

РЕАЛІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ОПЕРАЦІЙНОГО РИЗИКУ КРЕДИТНОЇ УСТАНОВИ

© 2016 КУШНІР О. С.

УДК 519.86+336.71

Кушнір О. С. Реалізація математичної моделі визначення рівня операційного ризику кредитної установи

Статтю присвячено побудові та апробації математичної моделі оцінки операційного ризику комерційного банку. Для визначення рівня операційного ризику комерційного банку запропоновано методика, що базується на комбінації нечітко-множинного та імовірнісного (байєсівського) підходів. У межах запропонованої методики визначено та обґрунтовано ключові фактори виникнення операційного ризику кредитної установи. Реалізацію моделі здійснено на прикладі одного з українських банків. Розроблена модель є універсальною, і за нею можна розраховувати операційний ризик в будь-якій кредитній установі. Розрахунки за даною моделлю може проводити як ризик-менеджер, так і комітет по нагляду за банківськими ризиками.

Ключові слова: банк, операційний ризик, математична модель, фактор, рівень ризику, регресійний аналіз, бінарні характеристики.

Рис.: 3. **Табл.:** 7. **Формул.:** 3. **Бібл.:** 6.

Кушнір Олександр Сергійович – аспірант кафедри економічної кібернетики, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаніка (вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна)

E-mail: dregon19021992@gmail.com

УДК 519.86+336.71

Кушнір А. С. Реализация математической модели определения уровня операционного риска кредитного учреждения

Статья посвящена построению и апробации математической модели оценки операционного риска банка. Для определения уровня операционного риска коммерческого банка предложена методика, основанная на комбинации нечетко-множественного и вероятностного (байесовского) подходов. В рамках предложенной методики определены и обоснованы ключевые факторы возникновения операционного риска кредитного учреждения. Реализация модели осуществлена на примере одного из украинских банков. Разработанная модель является универсальной, и по ней можно рассчитывать операционный риск в любом кредитном учреждении. Расчеты по данной модели может проводить как риск-менеджер, так и комитет по надзору за банковскими рисками.

Ключевые слова: банк, операционный риск, математическая модель, фактор, уровень риска, регрессионный анализ, бинарные характеристики.

Рис.: 3. **Табл.:** 7. **Формул.:** 3. **Библ.:** 6.

Кушнір Олександр Сергеевич – аспірант кафедри економічної кібернетики, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаніка (вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна)

E-mail: dregon19021992@gmail.com

UDC 519.86+336.71

Kushnir O. S. Implementing a Mathematical Model for Determining the Level of Operational Risk of Credit Institution

The article is concerned with building and testing a mathematical model to assess the operational risk of bank. In order to determine the level of operational risk of commercial bank, a technique based on the combination of fuzzy-multiple and probabilistic (bayesian) approaches has been proposed. In terms of the proposed technique, key factors of occurrence of operational risk of credit institution have been determined and substantiated. The model implementation has been materialized on the example of one of the Ukrainian banks. The developed model is universal and can be used for calculating operational risks in any given credit institution. Calculations for this model can be conducted by both a risks manager and the committee for supervision of banking risks.

Keywords: bank, operational risk, mathematical model, factor, risk level, regression analysis, binary specifications.

Fig.: 3. **Tabl.:** 7. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 6.

Kushnir Olexander S. – Postgraduate Student of the Department of Economic Cybernetics, Precarpathian National University named after V. Stefanyk (57 Shevchenka Str., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine)

E-mail: dregon19021992@gmail.com

Глобальна економічна криза, яка має системний характер, позначилася і на українській фінансово-кредитній системі. Кризова ситуація зумовлює необхідність виявлення нових підходів до дослідження теоретичних і практичних проблем формування комплексної системи управління ризиками банків. Це стосується і системи операційних ризиків, щодо яких регулюючі органи, зокрема Базельський комітет з банківського нагляду, з метою підвищення стійкості банківської системи формують вимоги до економічного капіталу банку для покриття збитків від такого типу ризиків.

