

## МОДЕЛЮВАННЯ ВИЖИВАНОСТІ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ КРИЗОВИХ СИТУАЦІЙ НА БАНКІВСЬКОМУ РИНКУ УКРАЇНИ

© 2015 СЕРГІЄНКО О. А., ФІЛАТОВА Л. Д., СОЛДАТОВА Я. Ю.

УДК 330.43: 336.71(477)

Сергієнко О. А., Філатова Л. Д., Солдатова Я. Ю.

### Моделювання виживаності та розповсюдження кризових ситуацій на банківському ринку України

У роботі досліджена проблема виживаності та розповсюдження кризових ситуацій на банківському ринку України на основі побудови економіко-математичних моделей оцінки та аналізу основних факторів виживаності та поширення панічних процесів серед комерційних банків України. Розглянута найбільш загальна регресійна модель в аналізі виживаності – модель пропорційних інтенсивностей Кокса, реалізована процедура Каплана-Мейера як описовий метод дослідження цензурованих даних оцінювання функції виживання, побудови таблиць часу життя та підгонки розподілу виживаності, що дозволяють порівнювати рівень виживаності у двох і більше групах. Запропонована модель аналізу виживаності комерційних банків на основі парного порівняння груп банків з різним рівнем фінансової стійкості дозволить визначити фактори, які впливають на виживаність, а також порівняти виживаність між кількома групами, виділити найбільш впливові фактори у кожній з груп в умовах кризового становища, які приводять до банківських панік. У роботі пропонується реалізація моделі розповсюдження кризових ситуацій на основі швидких динамічних процесів для визначення природи і ознак банківської паніки, а також інструментів протидії цьому явищу. Зімітовано процес розповсюдження паніки, який відповідає реальному процесу, оскільки оцінено та враховано ефект синергії, характерний для взаємодії «заразливих осіб». Дана модель дозволяє провести моделювання панік на банківському ринку та оцінити його динамічність. Побудовані моделі можуть бути адаптовані для будь-яких груп банків, а також врахувати різні показники, в залежності від характеру та цілей аналізу, що дасть змогу банкам визначити найвпливовіші фактори виживаності та розповсюдження панік в умовах нестабільності, фінансової кризи, посилення конкуренції.

**Ключові слова:** банківський ринок, моделі виживаності, моделювання панік, кризові ситуації, банкрутство, комерційний банк, фінансова стійкість, банківська паніка

**Рис.:** 11. **Табл.:** 3. **Формул:** 3. **Бібл.:** 13.

**Сергієнко Олена Андріанівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент, кафедра вищої математики, Харківський інститут банківської справи Університету банківської справи Національного банку України (пр. Перемоги, 55, Харків, 61174, Україна)

**Email:** ser\_helen@mail.ru

**Філатова Любов Дмитрівна** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент, кафедра вищої математики, Харківський інститут банківської справи Університету банківської справи Національного банку України (пр. Перемоги, 55, Харків, 61174, Україна)

**Email:** filatovald@mail.ru

**Солдатова Яна Юрївна** – здобувач, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)

**Email:** kiber-defo4ka@mail.ru

УДК 330.43: 336.71(477)

UDC 330.43: 336.71(477)

### Сергієнко Е. А., Філатова Л. Д., Солдатова Я. Ю. Моделирование выживаемости и распространения кризисных ситуаций на банковском рынке Украины

В работе исследована проблема выживаемости и распространения кризисных ситуаций на банковском рынке Украины на основе построения экономико-математических моделей оценки и анализа основных факторов выживаемости и распространения панических процессов среди коммерческих банков Украины. Рассмотрена наиболее общая регрессионная модель в анализе выживаемости – модель пропорциональных интенсивностей Кокса, реализована процедура Каплана-Мейера как описательный метод исследования цензурированных данных для оценки функции выживания, построения таблиц времен жизни и подгонки распределения выживаемости, позволяющие сравнивать уровень выживаемости в двух и более группах. Предлагаемая модель анализа выживаемости коммерческих банков на основе парного сравнения групп банков с разным уровнем финансовой устойчивости позволит определить факторы, влияющие на выживаемость, а также сравнить выживаемость между несколькими группами, выделить наиболее влияющие факторы в каждой из групп в условиях кризисного состояния, которые приводят к банковским паникам. В работе предлагается реализация модели распространения кризисных ситуаций на основе быстрых динамических процессов для определения природы и признаков банковской паники, а также инструментов противодействия этому явлению. Симулирован процесс распространения паники, который соответствует реальному

### Sergienko O. A., Filatova L. D., Soldatova Ya. Yu. Modeling of Survival Capability and Spread of Crisis Situations in the Banking Market of Ukraine

The article studies the problem of survival capability and spread of crisis situations in the banking market of Ukraine on the basis of construction of economic and mathematical models for evaluation and analysis of the primary factors of survival capability and spread of panic processes among commercial banks of Ukraine. The authors considered the most general regression model in survival analysis – the Cox proportional intensity model, applied the Kaplan-Meier procedure as a descriptive method for the study of censored data for evaluation of the survival function, construction of lifetime tables, and fitting of survival distribution which allow comparing the survival rates in two and more groups. The proposed model for analysis of survival capability of commercial banks on the basis of paired comparisons of groups of banks with varying levels of financial firmness will likely allow identifying the factors influencing the survival capability as well as comparing the survival capability levels in several groups, singling out the most influential factors in each group in crisis situations that result in bank panics. The article describes realization of the model of spread of crisis situations on the basis of fast-paced dynamic processes with a view to determining the character and signs of the bank panic, as well as corresponding counteraction tools. The panic spread process was simulated which corresponds to the actual process as the synergy effect was assessed and taken into account which is typical for the interaction

процессу, поскольку оценен и учтен эффект синергии, характерный для взаимодействия «зараженных особей». Данная модель позволяет провести моделирование паник на банковском рынке и оценить его динамичность. Построенные модели могут быть адаптированы для любых групп банков, а также учитывать различные показатели, в зависимости от характера и целей анализа, что позволит банкам определить наиболее существенные факторы выживаемости и распространения паник в условиях нестабильности, финансового кризиса, усиления конкуренции.

