

Л. М. Петренко, канд. екон. наук,

А. В. Бегун, канд. екон. наук,

П. О. Грюков,

ДВНЗ «Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана»

ІГРОВА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто поведінку гравців залежно від поінформованості стосовно рівня фінансової безпеки підприємства. Запропоновано ігрову модель стратегії поведінки в умовах наявності конфліктних взаємозв'язків між конфліктуючими сторонами.

ANNOTATION. In the article are discussed the conduct of the gamblers depend on were informed with the level of the financial security of enterprise. In the work proposed the game's model of the strategy conduct under condition of the available conflict contacts between disputed sides.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: фінансова безпека підприємства, загроза, порушник, модель, гра, конфлікт.

KEY WORDS: financial security of enterprise, menace, disturber, model, game, conflict.

Вступ. Успішна діяльність підприємства, його фінансова безпека, взагалі саме його існування насамперед залежать від здатності своєчасно виявляти, протистояти можливим загрозам. Реалізація будь-якого роду загроз може дестабілізувати роботу підприємства, призвести до кризових наслідків, банкрутства. Забезпечення стійкого функціонування фінансової системи підприємства вимагає реалізації комплексу спеціальних заходів фінансової безпеки та засобів захисту, що повинні базуватися на виваженій політиці безпеки, аналізі ризиків загроз, які є можливими для даного підприємства в конкретний період часу. Тому дослідження можливостей підприємства щодо попередження, локалізації, профілактики можливих загроз з боку різноманітних порушників його фінансової безпеки на сьогодні є одним з пріоритетних напрямків фінансового менеджменту.

Постановка завдання. Метою даної статті є використання ігрового підходу до вирішення антагоністичних конфліктів між підприємством та порушниками його фінансової безпеки.

Виклад основного матеріалу. Теоретико-методологічні та практичні проблеми економічної безпеки підприємства в цілому, та її фінансової складової зокрема, розроблялися в наукових роботах багатьох учених [1—7]. Сутність фінансової безпеки під-

приємства, на нашу думку, полягає в здатності самостійно розробляти і проводити фінансову стратегію, у відповідності з цілями корпоративної стратегії, за умов невизначеності та конкуренції [8].

Проблема управління фінансовою безпекою підприємства належить до складноформалізованих процедур. Це викликано перш за все необхідністю прийняття рішення в умовах відсутності або неповноти інформації про фактичні сили і засоби, що використовуються як власниками так і зловмисниками. При цьому неповнота і невизначеність інформації впливає на дії двох сторін з протилежними інтересами [4].

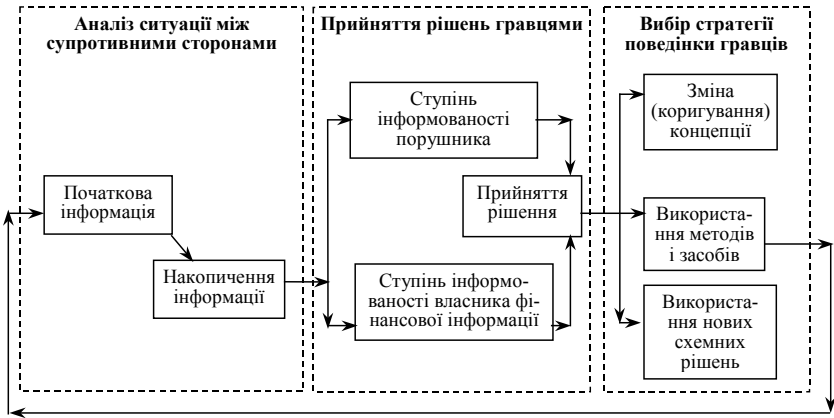


Рис. 1. Поведінка гравців в залежності від їх поінформованості

Власник інформації повинен визначити і реалізувати захисні механізми у відповідності з ціною фінансової інформації, а зловмисник — визначити і реалізувати засоби отримання конфіденційної фінансової інформації [6]. Ступінь поінформованості гравців може характеризуватися деяким пороговим рівнем інформації, що переводить проблему з початкового i -го стану в наступний j -й стан.

