

УДК 336.01

Кондіус І.С., к.е.н., доцент

Луцький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ

У публікації підлягають розгляду питання щодо побудови алгоритму розрахунку ймовірності роботоздатного стану банківської системи, що базується на структурно-логічній схемі надійності системи як в цілому, так і на часткових структурно-логічних схемах її складових частин різного рівня. Запропоновані методи оцінки рівня банківської системи.

Ключові слова: банківська система, надійність системи, відмова, ресурс комерційного банку, моделювання, ймовірність, коефіцієнта готовності банківської системи.

Kondius I.

MATHEMATICAL METHODS EVALUATION BANKING SYSTEM

The publication shall be considering the construction algorithm of probability robotozdatnoho state of the banking system, based on structural and logical scheme reliability of the system as a whole, and partial structural and logical schemes of components of different levels. The methods of assessing the level of the banking system.

Keywords: banking, system reliability, refusal, resource commercial bank, modeling, probability, availability factor of the banking system.

Кондиус И.С.

МАТЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ

В публикации подлежат рассмотрению вопроса о построения алгоритма расчета вероятности работоспособного состояния банковской системы, базирующейся на структурно-логической схеме надежности системы как в целом, так и на частных структурно-логических схемах ее составных частей различного уровня. Предложенные методы оценки уровня банковской системы.

Ключевые слова: банковская система, надежность системы, отказ, ресурс коммерческого банка, моделирование, вероятность, коэффициента готовности банковской системы.

Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Банківська система є однією з основних компонентів інфраструктури ринку, оскільки саме вона є фундаментом для економічних відносин. На сьогоднішній день банківську систему не можна розглядати як просто сукупність банківських установ, які є складовими кредитно-грошової системи. Варто погодитися з тезою, що розглядати банківську систему слід не як механічне об'єднання різних банків, а як специфічну економічну структуру, яка має особливе призначення і виконує спеціальні функції в економіці держави. За сучасних умов банківська система України відіграє визначальну роль у повноцінному функціонуванні ринкової системи господарювання і стає інструментом впливу на економічні процеси як у внутрішній, так і в зовнішній політиці держави.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Дослідження ефективності банківської діяльності привертають увагу багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців та практиків. Питанням визначення ефективності як загального економічного поняття та ефективності банківської діяльності, зокрема, присвячено праці таких вітчизняних та російських вчених: О.В.Васюренко, С.В. Головань, О.В. Дзюблюк, Г.Т. Карчева, А.М. Мороз, О.О. Примостка, М.І. Савлук, К.В. Толчин, Л.В. Брагінський, А.В. Куроченко, О. І. Лаврушин, С.Р. Моїсеев, В.В. Новожилов, В.В. Пятенко. Серед зарубіжних вчених варто відзначити роботи С.

Вейнера, С. Гроскопфа, З. Зангу, М. Норриса, У. Купера, Є. Родеса, Б. Парка, Л. Сімара, М. Фаррела, А. Чарнеса та ін.

Наукові напрацювання в загальній теорії ефективності, рекомендації стосовно способів її оцінювання хоча і досить значні, проте поняття ефективності банківської системи в цілому, як і методи її оцінки, залишаються недостатньо розробленими як в теоретичному, так і в методично-практичному аспектах.

Цілі статті. Створити методологічне підґрунтя щодо оцінки та аналізу ефективності банківської системи.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. В реальних умовах функціонування економічної системи всякий збій у виконанні своїх функцій будь-яким елементом банківської системи може призвести до небажаних наслідків як для неї самої, так і для юридичних і фізичних осіб, яких вона обслуговує. При чому небажані наслідки можуть нести характер як незначних грошових чи моральних втрат, так і серйозних порушень у функціонуванні системи – аж до тимчасового припинення її діяльності або банкрутства певних підсистем. З метою вчасного прийняття заходів по запобіганню даних збоїв пропонується оцінювати надійність банківської системи та її елементів, розглядаючи їх як складні системи та застосовуючи комплексні показники теорії надійності. Це, в першу чергу, такі показники як ймовірність безвідмовної роботи банківської системи та коефіцієнт готовності.

