Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ КІБЕРПРОСТОРУ КРАЇНИ

Монографія

За загальною редакцією О. В. Кузьменко, Г. М. Яровенко

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Суми
Сумський державний університет
2020

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ КІБЕРПРОСТОРУ КРАЇНИ

Монографія

За загальною редакцією О. В. Кузьменко, Г. М. Яровенко

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Київ
Інтерсервіс
2020

УДК 303.09:004.056:330.34; 334.012:339.194

Авторський колектив:
О. В. Кузьменко, доктор економічних наук;
Г. М. Яровенко, кандидат економічних наук;
О.А. Криклій, кандидат економічних наук;
К. Г. Гриценко, кандидат технічних наук;
Т. В. Доценко, аспірант кафедри економічної кібернетики;
О. В. Колотіліна, аспірант кафедри економічної кібернетики;
В. О. Ковач, аспірант кафедри економічної кібернетики;
С. О. Кушнерьов, аспірант кафедри економічної кібернетики

Рецензенти:
С. В. Леонов – доктор економічних наук, професор, начальник департаменту бізнес-процесів Сумського державного університету (м. Суми);
С. В. Агаджанова – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри кібернетики та інформатики Сумського національного аграрного університету (м. Суми);

Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного університету як монографія
(протокол № 5 від 12 листопада 2020 року)

Теорія та практика забезпечення розвитку кіберпростору країни : Монографія / О. В. Кузьменко, Г. М. Яровенко, О. А. Криклій, К. Г. Гриценко та ін.; за заг. ред. О. В. Кузьменко, Г. М. Яровенко. — К.: Інтерсервіс, 2020. — 192 с.

ISBN 978-966-999-097-6

Монографія присвячена розробці теоретичних та практичних засад забезпечення розвитку кіберпростору країни, а саме: бібліометричного аналізу досліджень інформаційної безпеки в розрізі розвитку національної економіки; канонічного аналізу взаємозв'язку інформаційної безпеки та соціо-економіко-політичного розвитку країни; аналізу із використанням карт Кохонена для оцінки рівня інформаційної безпеки країн з урахуванням їх розвитку; організаційно-інституційних засад забезпечення стійкості фінансового кіберпростору; системно-динамічного підходу трансформації систем захисту на основі блокчейнів; нечітко-множинного методу виявлення ризиків порушення кібербезпеки банку; гравітаційного моделювання при оцінюванні ризику використання банків з метою легалізації доходів, отриманих злочинним шляхом; підходу ігромоделювання процесів оптимізації державного регулювання економічної безпеки національної економіки; моделювання інтегрального індексу загрози національної економіки за допомогою метода Кернела. Монографія призначена для студентів і викладачів вищих навчальних закладів, аналітиків, фахівців з питань кібербезпеки.

ISBN 978-966-999-097-6

УДК 303.09:004.056:330.34; 334.012:339.194

ЗМІСТ

зменшення вразливостей, 1 – про їх збільшення. Тобто, застосування блокчейн-технології дозволить зменшити вразливості системи практично у більшості випадків, а застосування традиційної інформаційної системи тільки в частині випадків. Тобто, застосування блокчейнів є більш ефективним в порівнянні із традиційними базами даних, що позитивно сприятиме на надійність системи кіберзахисту компанії.

Таким чином, проблеми, пов'язані із порушенням надійності системи кібербезпеки компанії є актуальними. Наслідками можуть бути втрата фінансових ресурсів, довіри клієнтів, зниження репутації та рівня конкурентоздатності. Тому фахівці із кіберзахисту повинні вчасно реагувати у випадках появи нових видів кіберзагроз або збільшення ймовірності появи вразливостей в системі. Унікальних інструментів, які допоможуть повністю вирішити проблеми кіберзахисту не існує. Тобто це повинен бути комплекс заходів, які сприятимуть ефективності та надійності системи захисту. Більшість компаній збільшують інвестиції в напрямку застосування сучасних технологій, що засуджується деякими фахівцями. На нашу думку, це правильний підхід, тому що зростання обсягів інформації, рівня обізнаності людини в питаннях застосування сучасних технологій та пристроїв, вимагають нових та нестандартних підходів. На сьогодні технологія блокчейн нарощує темпи використання та розширює сфери застосування. Тому є досить гарна перспектива щодо її використання для підвищення рівня надійності системи кіберзахисту в компаніях. Проведене в роботі системно-динамічне моделювання дозволяє робити припущення щодо переваг даної технології над традиційними інформаційними системами. Насамперед, дана технологія не буде замінювати існуючу, а доповнювати її, оскільки її головна прерогатива – це зберігання інформації у первинному вигляді без змін, що дозволить виявляти відхилення при спробі здійснення змін. В подальшому планується розширити запропоновану модель шляхом врахування інших параметрів: активностей, особливо зовнішніх користувачів; факторів впливу на рівні запису інформації у блокчейні та традиційній інформаційні базі.

3.3. Нечітко-множинний метод виявлення ризиків порушення кібербезпеки банку з боку його персоналу

Згідно з визначенням Базеля II, шахрайство являється частиною операційного ризику банку та класифікується як внутрішнє та зовнішнє. Найбільше збитків у світі в 2018 році (рис. 3.11) було заподіяно через такі типи шахрайства персоналу, як [57]: неправдиве відображення фінансової звітності (10% випадків), корупція (38% випадків) і незаконне привласнення активів (89% випадків).

