

6. Про затвердження формидержавного статистичного спостереження № 1-ІКТ (річна) "Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах" [http://ukrstat.org/uk/norm\\_doc/2014/351/351\\_2014.html](http://ukrstat.org/uk/norm_doc/2014/351/351_2014.html)
7. Guide for Measuring ICT Access and Use by Households and Individuals. [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ITCMEAS-2014-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ITCMEAS-2014-PDF-E.pdf)

УДК 330.46.: 336.7

Л.І. Кайдан, Є.В. Духота

### **Концептуальні основи інтелектуалізації імітаційного моделювання стабільного розвитку комерційного банку з урахуванням взаємозв'язку ризиків**

*Запропонована ймовірно-автоматна модель формування джерел залучення банківських ресурсів та напрямів їх розміщення, що враховує особливості ділової активності власників рахунків до запитання. Запропоновано підхід до формування та розвитку інтелектуалізації імітаційного моделювання комерційного банку за умов урахування взаємозв'язку ризику ліквідності з кредитним ризиком та невизначеністю джерел повернення боргу.*

**Ключові слова:** *ліквідність балансу, ризик ліквідності, кредитний ризик, невизначеність, імітаційне моделювання, база знань, інтелектуалізація моделювання.*

*Предложена вероятностно-автоматная модель формирования источников привлечения банковских ресурсов и направлений их размещения, которая учитывает особенности деловой активности владельцев счетов до востребования. Предложен подход к формированию и развитию интеллектуализации имитационного моделирования коммерческого банка в условиях учета взаимосвязи риска ликвидности с*

Збірник наукових праць

кредитным риском и неопределённости источников  
возврата долга.

**Ключевые слова:** ликвидность баланса, риск  
ликвидности, кредитный риск, неопределённость,  
имитационное моделирование, база знаний,  
интеллектуализация моделирования.

*A probabilistic automation model is proposed to form  
sources for bringing in of bank resources and lines of their  
allocation. This model takes into consideration particularities  
of the business activity of on-demand-accounts' owners. There  
is a method of intellectualization's formation and development  
for simulation of a commercial bank provided taking into  
account an interconnection between a liquidity risk and a  
credit risk and uncertainty of sources to return debts.*

**Keywords:** liquidity of a balance, liquidity risk, credit  
risk, uncertainty, simulation, Knowledge base,  
intellectualization of modeling.

**Актуальність.** Основою розвитку грошово-кредитних відносин в Україні є постійне удосконалення банківської системи. Життєво необхідним є розташування банків по території країни відповідно до концентрації грошових потоків, забезпечення їх високої капіталізації та ліквідності, захист прав фінансово-кредитних установ на безумовне повернення наданих кредитів. Подальше удосконалення організації банківської системи та її розвиток потребує оптимізації структури управління всіма банками в напрямі зменшення рівнів управління, чіткого розподілу підрозділів, що обслуговують клієнтів і ведуть облік операцій, створення як ефективної електронної біржі міжбанківських кредитів і депозитів, так і внутрішньобанківських електронних систем перерозподілу ресурсів.

Сучасні кризові умови в Україні є потужним джерелом неповноти та невизначеності інформації, що обумовлює велику ймовірність настання значних втрат у розмірах, що потенційно загрожують фінансовій стійкості окремих банківських установ або банківської системи в цілому. Проблеми, що пов'язані із ризиками та невизначеністю, можуть бути ускладнені наявністю внутрішніх слабких сторін окремої фінансово-кредитної установи, виявити та оцінити які можливо шляхом внутрішнього аналізу маркетингової діяльності, фінансового стану банку, ефективності управління банківськими операціями та послугами, управління людськими ресурсами.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Проведені дослідження співвідношення мобілізованих банками кредитних ресурсів і наданих кредитів свідчить про те, що обсяги попиту на кредити у порівнянні з обсягами пропозиції джерел їх залучення постійно зростають як по країні в цілому так і за видами економічної діяльності зокрема.

Проведений аналіз методів і засобів моделювання стабільного функціонування фінансово-кредитних установ у задачах підтримки управлінських рішень свідчить про необхідність вирішення задач стабільного функціонування банківських установ на основі сучасних інформаційних технологій, в яких застосовуються засоби прийняття рішень із використанням даних, знань, економіко-математичних моделей та технологій видобування знань. Аналіз концепцій інтелектуалізації процесу моделювання стабільного функціонування фінансово-кредитних установ підтверджує доцільність застосування підходів штучного інтелекту, що базуються на нейронних мережах, нечіткій логіці, експертних системах, комп'ютерах п'ятого

покоління, системах моделювання мислення, а також апарату ймовірно-автоматного моделювання до формування методології інтелектуалізації процесу моделювання стабільного функціонування фінансово-кредитних установ.

**Невирішені раніше проблеми.** Імітаційне моделювання – це фактично найпотужніший апарат аналізу складних систем в умовах невизначеності і дії випадкових чинників. Відображення основних характеристик об'єкта управління може відбуватися навіть за відсутності деякої інформації за допомогою інтуїції і досвіду суб'єкта управління, що взаємодіє з імітаційною моделлю в режимі діалогу.

Проведення досліджень в напрямі розробки концептуальних питань формування та розвитку знання-орієнтованої методології інтелектуального моделювання стабільного функціонування фінансово-кредитних установ у задачах підтримки управлінських рішень на основі сучасних інформаційних технологій, в яких застосовується програмно-цільовий підхід до застосування апарату ймовірно-автоматного моделювання, баз даних та баз знань здійснюється вперше.

**Постановка завдання.** Банківська система в цілому та кожний банк зокрема удосконалюють передовсім управління активами і пасивами. Система формування банківських активів повинна будуватися на чіткому визначенні джерел ресурсів для кожного з них (табл. 1). Це дасть змогу, з одного боку не втратити ліквідність, а з другого пов'язати вартість пасивів із дохідністю активів.

Загальну схему використання вкладів до запитання наведено в табл. 2.