Вказану ситуацію можливо уявити наступним чином (рис. 1), де поведінка гравців в умовах неповної (обмеженої) поінформованості припускає:

Апріорний аналіз початкової інформації та інформації, що накопичується і систематизується протягом тривалого часу. Дані про невизначені фактори супротивних сторін можна отримати на основі:

— прогнозування умов використання (або зміни) гравцями методів і засобів захисту фінансової інформації та несанкціонованого доступу до неї;

— аналізу поведінки сторін у процесі розвитку конфліктних ситуацій, можливих варіантів найсприятливіших (несприятливих) для обох сторін результатів;

— використання методів експертних оцінок для отримання інформації, якої не вистачає.

1. Прийняття рішення гравцями на основі ступеню їх поінформованості про можливі засоби несанкціонованого доступу до конфіденційної фінансової інформації.

2. Реалізація прийнятого рішення на основі вибору стратегії поведінки гравців.

Дослідження відомих фахівців показують, що реалізація запропонованої концепції можлива на основі використання теорії ігор, де головним поняттям є стратегія гравця. Так, якщо у гравця A — користувача комп'ютерної техніки m — стратегій, а у гравця B — хакера — n -стратегій, то гра називається грою $m \cdot n$.

Важливим етапом у управлінні фінансовою безпекою підприємства поряд з дослідженням можливих загроз фінансової безпеки підприємства, є аналіз порушників. Для формування повної інформаційної бази щодо порушника необхідно враховувати категорію осіб, до яких може належати порушник, його кваліфікацію, підготовленість, можливості доступу до конфіденційної фінансової інформації. Інформація повинна постійно коригуватися на основі отримання нових знань про можливості порушника та змін у системі захисту, на основі аналізу причин порушень, що вже відбулися.

Необхідно відзначити наявність конфліктних взаємозв'язків між конфліктуєчими сторонами, тобто підприємством, з одного боку, та порушниками (суб'єктами загроз) — з іншого. Важливим етапом в моделюванні процесів управління фінансовою безпекою підприємства є аналіз суб'єктів, які можуть здійснювати загрози, тобто порушників.

Тому конкретизуємо можливі категорії порушників, виходячи з характеру їх впливу на фінансову безпеку підприємства (табл. 1).

Таблиця 1

КАТЕГОРІЇ ПОРУШНИКІВ

Зовнішні	Внутрішні
Конкуренти Відвідувачі Недобросовісні партнери Корупціонери Еліти Кримінальні структури Агенти іноземних держав	Персонал підприємства: Менеджери різних ланок Співробітники фінансового відділу Технічний персонал Співробітники, звільнені з роботи.

Конкуренти. Вказаний вид порушників є найнебезпечнішим, оскільки володіє найбільшими фінансовими можливостями та кваліфікацією.

Відвідувачі. Відвідувачів можна розділити на клієнтів підприємства та інших відвідувачів. Відвідувачі можуть стати свідками конфіденційних переговорів між співробітниками.

Недобросовісні партнери. Затримують оплату, зривають контракти, прагнуть власної вигоди. Такі дії можуть призвести до небажаних наслідків у роботі підприємства.

Корупціонери (корумповані чиновники). Можуть затримувати видачу ліцензій на діяльність, фальсифікувати позови, шантажувати, заважати працювати.

Еліти (регіональні, політичні, економічні). Володіють владою та інформацією, скуповують пакети акцій, підприємства за заниженою ціною або шляхом процедури банкрутства. Мета — отримання прибутків, збільшення своїх статків, впливу.