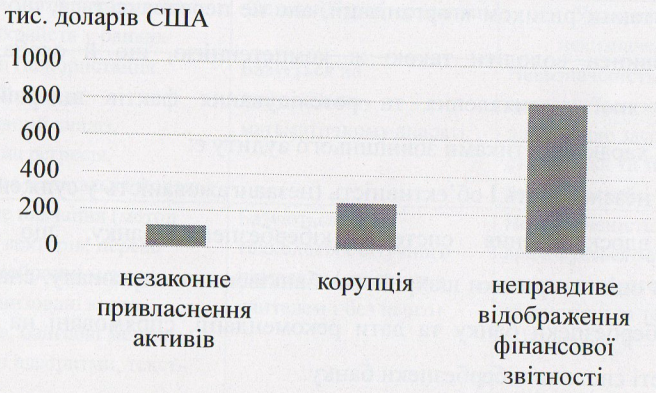

Рисунок 3.11 – Медіана фінансових збитків за типами шахрайства персоналу

Згідно зі звітом Асоціації сертифікованих фахівців із розслідування шахрайства [58], найбільша кількість випадків шахрайства у фінансовому секторі фіксується в банках, причому кількість виявлених випадків шахрайства за участі банківського персоналу набагато перевищує кількість випадків зовнішнього шахрайства. На жаль, попередити шахрайство банківського персоналу на рівні внутрішньобанківських технологічних засобів або регламентів сьогодні практично неможливо. Небезпечність шахрайств персоналу у банківській діяльності обумовлює необхідність активної протидії їм, одним із інструментів

якої є незалежний аудит, який в тому числі оцінює рівень ризику шахрайства банківського персоналу.

У випадку шахрайства персоналу службі внутрішнього аудиту банку важко забезпечити повну незалежність в діях і неупередженість у судженнях, тому особливого значення набуває зовнішній аудит банку незалежними експертами, що є поширеною практикою в іноземних банках. До того ж в Міжнародному стандарті професійної практики внутрішнього аудиту 1200 «Професійна компетентність та належна ретельність» зазначено, що «внутрішні аудитори повинні мати достатні знання для того, щоб оцінити ризик шахрайства та спосіб управління таким ризиком в організації, але не передбачається, що внутрішній аудитор повинен володіти такою ж компетенцією, що й особа, основним обов'язком якої є виявлення та розслідування фактів шахрайства» [59]. Основними характеристиками зовнішнього аудиту є:

1) незалежність і об'єктивність (незаангажованість у судженнях);

2) вдосконалення системи кібербезпеки банку, що передбачає можливість оцінити ризики шахрайства банківського персоналу, слабкі сторони системи кібербезпеки банку та дати рекомендації, спрямовані на підвищення ефективності системи кібербезпеки банку.

Левова частка банківських шахрайств відбувається з кредитними картками. У роботі [60] зазначено, що сьогодні для виявлення таких шахрайств широко застосовуються: логістична регресія, метод опорних векторів, дерева рішень, випадковий ліс, самоорганізовані карти Кохонена та нечітка логіка. На нашу думку, при наявності невизначеностей найкращі результати дає застосування нечітких методів. Однак слід зважати на те, що основним недоліком останніх є їх не надто висока точність, тому краще використовувати гібридні нейро-нечіткі системи. В роботі [61] для моніторингу поведінки власників карткових рахунків використовується прихована марківська модель (HMM, Hidden Markov Model), яка спочатку навчається нормальним діям власника картки, а потім використовується для виявлення шахрайської поведінки. В свою чергу для

виявлення викривлень фінансової звітності в банківській сфері широко застосовуються: нейронні мережі, байєсові мережі, генетичні алгоритми та текст майнінг.

Результати порівняльного аналізу економіко-математичних методів виявлення шахрайств у банках, що здійснюються персоналом банку, представлено у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Порівняльний аналіз економіко-математичних методів виявлення шахрайств у банках, що здійснюються персоналом банку

Група методів виявлення шахрайств у банках	Основні характеристики	Урахування невизначеності
Кількісні (використання закону Бенфорда, асоціативний аналіз, логістична регресія, прихована марківська модель)	Базується на традиційному математичному апараті	Невизначеність враховується за допомогою засобів статистики та теорії ймовірностей
Машинне навчання (метод опорних векторів, дерево рішень, нейронні мережі, самоорганізовані карти Кохонена, байєсові мережі, генетичні алгоритми, текст-майнінг)	Базуються на технологіях штучного інтелекту (навчання з учителем і без нього)	Невизначеність враховується за допомогою засобів статистики та теорії ймовірностей
Якісні (нечітка логіка)	Базуються на експертних оцінках	Невизначеність враховується за допомогою експертних оцінок
Гібридні (нейро-нечіткі системи)	Базуються на синергетичному підході (використовуються сильні сторони різних методів)	Невизначеність враховується за допомогою кількісного та якісного математичного апарату

Згідно Положення з міжнародної практики аудиту 1006 «Аудит фінансових звітів банку» типові шахрайські дії управлінського персоналу та працівників банку включають в себе [62]:

1) незаконне привласнення активів:

