

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ

ХАЙЛУК С. О.

УДК 336.71:519.86

Хайлук С. О. Модель оцінки ймовірності працездатного стану банківської системи

Мета статті полягає в обґрунтуванні моделі оцінки ймовірності працездатного стану банківської системи. Аналізуючи, систематизуючи та узагальнюючи наукові праці багатьох учених, було введено поняття «працездатності банківської системи» як одного з показників надійності банківської системи. У результаті дослідження було розроблено спрощену елементну структурну схему надійності банківської системи, що включає три елементи: НБУ, сукупність банків другого рівня та сукупність економічних суб'єктів, що працюють з банками. Запропоновано метод оцінки ймовірності працездатного стану банківської системи за умови можливого відновлення всіх її елементів після виникнення певних відмов, що ґрунтується на положеннях теорії надійності складних систем. У подальших дослідженнях буде розглянуто більш складні схеми, що включають можливості навантаженого та ненавантаженого резервування.

Ключові слова: модель, банківська система, працездатність, надійність.

Рис.: 1. **Формул:** 19. **Бібл.:** 9.

Хайлук Світлана Олександрівна – кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри економічної кібернетики, Севастопольський інститут банківської справи Української академії банківської справи Національного банку України (вул. Паркова, 6, Севастополь, 99001, Україна)

E-mail: khay@ukr.net

УДК 336.71:519.86

Хайлук С. А. Модель оценки вероятности работоспособного состояния банковской системы

Цель статьи заключается в обосновании модели оценки вероятности работоспособного состояния банковской системы. Анализируя, систематизируя и обобщая научные труды многих ученых, было введено понятие «работоспособности банковской системы» как одного из показателей надежности банковской системы. В результате исследования была разработана упрощенная элементная структурная схема надежности банковской системы, включающая три элемента: НБУ, совокупность банков второго уровня и совокупность экономических субъектов, работающих с банками. Предложен метод оценки вероятности работоспособного состояния банковской системы при условии возможного восстановления всех ее элементов при появлении определенных отказов, который основывается на положениях теории надежности сложных систем. В дальнейших исследованиях будут рассмотрены более сложные схемы, включающие возможности нагруженного и ненагруженного резервирования.

Ключевые слова: модель, банковская система, работоспособность, надежность.

Рис.: 1. **Формул:** 19. **Библ.:** 9.

Хайлук Светлана Александровна – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономической кибернетики, Севастопольский институт банковского дела Украинской академии банковского дела Национального банка Украины (ул. Парковая, 6, Севастополь, 99001, Украина)

E-mail: khay@ukr.net

UDC 336.71:519.86

Khayluk S. O. Model of Assessment of Probability of the Serviceable Condition of the Banking System

The goal of the article lies in justification of the model of assessment of probability of the serviceable condition of the banking system. Analysing, systemising and generalising scientific works of many scientists, the article introduces the "serviceability of the banking system" notion as one of indicators of reliability of the banking system. In the result of the study the article develops a simplified element structure scheme of reliability of the banking system, which includes three elements: NBU, aggregate of banks of the second level and aggregate of economic subjects that work with banks. The article offers a method of assessment of probability of the serviceable condition of the banking system with a possibility of possible restoration of all its elements in case of certain malfunctions, which is based on provisions of the theory of reliability of complex systems. The further studies would consider more complex schemes that include possibilities of loaded and not loaded reservation.

Key words: model, banking system, serviceability, reliability.

Pic.: 1. **Formulae:** 19. **Bibl.:** 9.

Khayluk Svitlana O. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Head of the Department, Department of Economic Cybernetics, Sevastopol Institute of Banking of the Ukrainian Academy of Banking of National Bank of Ukraine (vul. Parkova, 6, Sevastopol, 99001, Ukraine)

E-mail: khay@ukr.net

З а сучасних умов визначальну роль у повноцінному функціонуванні ринкової системи господарювання України відіграє банківська система, яка стає інструментом впливу на економічні процеси як у внутрішній, так і в зовнішній політиці держави. При цьому банківську систему варто розглядати не як механічне об'єднання банківських установ, а як специфічну економічну структуру, яка має особливе призначення і виконує спеціальні функції в економіці держави. Ця система – внутрішньо організована, взаємопов'язана, має загальну мету та завдання. Вона розвивається за законами ринку і залежить від економічної та соціальної політики держави. Банки органічно вплетені у загальний механізм регулювання господарського життя, тісно взаємодіють з бюджетом і податковою системою, системою ціноутворення, з політикою цін і прибутків,

з умовами зовнішньоекономічної діяльності [4]. А отже, стабільний економічний розвиток країни значною мірою залежить від надійності та ефективності функціонування банківського сектору.