Кримінальні структури. Ця група потенційних порушників є досить небезпечною, оскільки отримує інформацію через впроваджених агентів, технічні засоби. Організація протиправних дій має свою ціль — отримання прибутку, легалізація незаконних доходів.

Агенти іноземних держав. Ця група порушників є найбільш організованою та оснащеною сучасними засобами. Мета — спеціально організована діяльність державних органів, професійно орієнтованих на отримання необхідної інформації. Їхні цілі є стратегічними й спрямовані на досягнення благополуччя своєї країни, розвиток промислового шпигунства.

Керівники. Дана група потенційних правопорушників є надто небезпечною групою серед внутрішніх порушників, оскільки незважаючи на свою невелику чисельність, у зв'язку з високою кваліфікацією, необмеженим правом доступу до інформації можуть завдавати великих збитків.

Співробітники, звільнені з роботи. Вказана група може володіти специфічними можливостями, які залежать від попередніх прав володіння інформацією.

Розглянемо гру як події між підприємством з однієї сторони, та порушниками, які можуть становити загрозу його фінансовій безпеці — з іншої, котрі залежать від рішень, що приймаються кожною з сторін. Необхідно відзначити наявність конфліктних взаємозв'язків між конфліктуєчими сторонами, тобто підприємством, з одного боку, та порушниками — з іншого.

Кожен гравець приймає свої рішення за невизначеності, а результат обраної ним стратегії залежить від поведінки всіх учасників гри.

В якості одного з гравців (*гравець I*) — визначимо *порушника*, стратегія якого становить загрозу фінансовій безпеці підприємства.

В якості *II гравця* — визначимо *підприємство*.

В основу побудови ігрової моделі покладемо наступні принципи:

— під зоною захисту будемо розуміти фінансову систему підприємства;

— зона захисту безпосередньо пов'язана з певними засобами захисту: підрозділом служби безпеки та відповідним технічним оснащенням. Тобто за такого підходу підприємство може визначити необхідні витрати на захист;

— підприємство може створювати власну службу безпеки або використовувати послуги інших спеціалізованих організацій;

— носія загроз фінансовій безпеці підприємства будемо називати порушником.

Якщо інтерес однієї сторони полягає в захисті від можливих загроз для забезпечення фінансової безпеки, то інтерес іншої є прямо протилежним — дестабілізація фінансової діяльності суб'єкту господарювання, що призведе до погіршення рівня його фінансової безпеки. Конфлікт між цими двома сторонами є антагоністичним, він може моделюватися антагоністичною грою.

Гра — це формалізований опис (модель) конфліктної ситуації, що містить чітко визначені правила дії її учасників, які намагаються отримати певну перемогу через вибір конкретної (в певному розумінні найкращої) стратегії поведінки [12].

Таким чином, для даного конфлікту буде характерним наступне:

— конфлікт визначається антагоністичними взаємодіями двох сторін, кожна з яких володіє певною кількістю можливих дій;

— свої дії сторони приймають незалежно один від одного, тобто не мають інформації про стан іншої сторони;

— результат таких дій визначає корисність ситуації для однієї з сторін. Так як конфлікт є антагоністичним, можна вважати, що корисність такої ситуації для однієї сторони дорівнює корисності іншої, взятої з знаком мінус;

— кожна з конфліктуючих сторін оцінює як для себе, так і для супротивника корисність будь-якої можливої ситуації.

Такий антагоністичний конфлікт у загальному випадку описується антагоністичною грою (парною матричною грою з нульовою сумою):

$$G = \{X, Y, H\}, \quad (1),$$

де X — множина можливих дій гравця I;
 Y — множина можливих дій гравця II;
 H — функція корисності гравця I, яка визначена на всіх парах можливих дій гравців.

Оскільки кількість дій гравців є скінченою, то кінцеву антагоністичну гру G можна задати у вигляді матриці:

$$H_{m \times n} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1n} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{m1} & h_{m2} & \dots & h_{mn} \end{bmatrix}, \quad (2),$$

де m — кількість стратегій гравця I;
 n — кількість стратегій гравця II;
 $h_{i,j} = H(i, j)$ — виграш гравця I в ij -ситуації.