– депозитні операції: маскування вкладів; невідображення депозитів у обліку; крадіжка депозитів клієнтів; неправильне визначення відсотків за вкладами;

– кредитні операції: надання кредиту на підроблені чи незаконно отримані документи; позики фіктивним позичальникам; продаж заставного майна за ціною, що нижча за ринкову; підкупи для отримання звільнення від застави чи для зменшення суми позову; не подання інформації про заставне майно для внесення її у державні реєстри обтяжень; завищення вартості активів, що оцінюються з метою передачі у заставу для отримання кредиту; помилки у визначенні фінансового стану та класу позичальника;

– поточні рахунки: незаконне привласнення коштів з рахунків, за якими часто проводяться транзакції;

2) неправдиве відображення фінансової звітності:

– навмисні викривлення;

– пропуск загальних сум;

– виправлення облікових записів;

– некоректне відображення позик на рахунках простроченої чи строкової заборгованості.

Таким чином, для попередження шахрайств банківського персоналу складовою частиною системи незалежного аудиту має бути оцінювання ризику шахрайства персоналу в напрямах неправдивого відображення фінансової звітності та незаконного привласнення активів. Це створює умови для використання ризик-орієнтованого підходу при побудові плану аудиту.

В роботі [63] для кожного виду шахрайства персоналу (викривлення фінансової звітності та незаконне заволодіння активами) виділено пов'язані з ним умови: спонукання до шахрайства, сприятливі можливості для шахрайства, схильність співробітника до шахрайства. Кожна комбінація виду шахрайства та

умови його виникнення пов'язана зі специфічними факторами ризику шахрайства, які, в свою чергу, характеризуються певними індикаторами ризику шахрайства. Ключовою відмінністю між фактором ризику шахрайства та індикатором ризику шахрайства є той факт, що індикатор ризику шахрайства спостерігається аудитором безпосередньо, в той час як фактор ризику шахрайства спостерігається аудитором лише опосередковано через присутність пов'язаних з ним індикаторів ризику шахрайства. Аудитор використовує індикатори ризику шахрайства та власні міркування для прийняття рішення щодо існування специфічного фактору ризику шахрайства персоналу.

На основі опрацювання [64] в роботі [63] запропоновано інноваційний підхід до оцінки ризику шахрайства персоналу, зокрема, вводиться бінарне та нечітке оцінювання аудиторами індикаторів ризику шахрайства персоналу, а також пропонується система оцінювання ризику шахрайства персоналу, побудована на засадах теорії нечіткої логіки. В той же час запропонована в роботі [63] система нечіткого логічного висновку вимагає побудови та відповідного обґрунтування експертної бази нечітких правил. Ми вважаємо, що більш раціональною є побудова узагальнюючої оцінки ризику шахрайства персоналу на основі агрегування нечітких оцінок індикаторів ризику шахрайства з використанням ієрархічного дерева. Агрегований опис містить порівняно з початковим менше інформації, при цьому корисна інформація залишається, а надмірна звужується [65]. Модель оцінювання рівня ризику шахрайства банківського персоналу пропонується представити у вигляді деревоподібного графа з двома рівнями ієрархії (рис. 3.12).

На першому рівні ієрархії фактори ризику шахрайства банківського персоналу характеризуються наборами своїх складових – індикаторів ризику шахрайства банківського персоналу (вхідними змінними X_{ij}), що групуються за відповідними факторами ризику X_i, рівні яких визначаються в результаті агрегування вхідних змінних X_{ij}. На другому рівні ієрархії рівень ризику

шахрайства банківського персоналу в цілому Y визначається в результаті агрегування отриманих на попередньому етапі оцінювання рівнів факторів ризику X_i.

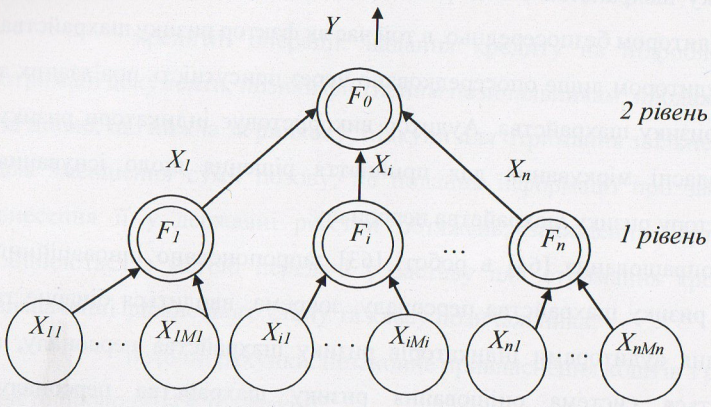

Рисунок 3.12 – Ієрархічна структура моделі оцінювання рівня ризику шахрайства банківського персоналу

Елементи деревоподібного графа (рис. 1) інтерпретуються таким чином:

- кінцеві вершини X_{ij} – оцінки індикаторів ризику, пов'язаних з i-тим фактором ризику, $i=\overline{1,n}; j=\overline{1,M_i}$, де n – кількість факторів ризику, M_i – кількість індикаторів ризику, що пов'язані з i-тим фактором ризику через некінцеву вершину F_i;
- некінцеві вершини F_i - функції згорток за факторами ризику X_i, $i=\overline{1,n}$;
- дуги, що виходять із нетермінальних вершин (X_i), – рівні відповідних факторів ризику шахрайства банківського персоналу.
- некінцева вершина F_0 – функція згортки факторів ризику X_i, $i=\overline{1,n}$.
- дуга Y, що виходить з кореня дерева, – рівень ризику шахрайства банківського персоналу в цілому;

