

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ В СЕРЕДОВИЩІ ANYLOGIC

І. О. КЛОПОВ, кандидат економічних наук  
(Запорізька державна інженерна академія)

**Анотація.** Запропоновано механізм організації системи управління комерційним банком на основі використання інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень і організаційно-методичних принципів сценарного управління реалізованої в середовищі імітаційного моделювання AnyLogic.

**Ключові слова:** імітаційне моделювання, комерційний банк, AnyLogic, управління.

На сучасному етапі розвитку банківська система України зазнає глибоких змін. Вона є однією з найважливіших і невід'ємних структур ринкової економіки.

Протягом останніх декількох років банківський сектор України розвивався дуже високими темпами. При цьому спостерігалось переважно бурхливе зростання кількості комерційних банків, тоді як якісні зміни в організації їх роботи були дуже незначні. Отримання високого прибутку досягалося за рахунок недосконалості української системи платежів та інформаційних технологій.

У цій ситуації особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на розробку цілісного підходу до оптимізації банківської діяльності в умовах нестабільного зовнішнього середовища, з використання сучасних інформаційних технологій. Здійснюється перехід від адміністративно-керованої високомонополізованої державної банківської структури до динамічної, гнучкої, заснованої на приватній та колективній власності системи кредитних установ, орієнтованих на комерційний успіх, на отримання прибутку.

Мета статті – запропонувати механізм організації системи управління комерційним банком на основі інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття управлінських рішень реалізованої засобами програмного комплексу AnyLogic.

Сучасна модернізація банківської діяльності неможлива без інтенсивного впровадження останніх досягнень науково-технічного прогресу в банківську справу, використання електронно-обчислювальної техніки, застосування економіко-математичного моделювання.

Про актуальність окреслених вище проблем свідчать численні дослідження відомих науковців і практиків. Серед авторів варто відзначити вітчизняних учених, таких як: М. Алексєєнко [1], І. Барилюк, О. Васюренко [2], О. Вовчак [3], А. Вожжов, І. Гуцал, О. Дзюблюк, Ж. Довгань, О. Заруба [4], Б. Луців [5], М. Могильницька, А. Мороз [6], Л. Примостка [7], М. Пуховкіна, М. Савлук [8], В. Соєкін; а також зарубіжних учених: Г. Асхауєра, М. Гольцберга, В. Кисельова, О. Лаврушина [9], Ф. Мишкіна, П. Роуза, Дж. Сінкі.

Однак, незважаючи на значну кількість публікацій, у вітчизняній економічній літературі проблеми реалізації розроблених моделей управління комерційними банками на основі використання сучасних інформаційних технологій недостатньо глибоко вивчені, тому потрібно продовжувати дослідження в цьому напрямі.

Сучасні системи моделювання підтримують увесь арсенал новітніх інформаційних технологій, включаючи розвинені графічні оболонки для цілей конструювання моделей та інтерпретації вихідних результатів моделювання, мультимедійні засоби, анімацію в ре-

альному масштабі часу, об'єктно-орієнтоване програмування, інтернет-рішення.

Програмний комплекс AnyLogic розроблений на основі нових ідей у сфері інформаційних технологій, теорії паралельних взаємодіючих процесів і теорії гібридних систем. Завдяки цим ідеям надзвичайно спрощується побудова складних імітаційних моделей, є можливість використання одного інструменту під час вивчення різних стилів моделювання.

У ході розробки моделі на AnyLogic можна використовувати концепції та засоби з декількох класичних областей імітаційного моделювання: динамічних систем, дискретно-подієвого моделювання, системної динаміки, агентного моделювання. Крім того, AnyLogic дозволяє інтегрувати різні підходи з метою отримання більш повної картини взаємодії складних процесів різної природи.

Загальна схема імітаційної моделі діяльності комерційного банку представлена на рис. 1.

