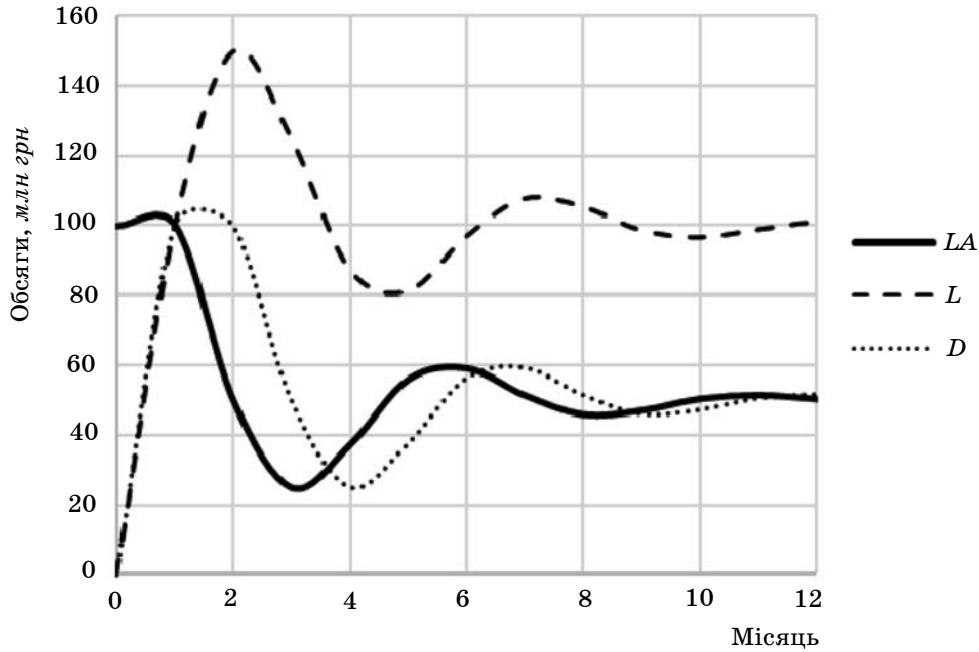


Рис. 5. Періодичний режим ліквідності з високою частотою коливань ($\tau_1 = 1, \tau_2 = 2, \tau_3 = 1$)

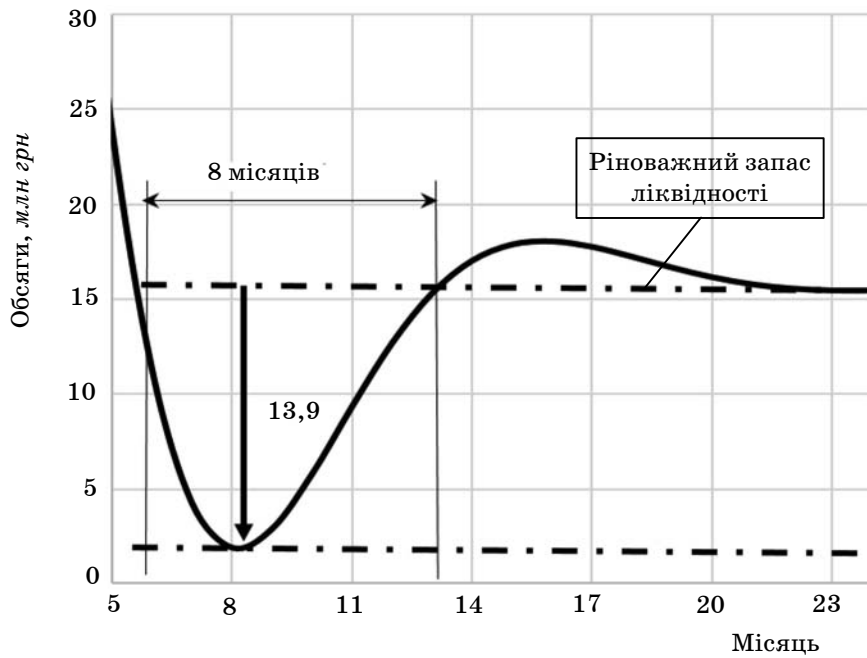


Рис. 6. Детальна картина зниження запасу ліквідності нижче за рівноважне значення

І. Волошин, А. Воронін. Дискретна динамічна модель ліквідності банку з урахуванням ендогенних депозитів

При цьому обсяг кредитів після 6 місяців починає зменшуватися. Це є фальшивим сигналом, що треба щось змінювати у кредитуванні, наприклад умови кредитування або впроваджувати маркетингові заходи тощо. Але причина такого скорочення у цьому випадку полягає не в зміні привабливості кредитних продуктів для клієнтів чи у зміні ринкових умов, а в особливостях поведінки динамічної системи взаємозв'язаних процесів, тобто у періодичності режиму.