Матриця H — теоретико-ігрова модель (матрична гра) реальних конфліктів.

Метою реалізації ігрової моделі є розробка рекомендацій для розумної поведінки гравців у конфліктних ситуаціях, тобто визначення оптимальної стратегії кожного з них. Оптимальною вважається така стратегія гравця, яка за багаторазового повторення гри забезпечує йому максимально можливий середній (математичне очікування) виграш, або ж мінімально можливий середній програш.

Гравець I дотримується максимінної стратегії і тим самим забезпечує собі виграш не більше нижньої ціни гри. Відповідно гравець II дотримується мінімаксної стратегії і тим самим забезпечує собі програш не більше верхньої ціни гри.

Якщо нижня та верхня ціна гри співпадають, то про таку гру говорять, що вона має сідлову точку. Сідловій точці відповідає пара чистих мінімаксних стратегій — оптимальне рішення гри. Як правило, більш типовими є ігри, в яких нижня та верхня ціни гри різні.

На таких загальних теоретико-ігрових положеннях може бути розроблений ігровий підхід до вирішення антагоністичних конфліктів між фінансовою системою підприємства та порушниками фінансової безпеки. З врахуванням цього загальну ігрову модель визначення оптимальної стратегії управління фінансовою безпекою підприємства.

Припустимо, що може виникнути один з n — небажаних для фінансової системи підприємства видів загроз його фінансовій безпеці з боку будь-якого порушника. В свою чергу, підприємств-

во може використати один з n способів захисту від таких загроз. Причому i -й спосіб захисту зводить збиток від реалізації j -го виду загрози до нуля та впливає на збитки, які настають у результаті дії i -того захисту ($i \neq j$).

Нехай $C_j > 0$ — витрати на захист від j -тої загрози;

$r_{ij} > 0$ — збиток у результаті реалізації j -тої загрози.

Якщо під корисністю гравця I (порушника) розуміти збиток, який він завдає гравцю II (фінансовій безпеці підприємства), то конфлікт можна моделювати антагоністичною грою. Така гра визначається матрицею виграшів H для гравця I:

$$H = \left\{ \begin{array}{cccc} c_1 & \dots & r_{12} + c_2 \dots & r_{1n} + c_n \\ r_{21} + c_1 & \dots & c_2 \dots & r_{2n} + c_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} + c_1 \dots & r_{n2} + c_2 & \dots & c_n \end{array} \right\}. \quad (3).$$

Звичайно, що гравець II буде намагатися мінімізувати свої збитки (витрати на захист від загрози + збитки від реалізації загрози), тобто гравець I є для нього антагоністичним. Трактовання загрози як супротивника рівнозначна вибору зони захисту фінансової безпеки підприємства за умов невизначеності з врахуванням найбільш несприятливих умов. Якщо ж вони виявляться сприятливими, то обрана стратегія управління (захисту) надасть можливості зменшити збитки, спричинені настанням загрози.

Як правило, матриця H не має сідлової точки (нижня і верхня ціна гри не співпадають), і тому оптимальні стратегії гравців є змішаними. Стратегії гравців можна визначити за допомогою систем рівнянь:

Для гравця I:

$$\left. \begin{array}{l} c_1 x_1 + (r_{21} + c_1) x_2 + \dots + (r_{n1} + c_1) x_n \geq v \\ (r_{12} + c_2) x_1 + \dots + c_2 x_2 + \dots + (r_{n2} + c_2) x_n \geq v \\ \dots \\ (r_{1n} + c_n) x_1 + (r_{2n} + c_n) x_2 + \dots + c_n x_n \geq v \end{array} \right\}. \quad (4)$$

Також

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad (5),$$

де x_1, x_2, \dots, x_n — частота ймовірностей щодо вибору стратегії I гравцем при побудові своєї змішаної стратегії;

v — ціна гри.