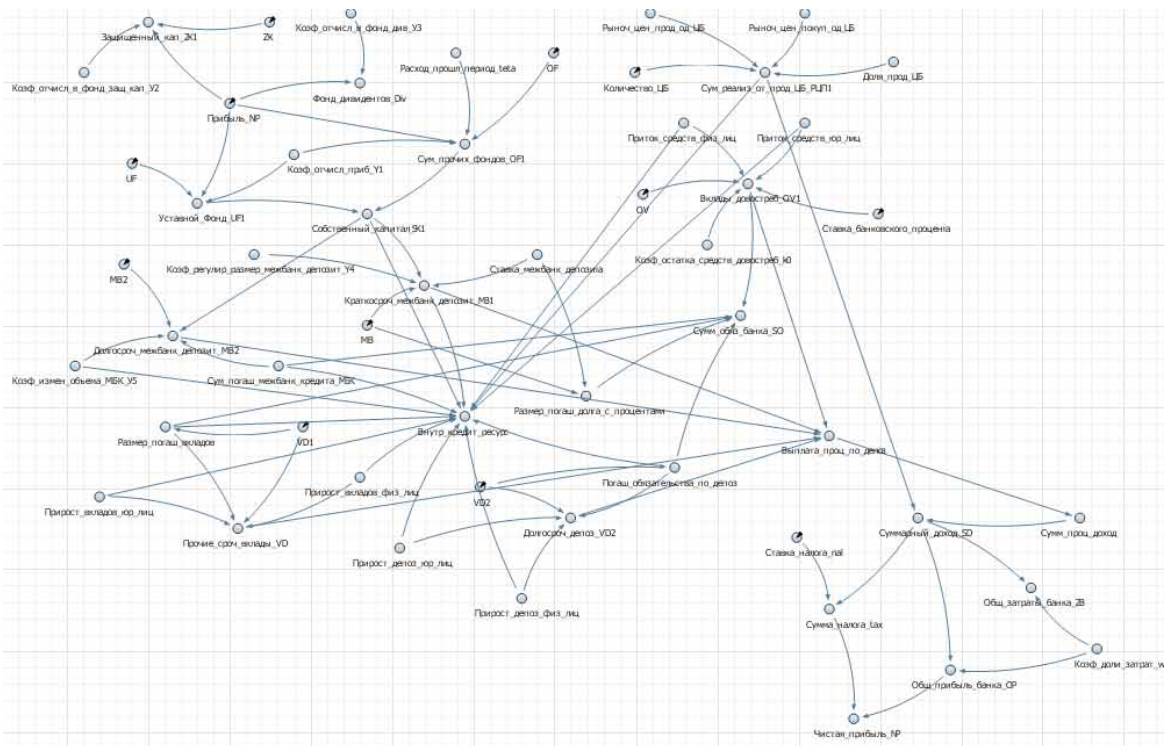


Рис. 1. Загальна схема імітаційної моделі діяльності комерційного банку реалізованої в середовищі AnyLogic

Загальна модель включає всі параметри, динамічні змінні, накопичувачі та динамічні потоки імітаційної моделі управління діяльністю комерційного банку, а також взаємозв'язки між ними. Також загальна модель включає в себе весь комплекс рівнянь імітаційної моделі діяльності комерційного банку, який використовувався при модальних експериментах (табл. 1). Усі модальні експерименти проводили саме на загальній схемі імітаційної моделі діяльності комерційного банку, що свідчить про достовірність і відповідність результатів реальним умовам.

Проаналізуємо загальну схему імітаційної моделі управління діяльністю комерційного банку на прикладі банку А, кожен блок окремо.

Блок динаміки фондів банку включає в себе: статутний капітал, власний капітал, фонд дивідендів, фонд інших капіталів, резервний або захищений капітал.

Під час прогону блоку динаміки фондів комерційного банку період імітації вибрано один календарний рік, отримані результати, що зображені на рис. 2.