Кількісне оцінювання індикаторів ризику шахрайства X_{ij} передбачає використання анкет, в яких аудитор зазначає рівень присутності відповідного індикатора ризику в діапазоні від 0 до 1. Якщо аудитор використовує іншу кількісну шкалу, то можна виконати перехід від цієї шкали до 01-носія на основі простого лінійного перетворення. Ми пропонуємо виконати агрегування анкетних оцінок індикаторів ризику шахрайства персоналу за рівнями ієрархії графа, представленого на рис. 3.13, із пересуванням від нижніх рівнів ієрархії до верхніх. Рівень ризику шахрайства банківського персоналу в цілому опишемо наступною нечіткою ієрархічною моделлю:

$$Y=<G, L, S, F>, \qquad (3.2)$$

де G – ієрархічний граф, показаний на рис. 3.12;

L – терм-множина можливих значень лінгвістичних змінних;

S – система відношень пріоритетів індикаторів ризику та факторів ризику;

F – функція згортки нечітких оцінок у відповідних вершинах графа G. Ваги дуг графа відповідають ступеню впливу відповідних індикаторів ризику та факторів ризику на результуючу оцінку.

Оцінки рівнів індикаторів ризику X_{ij}, оцінки рівнів факторів ризику X_i, а також оцінку рівня ризику шахрайства банківського персоналу в цілому Y представимо у вигляді лінгвістичних змінних L_{ij}, L_i та L_γ відповідно. З метою спрощення моделі сформуємо одну терм-множину можливих значень для всіх лінгвістичних змінних L_{ij}, L_i та L_γ з п'яти якісних термів $T_{ij}^k, T_i^k, T_\gamma^k$, відповідно: "дуже низький" ($k=1$), "низький" ($k=2$), "середній" ($k=3$), "високий" ($k=4$), "дуже високий" ($k=5$). Кожному нечіткому терму T_{ij}^k лінгвістичної змінної L_{ij} поставимо

у відповідність трапецієподібну функцію належності $\mu_k(X_{ij})$ з параметрами $\underline{t}_{ij}^k;\overline{t}_{ij}^k;a_{ij}^k;b_{ij}^k$ $(k=\overline{1,5})$, наведену на рис. 3.13.

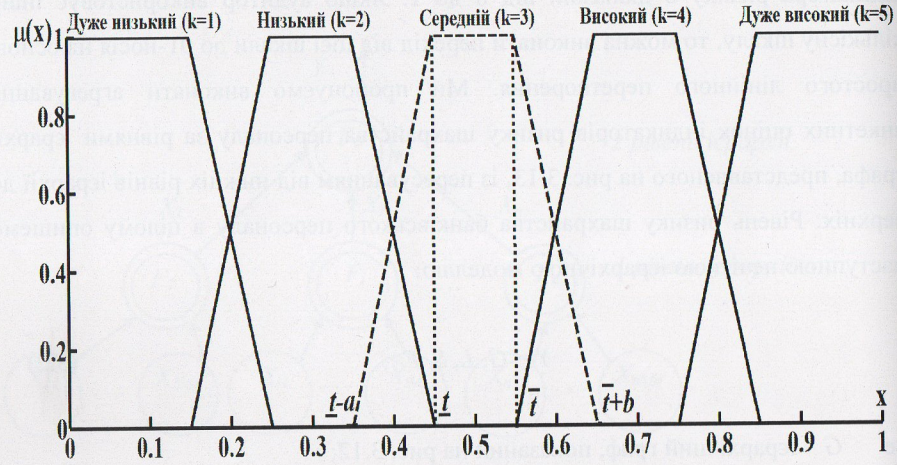

Рисунок 3.13 – Нечітка терм-множина

$$\mu_k(X_{ij})=\begin{cases}0,\ якщо\ X_{ij}\le \underline{t}_{ij}^k-a_{ij}^k\ або\ X_{ij}\ge \overline{t}_{ij}^k+b_{ij}^k\\ \dfrac{X_{ij}-\left(\underline{t}_{ij}^k-a_{ij}^k\right)}{a_{ij}^k},\quad якщо\quad \underline{t}_{ij}^k-a_{ij}^k<X_{ij}<\underline{t}_{ij}^k\\ 1,\quad якщо\quad \underline{t}_{ij}^k\le X_{ij}\le \overline{t}_{ij}^k\\ \dfrac{\left(\overline{t}_{ij}^k+b_{ij}^k\right)-X_{ij}}{b_{ij}^k},\ якщо\quad \overline{t}_{ij}^k<X_{ij}<\overline{t}_{ij}^k+b_{ij}^k\end{cases}\qquad(3.3)$$

Аналогічно поступимо і з нечіткими термами T_i^k, T_Y^k $(k=\overline{1,5})$ лінгвістичних змінних L_i і L_Y.