**Ключевые слова:** банковский рынок, модели выживаемости, моделирование паник, кризисные ситуации, банкротство, коммерческий банк, финансовая устойчивость, банковская паника

**Рис.:** 11. **Табл.:** 3. **Формул.:** 3. **Библ.:** 13.

**Сергиенко Елена Андриановна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент, кафедра высшей математики, Харьковский институт банковского дела Университета банковского дела Национального банка Украины (пр. Победы, 55, Харьков, 61174, Украина)

**Email:** ser\_helen@mail.ru

**Филатова Любовь Дмитриевна** – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент, кафедра высшей математики, Харьковский институт банковского дела Университета банковского дела Национального банка Украины (пр. Победы, 55, Харьков, 61174, Украина)

**Email:** filatovald@mail.ru

**Солдатова Яна Юрьевна** – соискатель, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)

**Email:** kiber-defo4ka@mail.ru

of “infected specimens”. This model allows modeling panics in the banking market and evaluating its responsiveness. The constructed models can be adapted for any bank groups and are capable of taking into account various parameters depending on the analysis character and purpose, which will enable banks to identify the most essential factors of survival and panic spread in the context of instability, financial crisis, increased competition.

**Keywords:** banking market, survival models, panic modeling, crisis situations, bankruptcy, commercial bank, financial firmness, bank panic

**Pic.:** 11. **Tabl.:** 3. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 13.

**Sergienko Olena A.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Kharkiv Institute of Banking of the University of Banking of the National Bank of Ukraine (pr. Peremogy, 55, Kharkiv, 61174, Ukraine)

**Email:** ser\_helen@mail.ru

**Filatova Liubov D.** – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Kharkiv Institute of Banking of the University of Banking of the National Bank of Ukraine (pr. Peremogy, 55, Kharkiv, 61174, Ukraine)

**Email:** filatovald@mail.ru

**Soldatova Yana Yu.** – Applicant, Kharkiv National University of Economics named after S. Kuznets (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)

**Email:** kiber-defo4ka@mail.ru

Сучасний розвиток банківської системи протікає в умовах загострення конкуренції та кризових явищ в економічних, фінансових та інших сферах. Зміна курсу соціально-економічної політики України, бурхливий розвиток економіки, євроінтеграційні наміри, фактичне банкрутство значної кількості комерційних банків – все це ставить перед банківською системою нові завдання – підвищення конкурентоспроможності українських банків, покращення нормативно-правового та конкурентного середовища, пошук ефективних механізмів поліпшення системи банківського менеджменту, підвищення рівня виживаності [10].

Показники діяльності банків (прибутки, рентабельність капіталу, грошові кошти банків та ін.) також свідчать про складну ситуацію банківської системи України. Кожен банк сьогодні повинен не тільки адаптуватися до швидко мінливих умов зовнішнього середовища, протидіяти впливу негативних факторів, але й шукати нові шляхи виживання. Це підтверджує те, що кількість збанкрутілих банків та банків, які перейшли на тимчасову адміністрацію, збільшується. Отже, за статистичними даними, за останні 10 років з державного реєстру було виключено 72 банки, з повною процедурою ліквідації (ще 10 установ було ліквідовано в результаті реорганізації) [11].

Станом на 01.01.2014 року в Україні налічувалося 180 банків, які мали банківську ліцензію, з них 1 банк мав ліцензію санаційного банку, 2 банки знаходились у стадії реорганізації шляхом приєднання до інших банків, а вже у жовтні 2014 року було 168 банків з ліцензією НБУ на здійснення банківських операцій [11; 12]. Це ще раз доводить необхідність аналізу методів виживання банків та поши-

рення панік на банківському ринку, що дозволить передбачити та протидіяти банкрутству.

Ступінь наукової розробленості даної проблематики вкрай низький. Питаннями розробки моделі банкрутств банків займалися В. І. Малаюгін і Е. Питляк [7]. Проблему дистанційного нагляду як найважливішої складової банківського нагляду вивчали також О. Бистрицька і О. Крамаренко. Такі автори, як А. Байко, А. Бріштелев [3], А. Галів і П. Каллаур, розглядаючи фактори стійкості банківського сектора, описують кроки, необхідні для її підвищення, а також розглядають роль Національного банку в забезпеченні фінансової стабільності держави.

Слід зазначити дослідження вчених А. М. Кармінського, А. А. Пересецького і С. В. Голованя, присвячені моделюванню дефолтів банків за допомогою моделей бінарного вибору [6]. Необхідно зауважити, що більша частина розроблених на сьогоднішній день методик оцінки та аналізу можливості банкрутства орієнтована на підприємства, і лише незначна частина – на кредитні організації. Серед популярних методів фінансового моніторингу зараз можна назвати такі, як методика коефіцієнтного аналізу, рейтинги або рейтингові системи та ін.

У силу гостроти проблеми банківської неспроможності, вивчення причин, а також аналіз наслідків досліджуються рядом компаній, державних органів і наукових організацій. Тому сьогодні актуальним є питання виявлення за допомогою економіко-математичного моделювання основних факторів виживання банків України та розповсюдження кризових ситуацій. У роботі пропонується алгоритм побудови моделей дослідження стану банківського ринку, наведений на рис. 1.