Таблиця 1

**Показники діяльності коменційного  
банку за Егоровою Н. Є. [10]**

Назва показника	Формула для розрахунку
<b>Група показників динаміки фондів комерційного банку</b>	
Статутний фонд банку	$UF(t+1) = UF(t) + Y1 \cdot NP(t)$
Сумарна величина інших фондів	$OF(t+1) = (1 - \xi1)OF(t) + (1 - Y1)NP(t)$
Власний капітал банку	$SK(t+1) = UF(t+1) + OF(t+1)$
Захищений капітал банку	$ZK(t+1) = ZK(t) + Y2 \cdot NP(t)$
Фонд дивідендів	$Div(t+1) = Y3 \cdot NP(t)$
Величина приросту власного капіталу	$\Delta SK(t+1) = NP(t) - \xi1 \cdot OF(t)$
<p><math>UF(t)</math> – статутний фонд попереднього періоду; <math>N(t)</math> – прибуток у попередній момент часу; <math>Y1</math> – коефіцієнт відрахувань з прибутку в статутний фонд (<math>0 \leq Y1 \leq 1</math>); <math>OF(t)</math> – сумарна величина фондів у попередній момент часу; <math>\xi1</math> – видатки попередніх періодів (виплати дивідендів, покриття збитків, фінансування розвитку); (<math>0 \leq \xi1 \leq 1</math>); <math>ZK(t)</math> – запаси попередніх періодів (золото, валюта); <math>Y2</math> – коефіцієнт відрахувань у фонд захищеного капіталу (<math>0 \leq Y2 \leq 1</math>); <math>Y3</math> – коефіцієнт відрахувань із прибутку у фонд дивідендів (<math>0 \leq Y3 \leq 1</math>)</p>	
<b>Група показників формування банківських ресурсів</b>	
Сума реалізації від продажу цінних паперів	$R_{цп}(t+1) = ((\mathcal{Z}^{лп}(t) + \Delta \mathcal{Z}^{лп}(t+1))\alpha^{лп}(t+1)\zeta П(t) =$ $= (1+n_1(t+1))\mathcal{Z}^{лп}(t)\alpha^{лп}(t+1)\zeta П(t)$
Депозити до запитання	$OV(t+1) = kO \cdot OV(t) - (1 - kO)n_2(t) + \Delta OVN(t+1) + \Delta OVN(t+1)$
Приток коштів від населення	$OVN(t+1) = \delta(t+1)IDoh(t+1)OV(t)$
Приток коштів від юридичних осіб	$OVU(t+1) = I^{пф}(t+1)I^{ов}(t+1)d_0 OV(t)$
Короткострокові міжбанківські депозити	$MB1(t+1) = Y4 \cdot SK(t+1) - MB1(t)[1+n_3(t)]$
Довгостроковий міжбанківський депозит	$MB2(t+1) = MB2(t) - ПорMB2(t+1) + Y5 \cdot \Delta SK(t+1)$
Строкові вклади та депозити (на короткий термін)	$VD1(t+1) = VD1(t) + \Delta VDN1(t+1) + \Delta VDU(t+1) - ПорVD1(t+1)$
Операцій з довгостроковими депозитами	$VD2(t+1) = VD2(t) + \Delta VDN2(t+1) + \Delta VDU2(t+1) - ПорVD2(t+1)$
<p><math>R_{цп}(t+1)</math> – сума реалізації від продажу цінних паперів; <math>\mathcal{Z}^{лп}(t)</math> – ринкова ціна купівлі одного цінного паперу; <math>\zeta П(t)</math> – кількість цінних паперів в <math>t</math>-м періоді; <math>\alpha^{лп}(t+1)</math> – частка продажу цінних паперів; <math>n_1(t+1)</math> – ставка банківського процента (наведений досліджуваний проміжок часу – квартал); <math>IDoh(t+1)</math> – індекс доходів; <math>\delta(t+1)</math> – коефіцієнт розрахункових платежів; <math>I^{пф}(t+1)</math> – прогнозний індекс інфляції; <math>I^{ов}(t+1)</math> – рівень розвитку банківських послуг; <math>d_0</math> – частка коштів юридичних осіб у загальній сумі коштів рахунків до запитання; <math>Y4</math> – коефіцієнт, що регулює розмір міжбанківського депозиту відповідно до внутрішніх нормативів банку; <math>MB1(t)</math> [<math>1 + n_3(t)</math>] – розмір сплаченого боргу (з урахуванням відсотків) в <math>(t+1)</math> періоді позначеного як <math>ПорMB1(t+1)</math>; <math>ПорMB1(t+1)</math>, <math>ПорMB2(t+1)</math> – сума погашення міжбанківського кредиту; <math>Y5</math> – коефіцієнт зміни обсягу міжбанківського кредиту в <math>(t+1)</math> періоді; <math>\Delta VDN1(t+1)</math>, <math>\Delta VDU1(t+1)</math> – приріст вкладів і депозитів на рахунках населення та юридичних осіб відповідно</p>	
<b>Група показників функціонування комерційного банку</b>	
Сумарні зобов'язання банку	$SO(t+1) = [1+n_2(t)]kO \cdot OV(t) + ПорMB1(t+1) +$ $+ ПорMB2(t+1) + ПорVD1(t+1) + ПорVD2(t+1)$
Сумарний дохід $SD(t+1)$	$SD(t+1) = PD(t+1) + [R_{цп}(t+1) - \zeta П(t+1)] =$ $= PD(t+1) + \alpha^{лп}(t+1) [\mathcal{Z}^{лп}(t+1) - \mathcal{Z}^{лп}(t)] \zeta П(t)$
Витрати банку	$ZB(t+1) = w \cdot SD(t+1)$
Загальний прибуток	$OP(t+1) = (1 - w)SD(t+1)$
Податкові відрахування	$Tax(t+1) = Nal \cdot SD(t+1)$
Чистий прибуток банку	$NP(t+1) = OP(t+1) - Tax(t+1)$
$w$ – коефіцієнт частки витрат у доходи; $Nal$ – середня ставка оподаткування	