З іншого боку, в умовах глобалізації у сфері банківських послуг невпинно зростає схильність до операційного ризику. Цей вид ризику суттєво відрізняється від інших банківських ризиків тим, що в процесі його вимірювання та регулювання основна увага приділяється фактам, які фіксують відхилення від норми, а не нормальному перебігу подій. У цьому полягає складність моделювання операційного ризику.

Операційний ризик притаманний всім банківським продуктам, напрямкам діяльності, процесам і системам, тому ефективне управління операційним ризиком є одним з основних завдань сучасної кредитної установи.

Методику оцінювання операційного ризику в банківських установах розглянуто у працях як вітчизняних, так і зарубіжних вчених. Цим питанням присвячені наукові дослідження Е. Балта [1]; І. Машкова, Ю. Данилової [2]; А. Єпіфанова, І. Школьника та ін. [3]; О. Димитрової, К. Гончарової та ін. [4]; В. Зінкевича, Д. Штатова [5]; А. Лобанова, А. Чугунова [6] та інших. Проводячи аналіз існуючих методик кількісної оцінки банківських ризиків у цілому та операційного ризику зокрема, можна виділити такі: статистичний метод, метод експертних оцінок, аналітичний метод оцінювання ризику, рейтинговий метод оцінювання ризику, нормативний метод, метод аналізу доцільності витрат (метод оцінки фінансової стійкості), метод аналізу чутливості (критичних значень), метод аналізу ризику за допомогою дерева

рішень, метод використання аналогів тощо. Проте, не зважаючи на комплекс переваг вищенаведених методів, вони не надають можливості визначити витрати, зумовлені опосередкованим впливом операційного ризику; провести аналіз факторів операційного ризику – як кожного окремо, так і в їх взаємозв'язку та взаємообумовленості; забезпечити можливість прийняття гнучких управлінських рішень на основі отриманих результатів.

Метою статті є побудова та реалізація математичної моделі оцінки операційного ризику комерційного банку на основі комбінації нечітко-множинного та імовірнісного (байєсівського) підходів.

Для визначення рівня операційного ризику комерційного банку побудуємо математичну модель, яка складається з таких етапів:

1. Формування комплексної системи показників-ідентифікаторів як операційного ризику в цілому, так і прямих та опосередкованих наслідків його впливу.
2. Проведення експрес-оцінки визначення рівня операційного ризику.
3. Додаткове проведення більш глибокого, детального та структурного аналізу реалізації комплексного підходу оцінки даної категорії ризику для банків з критичним і високим рівнями операційного ризику.
4. Застосування теорії нечіткої логіки з метою визначення структури кожного показника залежно від надання факторам операційного ризику бінарних характеристик.
5. Оцінка операційного ризику в розрізі кожного з факторів.
6. Розрахунок інтегральної характеристики (кількісної оцінки) операційного ризику шляхом застосування ймовірнісного (байєсівського) підходу.

7. Надання якісної характеристики рівня операційного ризику відповідної кредитної установи.

Таким чином, основою методики визначення операційного ризику банку виступає комбінація нечітко-множинного та імовірнісного (байєсівського) підходів. Крім того, необхідно зазначити, що інформаційною базою реалізації математичної моделі кількісної оцінки операційного ризику для Національного банку є таблиці відповідності показників визначеним факторам операційного ризику (окремо в межах експрес-підходу та комплексного підходу).

Розглянемо етапи реалізації математичної моделі оцінки операційного ризику на прикладі одного з українських банків.

Формування інформаційної бази складається з двох кроків:

- 1) визначаються значення фінансових показників, які є індикаторами операційного ризику банківських установ (рис. 1);
- 2) фінансовим показникам за факторами операційного ризику ставимо у відповідність бінарні характеристики. Результати наведені в табл. 1.

Наступним етапом реалізації математичної моделі операційного ризику комерційного банку виступає приведення інформаційної бази до порівнюваного (нормалізованого) вигляду. Для цього в розрізі кожного фінансового показника в розглянутій банківській установі визначається середнє значення, а потім проводиться зважування абсолютного значення кожного фінансового показника на рівень середнього, визначеного на попередньому етапі. Результати розрахунків подані на рис. 2.