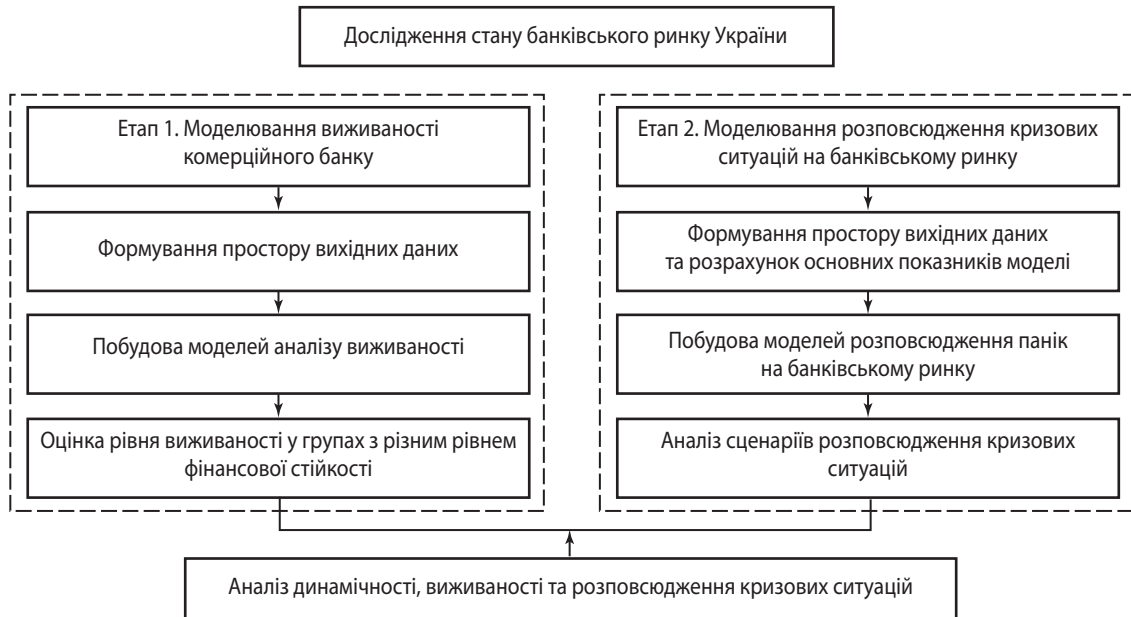


Рис. 1. Алгоритм побудови моделей дослідження стану банківського ринку України

Існуючі методи та підходи до моделювання та прогнозування банкрутства комерційних банків не завжди можуть передбачити кризове становище, і тим паче визначити фактори його подолання і виживання в даних умовах. Тому для комерційних банків актуальним є застосування методів аналізу виживаності [2; 6]. Особливості реалізації методів аналізу виживаності полягає в тому, що вони можуть бути реалізовані на цензурованих або неповних даних, що досить важливо в сучасних умовах неповних статистичних масивів. Для моделювання процесів виживаності важливо також, що реалізація даного методу

передбачає побудову спеціальної функції виживання, на відміну від звичайної функції розподілу, що являє собою ймовірність того, що об'єкт проживе час більше, чим відповідний час  $t$  [1].

Агрегований теоретичний аналіз сутності досліджуваних методів аналізу виживаності, їх особливості та переваги наведено в табл. 1.

Для реалізації представлених методів аналізу виживаності на підставі розрахованих основних описових величин обчислюються деякі додаткові статистики, сутність та інтерпретація яких представлена в табл. 2 [1; 2; 6].

Таблиця 1

Моделі дослідження процесів виживаності

Назва методу	Сутність методу	Особливості та переваги
1	2	3
Метод побудови таблиць життя	Відповідно даному методу область можливих часів настання критичних подій (смертей, банкрутства, відмов тощо) розбивається на деяку кількість інтервалів. Для кожного з інтервалів обчислюється число і частка об'єктів, які на початку розглянутого інтервалу були «живі», число і частка об'єктів, які «вмерли» в даному інтервалі, а також число і частка об'єктів, які були вилучені або цензуровані в кожному інтервалі [1; 2]	Метод таблиць часів життя та метод розмножувальних оцінок призводять до однакових результатів, якщо часові інтервали містять, максимум, по одному спостереженню [2; 3]
Метод оцінок Каплана-Мейера	Використовується для цензурованих, але не згрупованих спостережень часів життя, для безпосередньої оцінки функції виживання (без таблиці часів життя). Полягає в перемноженні ймовірностей виживання в кожному інтервалі. Використовується наступна формула для функції виживання [2]: $S(t) = 1 - \frac{n-j}{n-j+1}$ де $S(t)$ – оцінка функції виживання; $n$ – загальне число подій (часів закінчення); $j$ – порядковий номер окремої події	Перевага методу Каплана-Мейера (порівняно з методом таблиць життя) полягає в тому, що оцінки не залежать від групування, тобто від розбиття часу спостереження на певні інтервали. Отже, підгонка розподілу виживаності, побудова таблиць часу життя, оцінювання функції виживання за допомогою процедури Каплана-Мейера є описовими методами дослідження цензурованих даних. За допомогою запропонованих методів також можливе порівняння виживаності у двох і більше групах

1	2	3
Методи, засновані на непараметричних тестах та рангах	Застосовуються для порівняння часів життя. Дані критерії не «працюють» з цензурованими даними. У аналізі виживаності є п'ять різних (в основному непараметричних) критеріїв для цензурованих даних: узагальнений (Геханом) критерій Вілкоксона, F-критерій Кокса, логарифмічний ранговий критерій, а також узагальнений Пето (Peto R. і Peto J.), та критерій Вілкоксона [2; 6]	Більшість непараметричних критеріїв приводять відповідні z-значення (значення стандартного нормального розподілу); ці z-значення можуть бути використані для статистичної перевірки будь-яких відмінностей між групами. Дані критерії дають надійні результати лише при досить великих обсягах вибірок, а при малих обсягах вибірок їх «поведінка» менш піддається обґрунтуванню [6].
Модель пропорційних інтенсивностей Кокса	Модель передбачає, що функція інтенсивності має деякий рівень (y) що є функцією незалежних змінних. Ніяких припущень про вид функції інтенсивності не робиться. Модель Кокса може розглядатися, в деякому сенсі, як непараметрична [2; 6]. Модель може бути записана в наступному вигляді: $h\{(t), (z_1, z_2, \dots, z_m)\} = h_0(t) \times \exp(b_1 z_1 + \dots + b_m z_m)$ де $h\{(t)\dots\}$ – результуюча інтенсивність, при заданих для відповідного спостереження значеннях m коваріант $(z_1, z_2, \dots, z_m)$ і відповідному часі життя (t); $h_0(t)$ – базова функція інтенсивності, яка дорівнює інтенсивності (y) у випадку, коли всі незалежні змінні дорівнюють нулю	Найбільш загальною регресійною моделлю в аналізі виживаності є модель пропорційних інтенсивностей Кокса, оскільки вона не пов'язана з якимись припущеннями щодо розподілу часу виживання.
Модель експоненційної регресії	Дана модель передбачає, що розподіл тривалості життя є експоненційним і пов'язаний зі значеннями деякої множини незалежних змінних ( $z_1$ ). Параметр інтенсивності експоненційного розподілу виражається у вигляді: $S(z) = \exp(a + b_1 z_1 + b_2 z_2 + \dots + b_m z_m),$ де $S(z)$ – час життя; $a$ – константа; $b_i$ – параметри регресії	У моделі експоненційної регресії значення $\chi^2$ -критерію може бути обчислено як функція логарифму правдоподібності для моделі з усіма оціненими параметрами ( $L_1$ ) і логарифма правдоподібності моделі, в якій всі коваріанти перетворюються на 0 ( $L_0$ ). При статистично значимому значенні $\chi^2$ -критерію, відкидаємо нульову гіпотезу і приймаємо, що незалежні змінні вагомо впливають на час життя [2; 6]
Моделі нормальної та логнормальної регресії	У даній моделі передбачається, що часи життя (або їх логарифми) мають нормальний розподіл. Модель загалом ідентична звичайній моделі множинної регресії і може бути описана наступним чином: $t = a + b_1 z_1 + b_2 z_2 + \dots + b_m z_m,$ де $t$ – час життя.	Модель нормальної регресії (якщо приймається модель логнормальної регресії, то (t) замінюється на (ln t) особливо корисна, оскільки часто дані можуть бути перетворені в нормальні застосуванням нормалізуючих апроксимацій. Таким чином, в деякому сенсі це найбільш загальна параметрична модель (на протигагу моделі пропорційних інтенсивностей Кокса, яка є непараметричною), оцінки даної моделі можуть бути отримані для великої різноманітності вихідних розподілів часів життя [10]

Отже, моделі аналізу виживаності містять регресійні моделі для оцінювання залежностей між багатовимірними безперервними змінними зі значеннями відповідного типу часів життя [3].