В якості множини функцій належності (3.3) пропонується обрати стандартний нечіткий п'ятирівневий 01-класифікатор з трапецієвидними функціями належності 3.4 – 3.8 [66]:

$$\mu_1(X_{ij})=\begin{cases}0,\quad якщо\quad X_{ij}\ge 0,25\\ 10\cdot(0,25-X_{ij}),\quad якщо\quad 0,15<X_{ij}<0,25\\ 1,\ якщо\ 0\le X_{ij}\le 0,15\end{cases}\qquad(3.4)$$

$$\mu_2(X_{ij})=\begin{cases}0,\ якщо\ X_{ij}\le 0,15\ або\ X_{ij}\ge 0,45\\ 10\cdot(X_{ij}-0,15),\quad якщо\quad 0,15<X_{ij}<0,25\\ 1,\quad якщо\quad 0,25\le X_{ij}\le 0,35\\ 10\cdot(0,45-X_{ij}),\quad якщо\quad 0,35<X_{ij}<0,45\end{cases}\qquad(3.5)$$

$$\mu_3(X_{ij})=\begin{cases}0,\ якщо\ X_{ij}\le 0,35\ або\ X_{ij}\ge 0,65\\ 10\cdot(X_{ij}-0,35),\quad якщо\quad 0,35<X_{ij}<0,45\\ 1,\quad якщо\quad 0,45\le X_{ij}\le 0,55\\ 10\cdot(0,65-X_{ij}),\quad якщо\quad 0,45<X_{ij}<0,65\end{cases}\qquad(3.6)$$

$$\mu_4(X_{ij})=\begin{cases}0,\ якщо\ X_{ij}\le 0,55\ або\ X_{ij}\ge 0,85\\ 10\cdot(X_{ij}-0,55),\quad якщо\quad 0,55<X_{ij}<0,65\\ 1,\quad якщо\quad 0,65\le X_{ij}\le 0,75\\ 10\cdot(0,85-X_{ij}),\quad якщо\quad 0,75<X_{ij}<0,85\end{cases}\qquad(3.7)$$

$$\mu_5(X_{ij})=\begin{cases}0,\quad якщо\quad X_{ij}\le 0,75\\ 10\cdot(0,85-X_{ij}),\quad якщо\quad 0,75<X_{ij}<0,85\\ 1,\ якщо\ 0,85\le X_{ij}\le 1\end{cases}\qquad(3.8)$$

Стандартний нечіткий п'ятирівневий 01-класифікатор робить проекцію лінгвістичного опису на 01-носій (відрізок [0,1] дійсної вісі), розташовуючи симетрично вузли класифікації (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9), в яких значення відповідної

функції належності дорівнює одиниці, а всіх інших – нулю (рис. 3.13). Невпевненість аудитора в класифікації лінійно убуває (зростає) при видаленні від вузла (з наближенням до вузла, відповідно). Сума значень функцій належності нечітких термів в усіх точках 01-носія дорівнює одиниці [66].

Агрегування нечітких оцінок лінгвістичних змінних здійснюється за рівнями ієрархії з пересуванням від нижніх рівнів графа G (рис. 1) до верхніх. Попередньо аудитор кількісно оцінює рівні вхідних змінних X_{ij} (від 0 до 1) для кінцевих вершин графа.

Для агрегування нечітких оцінок використаємо матричну схему, наведену в [66]. Якщо по рядках матриці відкладені лінгвістичні змінні L_{ij} індикаторів ризику, а по стовпцях – їх нечіткі терми T_{ij}^{k} $(k=\overline{1,5})$, виражені відповідним набором функцій належності $\mu_k(X_{ij})$, то кількісна оцінка фактору ризику X_i в діапазоні від 0 до 1 розраховується за формулою подвійного згортання 3.9 – 3.11:

$$X_i = \sum_{j=1}^{M_i} \omega_{ij} \sum_{k=1}^{5} \left(\alpha_k \cdot \mu_k(X_{ij}) \right), \tag{3.9}$$

$$\sum_{k=1}^{5} \mu_k(X_{ij}) = 1, \tag{3.10}$$

$$\sum_{j=1}^{M_i} \omega_{ij} = 1, \tag{3.11}$$

де ω_{ij} – вага індикатора ризику X_{ij} в оцінюванні фактора ризику X_i;

M_i – кількість індикаторів ризику, що пов'язані з фактором ризику X_i;

$\alpha_k = 0{,}2 \cdot k - 0{,}1$ – ваги нечітких термів (так звані вузлові точки стандартного нечіткого п'ятирівневого класифікатора: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0;9).

Вагові коефіцієнти ω_{ij} можуть бути отримані на основі побудови системи ваг Фішберна або матриці парних порівнянь. Можна також оцінити вагу відповідних індикаторів ризику X_{ij} з використанням певної бальної шкали, а потім нормалізувати одержані результати.

Розраховане за формулами 3.4-3.11 значення фактору ризику X_i знаходиться в діапазоні від 0 до 1, тому його можна лінгвістично розпізнати за формулами 3.4-3.8. Пройшовши послідовно знизу вгору по всіх рівнях ієрархії G і застосовуючи формули 3.4-3.11 ми одержуємо лінгвістичну інтерпретацію оцінки рівня ризику шахрайства банківського персоналу в цілому.