Активны та пасивны операцькы комерцьного банку

АКТИВ		ПАСИВ	
Грошові активи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кошти на кореспондентському рахунку в НБУ.</li> <li>2. Кошти в касі.</li> <li>3. Кошти на кореспондентських рахунках в інших банках (на рахунках НОСТРО).</li> <li>4. Депозити розміщені в інших банках.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статутний фонд.</li> <li>2. Резервний фонд.</li> <li>3. Страховий фонд.</li> <li>4. Фонд економічного стимулювання.</li> <li>5. Інші фонди спеціального призначення.</li> <li>6. Нерозподілений прибуток.</li> </ol>	Власні ресурси
редитний портфель	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усі кредити, видані юридичним особам у національній та іноземній валюті (в тому числі прострочені і пролонговані).</li> <li>2. Всі кредити видані фізичним особам (у тому числі прострочені і пролонговані).</li> <li>3. Міжбанківські кредити видані (у тому числі прострочені і пролонговані).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кошти вкладників (юридичних та фізичних осіб) на рахунках <u>до запитання</u> (поточних, бюджетних, депозитних).</li> <li>2. Кошти банків-кореспондентів на кореспондентських рахунках, відкритих у даному банку (на рахунках ЛОРО).</li> <li>3. Кошти вкладників (юридичних та фізичних осіб) на строкових депозитних рахунках.</li> <li>4. Депозити, залучені від інших банків.</li> </ol>	Залучені ресурси
Інвестиційний портфель	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вкладення в державні цінні папери.</li> <li>2. Вкладення в корпоративні цінні папери.</li> <li>3. Вкладення в статутні фонди підприємств та організацій.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кредити отримані в інших комерційних банках.</li> <li>2. Кредити отримані в НБУ</li> <li>3. Боргові цінні папери.</li> </ol>	Позичені ресурси

Матеріальні активи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні фонди.</li> <li>2. Товарно-матеріальні цінності.</li> </ol>		
Нематеріальні активи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Людський капітал.</li> <li>2. Організаційний капітал.</li> <li>3. Споживчий капітал.</li> </ol>		

Таблиця 2

Загальна схема використання вкладів до запитання

Вклади до запитання	1. Недохідні ліквідні активи (кошти на кореспондентському рахунку і в касі)
	2. Короткострокові міжбанківські кредити овернайт (якщо після завершення операційного дня на кореспондентському рахунку банку лишилися вільні кошти)
	3. Комерційні кредити
	4. Цінні папери
	5. Розрахунки між філіями
	6. Дебітори
	7. Недохідні активи

**Метою** даної статті є обґрунтування підходу до формування ефективного варіанту розвитку комерційного банку, що базується на розробці ймовірно-автоматної

моделі реалізації системи повного резервування коштів на рахунках строкових активів з урахуванням ділової активності клієнтів, які є власниками поточних рахунків до запитання, залишки на яких розподілені за нормальним, експоненціальним або рівномірним законом за умов урахування взаємозв'язку ризику ліквідності з кредитним ризиком та невизначеністю джерел повернення боргу.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо комерційний банк будь-якої організаційно-правової форми, яка входить до переліку встановленого Законом України “Про банки і банківську діяльність” [1].

Під ліквідністю банку розуміють його здатність швидко і в повному обсязі задовольняти невідкладні потреби у грошових коштах.

Ліквідність комерційного банку базується на постійній підтримці об'єктивно необхідного співвідношення між трьома її складовими: власним капіталом банку, залученими банком та розміщеними ним ресурсами, шляхом оперативного управління їх структурними елементами.

Ліквідність банку свідчить про його спроможність відповідати за своїми зобов'язаннями за мінімальних втрат, тобто своєчасно за відсутності збитків для банку погашати борги. Вибір оптимального співвідношення між рентабельністю та ліквідністю банку, за будь-якого з типів економічної системи, був і залишається незмінною проблемою банків. Сучасні банки зазвичай віддають перевагу забезпеченню ліквідності, свідомо втрачаючи деякі можливі прибутки.

Актив необхідно формувати таким, яким є пасив за строками – це є правилом виконавчого банківського менеджменту. Підтримка не необхідному рівні ліквідності банку веде до зменшення прибутковості. Від оптимального

розв'язання ключової банківської дилеми: ліквідність – прибутковість, залежить надійність та ефективність функціонування кожного банку.

На ліквідність балансу банку впливають наступні фактори:

– структура активів балансу банку є одним із основних факторів впливу на ліквідність балансу банку. Чим більша частка першокласних ліквідних активів у загальній сумі активів, тим вища ліквідність балансу банку;

– ступінь ризику окремих активних операцій. Чим більша частка високоризикових активів у балансі банку, тим нижча його ліквідність;

– ступінь кредитоспроможності позичальника впливає на своєчасне повернення позик і тим самим на ліквідність балансу. Чим більша частка високоризикованих кредитів у кредитному портфелі банку, тим нижча його ліквідність;

– структура пасивів балансу. За інших рівних умов зростання частки вкладів до запитання та спадання частки строкових вкладів призводить до зниження банківської ліквідності;

– надійність депозитів та позик, що одержані банком від інших кредитних установ.

У даній статті пропонується підхід що забезпечує уникнення додаткових витрат на залучення коштів унаслідок несподіваних потреб у ресурсах, який базується на віднайденні шляхів (напрямів) зменшення залежності банку від дорогих ресурсів та переорієнтації на дешеві та більшою мірою прогнозовані кошти, з яких формується ресурсна база комерційного банку.

При такому підході одним із можливих напрямів розміщення банківських ресурсів є використання залишків



коштів на поточних рахунках клієнтів до запитання для проведення активних банківських операцій. За напружених умов вважаємо за доцільне, таке управління банківською ліквідністю, при якому надається пріоритет задоволенню попиту на ліквідні грошові ресурси на підставі визначення обсягів й напрямів розміщення ресурсів та обсягів і джерел покриття дефіциту ресурсів.

У розробленій ймовірно-автоматній моделі реалізований підхід щодо використання в активних операціях банку ресурсів у вигляді залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання з урахуванням особливостей їх ділової активності та ефективності управління клієнтами своїми грошовими коштами.

При розробці моделі використовувався метод ймовірно-автоматного моделювання з урахуванням досвіду науковців і практиків банківської справи щодо доцільності здійснення активних операцій з використанням залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання за напружених та надзвичайних умов.