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

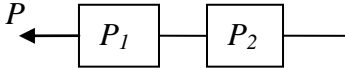
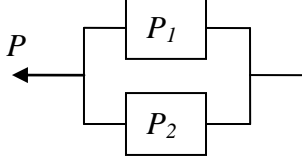
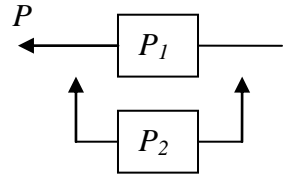
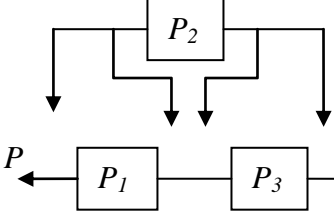
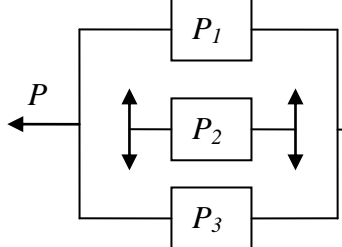
Знання величини коефіцієнта готовності банківської системи в цілому та її окремих елементів, а саме, Національного банку, комерційних банків, певних підприємств та установ, з якими вони співпрацюють, є важливим для досить широкого кола осіб. Для урядових осіб даний показник може використовуватися як рівень впевненості в безумовності виконання своїх функцій системою у потрібний момент, наприклад, при ухваленні певного законопроекту чи при розробці плану подолання кризових явищ в економіці країни. Для підприємства-клієнта комерційного банку коефіцієнт готовності може відображати, прикладом, рівень потенціальної підтримки його як товаровиробника в потрібний момент і вказує на забезпечення сприятливих умов для його розвитку. Для громадян країни – вкладників і клієнтів банків – коефіцієнт готовності – це показник захищеності їх законних інтересів при наданні банківських та фінансових послуг.

Алгоритм розрахунку ймовірності роботоздатного стану банківської системи базується на структурно-логічній схемі надійності системи в цілому, а також на часткових структурно-логічних схемах її складових частин різного рівня. То ж загальні схеми надійності системи складаються з елементних схем. З точки зору надійності системи її елементи, аналогічно до схем надійності технічних системи, можуть бути розміщені послідовно (відмова елемента є відмовою і системи), паралельно (відмова елемента може не бути ще відмовою системи) і за змішаним принципом.

Будемо розрізняти такі основні типові елементні структурні схеми ефективності (табл.1).

Таблиця 1

Типові елементні структурні схеми ефективності банківської системи та її підсистем

п	Тип розміщення елементів системи	Елементна структурна схема	Приклад застосування схеми
1	послідовне з'єднання елементів		НБУ та підсистема комерційних банків; комерційний банк та підсистема сукупності його контрагентів чи обслуговуюча компанія
2	паралельне з'єднання елементів з постійним резервуванням (навантажений або «гарячий» резерв)		система комерційних банків; система клієнтів банку;
3	паралельне з'єднання елементів з резервуванням способом заміщення (ненавантажений або «холодний» резерв)		комерційний банк та його резервний капітал; клієнт банку та застава під кредит;
4	змішане з'єднання елементів послідовне (з'єднання основних елементів 1 і 3) з резервуванням заміщення (ковзний резерв типу А)		підтримка державою (елемент 2) основних елементів банківської системи
5	паралельне з'єднання основних елементів 1 і 3 резервуванням заміщення резервним елементом 2 (ковзний резерв типу Б)		комерційні банки та санаційний банк (елемент 2); комерційні банки та ФГВФО

При цьому, варто зазначити, що при побудові структурних схем ефективності необхідно враховувати, що прийнятий порядок зв'язків у функціональних схемах об'єкта не завжди є аналогом послідовності зв'язків для схеми ефективності. Наприклад, комерційний банк та ФГВФО фінансово будуть пов'язані послідовно, оскільки комерційний банк періодично перераховує кошти ФГВФО, але з точки зору забезпечення безвідмовності роботи системи, а отже і її ефективності, дані елементи системи можуть бути пов'язані паралельно, при чому ФГВФО в такому випадку буде ковзним резервним елементом за типом заміщення Б.