Розглянемо приклад оцінювання ризику шахрайства персоналу щодо викривлення фінансової звітності. Всі фактори ризику шахрайства персоналу класифіковані за такими категоріями:

1. Спонукання до викривлення фінансової звітності.
2. Сприятливі можливості для викривлення фінансової звітності.
3. Обґрунтування викривлення фінансової звітності.

Значущість всіх категорій і факторів ризику вважаємо однаковою. Нормалізовані ваги індикаторів факторів ризику та оцінки аудитором рівнів присутності відповідних індикаторів у об'єкта аудиту наведені в табл. 3.3-3.5.

Таблиця 3.3

Спонукання до викривлення фінансової звітності

№	Індикатор фактору ризику	Нормалізована вага індикатора	Рівень присутності індикатора ризику
Фактор 1.1. Прибутковість знаходиться під загрозою економічних умов діяльності			
1.1.1	Високий ступінь конкуренції або насичення ринку супроводжується зниженням прибутковості	0,128	0,9
1.1.2	Висока чутливість до швидких змін, таких як зміни в технології або зміни процентних ставок	0,128	0,3
1.1.3	Значне зниження споживчого попиту та зростання банкрутств як у галузі, так і в економіці в цілому	0,128	0,1

Продовження таблиці 3.3

№	Індикатор фактору ризику	Нормалізована вага індикатора	Рівень присутності індикатора ризику
1.1.4	Операційні збитки, які становлять загрозу банкрутства або недружнього поглинання	0,179	
1.1.5	Повторювані негативні грошові потоки від операцій або неможливість генерувати грошові потоки від операцій при одночасному звітуванні про прибутки та зростання доходів	0,205	
1.1.6	Швидке зростання або незвичайна прибутковість, особливо в порівнянні з іншими установами тієї ж галузі	0,179	0,3
1.1.7	Нові бухгалтерські або нормативні вимоги.	0,052	
Фактор 1.2. Надмірний тиск на керівництво з метою виконання очікувань третіх сторін			
1.2.1	Очікування інвестиційних аналітиків, інституційних інвесторів, великих кредиторів або інших зовнішніх сторін, що стосуються прибутковості, включаючи очікування, створені керівництвом у занадто оптимістичних прес-релізах і щорічних звітах	0,267	0,8
1.2.2	Необхідність отримання додаткового фінансування для забезпечення конкурентоспроможності	0,233	0,2
1.2.3	Гранична здатність погашати борги	0,25	
1.2.4	Негативні наслідки звітування про погані фінансові результати важливих зупинених операцій, таких як злиття або заключення контрактів	0,25	0,2
Фактор 1.3. Отримана інформація свідчить про те, що особистий фінансовий стан керівництва залежить від фінансового стану об'єкта аудиту			
1.3.1	Значні фінансові інтереси в об'єкті аудиту	0,313	0,9
1.3.2	Значна винагорода (наприклад, бонуси, акції), що залежить від досягнення агресивних цілей щодо ціни акцій, операційних результатів, фінансового становища або грошового потоку	0,374	0,9

Продовження таблиці 3.3

№	Індикатор фактору ризику	Нормалізована вага індикатора	Рівень присутності індикатора ризику
1.3.3	Особисті гарантії по заборгованості об'єкта аудиту	0,313	
Фактор 1.4. Надмірний тиск на персонал з метою досягнення фінансових цілей, встановлених керівництвом, включаючи цілі стимулювання збуту			
1.4.1	Присутній надмірний тиск на персонал з метою досягнення фінансових цілей, встановлених керівництвом, включаючи цілі стимулювання збуту	1	0,8

Таблиця 3.4

Сприятливі можливості для викривлення фінансової звітності

№	Індикатор фактору ризику	Нормалізована вага індикатора	Рівень присутності індикатора ризику
Фактор 2.1. Характер діяльності об'єкта аудиту надає можливості для викривлення фінансової звітності			
2.1.1	Важливі операції з пов'язаними сторонами здійснюються не за правилами звичайного бізнесу або операції з пов'язаними суб'єктами господарювання не перевірені або перевірені іншою організацією	0,188	
2.1.2	Сильна фінансова присутність або здатність домінувати в певному секторі економіки, яка дозволяє об'єкту аудиту диктувати умови клієнтам, що може призвести до шахрайських операцій	0,141	
2.1.3	Активи, зобов'язання, доходи або витрати базуються на оцінках, що включають суб'єктивні судження або невизначеності, які важко підтвердити	0,165	
2.1.4	Важливі, незвичайні або надзвичайно складні операції, особливо ті, що здійснюються в кінці періоду, які створюють питання "пріоритету змісту над формою"	0,188	
2.1.5	Важливі операції, проведені через міжнародні кордони в юрисдикціях,	0,141	