Аналізуючи отримані результати (рис. 2), бачимо, що за один календарний рік власний капітал комерційного банку зріс, проте спостерігається незначне його коливання.

Переходимо до блоку формування банківського ресурсу (пасивні операції). Один із найбільш ефективних секторів ринку є ринок цінних паперів, операції на ринку цінних па-

перів. Проводячи імітаційний експеримент по операціях комерційного банку на ринку цінних паперів, отримали такі результати (рис. 3).

Наступна складова блоку формування банківських ресурсів – це так звані вклади до запитання. Результати імітаційного експерименту представлені на рис. 4.

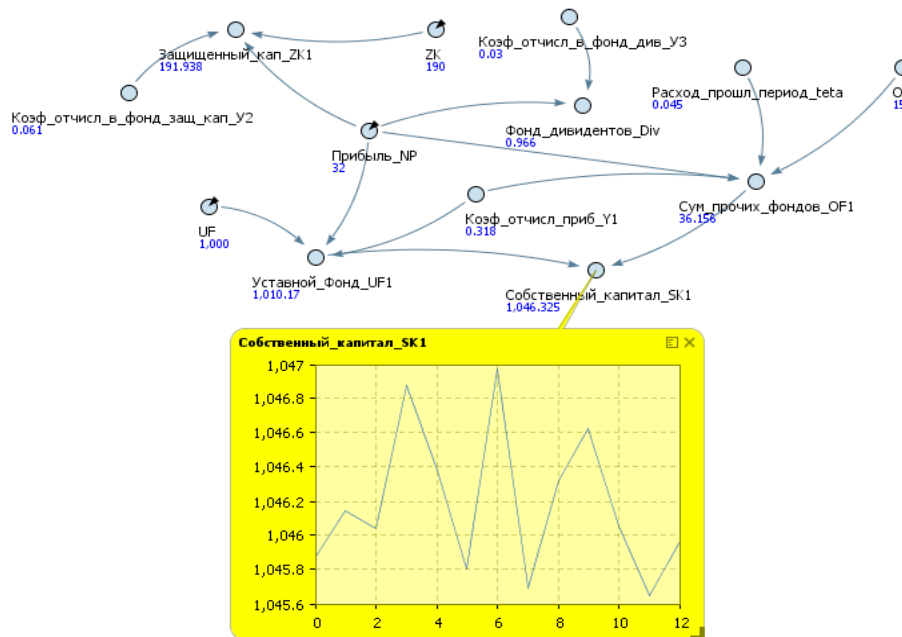


Рис. 2. Імітація пасивної частини моделі діяльності комерційного банку

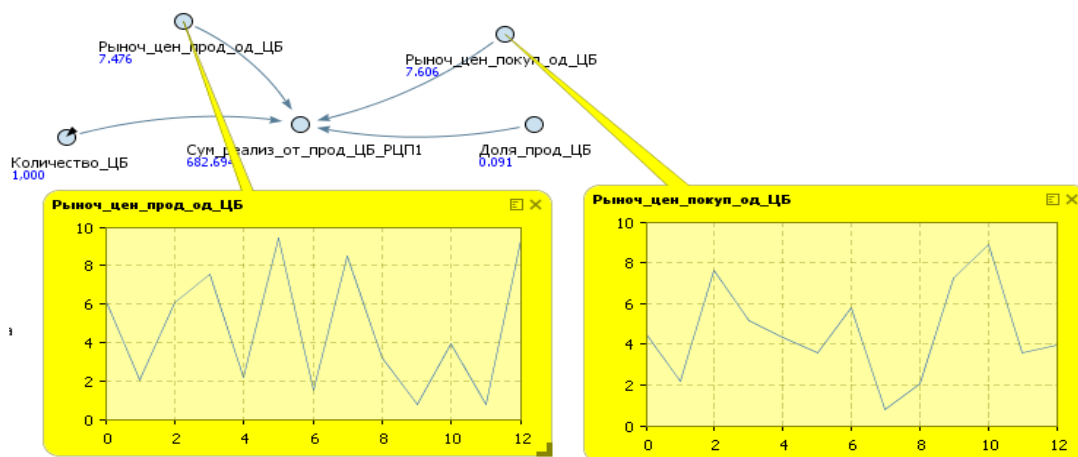


Рис. 3. Імітація операцій банку на ринку цінних паперів

Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що динаміки депозитів до запитання протягом року є досить стабільною, крім періодів різкого збільшення або зменшення відсотків за цим видом депозиту.

Наступним елементом блоку формування банківського ресурсу є операції із строковими та довгостроковими депозитами.

Імітаційний експеримент по операціях зі строковими та довгостроковими депозитами

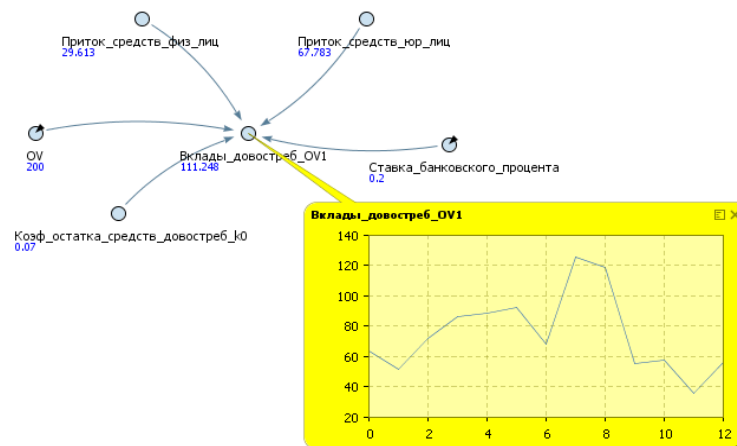


Рис. 4. Імітація операцій з депозитами до запитання комерційного банку

комерційного банку показав результати, представлені на рис. 5.

Проаналізувавши отримані результати, стало очевидним, що динаміка строкових депозитів прямо залежить від відсоткової ставки за

ними, чим вона вища, тим попит на цей вид депозиту вищий, і як показує практика по цьому виду депозиту найвищі відсотки, це їх єдина перевага над іншими видами депозитів як для фізичних, так і юридичних осіб.