На етапі формування інформаційного простору показників та об'єктів для побудови моделі були узяті дані фінансової звітності банків України з 2005 по 2014 рік, які розподілені на 4 групи, згідно з рейтингом НБУ [11; 12]. Ці групи були досліджені на стійкість і для подальшого аналізу використовувалися банки, які демонстрували стійке положення в тій або іншій групі. Загальна кількість вибраних банків складала 97, при цьому до першої групи (з високим

рівнем стійкості на протязі аналізованого періоду) увійшло 13 банків, в другу (достатній рівень стійкості) – 12, в третю групу (прийнятний рівень стійкості) – 13 банків, а в четверту (з низьким рівнем стійкості) – 59. Фрагмент вихідних даних для побудови моделі виживаності наведено на рис. 2.

- Для побудови моделі використовувались такі змінні:
- VAR (1) – Month\_1 – місяць початку спостереження;
  - VAR (2) – Day\_1 – число початку спостереження;
  - VAR (3) – Year\_1 – рік початку спостереження;
  - VAR (4) – Month\_2 – місяць втрати зв'язку;
  - VAR (5) – Day\_2 – число втрати зв'язку;
  - VAR (6) – Year\_2 – рік втрати зв'язку;

Таблиця 2

## Сутність та інтерпретація додаткових статистик для реалізації моделей виживаності

Назва показника	Сутність показника
Кількість досліджуваних об'єктів	Кількість об'єктів, які були «живі» на початку досліджуваного часового інтервалу, без урахування половини кількості вилучених або цензурованих об'єктів
Частка померлих	Розраховується як відношення числа об'єктів, «померлих» у відповідному інтервалі, до числа об'єктів, що взагалі досліджуються на даному інтервалі
Частка тих, хто вижив	Даний показник розраховується як різниця між одиницею та часткою померлих
Функція виживання	Представляє собою кумулятивну частку тих, що вижили до початку відповідного часового інтервалу і дорівнює добутку частки об'єктів, що вижили за всіма попередніми інтервалами, оскільки ймовірності виживання є незалежною величиною на різних досліджуваних інтервалах. Дана частка, як функція від часу характеризує здатність до виживання, тобто є функцією виживання
Щільність ймовірностей	Це загальна оцінка ймовірностей відмови у відповідному інтервалі, що визначається на основі кумулятивної частки тих об'єктів, що вижили (функція виживання) до початку i-го інтервалу з урахуванням величина відповідного i-го інтервалу
Функція інтенсивностей	Оцінка функції інтенсивності обчислюється як число відмов, що припадають на одиницю часу відповідного інтервалу, поділене на середнє число об'єктів, що дожили до моменту часу, що знаходиться в середині досліджуваного інтервалу
Медіана очікуваного часу життя	Являє собою відповідну точку на часовій осі, в якій кумулятивна функція виживання дорівнює відповідно за значенням медіани 0,5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MONTH 1	DAY 1	YEAR 1	MONTH 2	DAY 2	YEAR 2	CENSORED	AKTIVY	UROVEN' UST.	GRUPPA UST.
1	JANUARY	6	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	27964674	0,320271227	Vys
2	JANUARY	2	2009	MARCH	12	2014	COMPLETE	18940271	0,254942846	Vys
3	MAY	31	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	26739232	0,357111411	Vys
4	MAY	22	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	73968478	0,885334062	Vys
5	MARCH	9	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	34866052	0,476730458	Vys
6	APRIL	5	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	145118473	0,944097054	Vys
7	AUGUST	26	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	38160031	0,556848488	Vys
8	NOVEMBER	22	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	51347408	0,604549419	Vys
9	JANUARY	20	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	75103435	0,845371943	Vys
10	JANUARY	15	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	32668231	0,224546489	Vys
11	MAY	8	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	40206926	0,568030217	Vys
12	MAY	29	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	22006542	0,288476301	Vys
13	MARCH	13	2009	MARCH	9	2014	COMPLETE	10474126	0,12471297	Vys
14	APRIL	16	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	9128325	0,282265330	Dest
15	AUGUST	22	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	34866052	0,379603542	Dest
16	NOVEMBER	16	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	10771234	0,200060058	Dest
17	OCTOBER	20	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	7303895	0,160722295	Dest
18	DECEMBER	15	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	12607722	0,242328552	Dest
19	NOVEMBER	8	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	10208339	0,321298879	Dest
20	JANUARY	29	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	5805819	0,187387441	Dest
21	MARCH	13	2009	JANUARY	1	2014	COMPLETE	9012494	0,0997000724	Dest
22	JANUARY	16	2009	MARCH	24	2014	COMPLETE	4384594	0,0590311804	Dest
80	JANUARY	3	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	169219	0,103245718	Nizkiy
81	MARCH	22	2009	MARCH	2	2014	COMPLETE	527695	0,188226486	Nizkiy
82	MARCH	16	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	404374	0,162361646	Nizkiy
83	MARCH	14	2009	JANUARY	1	2014	COMPLETE	457695	0,095497718	Nizkiy
84	MARCH	8	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	563210	0,233447893	Nizkiy
85	MAY	12	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	266561	0,133922394	Nizkiy
86	AUGUST	3	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	1090624	0,244187108	Nizkiy
87	NOVEMBER	3	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	136389	0,105374881	Nizkiy
88	OCTOBER	22	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	458253	0,142619059	Nizkiy
89	DECEMBER	16	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	421673	0,171446605	Nizkiy
90	NOVEMBER	14	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	1050447	0,292570803	Nizkiy
91	JANUARY	8	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	1087627	0,324426847	Nizkiy
92	MARCH	12	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	525148	0,250539237	Nizkiy
93	MARCH	3	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	161320	0,119088695	Nizkiy
94	NOVEMBER	5	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	2190768	0,367493042	Nizkiy
95	JANUARY	16	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	1009030	0,395412161	Nizkiy
96	MARCH	30	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	590455	0,232423796	Nizkiy
97	MAY	12	2009	JANUARY	1	2014	CENSORED	1265964	0,340107723	Nizkiy

Рис. 2. Фрагмент вихідних даних для побудови моделі виживаності

- VAR (7) – Censored – змінна цензурування;
- VAR (8) – Aktyvy – обсяг активів комерційного банку;
- VAR (9) – Uroven' ust – рівень фінансової стійкості комерційного банку;
- VAR (10) – Grupa ust. – назва групи стійкості, до якої належить комерційний банк.