Пропонується підхід до вирішення проблем, пов'язаних із неспроможністю банку планувати ліквідність і завчасно прогнозувати можливу незбалансованість між строками й сумами погашення розміщених активів та строками й сумами виконання зобов'язань, що має місце через неналежне вивчення грошових потоків клієнтів, особливостей їх ділової активності тощо.

Клієнти, що є власниками рахунків до запитання, у будь-який час випадковим чином доповнюють обсяги коштів на своїх поточних рахунках або зменшують їх частково чи повністю, що призводить до постійних змін обсягів залишків на їхніх поточних рахунках.

Для комерційного банку випадковими величинами є:

- залишки та моменти часу надходження коштів на рахунки клієнтів до запитання;
- залишки та моменти часу списання коштів з таких рахунків.

Вибір закону розподілу визначається особливостями ділової активності власників рахунків до запитання.

Рентабельність фінансової діяльності суб'єктів господарювання, що характеризуються діловою активністю, значно перевищує ставку дохідності від утримування грошових коштів на банківських рахунках. Тому такі клієнти банку швидко використовують наявні грошові ресурси та підтримують якнайменші обсяги залишків на своїх поточних рахунках. Розподіл залишків цих клієнтів залежить від кількості надходжень грошових ресурсів на рахунки та кількості їх списання з рахунків, тобто від кількості трансакцій через поточний рахунок, та підпорядковується нормальному закону розподілу.

В деяких випадках грошові ресурси на поточні рахунки надходять після закінчення операційного дня, і клієнт уже не в змозі ними розпорядитися. Буває, що клієнт накопичує грошові кошти на рахунках для здійснення великого обсягу списання. Тоді розподіл ймовірностей залишків наближується до експоненціального закону розподілу.

За відсутності ділової активності клієнт не в повному обсязі використовує свої грошові кошти, надходження списуються не відразу. Тоді розподіл ймовірностей залишків близький до рівномірного закону розподілу [2].

Розглянемо процес функціонування комерційного банку, в якому для підтримки ліквідності серед зобов'язань допускається можливість використання залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання, що розподілені за трьома законами розподілу: нормальним,

експоненціальним та рівномірним. Прибутки банку залежать від обсягу грошових ресурсів на поточних рахунках клієнтів до запитання кожного з трьох законів розподілу та від відсоткової ставки за користування коштами клієнтів.

Перед банком виникає задача у якому співвідношенні необхідно використати загальний обсяг грошових ресурсів (кожного з трьох законів розподілу рахунків), щоб збільшити ризик отримання прибутку та зменшити ризик ліквідності.

Для дослідження обсягів грошових потоків клієнтів, особливостей їх ділової активності та ефективності управління клієнтами своїми грошовими коштами, базуючись на ймовірно-автоматній моделі, що реалізує систему повного резервування коштів на рахунках строкових активів, та узагальненій моделі підтримки управлінських рішень, в основу якої покладені ідеї програмно-цільового методу розроблена ймовірно-автоматна модель, що враховує особливості ділової активності власників рахунків до запитання [3].

Після завершення операційного дня комерційного банку маємо таку структуру сальдового балансу, в якій послідовність застосування статей активу балансу поставлена у відповідність до рівня прибутковості активів (табл. 3).

При розробці моделі використовувався метод ймовірно-автоматного моделювання з урахуванням досвіду науковців і практиків банківської справи щодо доцільності використання залишків коштів на поточних рахунках клієнтів до запитання для здійснення активних операцій за надзвичайних та напружених умов з урахуванням ефективності управління клієнтами своїми грошовими ресурсами на рахунках до запитання [4 – 6].

Джерела залучення банківських ресурсів та напрями їх розміщення

<b>АКТИВИ</b>		<b>ПАСИВИ</b>	
1	Ліквідні активи	1	Вклади до запитання
2	Міжбанківський кредит	2	Міжбанківський кредит
3	Комерційні кредити	3	Строкові вклади
4	Цінні папери	4	Цінні папери
5	Розрахунки між філіями	5	Розрахунки між філіями
6	Дебіторська заборгованість	6	Кредиторська заборгованість
7	Недохідні активи	7	Капітал
	БАЛАНС		БАЛАНС

Модель складається з 55 автоматів. З них 52 становлять основну частину системи, 3 – індикатор. 45 автоматів є імовірнісним, 7 автоматів – детерміновані. За одиницю автоматного часу вибрано 3 хвилини. В таблиці умовних функціоналів переходів, що задає стани автоматів в  $(t+1)$ -й момент часу через стани інших автоматів – в  $t$ -й момент часу, використовуються наступні позначення (табл. 4)

Таблиця 4

Умовні функціонали переходів

<b>D</b>	$d(t) < 20$	$d(t) = 20$
	$d(t) + 1$	$d(t) - 19$
$E_{1i}(i = \overline{1,4})$	$e_{1i}(t) < 1$	$e_{1i}(t) \geq 1$
	$\eta_i$	$e_{1i}(t) - 1$
$F_1$	1	0
$E_{2j}(j = \overline{6,9})$	$e_{2j}(t) < 1$	$e_{2j}(t) \geq 1$
	$\eta_j$	$e_{2j}(t) - 1$
$F_2$	1	0