Питання оцінки надійності комерційних банків досліджували багато науковців і практиків, їм присвячено праці як вітчизняних, так і закордонних учених. Також достатньо поширеними є моделі, що оцінюють окремі аспекти функціонування банківської системи. Наприклад, моделі оцінки фінансової стійкості банківської системи, її стабільності, надійності, ефективності тощо. Водночас залишаються недостатньо розробленими як в теоретичному, так і в методично-практичному аспектах моделі та методи оцінки ймовірності знаходження банківської системи в працездатному стані та ймовірності виникнення збоїв у її роботі. Враховуючи вищезазначене, можна сфор-

мулювати завдання дослідження, що полягає у розробці методу оцінки надійності елементів банківської системи, виходячи з їх важливості для забезпечення працездатності останньої. При цьому під терміном «працездатність банківської системи» пропонується розуміти можливість банківської системи ефективно, вчасно та безперервно виконувати свої функції, зокрема, трансформаційну, стабілізаційну, функцію створення платіжних засобів і функцію регулювання грошової маси в обігу.

Метою даної статті є обґрунтування методу оцінки ймовірності працездатного стану банківської системи за умови можливого відновлення всіх її елементів після виникнення певних відмов.

Алгоритм розрахунку ймовірності працездатного стану банківської системи базується на так званій структурно-логічній схемі надійності (або скорочено «структурній схемі надійності») системи в цілому, а також у вигляді часткових структурно-логічних схем її складових частин різного рівня.

Банківська система є законодавчо визначеною, чітко структурованою сукупністю фінансових інститутів, які займаються банківською діяльністю. У ст. 4 Закону України «Про банки і банківську діяльність» [3] визначено, що банківська система України складається з Національного банку України та інших банків, які створені і діють на території України відповідно до положень цього Закону. Елементами структурної схеми надійності банківської системи будуть виступати Національний банк України та сукупність банків другого рівня. Однак оскільки банки обслуговують економічних суб'єктів, зокрема юридичних і фізичних осіб, державної структури, то останні також впливають значною мірою на ефективність та надійність функціонування банківського сектора, а отже, на нашу думку, повинні бути включені до структурної схеми надійності банківської системи. При цьому варто зазначити, що при побудові структурних схем надійності враховують, що прийнятий порядок зв'язків у функціональних схемах об'єкта не завжди є аналогом послідовності зв'язків для схеми надійності.

Розглянемо типову трьохелементну структурну схему надійності банківської системи у найпростішому випадку (рис. 1), при якій всі її основні структурні елементи з'єднані послідовно. У такому випадку працездатність банківської системи буде забезпечуватися безвідмовною роботою всіх її трьох елементів: НБУ, сукупності банків другого рівня та сукупності економічних суб'єктів, що працюють з банками. Також будемо вважати, що всі елементи системи можуть відновлюватися після збоїв у роботі.

Комплексним показником надійності системи при цьому може виступати коефіцієнт готовності K_r , що характеризує не тільки стан працездатності елемента системи на момент часу t , але також вказує на незалежність стану системи в момент часу t від стану системи в будь-який інший момент при умові, що відмова (відмови) елементів системи на про-

міжкові часу $(0, t)$ супроводжуються обов'язковим відновленням, щоб в момент часу t система була працездатною і при необхідності могла працювати з передбаченим навантаженням.

Таким чином, коефіцієнт готовності відображає стан готовності відновлювальної системи до дії на майбутнє в момент часу t . Ймовірність же безвідмовної роботи $P(t)$ відображає міру надійності виконання системою своїх функцій як до моменту, так і на момент часу t після останньої її відмови.

Для знаходження коефіцієнта готовності K_r та інших показників надійності системи скористаємося припущенням про експоненційний розподіл відмов і відповідно відновлень всіх трьох елементів при інтенсивностях відмов $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ відповідно та інтенсивностях відновлень $\mu_{B1}, \mu_{B2}, \mu_{B3}$ на відрізкові часу $(0, t)$. Це обумовлено тим, що при експоненційному розподілі потік відмов є простим і відповідно ординарним (усі елементи не знаходяться одночасно в стані відмови).