Отже, визначені бінарні характеристики відповідності фінансових показників оцінки операційного ри-

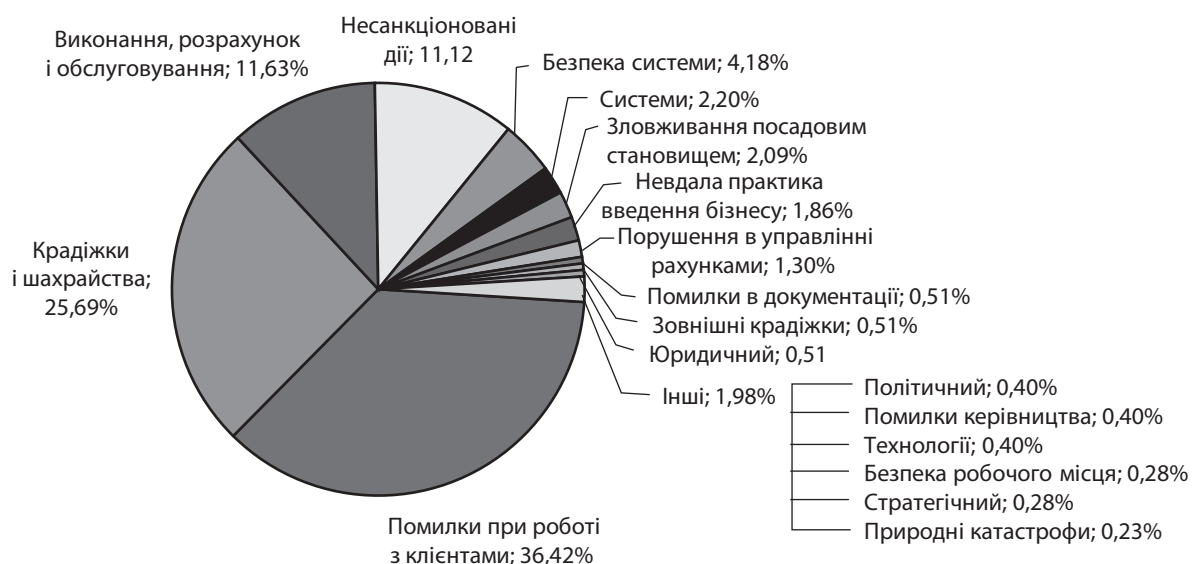


Рис. 1. Фінансові показники операційного ризику банківської установи, %

Джерело: авторська розробка.

Ідповідність фінансових показників визначеним факторам операційного ризику

Фінансові показники / фактори ризиків	Внутрішні шахрайства	Підбір кадрів та умови праці	Збої в роботі і помилки систем	Проведення операцій, а також керування процесами	Пошкодження активів	Зовнішнє шахрайство
Безпека робочого місця	0	1	1	0	1	1
Безпека системи	0	1	1	1	1	1
Виконання, розрахунок і обслуговування	0	0	1	1	0	0
Зловживання посадовим становищем	1	0	0	1	1	0
Зовнішні крадіжки	0	0	1	1	1	1
Крадіжки і шахрайства	1	1	1	1	1	1
Невдала практика введення бізнесу	0	1	1	1	1	1
Несанкціоновані дії	1	0	0	1	1	1
Політичний	0	0	0	0	0	1
Помилки керівництва	1	1	1	1	0	0
Помилки при роботі з клієнтами	1	0	1	1	0	1
Помилки у документації	1	1	1	1	0	0
Порушення в управлінні рахунками	1	1	1	1	0	1
Природні катастрофи	0	0	0	1	1	1
Системи	0	0	1	1	0	0
Стратегічний	0	1	1	0	0	0
Технології	0	0	1	0	0	0
Юридичний	0	0	0	1	0	1

Джерело: авторська розробка.



Рис. 2. Нормалізовані значення фінансових показників оцінки операційного ризику банківської установи

Джерело: авторська розробка.

зику факторам даного виду ризику, а також співставні між собою в розрізі розглянутої банківської установи значення фінансових показників виступають основою встановлення ступеня впливу кожного фактора на операційний ризик банку.