Для гравця II:

$$\left. \begin{aligned} c_1 y_1 + (r_{21} + c_1) y_2 + \dots + (r_{n1} + c_1) y_n &\geq v \\ (r_{12} + c_2) y_1 + \dots + c_2 y_2 + \dots + (r_{n2} + c_2) y_n &\geq v \\ \dots \\ (r_{1n} + c_n) y_1 + (r_{2n} + c_n) y_2 + \dots + c_n y_n &\geq v \end{aligned} \right\} \quad (6),$$

Також

$$\sum_{j=1}^n y_j = 1, \quad (7),$$

де y_1, y_2, \dots, y_n — частота ймовірностей щодо вибору стратегій II гравцем у побудові своєї змішаної стратегії;

Оптимальна стратегія гравця I забезпечує вигреш (нанесення збитків), не менший v , за будь-якої поведінки гравця II та вигреш, рівний v — при оптимальній поведінці гравця II.

Аналогічно оптимальна стратегія гравця II забезпечує гравцю I програш (збитки), не більший v , за будь-якої поведінки гравця I та програш, рівний v — при оптимальній поведінці гравця I.

За невеликої розмірності гри її можна реалізувати із безпосереднього вирішення систем рівнянь (4) та (6). Якщо ж гра є складною, то для її реалізації можна використовувати методи лінійного програмування (наприклад, симплекс метод). До задачі лінійного програмування дана задача зводиться наступним чином.

Для гравця I

Розділимо нерівності (4) на додатне значення v і припустимо

$\frac{x_i}{v} = z_i \quad (i = \overline{1, n})$. Тоді ці нерівності запишуться у наступному вигляді:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_{ij} z_i \geq 1 \quad (j = \overline{1, n}), \quad (8)$$

де $\alpha_{ij} = \begin{cases} c_i & (i = j; i, j = \overline{1, n}) \\ c_i + r_{ij} & (i \neq j; i, j = \overline{1, n}) \end{cases}$,

z_i — невід'ємні числа $(i = \overline{1, n})$.

Так як $\sum_{i=1}^n z_i = 1$, то значення z_i задовольняє умові

$$\sum_{i=1}^n z_i = \frac{1}{v}. \quad (9)$$

Оскільки відомо, що гравець I буде намагатися зробити свій вигравш (v) максимально можливим, то права частина рівності (9) приймає мінімальне значення.

Таким чином, для гравця I (загроза фінансовій безпеці) вибір поведінки зводиться до наступної задачі. Визначити значення z_i ($i = \overline{1, n}$), що задовольняє умовам:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n z_i \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^n \alpha_i z_i \geq 1 & (j = \overline{1, n}) \\ z_i \geq 0 & (i = \overline{1, n}) \end{cases} \quad (10)$$

Для гравця II

Розділимо кожен нерівність системи (6) на додатне значення v і припустимо $\frac{y_i}{v} = p_j$ ($j = \overline{1, n}$). Тоді ці нерівності запишуться у наступному вигляді:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_{ij} y_{ji} \geq 1 \quad (j = \overline{1, n}), \quad (11)$$

де $\alpha_{ij} = \begin{cases} c_i (i = j; i, j = \overline{1, n}) \\ c_i + r_{ij} (i \neq j; i, j = \overline{1, n}) \end{cases}$,
 y_j — невід'ємні числа ($j = \overline{1, n}$).

Так як $\sum_{i=1}^n y_j = 1$, то значення p_j задовольняє умові

$$\sum_{i=1}^n p_j = \frac{1}{v}. \quad (12)$$

Поведінка гравця II буде полягати в його прагненні до свого гарантованого мінімально можливого програшу. Тому права частина рівності (12) приймає максимальне значення.