Початком спостереження в моделі виступає настання кризового стану для комерційного банку. В моделі враховані дати кризових станів та дати банкрутства або втрати

зв'язку комерційних банків. Наприклад, кризового становища перший банк досяг 6 січня 2009 року, а 1 січня 2014 року зв'язок був втрачений, таким чином, це неповне спостереження (значення змінної цензурування – censored).

Щільність ймовірності – це щільність ймовірності банкрутства на даному інтервалі, коли з функції виживання на даному інтервалі віднімається функція виживання на наступному інтервалі та ділиться на довжину інтервалу. Графік оцінки щільності ймовірності представлено на рис. 3.

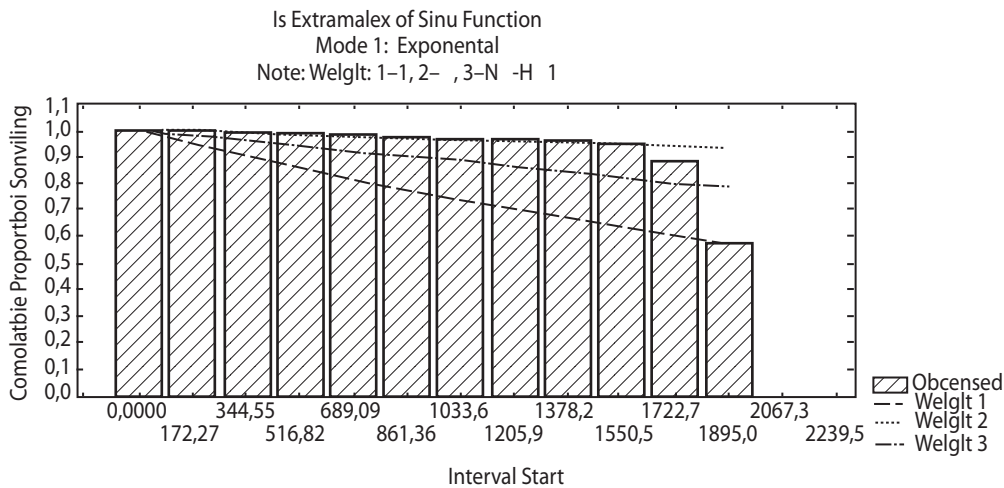


Рис. 3. Графік оцінки щільності ймовірності

На графіку оцінки щільності видно, що ймовірність банкрутства майже рівна, але після 1378 дня вона падає. Тобто банкам головне протриматись стільки днів після кризи, і потім ситуація може стабілізуватися. На рис. 4 наведена оцінка Каплана-Мейера функції виживання.

Case Number	Time	Cumulatv Survival	Standard Error
28+	1607,000		
86+	1612,000		
39	1616,000	0,959694	0,023113
3+	1676,000		
12+	1678,000		
49+	1678,000		
4+	1685,000		
25+	1685,000		
34+	1687,000		
74+	1691,000		
33+	1691,000		
24+	1691,000		
60+	1693,000		
50	1694,000	0,940877	0,029336
73+	1694,000		
97+	1695,000		
85+	1695,000		
61+	1699,000		
11+	1699,000		
45+	1704,000		
52	1715,000	0,919493	0,036620
14+	1721,000		

Рис. 4. Оцінка Каплана-Мейера функції виживання

З рис. 4 видно, наприклад, що ймовірність того, що банк буде функціонувати більше 1616 днів, дорівнює 0,9596, ймовірність того, що банк продовжить діяльність більше

1694 днів, дорівнює 0,94 і т. і. Графік функції виживання представлено на рис. 5.

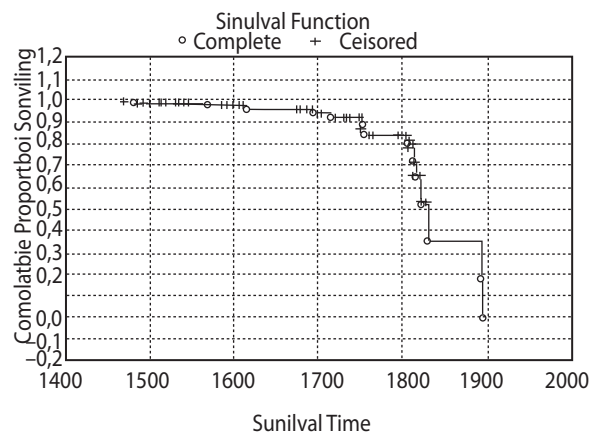


Рис. 5. Графік функції виживання

Перевага методу Каплана-Мейера (порівняно з методом таблиць життя) полягає в тому, що оцінки не залежать від розбиття часів життя на інтервали. В ході дослідження також було проведено попарне порівняння груп банків з різним рівнем фінансової стійкості. Порівняння групи банків з високим рівнем фінансової стійкості та групи банків з низьким рівнем фінансової стійкості наведено на рис. 6, отже, відсоток виживаності більше у групі банків з високим рівнем фінансової стійкості.

```
Variable: number of days computed from data
Variable with censoring indicator: CENSORED
Grouping variable: GRUPPA UST.
Total number of valid observations: 72
uncensored: 13 ( 18,06%) censored: 59 ( 81,94%)
Valid observations: Group 1 (Vys ): 13 Group 2 (Nizkiy ): 59
Uncensored: 2 ( 15,38%) 11 ( 18,64%)
Censored: 11 ( 84,62%) 48 ( 81,36%)
```

**Рис. 6. Результати порівняння виживаності груп банків з високим та низьким рівнем фінансової стійкості**

Проведемо порівняння у групах з високим та достатнім рівнем фінансової стійкості (рис. 7).

```
Variable: number of days computed from data
Variable with censoring indicator: CENSORED
Grouping variable: GRUPPA UST.
Total number of valid observations: 25
uncensored: 4 ( 16,00%) censored: 21 ( 84,00%)
Valid observations: Group 1 (Vys ): 13 Group 2 (Dost ): 12
Uncensored: 2 ( 15,38%) 2 ( 16,67%)
Censored: 11 ( 84,62%) 10 ( 83,33%)
```

**Рис. 7. Результати порівняння виживаності груп з високим та достатнім рівнем фінансової стійкості**

Відсоток виживаності у групі з високим рівнем стійкості набагато вищий, при певних умовах впливу факторів зовнішнього середовища. Отже, рівень фінансової стійкості банку значно впливає на виживаність комерційних банків в умовах кризового становища. Запропонована у роботі модель аналізу виживаності комерційних банків дозволить визначити фактори, які впливають на виживаність комерційних банків, а також порівняти виживаність між кількома групами, виділити найбільш впливові фактори у кожній з груп.