Збірник наукових праць

$E_{31} (1=10,11)$	$e_{3l}(t) < 1$		$e_{3l}(t) \geq 1$	
	$P_{lk}$		$e_{3l}(t) - 1$	
$F_3$	1		0	
$A_m, (m = \overline{1,7})$	$\mu_m$			
$B_{n1}, (n1 = \overline{1,7})$	$V_{n1}$			
$B_{n2}, (n2 = \overline{1,7})$	$V_{n2}$			
$B_{n3}, (n3 = \overline{1,7})$	$V_{n3}$			
$C_{mn}, (m,n = \overline{1,7})$	$V_{n1} + V_{n2} + V_{n3} - \mu_m$			
$R_{11}$	$c_1 > 0$			
	$c_1 + c_2$			
$R_{12}$	$r_{11} > 0$		$r_{11} < 0$	
	$r_{11} + c_3$		$c_4 + r_{11}$	
$R_{21}$	$r_{12} < 0 \wedge$ $\wedge c_4 < 0 \wedge$ $\wedge c_5 > 0$	$r_{12} < 0 \wedge$ $\wedge c_4 < 0 \wedge$ $\wedge c_5 < 0 \wedge$ $\wedge c_6 > 0$	$r_{12} < 0 \wedge$ $\wedge c_4 < 0 \wedge$ $\wedge c_5 < 0 \wedge$ $\wedge c_6 < 0 \wedge$ $\wedge c_7 > 0$	
	$c_5 + r_{12}$	$c_6 + r_{12}$	$c_7 + r_{12}$	
$R_{22}$	$r_{21} > 0 \wedge c_4 < 0$		$r_{21} < 0 \wedge c_4 < 0$	
	$r_{21} + c_4$		$c_5 + r_{21}$	
$R_{31}$	$r_{22} < 0 \wedge c_6 > 0$		$r_{22} < 0 \wedge$ $\wedge c_6 < 0 \wedge$ $\wedge c_7 > 0$	
	$c_6 + r_{22}$		$c_7 + r_{22}$	
$T$	$t + 1$			

Економічна інтерпретація станів автоматів наступна.

Автомат  $D$  здійснює перехід моделі від однієї години до іншої: стан  $d(t)$  автомату  $D$  в момент  $t$  означає проміжок часу (виражений в одиницях автоматного часу), який

сплинув від першого до  $t$ -го трихвилинного відрізка часу кожної години. З кожним обрахунком моделі внутрішній стан  $d(t)$  автомату збільшується на одиницю, при його початковому стані 1. Накопичення здійснюється до тих пір, поки внутрішній стан не стане дорівнювати 20, потім здійснюється скидання дев'ятнадцяти одиниць, що відповідає переходу до наступної години роботи. Процес накопичення і скидання одиниць автоматного часу повторюється циклічно.

Група автоматів  $E_{1i}$  ( $i = \overline{1,4}$ ) відповідає порядковому номеру години роботи до завершення операційного дня (банку) складається із 4 автоматів і моделює час проведення в банку активних і пасивних операцій між 9 та 13 годинами, який підкоряється закону розподілу Пуассона з

$$\lambda_1 = \frac{1}{\eta_1}, \lambda_2 = \frac{1}{\eta_2}, \lambda_3 = \frac{1}{\eta_3}, \lambda_4 = \frac{1}{\eta_4}.$$

параметрами Проміжки часу між моментами проведення зазначених операцій від 9 до 13 годин розподіляються за експоненціальним законом  $1 - e^{-\lambda_i x} = P\{\xi_i \leq x\}$  ( $\lambda_i \geq 0, x > 0$ ). Стан  $e_{1i}(t)$  автомата  $E_{1i}$  означає проміжок часу, що залишився від моменту  $t$  до моменту проведення банком активних і пасивних операцій на  $i$ -ту годину роботи банку.

Якщо в деякий момент часу  $t$  величина  $e_{1i}(t) > 1$ , то через одиницю автоматного часу  $e_{1i}(t+1) = e_{1i}(t) - 1$ . Якщо  $e_{1i}(t) < 1$ , то через одиницю часу відбудеться проведення операцій і величина проміжку часу до наступної операції являтиме собою реалізацію випадкової величини  $\eta_i$ .

$f_1(t)$  – сигнал, що сповіщає про проведення активної і пасивної операції в поточний момент автоматного часу, в часовому інтервалі між 9 та 13 годинами, тобто  $f_1(t+1) = 1$ , де  $(t+1)$  – момент проведення операції (тобто

коли  $e_{1i}(t) < 1$ ) та  $f_1(t + 1) = 0$  – в протилежному випадку (тобто коли  $e_{1i}(t) \geq 1$ ).

Автомат  $E_{3l}$  ( $l = 10, 11$  відповідає порядковому номеру години роботи банку) моделює погодинне проведення міжбанківських розрахунків від 18 до 20 годин. В момент  $t$  стан автомату  $E_{3l}$  співпадає з реалізацією дискретної випадкової величини  $P_l$ , що задається розподілом  $\{P_{lk}, k = \overline{1, 20}\}$ , тобто  $P_{lk}(t) = P_l$ , якщо  $e_{3l}(t) < 1$ .

Автомат  $F_3$  фіксує проведення міжбанківських операцій від 18 до 20 годин. Стан автомату  $e_{3l}(t)$  – сигнал про проведення операції в поточний час автоматного часу, тобто  $f_3(t) = 1$ , якщо  $e_{3l}(t) < 1$  і  $f_3(t) = 0$ , якщо  $e_{3l}(t) \geq 1$ .

Внутрішні стани  $a_m(t)$ , ( $m = \overline{1, 7}$ ) групи автоматів  $A_m$  співпадають з реалізацією випадкової величини  $\mu_m$ , ( $m = \overline{1, 7}$ ), яка описується деяким законом розподілу. Задають обсяги попиту на грошові ресурси, що необхідні банківській установі на момент автоматного часу  $t$ :  $a_1(t)$  – ліквідні активи;  $a_2(t)$  – міжбанківський кредит;  $a_3(t)$  – комерційні кредити;  $a_4(t)$  – цінні папери;  $a_5(t)$  – розрахунки між філіями;  $a_6(t)$  – дебіторська заборгованість;  $a_7(t)$  – недохідні активи.

Внутрішні стани  $b_{n1}(t)$ , ( $n = \overline{1, 7}$ ) групи автоматів  $B_{n1}$  співпадають з реалізацією  $v_{n1}$  цілочислової випадкової величини  $N_{n1}$ , яка описується рівномірним законом розподілу з щільністю ймовірностей

$$f(v_{n1}) = \frac{1}{b-a}, a \leq v_{n1} \leq b.$$

Задають обсяги пропозиції грошових ресурсів на момент автоматного часу  $t$ , що може надати комерційний банк із поточних рахунків клієнтів до запитання, які характеризуються відсутністю ділової активності та

Збірник наукових праць

підтримують на своїх рахунках значні обсяги залишків:  $b_{11}(t)$  – вклади до запитання;  $b_{21}(t)$  – міжбанківський кредит;  $b_{31}(t)$  – строкові вклади;  $b_{41}(t)$  – цінні папери;  $b_{51}(t)$  – розрахунки між філіями;  $b_{61}(t)$  – капітал;  $b_{71}(t)$  – кредиторська заборгованість.