Зауважимо, що перехідний процес (досягнення стаціонарних значень показників) може тривати порівняно довго. У нашому прикладі він триває 23 місяці — майже два роки. Таким чином, на практиці кредитування банків завжди перебуває у перехідному режимі.

Зауважимо, що застосування зворотного Z -перетворення¹⁵ дає змогу отримати аналітичні рішення системи рівнянь (3) для аперіодичного і періодичного режимів. Для умови, коли дискримінант більший за нуль ($\Delta > 0$), динаміка ліквідних активів у аперіодичному режимі описується таким рівнянням:

$$x_1(n) = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left((\lambda_2 + 1 - a_2)\lambda_2^n - (\lambda_1 + 1 - a_2)\lambda_1^n \right) x_1(0) + \left(\frac{a_2 - 1 + \lambda_1}{(\lambda_2 - \lambda_1)(1 - \lambda_1)} \lambda_1^n - \frac{a_2 - 1 + \lambda_2}{(\lambda_2 - \lambda_1)(1 - \lambda_2)} \lambda_2^n \right) a_3 D_e + x_1^n,$$

а динаміки кредитів — таким:

$$x_2(n) = \frac{a_1(\lambda_2^n - \lambda_1^n)}{\lambda_2 - \lambda_1} x_1(0) + \frac{(a_3 - 1 + \lambda_2)\lambda_2^n - (a_3 - 1 + \lambda_1)\lambda_1^n}{\lambda_2 - \lambda_1} x_2(0) + \frac{a_1 a_2 D_e}{\lambda_2 - \lambda_1} \left(\frac{\lambda_1^n}{1 - \lambda_1} - \frac{\lambda_2^n}{1 - \lambda_2} \right) + x_2^n,$$

де параметри $\lambda_{1,2}$ визначаються так:

$$\lambda_{1,2} = \frac{2 - a_2 - a_3 \pm \sqrt{\Delta}}{2}, \lambda_2 > \lambda_1.$$

Для умови, коли дискримінант менший за нуль ($\Delta < 0$), динаміка ліквідних активів у періодичному режимі описується таким рівнянням:

$$x_1(n) = d^n \left(\frac{\xi d + a_2 - 1}{d\sqrt{1 - \xi^2}} \sin(\omega n) + \cos(\omega n) \right) x_1(0) + d^{n-1} \frac{a_2 - a_3}{\sqrt{1 - \xi^2}} \sin(\omega n) x_2(0) + \left(\frac{d^n}{a_2} \left(\frac{d(d - \xi) + (\xi d - 1)(a_2 - 1)}{d\sqrt{1 - \xi^2}} \sin(\omega n) - a_2 \cos(\omega n) \right) + 1 \right) x_1^n,$$

¹⁵ Макаров И.М. Таблица обратных преобразований Лапласа и обратных z -преобразований: Дробно-рациональные изображения : учеб. пособие / И.М. Макаров, Б.М. Менский. — М. : Высш. школа, 1978. — 247 с.

а динаміка кредитів — таким:

$$x_2(n) = d^{n-1} \frac{a_1}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin(\omega n) x_1(0) + d^n \left(\frac{\xi d + a_3 - 1}{d\sqrt{1-\xi^2}} \sin(\omega n) + \cos(\omega n) \right) x_2(0) + d^n \left(\frac{\xi d - 1}{d\sqrt{1-\xi^2}} \sin(\omega n) - \cos(\omega n) \right) x_2^n,$$

де параметри d , ξ та ω визначаються так:

$$d^2 = (1-a_2)(1-a_2) - a_1(a_3 - a_2), \quad \xi = \frac{1-a_2-a_3}{d} \quad \text{та} \quad \omega = \arccos(\xi).$$

Період коливань періодичного режиму визначають за формулою

$$T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Динаміку депозитів можна отримати із балансового рівняння

$$D(n) = x_1(n) + x_2(n) - D_e.$$

Розроблена дискретна динамічна модель дає змогу визначити:

- режими кредитування (аперіодичний чи періодичний);
- період коливань ліквідних активів;
- тривалість та обсяги дефіциту ліквідності відносно рівноважного запасу ліквідності;
- додатково — час досягнення рівноважних залишків ліквідних активів, кредитів та ендогенних депозитів (*прикладів розрахунку не наведено*).