Розглянемо типову елементну структурну схему ефективності банківської системи у найпростішому випадку, 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 ($KBk - k = \overline{(1, K)}$) та сукупності економічних суб'єктів, що працюють з

банками ($ФOm$ – фізична особа ($m = \overline{(1, M)}$)), $ЮOl$ – юридична особа ($l = \overline{(M + 1, L)}$)). Останні включені в систему, оскільки перші елементи їх обслуговують, а отже, на нашу думку, вони також впливають значною мірою на ефективність та надійність функціонування банківського сектору.

За даною схемою комерційні банки поділяються на універсальні ($УB_{p1}$, $p1 = \overline{(1, P1)}$) та спеціалізовані – ощадні ($ОB_{p2}$, $p2 = \overline{(1, P2)}$), інвестиційні, інноваційні, іпотечні, клірингові ($КлB_{pG}$, $pG = \overline{(1, PG)}$, де G – кількість типів спеціалізації банків) та інші.

Однак, можуть розглядатися і більш складні схеми ефективності банківської системи, що включають більшість її елементів і функціональних зв'язків.

Аналіз схеми показує:

- а) Комерційні банки резервуються за декількома схемами:
 - за схемою гарячого резерву, коли всі комерційні банки функціонують і одночасно резервують один одного (прикладом, міжбанківське кредитування);
 - за схемою холодного резерву, коли кожен банк функціонуючи формує резерви, що знаходяться в стані очікування;
- б) Клієнти – юридичні особи кожного банку в залежності від виду банківського продукту, яким користуються, резервуються по холодному (наприклад, застава під кредит) або гарячому резерву (наприклад, забезпечення кредиту депозитом в банку або коштами на поточному рахунку).
- в) Клієнти – фізичні особи кожного банку або не резервуються (як зображено на схемі рис. 1), або резервуються за схемою, що відповідає вимогам банківського продукту, яким користуються.
- г) ФГВФО працює по схемі ковзного резерву при паралельній роботі комерційних банків.
- д) Санаційний банк в залежності від ситуації, в якій функціонує банківська система, може бути включений в роботу по схемі гарячого або холодного резерву (як зображено на схемі рис. 1).
- е) НБУ та підсистема банківської інфраструктури між собою та іншими підсистемами (сукупностями комерційних банків та клієнтів) з точки зору ефективності з'єднані послідовно.

Приведене дає підставу побудувати приклад розширеної структурної схеми ефективності банківської системи, як показано на рис. 1

Аналіз природи відмов елементів банківської системи, розгляд їх таксономічних категорій та характеристик, дозволяє констатувати, що найчастіше зазначені відмови виникають завдяки або хибному стратегічному плануванню і, як результат, наявним структурним недолікам, або помилкам в організації поточної діяльності, або внаслідок морального устарівання продукту, що надається, тобто невідповідності рівня чи виду послуг потребам контрагентів. Як правило, відмови з'являються несподівано, довільно і мають випадковий характер.

Втрата системою чи її елементом спроможності виконувати свої функції частково або повністю відбувається в довільний момент часу і залежить від багатьох зовнішніх і внутрішніх причин, що проявляються як випадкові.