Внутрішні стани  $b_{n2}(t)$ , ( $n = \overline{1,7}$ ) групи автоматів  $B_{n2}$  співпадають з реалізацією  $v_{n2}$  випадкової величини  $N_{n2}$ , яка описується експоненціальним законом розподілу з щільністю ймовірностей

$$f(v_{n2}) = \lambda e^{-\lambda v_{n2}}, v_{n2} \geq 0, \lambda > 0.$$

Задають обсяги пропозиції грошових ресурсів на момент автоматного часу  $t$ , що може надати банк із поточних рахунків клієнтів до запитання, які надійшли після закінчення операційного дня банку або накопичуються клієнтами на рахунках для здійснення значного списання:  $b_{12}(t)$  – вклади до запитання;  $b_{22}(t)$  – міжбанківський кредит;  $b_{32}(t)$  – строкові вклади;  $b_{42}(t)$  – цінні папери;  $b_{52}(t)$  – розрахунки між філіями;  $b_{62}(t)$  – капітал;  $b_{72}(t)$  – кредиторська заборгованість.

Внутрішні стани  $b_{n3}(t)$ , ( $n = \overline{1,7}$ ) групи автоматів  $B_{n3}$  співпадають з реалізацією  $v_{n3}$  випадкової величини  $N_{n3}$ , яка описується нормальним законом розподілу з щільністю ймовірностей

$$f(v_{n3}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v_{n3}-a)^2}{2\sigma^2}}, 0 < v_{n3} < \infty,$$

де  $a = M(N_{n3})$  – математичне сподівання випадкової величини  $N_{n3}$ ,  $\sigma = \sigma(N_{n3})$  – середнє квадратичне відхилення випадкової величини  $N_{n3}$ .

Задають обсяги пропозиції грошових ресурсів на момент автоматного часу  $t$ , що може надати банк із поточних рахунків клієнтів до запитання, які здійснюють



активну комерційну діяльність та підтримують на своїх рахунках незначні (низькі) обсяги залишків:  $b_{13}(t)$  – вклади до запитання;  $b_{23}(t)$  – міжбанківський кредит;  $b_{33}(t)$  – строкові вклади;  $b_{43}(t)$  – цінні папери;  $b_{53}(t)$  – розрахунки між філіями;  $b_{63}(t)$  – капітал;  $b_{73}(t)$  – кредиторська заборгованість.

Група автоматів  $C_{mn}$ , ( $m, n = \overline{1,7}$ ) моделює обсяги різниці між пропозицією та попитом на грошові ресурси на момент автоматного часу  $t$ :

$c_1(t)$  – вклади до запитання – ліквідні активи. Вклади до запитання є сумою: значних обсягів залишків на поточних рахунки клієнтів з відсутністю ділової активності; залишків на поточних рахунках, які надійшли після закінчення операційного дня банку або накопичені для здійснення значного списання; незначних обсягів залишків на поточних рахунках клієнтів із активною комерційною діяльністю;

$c_2(t)$  – міжбанківський кредит – міжбанківський кредит;

$c_3(t)$  – строкові вклади – комерційні кредити;

$c_4(t)$  – цінні папери – цінні папери;

$c_5(t)$  – розрахунки між філіями – розрахунки між філіями;

$c_6(t)$  – кредиторська заборгованість – дебіторська заборгованість;

$c_7(t)$  – капітал – недохідні активи.

Автомат  $R_{11}$ . Якщо на момент автоматного часу  $t$  пропозиція грошових коштів за вкладми до запитання перевищує обсяг попиту на ліквідні активи  $c_1(t) > 0$ , то автомат підраховує обсяг коштів, що залишилися і можуть бути залучені на міжбанківське кредитування.

Автомат  $R_{12}$ . Якщо залишок коштів після покриття міжбанківського кредиту  $r_{11}(t) > 0$ , то обчислюється обсяг коштів, що можуть залучатися на комерційне

кредитування  $r_{11}(t) + c_3(t)$ . У випадку  $r_{11}(t) < 0$  залишок підсумовується з різницею  $c_4(t)$ .

Аналогічні міркування застосовуються при побудові автоматів  $R_{21}$ ,  $R_{22}$ ,  $R_{31}$ , які послідовно проводять порівняння обсягів залишків та обчислення обсягів грошових ресурсів (коштів), що можуть використовуватися на покриття від'ємної різниці між одними джерелами залучення та напрямими розміщення за рахунок додатної різниці інших джерел і напрямів використання ресурсів відповідно до зростання їх прибутковості.

Автомат  $T$  підраховує номер наступної одиниці автоматного часу  $t$  моделі.

Базельським комітетом з банківського нагляду визначено, що ризик ліквідності виникає внаслідок неспроможності банку врегулювати скорочення пасивів або фінансувати зростання активів. Ризик ліквідності визначається недостатністю ресурсів для розрахунку банку з клієнтами за своїми зобов'язаннями або неспроможністю надання позик.

Ідентифікація ризику ліквідності полягає у виявленні зон, що є специфічними для ризику ліквідності.

Характеристика зон ризику незбалансованої ліквідності:

- використання короткострокових ресурсів для покриття більш довгострокових активів;
- покриття летучими (високо затребуваними) ресурсами низьколіквідних активів.

Основною причиною існування невизначеності, що зумовлюється неповнотою, недостатністю інформації про функціонування банку, обмеженими можливостями людини щодо збору та переробки інформації, а також постійним її оновленням, тобто основною передумовою появи джерела ризику ліквідності, є виникнення

специфічних для ризику незбалансованої ліквідності зон підвищеного ризику.

У даному дослідженні обрано стратегію управління фінансами банку, що спрямована на мінімізацію ризиків і стабілізацію прибутків. Об'єктами управління є залучені та запозичені кошти, активи, інформаційні потоки та внутрішньобанківські операції.