Продовження таблиці 3.4

№	Індикатор фактору ризику	Нормалізована вага індикатора	Рівень присутності індикатора ризику
	де існують різні бізнес-середовища та культури		
2.1.6	Значні банківські рахунки або допоміжні операції в юрисдикціях офшорів, для яких немає чіткого ділового обґрунтування	0,176	
Фактор 2.2. Неефективний моніторинг з боку керівництва			
2.2.1	Домінування в управлінні однієї особи без компенсаційних елементів управління	0,548	0,6
2.2.2	Неефективний нагляд з боку правління або комітету з питань аудиту за процесом фінансової звітності та внутрішнього контролю	0,452	
Фактор 2.3. Складна організаційна структура			
2.3.1	Труднощі у визначенні організації або окремих осіб, які мають контрольний пакет акцій в об'єкті аудиту	0,304	
2.3.2	Надмірна організаційна структура, що включає незвичайні юридичні особи або управлінські гілки	0,348	
2.3.3	Висока плинність вищого керівництва та юрисконсультів	0,348	
Фактор 2.4. Недостатні компоненти внутрішнього контролю			
2.4.1	Неадекватний моніторинг, включаючи автоматизований контроль та контроль за проміжною фінансовою звітністю (там, де потрібна зовнішня звітність)	0,333	0,8
2.4.2	Високий коефіцієнт плинності кадрів або використання неефективного обліку, внутрішнього аудиту або ІТ-персоналу	0,333	
2.4.3	Неефективний облік і інформаційні системи, включаючи ситуації, які стосуються умов, що підлягають звітуванню	0,333	

Таблиця 3.5

Обґрунтування викривлення фінансової звітності

№	Індикатор фактору ризику	Нормалізована вага індикатора	Рівень присутності індикатора ризику
Фактор 3.1. Наявність у керівництва або співробітників поглядів, що дозволяють їм брати участь або обґрунтовувати викривлення фінансової звітності			
3.1.1	Неефективне впровадження, підтримка або дотримання цінностей або етичних норм об'єкта аудиту керівництвом	0,058	0,8
3.1.2	Надмірна участь нефінансового менеджменту у виборі принципів бухгалтерського обліку або визначенні важливих оцінок	0,079	
3.1.3	Відома історія порушень законів і нормативних актів або претензій до об'єкту аудиту, його вищого керівництва, які стверджують про шахрайство або порушення законів і правил	0,092	
3.1.4	Надмірна зацікавленість керівництва в збільшенні цін акцій або доходів суб'єкта аудиту	0,089	0,8
3.1.5	Практика керівництва щодо надавання аналітикам, кредиторам та іншим третім сторонам агресивних або нереальних прогнозів	0,089	0,8
3.1.6	Неспроможність керівництва своєчасно виправити ситуацію, що підлягає звітуванню	0,079	
3.1.7	Інтерес керівництва до використання невідповідних засобів для мінімізації податків	0,089	
3.1.8	Повторні спроби керівництва виправдати невідповідний облік на об'єкті аудиту	0,079	
3.1.9	Часті суперечки з поточним або попереднім аудитором з питань бухгалтерського обліку, аудиту або звітності	0,074	
3.1.10	Невиправдані вимоги до аудитора, такі як необгрунтовані часові	0,088	

Продовження таблиці 3.5

№	Індикатор фактору ризику	Нормалізована вага індикатора	Рівень присутності індикатора ризику
	обмеження щодо завершення аудиту або видачі аудиторського звіту		
3.1.11	Формальні або неформальні обмеження аудитора, які неналежним чином обмежують його доступ до людей або інформації або здатність аудитора ефективно спілкуватися з керівництвом або комітетом з аудиту	0,092	
3.1.12	Домінуюча поведінка керівництва в роботі з аудитором, особливо в тому, що стосується спроб вплинути на масштаб роботи аудитора або на вибір персоналу, призначеного для аудиту	0,092	

Розрахунок кількісних оцінок факторів ризику шахрайства персоналу здійснено за формулами 3.5-3.12 з використанням інформації, наведеної в таблицях 3.3-3.5. Інтерпретація рівнів кількісних оцінок факторів ризику шахрайства персоналу здійснена за формулами 3.5-3.9. Результати наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Розпізнавання рівнів факторів ризику шахрайства персоналу

I	Фактор ризику шахрайства персоналу	Кількісна оцінка	Функції належності для рівнів *i*-го фактору ризику шахрайства персоналу				
			Дуже низький $\mu_1(X_i)$	Низький $\mu_2(X_i)$	Середній $\mu_3(X_i)$	Високий $\mu_4(X_i)$	Дуже високий $\mu_5(X_i)$
1	Фактор 1.1	0,22	0,3	0,7			
2	Фактор 1.2	0,31		1			
3	Фактор 1.3	0,618			0,32	0,68	
4	Фактор 1.4	0,8				0,5	0,5
5	Фактор 2.2	0,329		1			
6	Фактор 2.4	0,266		1			
7	Фактор 3.1	0,189	0,61	0,39			

Розрахунок кількісної оцінки ризику шахрайства персоналу по категоріях здійснено за формулами 3.4-3.11 з використанням інформації, наведеної в таблиці 3.6. Інтерпретація рівнів кількісної оцінки ризику шахрайства персоналу по категоріях здійснена за формулами 3.4-3.8. Результати наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Розпізнавання рівнів ризику шахрайства персоналу по категоріях

Категорія ризику шахрайства	Кількісна оцінка	Функції належності для рівнів категорій ризику шахрайства				
		Дуже низький $\mu_1(X_i)$	Низький $\mu_2(X_i)$	Середній $\mu_3(X_i)$	Високий $\mu_4(X_i)$	Дуже високий $\mu_5(X_i)$
Категорія 1	0,5	-	-	1	-	-
Категорія 2	0,3	-	1	-	-	-
Категорія 3	0,178	0,72	0,28	-	-	-