Позначимо ймовірність знаходження системи в працездатному стані в момент t символом $Q_0(t)$, у непрацездатному стані – символом $Q(t)$, ймовірність непрацездатного стану системи через елемент 1 позначимо як $Q_1(t)$, через елемент 2 – як $Q_2(t)$, а через елемент 3 – $Q_3(t)$. Сума цих останніх ймовірностей відповідно складає ймовірність непрацездатного стану системи в цілому:

$$Q_1(t) + Q_2(t) + Q_3(t) = Q(t). \quad (1)$$

Розглянемо момент часу $(t + \Delta t)$. Працездатний стан системи на цей момент буде здійсненим, якщо:

- 1) у момент t система була працездатною і за відрізок часу Δt не відмовив не один елемент;
- 2) у момент t система знаходилась в стані відмови внаслідок відмови першого елемента, але за час Δt він відновився;
- 3) у момент t система знаходилась в стані відмови внаслідок відмови другого елемента, на час Δt він відновився;
- 4) у момент t система знаходилась у стані відмови внаслідок відмови третього елемента, на час Δt він відновився.

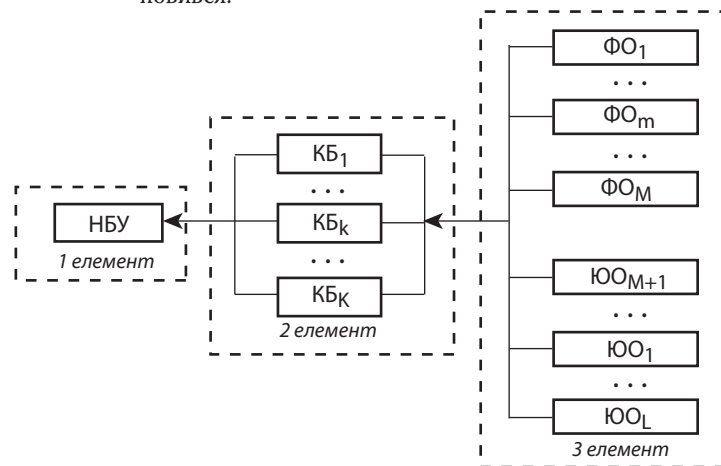


Рис. 1. Типова елементарна структурна схема надійності банківської системи

НБУ – Національний банк України; $КБ_k$ – комерційний банк ($k = 1, \bar{K}$); $ФО_m$ – фізична особа ($m = 1, M$); $ЮО_l$ – юридична особа ($l = M + 1, L$).

Ймовірність працездатного стану системи на момент $(t + \Delta t)$ з урахуванням сказаного відповідає сумі:

$$Q_0(t + \Delta t) = Q_0(t)P_1(\Delta t)P_2(\Delta t)P_3(\Delta t) + Q_1(t)P_{e1}(\Delta t) + Q_2(t)P_{e2}(\Delta t) + Q_3(t)P_{e3}(\Delta t), \quad (2)$$

де $P_{vi}(\Delta t)$ – імовірність відновлення i -го елемента за проміжок часу Δt ;

$P_i(\Delta t)$ – імовірність безвідмовної роботи i -го елемента на проміжку часу Δt .

Непрацездатний стан системи, що розглядається, буде мати місце при виникненні шести несумісних подій $A, B, C, D, E, Ж$:

1) до моменту t система була працездатною, а за проміжок часу Δt перший елемент відмовив і не відновився (подія A);

2) на момент t система була в стані відмови внаслідок відмови елемента 1 і за проміжок часу Δt він не відновився (подія B).

Тоді імовірність непрацездатного стану системи через елемент 1 на момент буде дорівнювати:

$$Q_0(t + \Delta t) = Q_0(t)q_1(\Delta t)P_2(\Delta t)P_3(\Delta t) + Q_1(t)P_{HB1}(\Delta t), \quad (3)$$

де $q_1(\Delta t)$ – імовірність відмови елемента 1 на проміжковий час Δt ;

$P_{HB1}(\Delta t)$ – імовірність невідновлення елемента 1 на проміжковий час Δt .

Аналогічно можна визначити ймовірність непрацездатного стану системи при відмовах елементів 2 (події C і D) та 3 (події E і $Ж$).