Механізм модифікації зон підвищеного ризику незбалансованої ліквідності може бути реалізований за рахунок рекурсивного уточнення структури джерел залучення та напрямів розміщення ресурсної бази комерційного банку, що припускає виключення із структури одних банківських ресурсів та введення інших. Внаслідок цього формуються нові джерела залучення й напрями покриття як довгострокових, так і низьколіквідних активів, що призводить до зміни зони ризику незбалансованої ліквідності та ступеня впливу на стабільне функціонування комерційного банку [7].

Множина альтернатив функціонування фінансово-кредитних установ в умовах ризику та невизначеності для систем підтримки управлінських рішень поділяється на такі дві підмножини альтернатив: підмножина альтернатив уникнення банківських ризиків та підмножина альтернатив прийняття банківських ризиків.

Підмножина альтернатив уникнення банківських ризиків: відмова від визначеної банківської діяльності; виконання банківської діяльності нетрадиційним способом; зміна місця виконання банківської діяльності. Основою для прийняття рішень має бути наявність достатньої інформації про якісні та кількісні параметри ризику, що відповідає таким критеріям, як: точність, достовірність, цінність, повнота, своєчасність і можливість вибору альтернативних рішень.

Підмножина альтернатив прийняття банківських ризиків:

– зниження банківських ризиків (удосконалення організаційної структури та авторизація, підвищення кваліфікації персоналу, удосконалення технічних засобів, диверсифікація, лімітування, моніторинг та контроль, лобювання банківських інтересів);

– самостійне протистояння банківським ризикам (поглинання/прийняття банківських ризиків) дає банку можливість покрити збитки в разі їх виникнення за рахунок власних коштів: створення власних резервів (самострахування), компенсація ризику за рахунок поточного прибутку (пряме списання);

– передача банківських ризиків полягає в розподілі (трансфері) ризиків між іншими учасниками ринку: банками, підприємствами, будівельним, страховими, інвестиційними, факторинговими та лізинговими компаніями, іншими фінансовими організаціями: (страхування, хеджування, продаж активів та сек'юрїтизація, консорціумні та паралельні кредити, договори гарантії та поруки, лізингові та факторингові операції) [8].

Розглянемо процес функціонування комерційного банку, в якому для підтримки ліквідності серед зобов'язань допускається можливість використання залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання, що розподілені за трьома законами розподілу: нормальним, експоненціальним та рівномірним. Прибутки банку залежать від обсягу коштів та кожному з трьох видів рахунків та від відсоткової ставки за користування коштами клієнтів. Перед банком виникає задача, у якому співвідношенні використати загальний обсяг грошових ресурсів коштів (кожного з трьох видів законів розподілу

рахунків), щоб збільшити ризик отримання прибутку та зменшити ризик ліквідності.

За нормального закону розподілу з одного поточного рахунку до запитання  $S_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) можна використати залишок обсягом  $h_{k1}$  грошових коштів, за експоненціального закону –  $h_{k2}$ , за рівномірного –  $h_{k3}$ . Нехай також відомі  $C_k$  – відсоткові ставки (в умовних одиницях) кожного з видів розподілу обсягу залишків грошових коштів на поточних рахунках клієнтів до запитання. Прийmemo, що  $f_{kj} = C_k h_{kj}$ ,  $k = 1, 2, 3$ ;  $j = 1, 2, 3$ . Якщо знехтувати вартістю операційних витрат на обслуговування рахунків клієнтів, отримуємо функціонал оцінювання, тобто матрицю  $F^T = (f_{kj})$ ,  $k = 1, 2, 3$ ;  $j = 1, 2, 3$  прибутків банку від використання в активних операціях обсягів грошових коштів на поточних рахунках клієнтів до запитання за всіх можливих ситуацій.

Нехай  $x_1$  – варіант використання банком залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання, що розподілені за нормальним законом розподілу,  $x_2$  – за експоненціальним законом та  $x_3$  – за рівномірним. Припустимо, що в комерційному банку знаходяться залишки на  $\theta_j$  поточних рахунках клієнтів до запитання і банк розглядає можливі варіанти їх використання на ринку з метою подальшого вкладення в кредитні операції. Нехай функціонал оцінювання (платіжна матриця) відображає обсяг виручки, яку може отримати банк від використання залишків на  $\theta_j$  поточних рахунках клієнтів до запитання залежно від умов, що склалися на ринку

Оскільки в нашому дослідженні надається перевага ліквідності, то:

– за критерієм Вальда (критерієм песимізму) обирається варіант рішення, який забезпечує мінімальні з максимально можливих втрат (принцип мінімаксу). Отже,

вибір слід зупинити на тому рішенні  $x^0$ , для якого значення платіжної матриці набуває мінімальних з максимально можливих втрат:

$$f^0 = \min_{x_k \in X} \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj} .$$

– за критерієм домінуючого результату (критерій оптимізму), обирається варіант рішення, який забезпечує мінімальні з мінімально можливих втрат (принцип мініміну). Отже, перевагу слід надати рішенню  $x^0$ , для якого значення платіжної матриці набуває мінімальних з максимально можливих втрат:

$$f^0 = \min_{x_k \in X} \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj} .$$

– за критерієм Севіджа (мінімального ризику) обирають варіант, який за несприятливих умов забезпечує мінімальний ризик. Початковим моментом для цього критерію є перехід від платіжної матриці до матриці ризику  $R$ . Елементи цієї матриці показують очікувані програші (недоотримані прибутки, виручку) суб'єкта ризику під час реалізації ним певного рішення залежно від стану використання залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання (стану ринку). Оптимальним буде таке рішення  $x^0$ , для якого значення невикористаних можливостей набуває мінімального з максимального можливих варіантів:

$$r^0 = \min_{x_k \in X} \max_{\theta_j \in \Theta} r_{kj} .$$

– критерій Гурвіца (критерій песимізму-оптимізму) ставить у відповідність кожному варіанту рішення лінійну комбінацію лише найгіршого та найкращого значення виручки. Особливістю цього критерію є те, що середовище є ворожим лише частково. Ступінь ворожості середовища задається через показник  $\lambda \in [0, 1]$ . При  $\lambda = 0$  критерій

Гурвіца збігається з критерієм домінуючого результату, середовище сприяє діям суб'єкта прийняття рішення. За  $\lambda = 1$  критерій Гурвіца збігається з критерієм Вальда а, середовище діє найгіршим чином.