Згідно з другим етапом дослідження пропонується побудова моделі розповсюдження кризових ситуацій на банківському ринку. Слід зауважити, що кризові стани комерційних банків та банкрутство часто супроводжуються паніками та ажіотажами, яким притаманний лавиноподібний характер розповсюдження [4; 5].

Лавиноподібний соціально-економічний процес – це динамічний швидкий процес розповсюдження певного стану або деякої властивості в середовищі певних об'єктів та суб'єктів соціально-економічних відносин шляхом загальновідомих соціально-психологічних механізмів поширення, розподілу та зараження. Це приводить до різкої зміни фінансово-економічної ситуації у досліджуваному сегменті соціально-економічної системи або певному середовищі [8; 9]. Банківська паніка призводить до ланцюгового з розгалуженням процесу утворення активних суб'єктів, що має повну аналогію з ланцюговими реакціями, наприклад, це одночасне банкрутство багатьох банків на основі механізму контактного поширення, однією з причин якої є різкий відтік депозитів, що має лавиноподібний, за типом ланцюгової реакції, характер поширення та розвитку процесу у часі та просторі. Отже, поширення банківської паніки може призвести як до банківської, так і фінансової кризи в цілому [9]. Найважливішими загальними рисами паніки є: масовість, наявність ефекту «зараження» і ланцюговий, лавиноподібний характер поширення [4].

Важливість аналізу механізму управління з позиції банківської паніки зумовлена динамічністю фінансового

ринку та високою швидкістю розповсюдження тривожних сигналів у банківській системі [13]. Крім того, банківська паніка є дуже складним об'єктом для локалізації, вона може розповсюджуватися на інші банки, що є загрозою для фінансової стабільності країни. Тому дуже важливим завданням є визначення природи і ознак банківської паніки, а також інструментів протидії цьому явищу, тому в роботі пропонується реалізація моделі розповсюдження кризових ситуацій на основі швидких динамічних процесів. Основні показники моделі розповсюдження кризових ситуацій та їх модельні значення наведено в табл. 3.

**Таблиця 3**

**Значення основних показників моделі розповсюдження кризових ситуацій комерційних банків**

Показник	Значення
Кількість банків N	168
Кількість стійко функціонуючих банків S(0)	30
Кількість банкрутів I (0)	16
Кількість банків «з імунітетом» R	0,65
Кількість контактів в одиницю часу (r)	6
Вірогідність зараження (p)	0,2
Вірогідність випадкового одужання (q)	0,1
Частка чутливих (G)	0,179641
Кількість стійко функціонуючих, з якими контактує «заражений» (b)	1,077844
Кількість стійко функціонуючих, яких інфікує один «заражений» (d)	0,215569
Загальна кількість зв'язків-заражень в момент t (K)	96
Перший інфікований заражує: (z1)	0,215569
Наступний: (c2)	0,214029
Спад чутливих, не заражених за одиницю часу (sp)	30

Розглянемо модель механізму контактного поширення паніки. Для підрахунку зміни кількості кожної групи існує два підходи:

- перший – це «прохід» по всім, хто знаходиться під впливом паніки, і підрахунок кількості об'єктів, яку вони заразили;
- другий підхід – це «прохід» по всім здоровим, але схильним до стану паніки, і підрахунок кількості тих, які заразилися знову [4; 5].

Розрахунок збільшення кількості банкрутств через кількість банкрутів у моделі розраховується таким чином:

$$\begin{cases} S_{i+1} = S_i \cdot \left(1 - \frac{p_1 r}{N-1}\right)^{I_i} \\ I_{i+1} = I_i \cdot (1 - q - U_i) + S_i \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{p_1 r}{N-1}\right)^{I_i}\right] \end{cases} \quad (1)$$

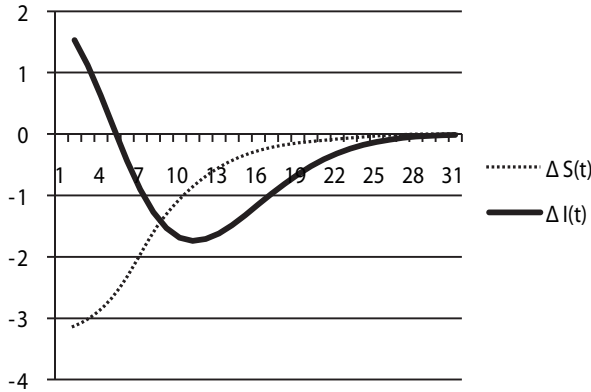
де  $U_i$  – функція ефективності методу лікування за одиницю часу;

$$R(t) = N - S(t) - I(t), \quad (2)$$

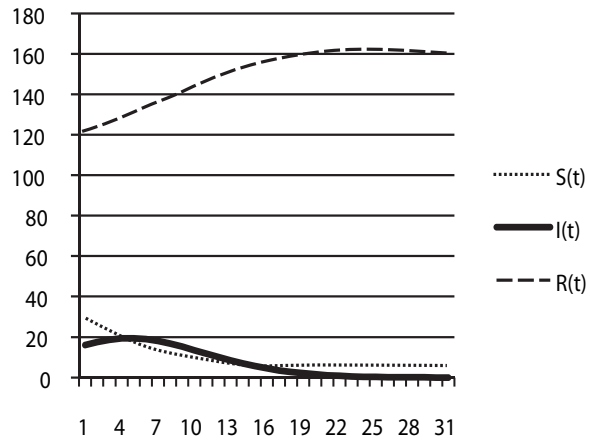
де  $R(t)$  – кількість здорових в момент часу  $t$  із запасом імунітету.

Результати побудови моделі розповсюдження паніки на основі першого підходу ілюструють дзеркальний ла-

виноподібний характер швидкості зміни кількості фінансовонестійких банків, банкрутів та банків у стані санації (рис. 8а). Динаміка загальної кількості банків, схильних до банкрутства, банкрутів і банків у стані санації та банків «з імунітетом» наведено на рис. 8б.