Дослідження впливу фіктивних змінних математичної моделі оцінки операційного ризику на значення фінансових показників – індикаторів даного ризику проводиться на основі коефіцієнтів рівняння лінійної множинної регресії даної залежності (див. графу 1 табл. 2).

Розрахунок решти п'яти параметрів здійснюється аналогічно.

Зважаючи на той факт, що процес визначення ступеня впливу факторів на рівень операційного ризику передбачає розрахунок частки кожного з аналізованих факторів в їх загальній структурі, набуває актуальності встановлення скоригованих коефіцієнтів стандартизованого рівняння лінійної множинної регресії. Виходячи з цього, на прикладі другого фактора (підбір кадрів та умови праці), розглянемо процедуру знаходження пито-

Таблиця 2

Результати проведення регресійного аналізу встановлення ступеня впливу кожного фактора на операційний ризик банку

Назва елементів рівняння регресії	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	p-значення	Нижня межа	Верхня межа
Y-перетин	0,693	2,795	0,240	0,815	-5,580	6,92
Внутрішні шахрайства	0,942	2,581	0,516	0,617	-4,420	7,08
Підбір кадрів та умови праці	0,221	2,231	0,147	0,886	-4,643	5,30
Збої в роботі та помилки систем	1,308	2,299	0,656	0,527	-3,613	6,63
Проведення операцій, а також керування процесами	-0,674	2,846	-0,342	0,739	-7,315	5,36
Пошкодження активів	0,472	2,395	0,322	0,754	-4,564	6,10
Зовнішнє шахрайство	0,175	2,240	0,335	0,745	-4,241	5,74

Джерело: авторська розробка.

Наведені в табл. 2 параметри рівняння регресії відображають, як збільшення чи зменшення факторних ознак (відповідних факторів операційного ризику) на 1% вплине на зміну фінансових показників (1):

$$K = 0,693 + 0,942F_1 + 0,221F_2 + 1,308F_3 - 0,674F_4 + 0,472F_5 + 0,175F_6 \quad (1)$$

де K – абсолютне значення ідентифікатора операційного ризику;

$F_i, i = 1, \dots, 6$ – фіктивна змінна характеристики i -го фактора операційного ризику (приймає значення «1» або «0»).

З метою дослідження структури змін факторів операційного ризику під впливом шести визначених факторних ознак необхідно на основі значень середньоквадратичного відхилення розрахувати ступінь впливу кожного фактора на операційний ризик банку. Рівень даного впливу визначається на основі коефіцієнтів стандартизованого рівняння лінійної множинної регресії залежності між факторами операційного ризику та його ідентифікаторами (фінансовими показниками).

Таким чином, сформувавши комплекс вхідних даних у розрізі параметрів рівняння регресії та середньоквадратичних відхилень факторних і результативної ознак даного рівняння, можна знайти коефіцієнти стандартизованого рівняння регресії. З метою представлення результатів практичної реалізації наведеного етапу проведемо розрахунок одного з 6 наведених параметрів:

$$\alpha_2 = \beta_2 \frac{\sigma_{F_2}}{\sigma_K} = 0,221 \frac{0,261}{9,387} = 0,006, \quad (2)$$

де σ_{F_2}, σ_K – середньоквадратичні відхилення факторних і результативних ознак, відповідно.

мої ваги впливу даного фактора на рівень операційного ризику:

$$\alpha_2^* = \frac{\alpha_2}{\sum_{m=1}^6 \alpha_m} = \frac{0,006}{0,067} = 0,092.$$

Аналогічно наведеному співвідношенню проводиться розрахунок ступеня впливу всіх інших факторів операційного ризику на результативний показник. У розрізі даної моделі результативним показником виступає масив нормалізованих значень фінансових показників кількісної оцінки операційного ризику. Визначені скориговані коефіцієнти стандартизованого рівняння лінійної регресії наведено в табл. 3.