Стратегія управління стійким розвитком банківської установи полягає в розробці сценаріїв за критерієм мінімізації ризику ліквідності комерційного банку як множини реально існуючих явищ і процесів, що прямо або опосередковано впливають на ефективність розвитку банку, на рівень невизначеності та ризиків при розробці та реалізації управлінських рішень.

Всі фактори в зовнішньому середовищі тим чи іншим чином взаємопов'язані і взаємодіють один з одним. Від зовнішнього середовища цілком залежить внутрішня структура сучасного банку, причому навіть більш жорстко, ніж у інших форм організацій.

Для сценарного моделювання банку необхідно:

- встановити напрями діяльності банку та визначити, на яких із них можлива поява максимальних втрат;

- визначити фактори, зміна яких може призвести до непередбачених суттєвих втрат;

- дотримуватися системного підходу у процесі управління ризиками, тобто враховувати взаємозв'язки між ризиками.

В процесі сценарного моделювання ризику ліквідності необхідно передбачити:

- вплив нестабільності ресурсних джерел;
- вплив депозитів фізичних осіб і/або недоступність ресурсів на міжбанківському ринку;
- вплив коштів, наданих материнськими банками;
- ускладнення доступу до ліквідних коштів;

– зростання вартості ліквідних коштів через погіршення кредитоспроможності самого банку та спровоковані зовнішніми факторами.

Можливі наступні сценарії моделювання ризику ліквідності банку щодо узгодження активних і пасивних статей балансу, у зв'язку з яким виникає ризик ліквідності.

Сценарій № 1. Реструктуризація банківського балансу за допомогою методів структурного балансування.

Сценарій № 2. Узгодження активних і пасивних статей балансу з використанням в активних операціях банку ресурсів у вигляді залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання, що розподілені за експоненціальним законом.

Сценарій № 3. Узгодження активних і пасивних статей балансу з використанням в активних операціях банку ресурсів у вигляді залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання з урахуванням особливостей ділової активності власників рахунків, що розподілені за експоненціальним та рівномірним законами розподілу.

Сценарій № 4. Узгодження активних і пасивних статей балансу з використанням в активних операціях банку ресурсів у вигляді залишків на поточних рахунках клієнтів до запитання з урахуванням особливостей ділової активності власників рахунків, що розподілені за трьома законами розподілу: нормальним, експоненціальним та рівномірним.

Один з можливих підходів до урахування взаємозв'язку ризику ліквідності з кредитним ризиком та невизначеністю джерел повернення боргу полягає у застосуванні інформації щодо обсягу коштів, що можуть бути залучені на комерційне кредитування, який моделюється автоматом  $R_{12}$  розробленої ймовірнісно-



автоматної моделі, що враховує особливості ділової активності власників рахунків до запитання.

В процесі проведення кредитної операції банк наражається на кредитний ризик, тобто на ризик несплати позичальником основного боргу та відсотків, належних кредитору. Для кожного виду кредитної угоди характерні свої специфічні причини та фактори, що визначають ступінь ризику. Одним із способів захисту від кредитного ризику є вивчення та оцінка кредитоспроможності позичальника.

Ступінь кредитоспроможності позичальника впливає на своєчасне повернення позик і тим самим на ліквідність балансу. Кредитоспроможність позичальника оцінюється на підставі нормативно-правових актів Національного банку України щодо визначення кількісних та якісних показників оцінки банком фінансового стану фізичної особи.

Кількісні показники: сукупний чистий дохід; накопичення на рахунках у банку; коефіцієнти, що характеризують поточну платоспроможність та фінансові можливості виконати зобов'язання за кредитом.

Якісні показники: загальний матеріальний стан клієнта; соціальна стабільність клієнта (наявність постійної роботи, ділова репутація, сімейний стан тощо); вік клієнта.

Головною метою процесу аналізу кредитоспроможності позичальника є оцінювання кредитного ризику та виявлення джерел повернення основної суми боргу та процентів за кредитом, а не аналіз фінансового стану клієнта як такий [8].

Одним із можливих підходів до реалізації механізму адаптації процесу імітаційного моделювання ліквідності банку до впливу кредитного ризику та невизначеності

джерел повернення боргу є розробка бази знань за моделлю представлення знань фреймами, до структури описання знань якої повинні бути включені факти, що характеризують небезпечні зони кредитного ризику:

- зниження кредитоспроможності позичальника;
- погіршення якості кредитного портфеля;
- виникнення простроченого основного боргу і відсоткових платежів;
- поява проблемних позик;
- виникнення чинників ділового ризику;
- ненадійність джерел погашення боргу.

В даному дослідженні розглядається ідентифікація, що полягає у виявленні специфічних для кредитного ризику зон, що характеризуються зниженням кредитоспроможності фізичної особи та ненадійністю джерел погашення боргу.

Множина фактів формується на підставі наступних індикаторів кредитних ризиків та джерел повернення основної суми боргу та процентів за кредитом фізичними особами [9 – 10].

Індикатори в соціально-політичній сфері:

- різка зміна соціального статусу фізичної особи як у бік підвищення так і в бік зниження. Кредитний ризик (КР) цієї фізичної особи у даному випадку оцінюється як високий;
- зміна соціальної орієнтації – КР високий;
- різке підвищення чи зниження реальної політичної активності – КР низький;
- зміна місця роботи зі зміною соціального статусу – КР середній;
- зміна соціального становища у зв'язку з одруженням, спадщиною, родичами, що виявилися, тощо – КР середній.

Індикатори у сфері зайнятості, доходів, майна:

- зниження стабільності статусу фізичної особи (наприклад, конкурсне обрання, контракт, сезонний контракт, погодинна зайнятість) – КР дуже високий;
- зміна статусу місця роботи, форми власності організації – КР високий;
- активізація галузевих, регіональних ризиків, ризиків операційного циклу у сфері зайнятості – КР високий;
- крупні придбання, значні продажі майна – КР середній;
- зміна квартири, місця проживання – КР високий;
- крадіжки, пограбування фізичної особи – КР середній.