Таким чином, для гравця II (підприємства) вибір поведінки зводиться до наступної задачі. Визначити значення p_j ($j = \overline{1, n}$), що задовольняє умовам:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n p_j \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^n \alpha_i p_j \geq 1 & (i = \overline{1, n}) \\ p_j \geq 0 & (j = \overline{1, n}) \end{cases} \quad (13)$$

Від задачі лінійного програмування до результатів антагоністичної гри переходять за формулами:

Оптимальна ціна гри:

$$v = \left(\sum_{i=1}^n z_i^* \right)^{-1} = \left(\sum_{j=1}^n p_j^* \right)^{-1}. \quad (14)$$

Оптимальна стратегія гравця I:

$$x_i^* = v z_i^*; \quad (15)$$

оптимальна стратегія гравця II:

$$y_j^* = v p_j^* \quad (i, j = \overline{1, n}). \quad (16)$$

Рішення гри для гравця II $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ характеризує ймовірність, з якою підприємство вибирає свою стратегію фінансової безпеки. Змішана стратегія гравця II допускає «фізичне» трактування результату рішення. Тобто, ймовірність захисту фінансової безпеки підприємства можна трактувати як суму коштів, що дорівнює можливим збиткам у результаті настання загроз. З рішення гри можна визначити витрати підприємства на організацію захисту окремих зон фінансової безпеки підприємства від можливих загроз ті загальні витрати на забезпечення фінансової безпеки підприємства в цілому.

Оскільки практичне впровадження запропонованого підходу щодо врахування впливу ігрового методу на спроможність підприємства реалізувати фінансові інтереси сприятиме як удосконаленню системи управління його фінансовою безпекою, так і підвищенню ефективності управлінських рішень щодо його функціонування взагалі, проведемо його апробацію на прикладі умовного підприємства з метою своєчасного діагностування можливих змін рівня їх фінансової безпеки.

Для підтвердження запропонованого підходу скористаємося схемою моделювання, яка прописана пакетом Matlab. У цьому контексті загальна схема для оцінки фінансової безпеки підприємства має вигляд (рис. 2).

Збиток, який згенерований у результаті реалізації j -ї загрози, може бути представлений матрицею 3×3 , де значення конкретних змінних внесені вручну.