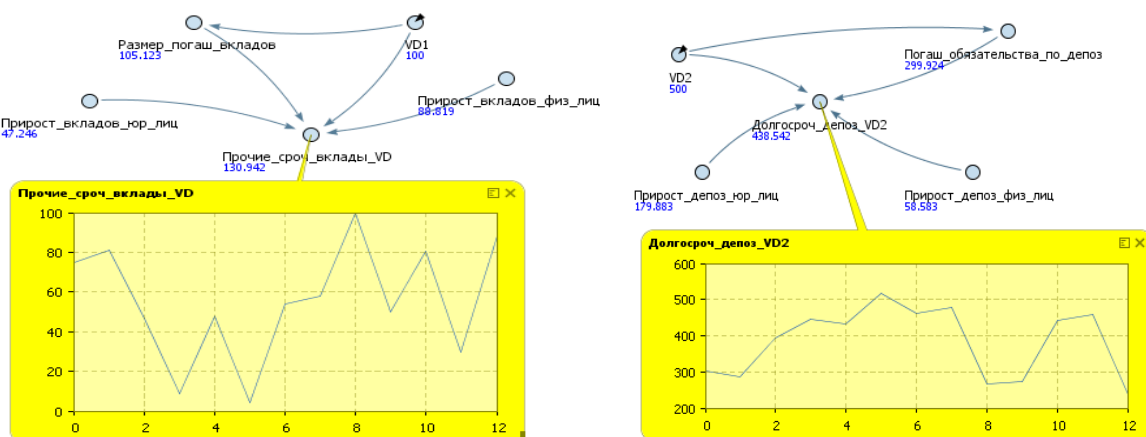


Рис. 5. Імітація схеми операцій зі строковими та довгостроковими депозитами

Переходимо до останнього та найважливішого блоку – розрахунку показників функціонування комерційного банку,

Проводячи імітаційний експеримент на блоці розрахунку показників функціонування комерційного банку, отримали результати, представлені на рис. 6.

Динаміка загального прибутку комерційного банку на всіх проміжках часу вища за нуль, тобто банк не має збитків, що свідчить про правильно вибрані початкові значення всіх коефіцієнтів і параметрів імітаційної моделі, правильно розраховані рівні кредитних і

власних ресурсів банку, які можна направити на різні види операцій з метою збільшення чистого прибутку.

Запропоновану імітаційну модель можна використовувати для розрахунку впливу зміни окремого параметра на розмір іншого показника діяльності банку при збереженні розміру витрат на просування банківських продуктів або вплив групи параметрів на обраний показник. Практично і теоретично можна створювати множину можливих ситуацій або їх різновидів і комбінацій.