На основі даних графі 3 табл. 3 стандартизоване рівняння лінійної множинної регресії, з урахуванням коригування його параметрів, прийме такий вигляд:

$$K = 0,249F_1 + 0,025F_2 + 0,025F_3 + 0,238F_4 + 0,133F_5 + 0,15F_6 \quad (3)$$

Отже, на основі аналізу параметрів співвідношення (3) необхідно зазначити такі аспекти рівня впливу факторів на кількісну оцінку операційного ризику:

- ★ найбільше значення вагового коефіцієнта серед розглянутих факторів операційного ризику прослідковується в розрізі ризику систем і технологій та внутрішні шахрайства. Таким чином, при збільшенні кожного з факторів операційного ризику на 1% найбільший вплив на зміну кількісної оцінки результативного показника (у розмірі 24%) здійснює саме ризик систем і технологій;

Установлення ступеня впливу кожного інциденту на операційний ризик банку (коефіцієнтів стандартизованого рівняння лінійної множинної регресії)

Інцидент операційного ризику	Коефіцієнти стандартизованого рівняння лінійної множинної регресії	Абсолютні коефіцієнти стандартизованого рівняння лінійної множинної регресії (взяті по модулю)	Скореговані коефіцієнти стандартизованого рівняння лінійної множинної регресії
F_1	0,025	0,025	0,249
F_2	0,006	0,006	0,025
F_3	0,036	0,036	0,025
F_4	-0,015	0,015	0,238
F_5	0,009	0,009	0,133
F_6	0,005	0,005	0,150

Джерело: авторська розробка.

- † найменшу пріоритетність серед розглянутих факторів операційного ризику становить ризик умов праці та практики бізнесу. Так, у числовому вираженні ваговий коефіцієнт становить 2,5%, тобто в межах управління операційним ризиком аналіз та перевірка даного виду ризику з боку контролюючих органів НБУ повинна проводитися після детального дослідження інших факторів.

На основі визначених вище вагових коефіцієнтів факторів операційного ризику проводиться виокремлення структурних складових кожного з нормалізованих значень фінансових показників, які відповідають досліджуваним шести факторам. Так, здійснюється зважування значень окремого з нормалізованих фінансових показників на вагові коефіцієнти факторів операційного ризику. Результати описаних розрахунків наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Відображення структури операційного ризику в залежності від формуючих їх факторів банку

Назва ризику	Сумма втрат за місяць	Фактор ризику					
		Внутрішні шахрайства	Підбір кадрів та умови праці	Збої в роботі та помилки систем	Проведення операцій, а також керування процесами	Пошкодження активів	Зовнішні шахрайство
1	2	3	4	5	6	7	8
Безпека робочого місця	1,96	0,50	0,13	0,48	0,27	0,30	0,28
Безпека системи	0,78	0,20	0,05	0,19	0,11	0,12	0,11
Виконання, розрахунок і обслуговування	0,74	0,19	0,05	0,18	0,10	0,11	0,11
Зловживання посадовим становищем	0,78	0,20	0,05	0,19	0,11	0,12	0,11
Зовнішні крадіжки	2,6	0,67	0,17	0,64	0,35	0,40	0,37
Крадіжки і шахрайства	1,03	0,26	0,07	0,25	0,14	0,16	0,15
Невдала практика введення бізнесу	13,83	3,54	0,91	3,38	1,88	2,13	1,99
Несанкціоновані дії	0,64	0,16	0,04	0,16	0,09	0,10	0,09
Політичний	1,68	0,43	0,11	0,41	0,23	0,26	0,24
Помилки керівництва	1,68	0,43	0,11	0,41	0,23	0,26	0,24
Помилки при роботі з клієнтами	0,9	0,23	0,06	0,22	0,12	0,14	0,13
Помилки в документації	3,9	1,00	0,26	0,95	0,53	0,60	0,56

1	2	3	4	5	6	7	8
Порушення в управлінні рахунками	2,03	0,52	0,13	0,50	0,28	0,31	0,29
Природні катастрофи	2,93	0,75	0,19	0,72	0,40	0,45	0,42
Системи	1,32	0,34	0,09	0,32	0,18	0,20	0,19
Стратегічний	2,34	0,60	0,15	0,57	0,32	0,36	0,34
Технології	3,34	0,86	0,22	0,82	0,45	0,51	0,48
Юридичний	2,6	0,67	0,17	0,64	0,35	0,40	0,37

Джерело: авторська розробка.