Для ефективного контролю ліквідності банкам доцільно налаштувати облік ендогенних і екзогенних депозитів та впровадити розрахунок нетрадиційного для аналітиків показника — періоду оборотності ліквідних активів як відношення дебетового обороту за рахунками для обліку кредитів до обсягу ліквідних активів.

Висновки. У статті аналітично встановлені умови виникнення не тільки аперіодичного звичайного режиму кредитування, але й малодослідженого періодичного режиму, який може суттєво ускладнювати управління ліквідністю через фальшиві сигнали. На прикладах детально проаналізовано періодичний режим, за якого виникають неочікувані скорочення запасу ліквідності та падіння обсягів кредитів після їх стрімкого зростання. Встановлено, що банки фактично працюють у перехідних режимах кредитування, які треба виявляти, щоб приймати правильні управлінські рішення. Коливання ліквідності пояснюються природою самого кредитування (визначаються періодами циклів грошового обігу). Натомість зазвичай зміну залишків кредитів пояснюють зміною ринкових умов, попиту на кредити та макроекономічної обстановки. Розроблена модель буде корисною як банківським практикам, так і дослідникам.

Наступні дослідження доцільно спрямувати на розробку моделі, що враховує прибутковість як банку, так і його клієнтів, капітал, залучення нових екзогенних депозитів та дефолти позичальників. Крім того, важливим напрямом для практики є розробка моделі оптимального управління кредитним процесом.

Зауважимо, що концепція “кредити породжують депозити” передбачає перегляд підходів до пруденційного нагляду, зокрема до оцінювання ліквідності та ризику ліквідності комерційних банків та визначення умов, за яких ЦБ має підтримувати їхню ліквідність.

Список використаних джерел:

1. *Blanc M.* Money Multiplier Dynamics and Banking Liquidity Cycles [El. resource] / M. Blanc, D.W. Peterson. — URL: <https://silو.tips/download/money-multiplier-dynamics-and-banking-liquidity-cycles>.
2. *Chowdhury A.K.* From Loan to Deposit: Deposit Creation by Banks and the Significance of Cash Reserves [El. resource] / A.K. Chowdhury // *Drishtikon: A Management Journal*. — Vol. 5, Iss. 2. — March — September 2014. — URL: https://www.academia.edu/7840345/From_Loan_to_Deposit_Money_Creation_by_Banks_and_the_Significance_of_Cash_Reserves.
3. *Chowdhury A.K.* ‘Loans First’ — Explaining Money Creation by Banks [El. resource] / A.K. Chowdhury // *Macroscan*. — 2013, Sept. 30th. — URL: http://www.macroscan.org/fet/sep13/fet30092013Loans_First.htm.
4. *Deutsche Bundesbank Monthly Report*. April 2017, Vol 69, No 4 [El. resource]. — URL: <https://www.bundesbank.de/en/publications/reports/monthly-reports/monthly-report-april-2017-667334>.
5. *Fiedler R.* Liquidity Modelling [El. resource] / R. Fiedler // *Incisive Media*. — 2011. — URL: https://www.academia.edu/9560965/Liquidity_Modelling.
6. *Godley W.* Monetary Economics. An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production and Wealth / W. Godley, M. Lavoie. — N.Y. : Palgrave Macmillan, 2007. — 530 p.
7. *Graziani A.* The Monetary Theory of Production [El. resource] / A. Graziani. — UK : Cambridge University Press, 2003. — 176 p. — URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511493546>.
8. *Halaj G.* Dynamic balance sheet model with liquidity risk [El. resource] / G. Halaj // *ECB Working Paper 1896*, April 2016. — URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1896.en.pdf>.
9. *Howells P.* ‘The demand for endogenous money’ / P. Howells // *Journal of Post Keynesian Economics*. — 1995. — Vol. 18, No. 1. — P. 89—106.
10. *Jordan T.J.* Why sovereign money would hurt Switzerland Swiss Institute of Banking and Finance at the University of St. Gallen (s/bf-HSG) [El. resource] / T.J. Jordan ; Swiss National Bank. Zurich, 2018 (speech given in German). — URL: https://www.snb.ch/en/mmr/speeches/id/ref_20180503_tjn.
11. *Keen S.* Solving the Paradox of Monetary Profits [El. resource] / S. Keen // *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. — 2010-31. — Vol. 4. — URL: <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2010-31>.
12. *Laidler D.* ‘Endogenous buffer-stock money’, Credit, interest rate spreads and the monetary policy transmission mechanism / D. Laidler, W. Robson // *Session 3, conference on The Transmission of Monetary Policy held at the Bank of Canada in November 1994*.