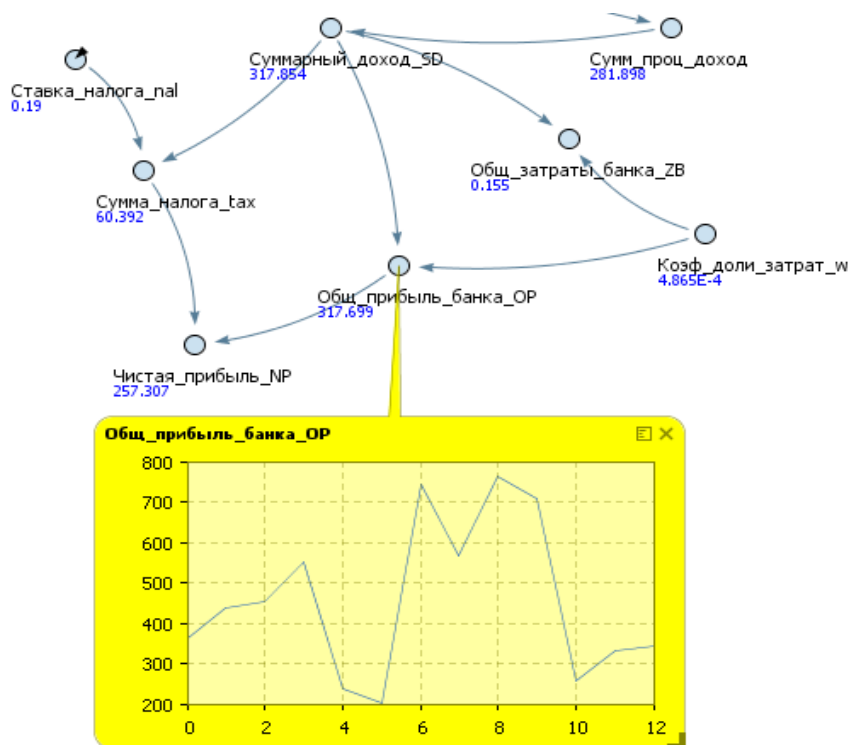


Рис. 6. Імітація розрахунку показників функціонування комерційного банку

Запропонований механізм управління діяльністю комерційного банку в середовищі AnyLogic являє собою сукупність методів, програмних і технічних засобів, об'єднаних у єдиний технологічний ланцюг, що забезпечує збір, збереження, редагування, обробку, представлення та розповсюдження інформації. Інформаційна технологія дозволяє моделювати як реальні, так і прогнозовані зміни головних факторів, що впливають на діяльність комерційного банку, висвітлюючи при цьому кількісну характеристику впливу кожного фактора. Запропонована реалізація імітаційної моделі в середовищі AnyLogic з певною мірою вірогідності може бути використана для моделювання відповідних процесів, властивих усій банківській системі України, у ході впровадження інтегрованих послуг у діяльність комерційних банків.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Капітал банку: питання теорії і практики : монографія / [М. Д. Алксеевко]. – К. : КНЕУ, 2002. – 276 с.
2. Васюренко О. В. Банківські операції / О. В. Васюренко. – К. : Знання, 2006. – 311 с.
3. Вовчак О. Д. Банківська інвестиційна діяльність в Україні / О. Д. Вовчак. – Л. : Вид-во Львівської КА, 2005. – 544 с.
4. Заруба О. Д. Ресурсне забезпечення банку: розробка моделі / О. Д. Заруба // Вісник НБУ. – 1998. – № 9. – С. 35–37.
5. Луців Б. Л. Інвестиційна політика банків / Б. Л. Луців, А. О. Тимків. – Тернопіль : Екон. думка, 2010. – 286 с.
6. Мороз А. М. Банківські операції / А. М. Мороз, М. І. Савлук, М. Ф. Пуховкіна. – К. : КНЕУ, 2006. – 384 с.
7. Примостка О. Л. Аналіз банківської діяльності: сучасні концепції, методи та моделі : монографія / [О. Л. Примостка]. – К. : КНЕУ, 2002. – 316 с.
8. Савлук М. І. Роль банківської системи в реформуванні економіки України / М. І. Савчук // Фінанси України. – 2006. – № 6. – С. 38–45.
9. Лаврушина О. И. Банковское дело / О. И. Лаврушина. – М. : Фин. и стат., 2005. – 672 с.
10. Егорова Н. Е. Математические методы финансового анализа банковской деятельности / Н. Е. Егорова, А. М. Смулов // Аудит и финансовый анализ. – 1998. – № 2. – С. 75–146.

**И. А. Клопов**, кандидат экономических наук (Запорожская государственная инженерная академия). **Имитационное моделирование деятельности коммерческого банка в среде AnyLogic.**

**Аннотация.** Предложен механизм организации системы управления коммерческим банком на основе использования информационно-аналитической системы поддержки принятия решений и организационно-методических принципов сценарного управления реализованной в среде имитационного моделирования AnyLogic.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, коммерческий банк, AnyLogic, управления.

**I. A. Kloпов**, Cand. Econ. Sci., associate professor (Zaporozhia State Engineering Academy). **Imitating modeling of activity of commercial bank in the environment of AnyLogic.**

**Summary.** Article is devoted to the mechanism of organization of commercial bank management through the use of information and analytical decision support systems and organizational and methodological principles of management scenario implemented in the simulation environment AnyLogic.

**Keywords:** simulation, commercial bank, AnyLogic, management.