Тоді ймовірність непрацездатного стану системи в цілому на момент часу $(t + \Delta t)$ буде дорівнювати:

$$Q(t + \Delta t) = Q_1(t + \Delta t) + Q_2(t + \Delta t) + Q_3(t + \Delta t). \quad (4)$$

Можна показати, що для банківської системи та її складових елементів числові значення інтенсивностей відмов λ та інтенсивностей відновлення μ , малі і лежать наближено в межах $(0,01 - 0,000001)1/\text{год}$. Це дозволяє експоненційні вирази для імовірності безвідмовної роботи і для імовірності невідновлення $P(\Delta t) = e^{-\lambda\Delta t}$ і $P_{HB}(\Delta t) = e^{-\mu\Delta t}$ замінити наближеними їх значеннями $P(\Delta t) \approx 1 - \lambda\Delta t$ і $P_{HB}(\Delta t) \approx 1 - \mu\Delta t$ відповідно.

Таким чином, можна прийняти, що

$$P(\Delta t) \approx 1 - \lambda\Delta t = 1 - q, \quad (5)$$

$$P_{HB}(\Delta t) \approx 1 - \mu\Delta t = 1 - P_e(\Delta t). \quad (6)$$

З урахуванням (5), (6) рівняння (1) запишеться так:

$$Q_0(t + \Delta t) = Q_0(t)(1 - \lambda_1\Delta t)(1 - \lambda_2\Delta t)(1 - \lambda_3\Delta t) + Q_1(t)\mu_{e1}\Delta t + Q_2(t)\mu_{e2}\Delta t + Q_3(t)\mu_{e3}\Delta t. \quad (7)$$

Після розкриття дужок і приведення подібних членів рівняння (7) може бути записано в такому вигляді:

$$Q_0(t + \Delta t) - Q_0(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)Q_0(t)\Delta t + \mu_{e1}Q_1(t)\Delta t + \mu_{e2}Q_2(t)\Delta t + \mu_{e3}Q_3(t)\Delta t. \quad (8)$$

Розділимо праві та ліві частини рівняння (8) на Δt і перейдемо до граничного стану при $\Delta t \rightarrow 0$. У результаті одержимо, що похідна від $Q_0(t)$ дорівнює:

$$Q_0'(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)Q_0(t) + \mu_{e1}Q_1(t) + \mu_{e2}Q_2(t) + \mu_{e3}Q_3(t). \quad (9)$$

Якщо тепер виконати аналогічні перетворення відносно рівняння (3) та його аналогій відносно інших двох елементів системи, то в підсумку одержується система диференціальних рівнянь першого порядку

$$\begin{cases} Q_0'(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)Q_0(t) + \mu_{e1}Q_1(t) + \mu_{e2}Q_2(t) + \mu_{e3}Q_3(t); \\ Q_1'(t) = \lambda_1Q_0(t) - \mu_{e1}Q_1(t); \\ Q_2'(t) = \lambda_2Q_0(t) - \mu_{e2}Q_2(t); \\ Q_3'(t) = \lambda_3Q_0(t) - \mu_{e3}Q_3(t). \end{cases} \quad (10)$$

Додамо до системи рівнянь (10) ще одне рівняння – так зване рівняння нормування ймовірностей станів системи на момент часу t :

$$Q_0(t) + Q_1(t) + Q_2(t) + Q_3(t) = 1. \quad (11)$$

Система рівнянь (10) з доданим до неї рівнянням (11) вирішується за допомогою перетворення Лапласа. Знаходяться значення функцій $Q_0(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $Q_3(t)$, де $Q_0(t)$ – є фактично функцією готовності системи, а $Q(t) = Q_1(t) + Q_2(t) + Q_3(t)$ – функція повної відмови системи. З ростом t функції $Q_0(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $Q_3(t)$ достатньо швидко досягають стаціонарного стану. Їх похідні стають рівними нулю. Таким чином, в умовах стаціонарності система рівнянь (10) і (11) приймає вигляд:

$$\begin{cases} -(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)Q_0(t) + \mu_{e1}Q_1(t) + \mu_{e2}Q_2(t) + \mu_{e3}Q_3(t) = 0; \\ \lambda_1Q_0(t) - \mu_{e1}Q_1(t) = 0; \\ \lambda_2Q_0(t) - \mu_{e2}Q_2(t) = 0; \\ \lambda_3Q_0(t) - \mu_{e3}Q_3(t) = 0; \\ Q_0(t) + Q_1(t) + Q_2(t) + Q_3(t) = 1. \end{cases} \quad (12)$$