Необхідність визначення середнього значення нормалізованих зважених фінансових показників, наведених у табл. 4, обумовлено тим, що розраховані дані не дають можливості однозначно стверджувати про рівень операційного ризику, який характерний для його структурних складових. Виходячи з цього, на основі порівняння значень нормалізованого

показника, зваженого на характеристику впливу певного фактора, із середнім рівнем нормалізованих зважених фінансових показників проводиться розрахунок сум бінарних характеристик (табл. 5).

Таким чином, на основі даних табл. 5 можна зазначити, що розрахована сума бінарних характеристик у розрізі факторів операційного ризику та подальше їх су-

Таблиця 5

Бінарні характеристики за показниками кількісної оцінки ступеня операційного ризику банку

Показник ризиків	Фактор ризику (бінарна характеристика)						Сума
	Внутрішні шахрайства	Підбір кадрів та умови праці	Збої в роботі та помилки систем	Проведення операцій, а також керування процесами	Пошкодження активів	Зовнішнє шахрайство	
Безпека робочого місця	0	1	1	0	1	1	4
Безпека системи	0	1	1	1	1	1	5
Виконання, розрахунків і обслуговування	0	0	1	1	0	0	2
Зловживання посадовим становищем	1	0	0	1	1	0	3
Зовнішні крадіжки	0	0	1	1	1	1	4
Крадіжки і шахрайства	1	1	1	1	1	1	6
Невдала практика введення бізнесу	0	1	1	1	1	1	5
Несанкціоновані дії	1	0	0	1	1	1	4
Політичний	0	0	0	0	0	1	1
Помилки керівництва	1	1	1	1	0	0	4
Помилки при роботі з клієнтами	1	0	1	1	0	1	4
Помилки у документації	1	1	1	1	0	0	4
Порушення в управлінні рахунків	1	1	1	1	0	1	5
Природні катастрофи	0	0	0	1	1	1	3
Системи	0	0	1	1	0	0	2
Стратегічний	0	1	1	0	0	0	2
Технології	0	0	1	0	0	0	1
Юридичний	0	0	0	1	0	1	2

Джерело: авторська розробка.

мування в межах 18 фінансових показників дає можливість стверджувати про загальний рівень експрес-оцінки операційного ризику банку, який складає 61 одиницю. А класифікатор рівня операційного ризику кредитної установи можна умовно розділити на чотири категорії: нормальна (знаходиться в межах від 0 до 30); допустима (від 31 до 75); висока (від 76 до 110); критична (від 111 до 136). Отже, можна зробити висновок, що рівень операційного ризику відповідає допустимій категорії.

Виходячи з позиції про те, що здійснена експрес-оцінка надає підстави для проведення більш глибокого та детального аналізу операційного ризику банку, набуває необхідності дослідження причин появи рівня даного ризику, ідентифікації напрямків його дестабілізуючого впливу та виявлення фактора, який переважно й обумовлює виникнення операційного ризику. Проведення описаного аналізу відбувається на основі застосування байєсівського підходу, який дозволяє визначити апостеріорну імовірність виникнення операційного ризику як у цілому для банку, так і в розрізі кожного з факторів.

Використовуючи дані, зведені в табл. 5, можна визначити імовірності прийняття бінарними характеристиками значень «0» або «1» у розрізі j -го, $j = 1, \dots, 6$ фактора за такою формулою:

$$g_2 = \frac{\sum_i NKbin_{i2}}{b} = \frac{8}{18} = 0,44;$$

$$b_2 = 1 - g_2 = 1 - 0,44 = 0,56.$$

Проведення аналогічного розрахунку в межах інших факторів операційного ризику (рис. 3) зумовлює перспективи проведення подальших проміжних розрахунків, які виступають основою отримання результативних характеристик – кількісної оцінки операційного ризику.