13. *Лепушинський В.* Як створюються гроші і яка в цьому процесі роль Нацбанку [Ел. ресурс] / В. Лепушинський, С. Ніколайчук // Економіка. — 2019. — 26 лютого. — Режим доступу: <https://voxukraine.org/uk/yak-stvoryuyutsya-groshi-i-yaka-v-tsomu-protsezi-rol-natsbanku-spojler-ne-golovna/>.

14. *McLeay M.* Money creation in the modern economy [El. resource] / M. McLeay, A. Radia, R. Thomas // Quarterly Bulletin 2014 Q1. — URL: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/quarterly-bulletin/2014/money-creation-in-the-modern-economy.pdf?la=en&hash=9A8788FD44A62D8BB927123544205CE476E01654>.

15. *Макаров И.М.* Таблица обратных преобразований Лапласа и обратных z-преобразований: Дробно-рациональные изображения : учеб. пособие / И.М. Макаров, Б.М. Менский. — М. : Высш. школа, 1978. — 247 с.

16. *Moore B.* Horizontalists and verticalists: the macroeconomics of credit money / B. Moore — UK : Cambridge University Press, 1988.

17. *Рей Р.* Сучасна теорія грошей / Р. Рей. — Київ : Наш формат, 2017. — 480 с.

18. *Рей Р.* Я ж вам казав! Сучасна економіка за Гайманом Мінськи / Р. Рей. — К. : Наш формат, 2018. — 288 с.

19. *Werner R.A.* Can banks individually create money out of nothing? [El. resource] / R.A. Werner // The theories and the empirical evidence. International Review of Financial Analysis. — 2014. — Vol. 36. — P. 1—19. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1057521914001070>.

20. *Wray L.R.* Minsky on banking: Early work on endogenous money and the prudent banker / L.R. Wray // Working Paper. — January 2015. — No. 827.

Надійшла до редакції 02.11.2020

Ihor Voloshyn, Anatoliy Voronin. *A Discrete Dynamic Model of Banking Liquidity with Endogenous Deposits*

The article examines the impact of endogenous deposits created by loans on the liquidity of a commercial bank. A developed discrete dynamic model of liquidity is based in particular on the application of a non-traditional indicator of turnover of liquid assets, namely, the ratio of debit turnover on loan accounts to the stock of liquid assets. Using the inverse Z-transformation, the analytical decision is received, and its stability is proved. The conditions for the existence of aperiodic and periodic liquidity regimes of the bank were established.

Key words: bank liquidity, discrete model, dynamic model, Z-transformation, liquid assets, loans, endogenous deposits, aperiodic regime, periodic regime, turnover time.

Игорь Волошин, Анатолий Воронин. *Дискретная динамическая модель ликвидности банка с учетом эндогенных депозитов*

В статье исследовано влияние на ликвидность коммерческого банка эндогенных депозитов, созданных кредитами. Разработано дискретную динамическую модель ликвидности, основанную, в частности, на использовании нетрадиционного показателя оборачиваемости ликвидных активов – отношения дебетового оборота по счетам для учета кредитов к запасу ликвидных активов. С помощью обратного Z-преобразования получено аналитическое решение и доказана его устойчивость. Установлены условия существования аperiodического и периодического режимов ликвидности банка.

Ключевые слова: ликвидность банка, дискретная модель, динамическая модель, Z-преобразования, ликвидные активы, кредиты, эндогенные депозиты, аperiodический режим, периодический режим, период оборачиваемости.