Рішення цієї системи рівнянь приводить до виразів:

$$\begin{cases} Q_0 = \frac{\mu_{e1}\mu_{e2}\mu_{e3}}{\mu_{e1}\mu_{e2}\mu_{e3} + \lambda_1\mu_{e2}\mu_{e3} + \lambda_2\mu_{e1}\mu_{e3} + \lambda_3\mu_{e1}\mu_{e2}}; \\ Q = \frac{\lambda_1\mu_{e2}\mu_{e3} + \lambda_2\mu_{e1}\mu_{e3} + \lambda_3\mu_{e1}\mu_{e2}}{\mu_{e1}\mu_{e2}\mu_{e3} + \lambda_1\mu_{e2}\mu_{e3} + \lambda_2\mu_{e1}\mu_{e3} + \lambda_3\mu_{e1}\mu_{e2}}, \end{cases} \quad (13)$$

де $Q_0 = K_r$ – коефіцієнт готовності системи; Q – граничне значення ймовірності появи стану неготовності (непрацездатності) системи. При експоненційному законі розподілу часу відмов помірною наробітку до відмови T_0 пропорційна додатку $(\mu_{e1}, \mu_{e2}, \mu_{e3})$, а помірною часу на відновлення T_B для трьохелементної системи з послідовним з'єднанням елементів пропорційна виразу $(\lambda_1\mu_{e2}\mu_{e3} + \lambda_2\mu_{e1}\mu_{e3} + \lambda_3\mu_{e1}\mu_{e2})$.

Останнє показує, що між помірною наробітку на відмову, часу на відновлення та інтенсивностями відмов і відновлень існує жорстка функціональна залежність, чим можна скористатись при розрахунках:

$$\frac{T_0}{\mu_{e1}\mu_{e2}\mu_{e3}} = \frac{T_B}{\lambda_1\mu_{e2}\mu_{e3} + \lambda_2\mu_{e1}\mu_{e3} + \lambda_3\mu_{e1}\mu_{e2}} = K, \quad (14)$$

де K – коефіцієнт пропорційності.

Якщо ввести $\gamma_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_{e1}}$, $\gamma_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_{e2}}$ і $\gamma_3 = \frac{\lambda_3}{\mu_{e3}}$, то

система (13) приймає вигляд

$$\begin{cases} Q_0 = \frac{1}{1 + \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}; \\ Q = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}{1 + \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}. \end{cases} \quad (15)$$

Можна показати, що інтенсивність відмови системи та інтенсивність відновлення послідовної системи з трьох елементів відповідно дорівнюють:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3, \quad (16)$$

$$\mu_e = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}. \quad (17)$$

Оскільки потік відмов, що розглядається, для системи з послідовно сполученими елементами є простим, то параметр потоку відмов в системі μ та інтенсивність відмов λ кількісно співпадають. Тоді можна записати, що

$$T_1 = T_0 = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\mu}, \quad (18)$$

$$T_B = \frac{1}{\mu_B}. \quad (19)$$

Таким чином, розраховувавши інтенсивності відмов та відновлень елементів системи за (15), можна розрахувати як коефіцієнт готовності системи, що виступає комплексним показником її надійності, так і граничне значення ймовірності появи стану неготовності (непрацездатності) системи. До того ж, з вищеприказаних викладок можливо зробити висновок, що зі збільшенням числа елементів у системі їх надійність повинна також збільшуватися, щоб забезпечити високу надійність системи в цілому та підвищити ймовірність її роботоздатного стану.

ВИСНОВКИ

Розглядаючи банківську систему як велику динамічну цілеспрямовану відкриту систему, яка характеризується наявністю значної кількості елементів, що виконують різні функції й мають багаторівневу ієрархічну структуру; динамічністю поведінки елементів, підсистем і системи в цілому; наявністю складних взаємозв'язків, оцінку її надійності та працездатності можна проводити методами, що ґрунтуються на теорії надійності складних систем. У даній роботі автором розглянуто спрощену елементну структурну схему надійності банківської системи та запропоновано метод оцінки ймовірності працездатного стану банківської системи за умови можливого відновлення всіх її елементів після виникнення певних відмов. У подальших дослідженнях буде розглянуто більш складні схеми, що включають можливості навантаженого та ненавантаженого резервування. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. **Авдеевский В. С.** Надежность и эффективность в технике [Текст] / В. С. Авдеевский. – М. : Машиностроение, 1987. – 175 с.

2. **Волковинський Ю. С.** Надійність елементів корабельних енергетичних установок [Текст] / Ю. С. Волковинський. – Севастополь : СВМІ ім. П. С. Нахімова – 2002. – 257 с.