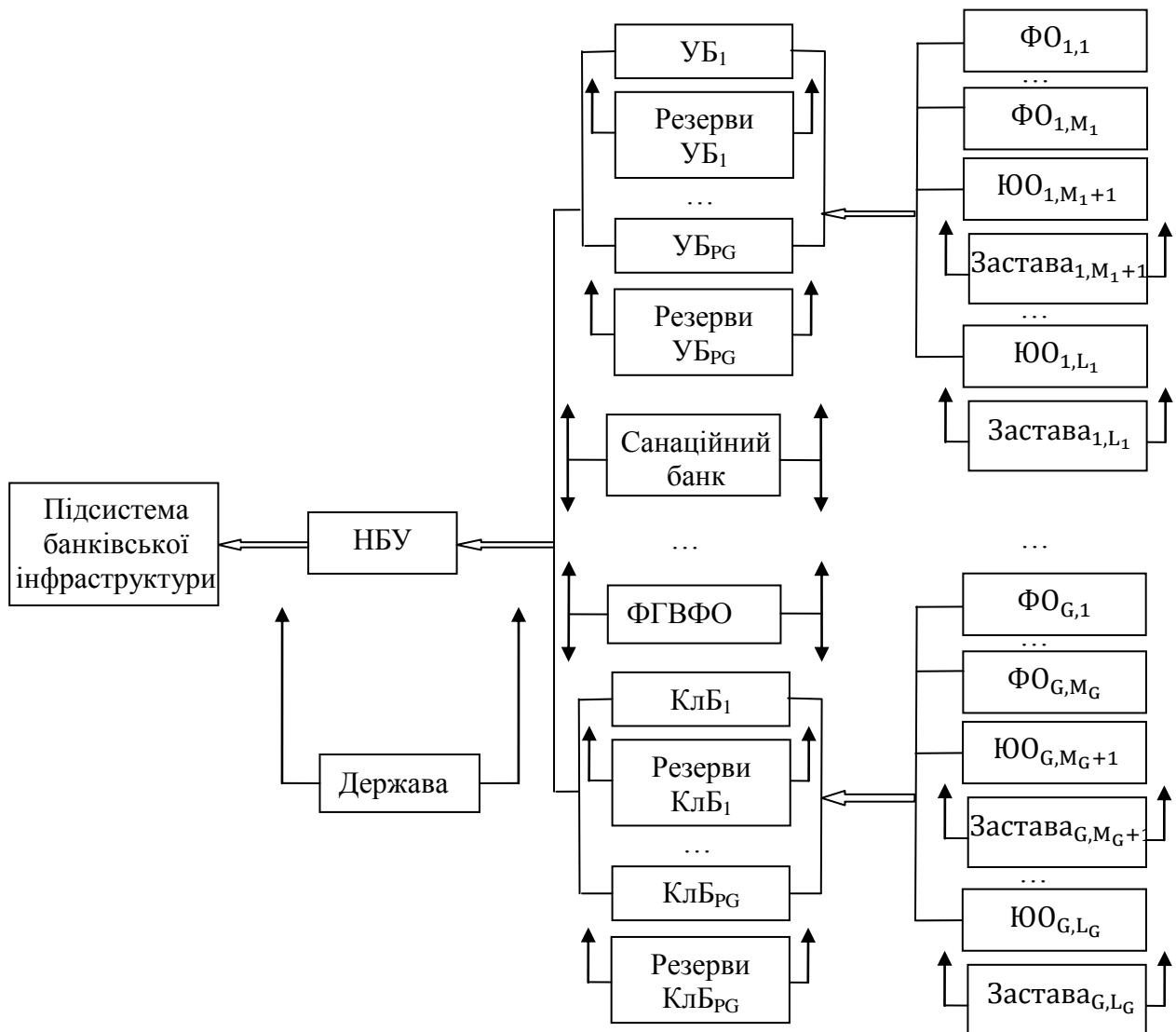


Рис. 1. Приклад розширеної структурної схеми ефективності банківської системи

Об'єм порушення працездатності і наслідки відмов є завжди непередбаченими. Факти порушення працездатності в очах контрагента виникають як випадкові події або явища, що впливають на надійність системи.

Таким чином, відмова є явище (або подія) випадкове, якісною ознакою якої є втрата працездатності системою чи її елементом. Тобто у відмови є якісна характеристика – втрата працездатності, яка може бути повною, неповною, важкою, суттєвою або не дуже і т. д. Останнє вказує на випадковість якісної характеристики відмови, але не дозволяє дати належну оцінку відмови, бо не дає їй міри. Це завдання запропонуємо вирішити оцінками іншого плану.

Відмови системи чи її елементів виникають через певні проміжки часу $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_i, \dots, \Delta t_n$ дії цих елементів. Розмір відрізків Δt_i і їх розміщення на осі часу може бути неоднаковим і випадковим. Але всі ці відрізки об'єднує те, що вони можуть виступати як кількісні позначки відмов і відобразити розмір тривалості справної роботи елементів від її початку до першої відмови, або від відмови до наступної відмови. Кількісні позначки одержали назву показників, яким властиві свої особливості.