Таким чином, приклад проміжних розрахунків, проведених у межах другого фактора операційного ри-

зику для банку, можна записати у вигляді таких співвідношень:

$$\varphi_2 = \ln \left(\frac{b_2(1-g_2)}{g_2(1-b_2)} \right) = \ln \left(\frac{0,56(1-0,44)}{0,44(1-0,56)} \right) = 0,44;$$

$$\varphi_0 = \ln \left(\frac{p(H_{2j})}{p(H_{1j})} \right) + \sum_{i=1}^n \left(\frac{1-b_{ij}}{1-g_{ij}} \right) =$$

$$= \ln \left(\frac{0,5}{0,5} \right) + \sum_{j=1}^6 \left(\frac{1-b_j}{1-g_j} \right) = -0,22;$$

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_2 NKbin_i}{n} =$$

$$\frac{(-0,22) \cdot 1 + (-0,22) \cdot 1 + \dots + (-0,22) \cdot 0 + (-0,22) \cdot 0}{18} = -0,099.$$

На основі даних рядка другого фактора можна визначити імовірність виникнення ризику «підбір кадрів та умови праці»:

$$p_k(H_{12}) = \frac{1}{1 + e^{\{\varphi_0 - L\}}} = \frac{1}{1 + e^{\{-0,22 - (-0,099)\}}} = 0,42.$$

Проведення аналогічних розрахунків у межах ризику, пов'язаного з діями працівників та безпекою робочого місця, ризику помилок у банківських процесах та ризику, пов'язаного із зовнішніми чинниками, дає можливість визначення імовірності кожного з них. На основі отриманої кількісної характеристики складових операційного ризику можна надати їм якісну характеристику, яка в межах дослідження показників банку відповідає допустимому рівню – 5 група ризику.

Разом з тим, результати даних розрахунків не дають можливості однозначно стверджувати про рівнозначність впливу кожного з аналізованих факторів на узагальнюючий показник операційного ризику.



Рис. 3. Імовірності прийняття бінарними характеристиками значень «0» або «1» у розрізі j -го фактора, $j = 1, \dots, 6$

Джерело: авторська розробка.

Останнім етапом реалізації математичної моделі операційного ризику виступає визначення узгальнюючого показника кількісної оцінки ступеня операційного ризику – імовірнісної оцінки на основі байєсівського підходу. Так, на основі зазначених вище ймовірностей виникнення шести факторів операційного ризику (табл. 7, рядок 1) та їх відповідності встановленому гранично допустимому інтервалу (табл. 7, рядок 2) проводиться перехід до бінарних характеристик (табл. 7, рядок 3), які виступають інформаційною базою розрахунку імовірності виникнення операційного ризику.

Розглянемо послідовність визначення зазначеної числової характеристики (табл. 7, рядок 4). Отже, *поперше*, розраховується імовірність прийняття бінарним показником у розрізі кожного з факторів операційного ризику значення «1»:

$$g_A = \frac{\sum_i NKbin_i}{n} = \frac{4}{6} = 0,67.$$

По-друге, проводиться встановлення протилежної події – імовірності прийняття бінарними характеристиками значення «0»:

$$b_A = 1 - g_A = 1 - 0,67 = 0,33.$$

По-третє, безпосередньо здійснюється розрахунок імовірності виникнення операційного ризику (кількісної оцінки ступеня операційного ризику) $p_B(H_1)$:

$$p_B(H_1) = \frac{1}{1 + e^{\left\{ \ln \frac{1-b_A}{1-g_A} + L \right\}}} \approx 0,51.$$

По-четверте, проводиться ідентифікація якісної оцінки рівня операційного ризику банку на основі визначеної кількісної оцінки його ступеня. Так, значенню $p_B(H_1) \approx 0,51$ одиниці відповідає допустимий рівень операційного ризику банку.

ВИСНОВКИ

Реалізована модель є універсальною, і за нею можна розраховувати операційний ризик в будь-якій кредитній установі. Розрахунки за даною моделлю може проводити як ризик-менеджер, так і комітет по нагляду за банківськими ризиками.