3. Закон України «Про банки і банківську діяльність» від 07.12.2000 р. № 2121-III (Редакція станом на 01.01.2013) // Сайт Верховної Ради України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2121-14>

4. **Коваленко В. В.** Банківська система України [Текст] : монографія / В. В. Коваленко, О. Г. Коренєва, К. Ф. Черкашина, О. В. Крухмаль. – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2010. – 187 с.

5. **Хайлук С. О.** Ймовірність працездатного стану банківської системи та методи її оцінки [Текст] / Хайлук С. О. // 36. наук. пр. IV Міжнар. наук.-практ. конф. [«Інформаційні технології та моделювання в економіці»], (Одеса-Черкаси, 15 – 17 травня 2013 р.). – Черкаси : Брама-Україна, видавець Вовчок О. Ю., 2013. – 194 с. – С. 181 – 183.

6. **Хайлук С. О.** Ймовірність працездатного стану банківської системи з врахуванням відновлення її елементів [Текст] / Хайлук С. О. // 36. наук. пр. Третьої Міжнар. наук.-практ. конф. [«Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки»], (Черкаси, 10 – 12 вересня 2013 р.). – Черкаси : видавець Вовчок О. Ю., 2013. – 142 с. – С. 119 – 120.

7. **Хайлук С. О.** Оцінка ефективності банківської діяльності на основі методу згортки даних [Текст] / С. О. Хайлук // Бизнес Информ. – 2010. – № 4(2). – С. 99 – 102.

8. **Хайлук С. О.** Оцінка надійності елементів банківської системи як складних об'єктів [Текст] / С. О. Хайлук // Тези доповідей. Міжнар. наук.-метод. конф. [«Проблеми економічної кібернетики»], (м. Алушта, смт. Партеніт, 14 – 17 жовтня 2013 р.). – Донецьк : Цифрова типографія, 2013. – 126 с. – С. 118 – 119.

9. **Хайлук С. О.** Оцінка надійності функціонування банківської системи [Текст] / С. О. Хайлук // Кримський економічний вісник. – 2013. – Випуск № 1 (02) : в 3 ч. – Ч. 3. – С. 115 – 117.

REFERENCES

Avduevskiy, V. S. *Nadezhnost i effektivnost v tekhnike* [Safety and efficacy in the art]. Moscow: Mashinostroenie, 1987.

Kovalenko, V. V., Korenieva, O. H., and Cherkashyna, K. F. *Bankivska sistema Ukrainy* [The banking system of Ukraine]. Sumy: UABS NBU, 2010.

Khailuk, S. O. "Ymovirnist pratsezdatochno stanu bankivskoi systemy ta metody ii otsinky" [SW working condition of the banking system and methods of assessment]. *Informatsiini tekhnologii ta modelivannia v ekonomitsi*. Cherkasy: Brama-Ukraina, 2013. 181-183.

Khailuk, S. O. "Ymovirnist pratsezdatochno stanu bankivskoi systemy z vrakhuvanniam vidnovlennia ii elementiv" [SW working condition of the banking system in view of the restoration of its elements]. *Monitorynh, modelivannia ta menedzhment emerdzhentnoi ekonomiky*. Cherkasy: Vydavets Vovchok O. Yu., 2013. 119-120.

Khailuk, S. O. "Otsinka efektyvnosti bankivskoi diialnosti na osnovi metodu zhorkty danykh" [Evaluating the effectiveness of banking on the basis of convolution data]. *Biznes Inform*, no. 4(2) (2010): 99-102.

Khailuk, S. O. "Otsinka nadiinosti elementiv bankivskoi systemy iak skladnykh ob'iektiv" [Assessment of reliability of the banking system as complex objects]. *Problemy ekonomichnoi kibernetiky*. Donetsk: Tsyfrova typohrafiia, 2013. 118-119.

Khailuk, S. O. "Otsinka nadiinosti funktsionuvannia bankivskoi systemy" [Assessment of the reliability of the banking system]. *Krymskyi ekonomichnyi visnyk*, vol. 3, no. 1(02) (2013): 115-117.

[Legal Act of Ukraine] (2000). <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2121-14>.

Volkovinskyi, Yu. S. *Nadiinist elementiv korabelnykh enerhetychnykh ustanovok* [Reliability items ship power plants]. Sevastopol: SVMІ ім. П. С. Нахімова, 2002.