а) Динаміка швидкості зміни кількості фінансово нестійких банків, банкрутів та банків у стані санації

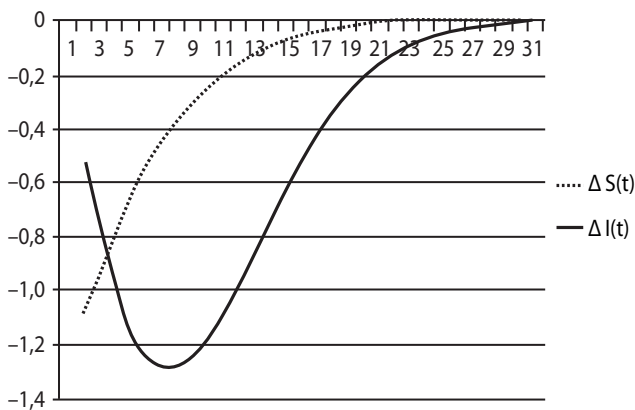


б) Динаміка загальної кількості банків, схильних до банкрутства, банкрутів і банків у стані санації та банків «з імунітетом»

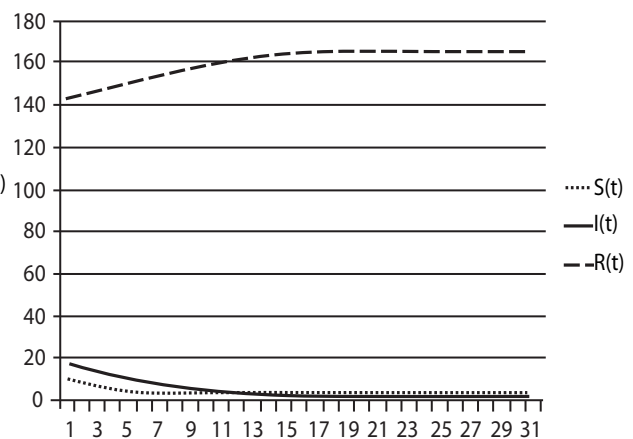
Рис. 8. Результати імітації розповсюдження паніки на основі першого підходу за першим сценарієм (P1\_S1)

Графічне відображення результатів другого сценарію моделювання (P1\_S2), при якому кількість стійко функціонуючих банків  $S(0)$  складає 9, наведено на рис. 9.

Моделювання динаміки кількості банкрутів через кількість нестійко функціонуючих банків за другим підходом в роботі виконано на основі таких співвідношень:



а) Динаміка швидкості зміни кількості фінансово нестійких банків, банкрутів та банків у стані санації



б) Динаміка загальної кількості банків, схильних до банкрутства, банкрутів і банків у стані санації та банків «з імунітетом»

Рис. 9. Результати імітації розповсюдження паніки на основі першого підходу за другим сценарієм (P1\_S2)

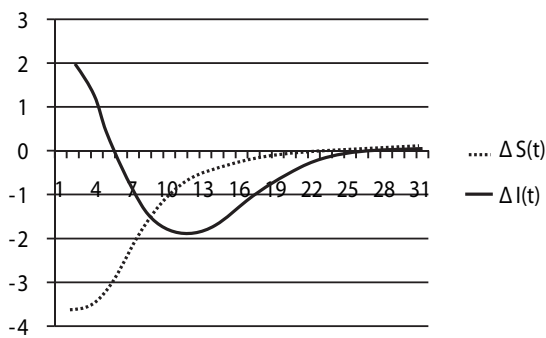
$$\begin{cases} S_{i+1} = S_i \cdot (1 - p_1)^{\frac{r}{N-1} I_i} \\ I_{i+1} = I_i \cdot (1 - q - U_i) + S_i \cdot \left[ 1 - (1 - p_1)^{\frac{r}{N-1} I_i} \right] \end{cases} \quad (3)$$

Результати побудови моделі розповсюдження паніки на основі другого підходу наведені на рис. 10.

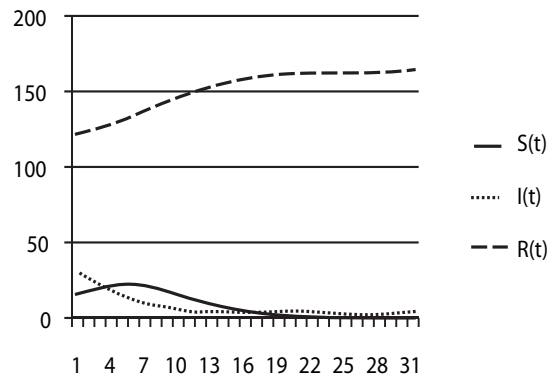
Графічне відображення результатів розповсюдження паніки на основі другого підходу за другим сценарієм моделювання (P2\_S2), при якому кількість стійко функціонуючих банків  $S(0)$  складає 9, наведено на рис. 11.

З наведених графіків зміни кількості суб'єктів різних груп соціуму бачимо, що імітований процес паніки відповідає реальному процесу: кількість інфікованих різко зростає, а кількість здорових навпаки – різко спадає, але





а) Динаміка швидкості зміни кількості фінансово нестійких банків, банкрутів та банків у стані санації



б) Динаміка загальної кількості банків, схильних до банкрутства, банкрутів і банків у стані санації та фінансово стійких

Рис. 10. Результати імітації розповсюдження паніки на основі другого підходу за першим сценарієм (P2\_S1)

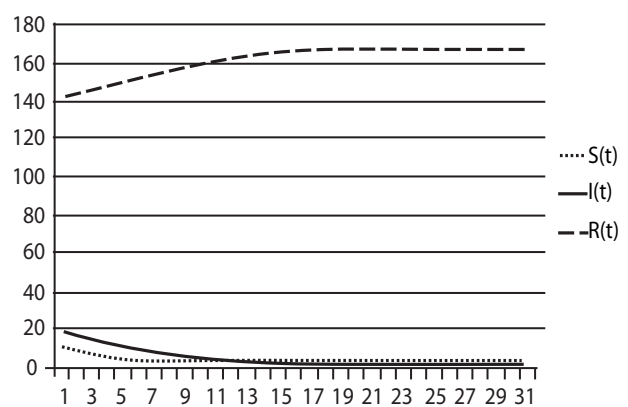
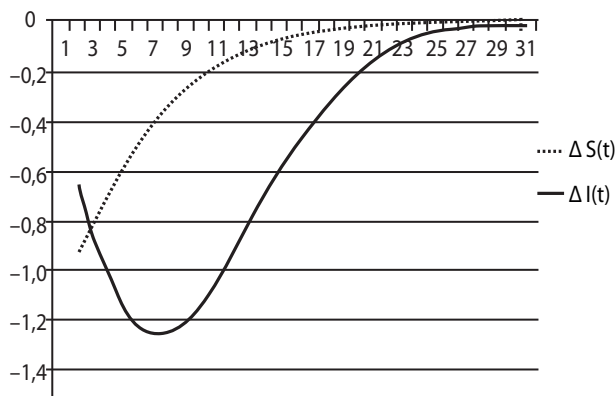