Описана вище модель розрахунку рівня операційного ризику може служити основою для визначення величини економічного капіталу, яку банк повинен утримувати для покриття втрат під даний вид ризику. Вона передбачає активне використання в банках власних підходів до

Таблиця 6

Вхідна інформація для визначення імовірності виникнення операційного ризику та проведення його структурного аналізу банку

Фактор ризику	p(s) імовірність виникнення фактора операційного ризику	Група ризику	Бінарні показники	Структура операційного ризику за факторами
Внутрішні шахрайства	0,348	2	0	9,709
Підбір кадрів та умови праці	0,420	2	0	11,720
Збої в роботі і помилки систем	0,475	2	0	13,258
Проведення операцій, а також керування процесами	0,734	4	1	20,478
Пошкодження активів	0,731	4	1	20,389
Зовнішнє шахрайство	0,420	2	0	11,720

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 7

Показники алгоритму визначення кількісної оцінки ступеня операційного ризику кредитної установи

Назва характеристик	Фактор ризику (бінарна характеристика)					
	Внутрішні шахрайства	Підбір кадрів та умови праці	Збої в роботі та помилки систем	Проведення операцій, а також керування процесами	Пошкодження активів	Зовнішнє шахрайство
Імовірність виникнення j-го фактора	0,348	0,420	0,475	0,734	0,731	0,420
Гранично допустимий коридор імовірнісної оцінки	$0 \leq p_k(H_1) < 0,50$					
Бінарні показники за j-ми факторами	0	0	0	1	1	0
Імовірність виникнення операційного ризику	0,67					

Джерело: авторська розробка.

аналізу операційних ризиків та підвищення ефективності моніторингу за понесеними банком збитками. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Balta E., Fontnouvelle P. Basel II Operational Risk Modeling Implementation and Challenges. OCC / NISS Risk Modeling and Regulation Workshop. February 5, 2009. Washington, D. C.

2. Машков И., Данилова Ю. Подходы к оценке операционных рисков. *Аналитический банковский журнал*. 2007. № 9 (148). С. 90–92.

3. Базель II: проблеми та перспективи використання в національних банківських системах: монографія / А. О. Єпіфанов, І. О. Школьник, П. Райхлінг та ін. Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2011. 261 с.

4. Моделювання оцінки операційного ризику комерційного банку: монографія / О. С. Дмитрова, К. Г. Гончарова, О. В. Меренкова та ін. / за заг. ред. С. О. Дмитрова. Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2010. С. 131–164.

5. Зинкевич В., Штатов Д. Методы измерения операционного риска. *Бухгалтерия и банки*. 2007. № 3. URL: <https://www.lawmix.ru/bux/71820/>

6. Лобанов А. А., Чугунов А. В. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. М.: Альпина Паблшер. 2003. С. 460–464.

Науковий керівник – Дмитришин Л. І., доктор економічних наук, доцент, професор кафедри економічної кібернетики ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (м. Івано-Франківськ)

REFERENCES

Balta, E., and Fontnouvelle, P. "Basel II Operational Risk Modeling Implementation and Challenges. OCC". *NISS Risk Modeling and Regulation Workshop*, February 05, 2009.

Dmytrova, O. S. et al. *Modeliuvannia otsinky operatsiinoho ryzyku komertsiiinoho banku* [Modeling assessment of operational risk of commercial bank]. Sumy: DVNZ «UABS NBU», 2010.

Lobanov, A. A., and Chugunov, A. V. *Entsiklopediya finansovogo risk-menedzhmenta* [Encyclopedia of financial risk management]. Moscow: Alpina Pablisher, 2003.

Mashkov, I., and Danilova, Yu. "Podkhody k otsenke operatsionnykh riskov" [Approaches to assessing operational risks]. *Analitycheskiy bankovskiy zhurnal*, no. 9 (148) (2007): 90-92.

Yepifanov, A. O. et al. *Bazel II: problemy ta perspektyvy vykorystannia v natsionalnykh bankivskykh systemakh* [Basel II: problems and prospects of usage in national banking systems]. Sumy: DVNZ «UABS NBU», 2011.

Zinkevich, V., and Shtatov, D. "Metody izmereniya operatsionnogo riska" [Measurement methods of operational risk]. *Bukhgalteriya i banki*, no. 3 (2007). <https://www.lawmix.ru/bux/71820/>