Так, наприклад, розглядаючи такий показник як ресурс комерційного банку до першої відмови його позичальника – юридичної особи. Цей показник характеризує сумарний наробіток банку до першої відмови одного з його позичальників. Якщо аналізується n однотипних банків, то для першого банку ($i = 1$), цей ресурс R буде рівним $R_1 = \Delta t_1$, для другого ($i = 2$) – $R_2 = \Delta t_2$, для n -го ($i = n$) – $R_n = \Delta t_n$.

У кожного конкретного комерційного банку є свої початкові умови функціонування, свої визначені правила ведення бізнесу, в тому числі і правила взаємодії з клієнтами. У кожного банку може бути різним обсяг і якість виконання операцій обслуговування клієнтів, можуть бути різні умови взаємодії і таке інше.

Сказане говорить про те, що ресурси окремих банків будуть обов'язково відрізнятись один від одного і лише в окремих випадках можуть бути однаковими.

Із прикладу видно, що має місце розсіювання числових значень показника. В даному випадку ресурс як кількісна познака, характеризується конкретним розміром – випадковою числовою мірою, і тому є величиною теж випадковою.

Таким чином, особливість кількісних познак відмов полягає в тому, що вони мають випадковий характер, характеризуються випадковою числовою мірою.

Тепер можемо констатувати, що випадковими є не тільки самі відмови системи та її елементів, але і випадковими є їх якісні і кількісні познаки. Тобто все, що зв'язане з появою відмов – випадкове явище, випадкова подія, випадкова величина.

Аналогічно розглянутому в прикладі показнику-ресурсу, розсіювання значень властиве всім характеристикам надійності, які є ймовірними.

Звідси виходить, що показники відмов і всі інші показники надійності елементів банківської системи потребують розгляду (пошуку, оцінки, аналізу) як імовірні величини з певним рівнем довіри, який задовольняє практичні потреби ефективності функціонування банківської системи.

В залежності від складової надійності, що досліджується, та від того являються елементи системи відновлюваними чи ні, пропонується використовувати показники надійності, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Закони розподілу випадкових величин різних складових надійності та основні показники надійності елементів системи

Складова надійності	Випадкова величина	Закон розподілу, що використовується	Показники надійності для елементів	
			невідновлювальних	відновлювальних
безвідмовність	час безвідмовно і роботи T	експоненційний нормальний Гамма-розподіл	T_1 – середній наробіток до відмови, $P(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи, $\lambda(t)$ – інтенсивність відмов	T_0 – наробіток на відмову, $P(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи, $\mu(t)$ – параметр потоку відмов
довговічність	час від початку функціонування до граничного стану	нормальний логарифмічно-нормальний Гамма-розподіл Вейбула-розподіл експоненційний	T_1 – середній наробіток до відмови, $P(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи, $\lambda(t)$ – інтенсивність відмов	R_p – середній ресурс та його варіанти, T_{CH} – середній термін служби та його варіанти

відновлюваність	час відновлення	Ерланга нормальний експоненційний	–	$P_{від}(t)$ – імовірність відновлення, $T_{від\ ср}$ – середня часу відновлення, $\mu_с(t)$ – інтенсивність відновлення
-----------------	-----------------	-----------------------------------	---	--

Висновки. Проведені дослідження показують, що результати мікроекономічного моделювання при застосуванні одних і тих же інструментів моделювання будуть залежати від базових гіпотез.

Таким чином, в основі визначення теоретичного закону розподілу випадкової величини є практичний досвід вивчення ефективності об'єктів та їх елементів. В залежності від характеристик явищ, що супроводжують роботу елементів банківської системи, випадковість появи відмов, збоїв, їх конкретних значень проявляються в формах певних законів розподілів. Таким чином, значення природи випадкової величини може вказати і на теоретичний закон, якому її розподіл підлягає.

Користуються в основному нормальним, логарифмічно-нормальним, експоненційним розподілами, розподілом Вейбулла, гамма-розподілом випадкових величин і деякими іншими.

Розглянемо особливості вказаних вище законів розподілу імовірностей відмов і зв'язаних з ними величин. Наприклад:

а) нормальний закон – йому підлягають поступові відмови, пов'язані з постійним негативним впливом різних елементів один на одного, або поступові відмови, причиною яких була спільна дія багатьох факторів. До таких відмов, прикладом, можуть бути віднесені

відмови ефективної діяльності банку у зв'язку з постійно наростаючим потоком відмов у виплатах боргових зобов'язань його клієнтами;

відмови ефективності діяльності елемента банківської інфраструктури через постійні порушення умов роботи його клієнтами;

відмови ефективності діяльності банку у зв'язку з такими зовнішніми умовами функціонування (політичні, законодавчі, економічні тощо), що постійно ускладнюються.