Рис. 11. Результати імітації розповсюдження паніки на основі другого підходу за другим сценарієм (P2\_S2)

згодом, за рахунок збільшення імунізації суб'єктів, їх панічна поведінка вгамовується. Другий підхід більшою мірою відповідає реальному механізму поширення паніки (перший підхід дає завищене значення швидкості поширення). Однак головна перевага даного методу в тому, що він дозволяє оцінити і врахувати ефект синергії, характерний для взаємодії заразливих осіб, синергізм такої дії виявляється у зростанні ймовірності зараження вище величини, обумовленої незалежним впливом.

Новизна одержаних результатів у роботі полягає в тому, що побудований комплекс моделей дозволяє провести всебічний ситуаційний аналіз динаміки банківського ринку України, провести аналіз структурних складових фінансової безпеки ринку банківських послуг, провести діагностику банкрутства та поширення панік, змоделювати сценарії та обґрунтувати вибір відповідної стратегії фінансової безпеки. Отже, реалізація пропонованого інструментарію швидких процесів дозволяє провести моделювання панік на банківському ринку та оцінити його динамічність. Побудовані моделі можуть бути адаптовані для будь-яких груп банків, а також врахувати різні показники, в залежності від характеру та цілей аналізу, що дасть змогу банкам визначити найвпливовіші фактори виживаності та розпо-

всюдження панік в умовах нестабільності, фінансової кризи, посилення конкуренції.

Практичне значення модельного базису полягає в тому, що запропонований комплекс моделей виживаності та розповсюдження кризових ситуацій на банківському ринку України може бути використаний для підвищення якості управлінських рішень та сприятиме покращенню ситуації на банківському ринку України.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бейли Н. Математика в биологии и медицине / Н. Бейли. – М. : Мир, 1970. – 326 с.
2. Боровиков В. П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере : Для профессионалов / В. П. Боровиков. – СПб. : Питер, 2001. – 656 с.
3. Бриштелев А. Теоретико-методологические основы экономической безопасности банковской системы / А. Бриштелев // Банковский вестник. – 2009. – № 10. – С. 48 – 54.
4. Даніч В. М. Моделювання швидких соціально-економічних процесів : монографія / В. М. Даніч. – Луганськ : Вид-во СЧУ ім. В. Даля, 2004. – 304 с.

5. Данич В. Н. Идентификация быстрых процессов. Методы и модели / В. Н. Данич. – М. : Арт-Бизнес-Центр, 1999. – 229 с.
6. Карминский А. М. Модели дефолта российских банков / А. М. Карминский, А. А. Пересецкий, С. В. Головань. – М. : РЭШ, 2004. – 124 с.
7. Лютий І. О. Банківський маркетинг : підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / І. О. Лютий, О. О. Солодка. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 776 с.
8. Назаретян А. П. Психология стихийного массового поведения. Толпа, слухи, политические и рекламные кампании / А. П. Назаретян. – М. : Академия, 2005. – 160 с.
9. Райгородский Д. Я. Психология масс / Д. Я. Райгородский. – Самара : ИД «БАХРАХ-М», 2010. – 592 с.
10. Сергієнко О. А. Моделі аналізу виживаності комерційних банків / О. А. Сергієнко, Я. Ю. Солдатова // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (25 – 26 вересня 2014 р.). – Х. : ХІБС УБС НБУ, 2014 (CD).
11. Офіційний сайт НБУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.bank.gov.ua>
12. Офіційний сайт «Фінанси – Банки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://finance-banks.ru/menedzhment-kapita la5.html>
13. Складні системи у фінансах [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.smartquant.com>

## REFERENCES

- Beyli, N. Matematika v biologii i meditsine [Mathematics in biology and medicine]. Moscow: Mir, 1970.
- Borovikov, V. P. STATISTICA: iskusstvo analiza dannykh na kompiutere : Dlia professionalov [STATISTICA: the art of computer data analysis: For professionals]. St. Petersburg: Piter, 2001.

Brishtele, A. "Teoretiko-metodologicheskie osnovy ekonomicheskoy bezopasnosti bankovskoy sistemy" [Theoretical and methodological foundations of economic security of the banking system]. Bankovskiy vestnik, no. 10 (2009): 48-54.

Danich, V. M. Modeliuvannia shvydkykh sotsialno-ekonomichnykh protsesiv [Simulation rapid socio-economic processes]. Luhansk: Vyd-vo SNU im. V. Dalia, 2004.

Danich, V. N. Identifikatsiia bystrykh protsessov. Metody i modeli [Identification of fast processes. Methods and models]. Moscow: Art-Biznes-Tsentr, 1999.

Karminskiy, A. M., Peresetskiy, A. A., and Golovan, S. V. Modeli defolta rossiyskikh bankov [Models of default of Russian banks]. Moscow: RESH, 2004.

Liutyi, I. O., and Solodka, O. O. Bankivskiy marketynh [Bank marketing]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 2010.

Nazaretian, A. P. Psikhologiya stikhiynogo massovogo povedeniia. Tolpa, slukhi, politicheskie i reklamnye kampanii [Psychology spontaneous mass behavior. The crowd, rumors and political campaigns]. Moscow: Akademiia, 2005.

Ofitsiynyi sait NBU. <http://www.bank.gov.ua>

Ofitsiynyi sait «Finansy - Banky». <http://finance-banks.ru/menedzhment-kapita la5.html>

Raygorodskiy, D. Ya. Psikhologiya mass [Psychology of the masses]. Samara: BAKhRAKh-M, 2010.

Serhiienko, O. A., and Soldatova, Ya. Yu. "Modeli analizu vyzhyvanosti komertsiiynykh bankiv" [Models survival analysis of commercial banks]. Finansovo-kredytna diialnist: problemy teorii ta praktyky. Kharkiv: KhIBS UBS NBU, 2014.

"Skladni systemy u finansakh" [Complex systems in finance]. <http://www.smartquant.com>