Розрахунок кількісної оцінки ризику шахрайства персоналу в цілому здійснено за формулами 3.4-3.11 з використанням інформації, наведеної в таблиці 3.6. Інтерпретація рівнів кількісної оцінки ризику шахрайства персоналу в цілому здійснена за формулами 3.4-3.8. Результати наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Розпізнавання рівня ризику шахрайства персоналу в цілому

Кількісна оцінка	Функції належності для рівнів ризику шахрайства персоналу в цілому				
	Дуже низький $\mu_1(X_i)$	Низький $\mu_2(X_i)$	Середній $\mu_3(X_i)$	Високий $\mu_4(X_i)$	Дуже високий $\mu_5(X_i)$
0,4		0,5	0,5		

Згідно з наведеними в таблицях 3.6-3.8 результатами рівень ризику шахрайства персоналу в цілому – проміжний між лінгвістичними оцінками «Середній» і «Низький», але об'єкт аудиту характеризується високим рівнем фактору ризику 1.3 (особистий фінансовий стан керівництва залежить від фінансового стану об'єкта аудиту) та високим рівнем фактору ризику 1.4 (надмірний тиск на персонал з метою досягнення фінансових цілей, встановлених

керівництвом, включаючи цілі стимулювання збуту). Це означає, що існує високий рівень ризику викривлення фінансової звітності через спонукання до викривлення фінансової звітності, бо саме до цієї категорії належать фактори ризику 1.3 і 1.4. Тому аудитор повинен ретельно дослідити саме цю сферу.

3.4. Використання гравітаційного моделювання при оцінюванні ризику використання банків з метою легалізації доходів, отриманих злочинним шляхом

На сьогоднішній день найважливішими питаннями, що турбують усе світове співтовариство, є розвиток економіки на всіх рівнях, глобалізація, забезпечення суспільного економічного добробуту. Та всі етапи такого розвитку постійно супроводжуються відповідними негативними процесами та явищами. Так як поряд із збільшенням об'ємів операцій, що проводяться через фінансові ринки, зростанням активів, грошових потоків, збільшенням обсягів торгівельних процесів, у злочинців з'являється можливість здійснювати вільний обіг незаконних коштів. Отже, зростання злочинності, переміщення нелегальних грошей, розвиток тероризму наразі є найголовнішими питаннями для вирішення світовою спільнотою. Ці проблеми перетворились у глобальні загрози для всього фінансового світу, та, відповідно, економічної безпеки національної економіки.

Об'єднання в одну систему обігу капіталу, товарів та послуг, а також різних напрямів фінансових сегментів для подальшого розвитку, покращення добробуту суспільства, забезпечення безпеки, характеризують категорію економічної безпеки. Протягом останніх років через трансформацію світової економічної системи проблемі забезпечення економічної безпеки притаманні новітні аспекти. Сьогоденні тренди, що описують сучасну модернізацію економічної системи, суттєво впливають на забезпечення економічної безпеки за нових умов [67, 68, 69, 70].

Протягом останніх років міжнародне співтовариство у економіці багато уваги та дій проводить у частині дослідження та аналізу взаємовідносин політики та

злочинного світу [71, 72, 73, 74, 75]. Для виявлення та зупинення потоків незаконних коштів по всіх можливих каналах, заходи по перешкоджанню фінансуванню злочинних зв'язків потрібно проводити не тільки у середині країни, а й за її межами. Відмивання нелегальних коштів, «тінізація» економіки, фінансування тероризму вкрай руйнівно позначаються на економічній безпеці країни, викликають суспільний дисбаланс, погіршують економічний устрій. У світовій економічній науковій літературі науковцями та дослідниками висвітлюються відповідні намагання зробити кількісний вимір процесів і дій, що стосуються відмивання нелегальних коштів [76, 77, 78,79]. Але через те, що процеси відмивання грошей здійснюються доволі приховано, непомітно, таємно, то оцінити ефективність, достатність, результативність, адекватність таких моделей дуже складно і проблематично.

Не дивлячись на те, що вже проведено багато роботи стосовно вивчення питання дослідження незаконних операцій з грошовими коштами, наразі не розроблено достатньо ефективних систем та моделей управління фінансово-економічною системою стосовно легалізації злочинних коштів та фінансування терористичної діяльності. Наряду з цим немає інструментів, що могли б попереджувати завчасно процеси легалізації. Це призводить до руйнування національної економічної безпеки. Вирішення питань економіки відмивання злочинних доходів, направлених на дослідження об'ємів і впливу нелегальних грошей, виступає доволі новою сферою і тому вимагає поглибленого вивчення та аналізу. Використання гравітаційних моделей для проведення оцінки ризику легалізації нелегальних коштів і фінансування тероризму між країнами, в якості одного з дієвих інструментів системи національної економічної безпеки, зараз є вкрай актуальним і далі тільки загострюється [80, 81, 82,83].

Для проведення дослідження було сформовано набір даних по 65 банкам України за 2019 рік. Набір даних представляє собою статистичну інформацію, яку було отримано за результатом запиту до Національного банку України. Так, було узято 6 показників: К1 - частка фінансових операцій, зареєстрованих за ознаками