При визначенні апроксимуючого теоретичного закону за емпіричними графіками характеристик розподілу необхідно враховувати, що для нормального закону розподілів реальними слід вважати розподіли, в яких коефіцієнт варіації лежить у межах $\nu = 0,166 - 0,330$. При $\nu_t > 0,330$ на момент часу $t = 0$ імовірність безвідмовної роботи $P(t)$ не досягає одиниці. Якщо $\nu_t > 0,330$ можна стверджувати, що або елемент з самого початку має хибу і є малонадійним, або розподіл не відповідає нормальному закону.

б) закон Вейбулла – під нього підпадають розподіли ресурсів елементів, розподіл наробітку при відмовах елементів банківської системи через моральне устарівання продуктів, що ними надаються; розподіли наробітку при відмовах в період виходу на ринок нових банків чи в початковий період співпраці існуючих елементів банківської системи з новими тільки-но утвореними, сюди також підпадає розподіл трудомісткості усунення відмов, розподіли часу на відновлення елементів після відмов і таке інше;

в) закон гамма-розподілу відповідає схемі поодиноких порушень, що з часом накопичуються і призводять в підсумку до відмови; наприклад, поступове накопичування похибок у визначенні класу кредитоспроможності позичальників банку,

що призводить до появи значної кредитної заборгованості і відповідно може з часом привести до неефективної його діяльності. Гамма-розподілу підпорядковуються відмови, що виникли в результаті поступового збільшення збоїв в роботі елементів банківської системи. При цьому випадковою величиною в гамма-розподілі, як правило, виступає час потрібний для появи елементарних збоїв, які з часом призводять до відмови;

г) логарифмічно-нормальний закон – до цього закону підпадають розподіли при відмовах, які виникли з причин знакозмінних навантажень (наприклад, різке зменшення клієнтської бази банку після швидкого її нарощення). Цьому закону можуть підпорядковуватись також розподіли часу простоїв з-за пошуку та діагностування прихованих, потенційних відмов;

д) експоненційний закон – всі відмови, що виникають раптово (з-за помилок при стратегічному плануванні, виконанні операцій, від дії непередбачених зовнішніх факторів і т. п.).

З приведеного видно, що повністю достовірної відповіді на визначення закону розподілу оцінка природи відмови не завжди зможе дати, але завжди може бути додатковим доказом правильності визначення, що було зроблено іншими методами.

Список використаних джерел:

1. Bhattacharyya, Arunava. The impact of liberalization on the productive efficiency of Indian commercial banks [Text] / Arunava Bhattacharyya, C. A. Knox Lovell, Pankaj Sahay // *European Journal of Operational Research*, 1997. – 98(2). – pp 332-345.
2. Elyasiani, E., S. Mehdian and R. Rezvanian, 1994, An empirical test of association between production and financial performance: The case of the commercial banking industry, *Applied Financial Economics*, 4, 55–59.
3. Вишняков, И. В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности [Электронный ресурс] : Дис. д-ра эконом. наук : 08.00.13. – М. : РГБ, 2003 (Из фондов Российской государственной библиотеки)
4. Вишняков, И. В. Система методов оценки коммерческих банков на базе обязательных нормативов Центрального банка РФ [Текст] / И. В. Вишняков // *Экономическая наука современной России*. – 2001. – № 2 – С. 57-73
5. Конкурентоспроможність України: оцінка Всесвітнього економічного форуму (за Звітом про глобальну конкурентоспроможність 2010-2011): аналітична записка [Електронний ресурс] / Департамент економічного аналізу та прогнозування НБУ – Режим доступу: www.bank.gov.ua
6. Приймак, П. Аналіз характеристик економіко-математичних моделей розвитку банківської системи [Текст] / П. Приймак // Збірник наукових праць «Формування ринкової економіки в Україні». – м. Львів, 2010 – Випуск 22. – С. 264-268.