Індикатори оточення, родини, кланів:

- активізація в регіоні проживання угруповань, кримінальних структур, сект (ризик залучення членів родини, їх викрадення тощо) – КР високий;
- поява нових родичів (одруження), приналежних до народностей зі специфічними суспільними відносинами, ієрархіями (клани, тейпи, племена), моральними принципами, правилами поведінки, ставленням до зобов'язань тощо – КР середній / низький;
- політичні, соціальні, національні, релігійні, можливо природні або техногенні чинники, що змінюються, у окремих народностей сімейні і/або фінансові відносини – КР середній / низький;
- різкі зміни у сімейному оточенні – КР низький;
- «критичний» сімейний статус (холостяки, розлучені) – КР дуже високий.

Індикатори фізичного стану, здоров'я:

- досягнення «критичного» віку – КР дуже високий;

– захворювання, у тому числі близьких родичів – КР високий;

– погіршення екологічного становища регіону проживання чи роботи, ймовірність епідемій – КР високий;

– поїздки в країни з великими ризиками захворювань, особливо маловивченими хворобами – КР низький / середній.

Взаємозв'язки між фактами та правила дій встановлюються через повідомлення у вигляді текстових файлів, графічних файлів, файлів баз даних та файлів табличних процесорів: що надходять до банку через електронну пошту Національного банку України через систему АБС; що формуються відповідно до стратегії управління комерційним банком згідно з його обліковою, кредитною, інвестиційною політикою, політикою ціноутворення тощо; що надходять від постійно діючого органу управління ризиками; що надходять від наглядового органу банку.

Механізм модифікації зон підвищеного кредитного ризику може бути реалізований за рахунок рекурсивного уточнення структури портфеля комерційних кредитів фізичних осіб, що припускає ненадання із структури потенційного портфеля комерційних кредитів одним фізичним особам та надання іншим. Внаслідок цього формується нова структури портфеля комерційних кредитів фізичних осіб, що призводить до зміни зони кредитного ризику та ступеня впливу на ліквідність балансу та стабільне функціонування комерційного банку.

### **Висновки.**

Інтелектуалізація імітаційного моделювання взаємозв'язку ризику ліквідності з кредитним ризиком та невизначеністю джерел повернення боргу фізичною особою для систем підтримки управлінських рішень, що

базується на програмно-цільовому підході до застосування апарату ймовірісно-автоматного моделювання, баз даних та баз знань забезпечить (дозволить):

– наблизитися до вирішення, незмінно існуючої за будь-якого типу економічних систем, проблеми вибору оптимального співвідношення між рентабельністю та ліквідністю комерційного банку;

– підвищити ефективність робіт в області модельних досліджень та методів управління кредитним ризиком як на рівні окремого кредиту, так і на рівні кредитного портфелю банківської установи;

– забезпечити підтримку прийняття рішень оперативного управління та стратегічного менеджменту в комерційному банку.

#### **Література**

1. Закон України “Про банки і банківську діяльність” № 2121-III від 07.12.2000 // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 5 – 6.
2. Волошин И.В. Оценка банковских рисков: новые подходы. – К.: Эльга: Ника-Центр, 2004. – 216 с.
3. Кайдан Л.І. Автоматно-імовірісна модель підтримки прийняття рішень при використанні ресурсної бази комерційного банку за умов економічної кризи / Л.І. Кайдан , Є.В. Духота // Зб. наук. праць: Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем. – Вип. 14. – К.: МННЦІТ і С НАНУ та МОНУ, 2009. – С. 246 – 262.
4. Бакаев А.А. Имитационные модели в экономике. / А.А. Бакаев, Н.И. Костина, Н.В. Яровицкий – К.: Наукова думка, 1978. – 300 с.
5. Мещеряков А.А. Формування та використання ресурсної бази банку // Фінанси України – 2006, № 3, с. 89 – 93.
6. Вожжов А.П. Стабілізація перемінної частини поточних пасивів короткостроковими запозиченнями на міжбанківському ринку. Економічні науки / А.П. Вожжов, В.В. Хохлов // Вісник ДДФЕІ. – 2002, - № 1. – С. 126.
7. Кайдан Л.І. Духота Є.В. Методичний підхід до інтелектуалізації моделювання процесів стабільного функціонування фінансово-кредитних установ / Л.І. Кайдан, Є.В. Духота // Зб. наук. праць: Економіко-математичне моделювання соціально-економічних

систем. – Вип. 18. – К.: МННЦІТ і С НАНУ та МОНУ, 2013. – С. 314 – 343.

8. Примостка Л.О. Банківські ризики: теорія та практика управління. / Л.О.. Примостка, О.В. Лисенок, О.О. Чуб та ін.. – К.: КНЕУ, 2008. – 456 с.
9. Системы искусственного интеллекта. Практический курс: учебное пособие / [В.А. Чулюков, И.Ф. Астахова, А.С. Потапов и др. / под ред. И.Ф. Астаховой] – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. – 292 с.
10. Барановський О.І. Фінансові кризи: передумови, наслідки і шляхи запобігання: Монографія. / О.І. Барановський. – К: Київ. Нац.. торг.-екон. ун-т, 2009. – 754 с.

УДК 338.47.001.08

**Н.В. Кудрицька**

### **Моделювання оцінки рівня транспортної забезпеченості регіонів України з використанням функції Харінгтона**

*Запропонований методологічний підхід та практична реалізація моделі оцінки рівня забезпеченості вантажним автомобільним транспортом регіонів України з використанням узагальненої функції Харінгтона*

**Ключові слова:** *розвиток регіонального транспорту, транспортна забезпеченість, функція Харінгтона*

*Предложен методологический подход и практическая реализация модели оценки уровня обеспеченности грузовым автомобильным транспортом регионов Украины с использованием обобщенной функции Харрингтона*

**Ключевые слова:** *развитие транспорта, транспортная обеспеченность, функция Харрингтона*