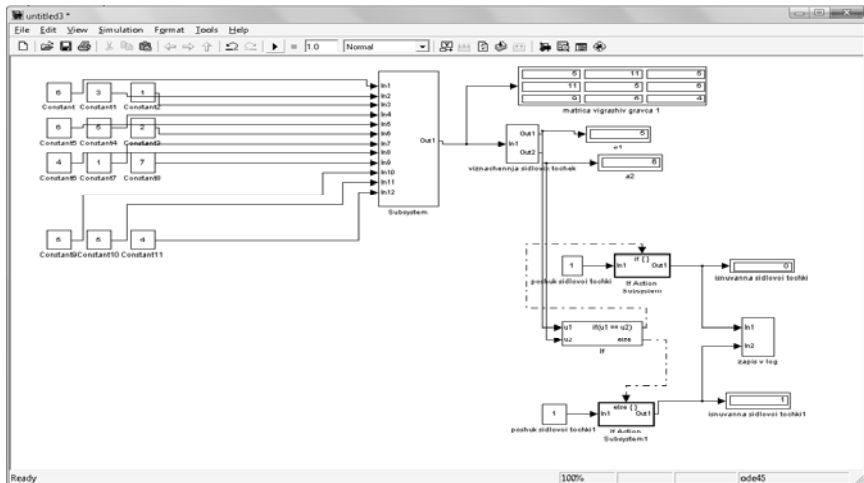
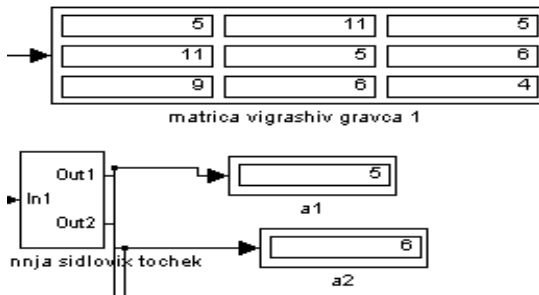
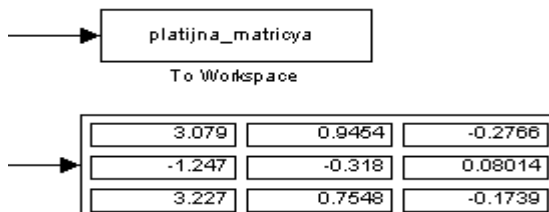
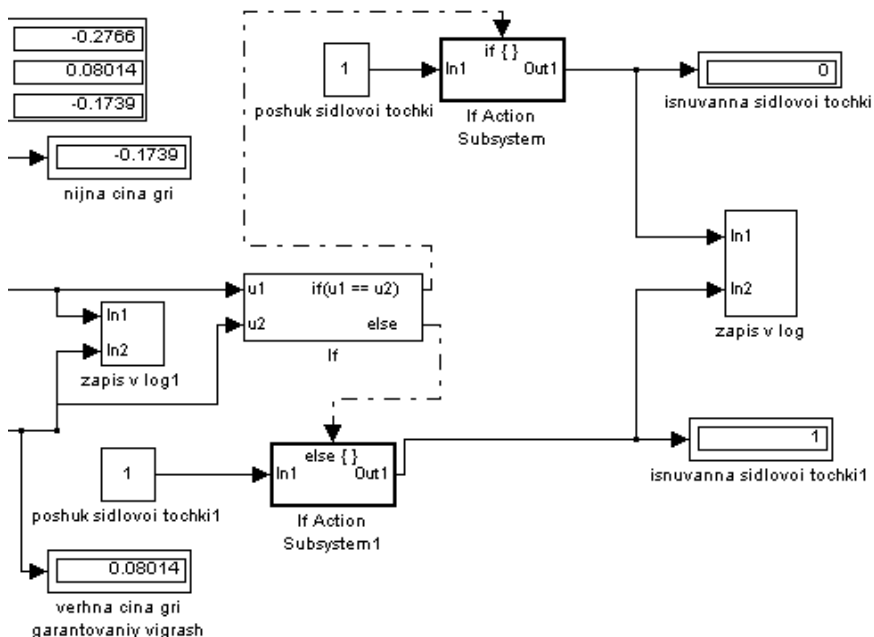


Рис. 2. Схема оцінки фінансової безпеки підприємства

Після розкриття підсистеми можна спостерігати деталі розрахунку матриці виграшів H для кожного гравця. Значення In вказують на інформацію, яка поступає до блока зовні. Блок Add сумує значення. В результаті формуються три вектори, які транспонуються і концентруються у матрицю. Отримана матриця виводиться на екран та записується в змінну Matlab.



У подальшому виконується пошук максимуму по рядках і стовпчиках.



Таким чином визначається верхня та нижня межа ціни гри. Тут діє принцип блоку: якщо значення співпадають, то на екран виводиться значення сідлової точки 1, в іншому випадку — 0.

Висновки. Таким чином, аналіз ступеня поінформованості гравців повинен враховувати той факт, що накопичення інформації про поведінку протилежних сторін і прийняття рішень залежить від застосування методів і засобів несанкціонованого доступу до фінансової інформації, а також від ступеню цінності цієї інформації.

Розраховані результати витрат, стосовно певної стратегії гри, дозволять науково обґрунтувати вартість заходів щодо забезпечення фінансової безпеки підприємства, побудувати оптимальні стратегії управління фінансовою безпекою господарюючого суб'єкту.

Література

1. Механизмы управления экономической безопасностью / Ю.Г. Лысенко, С.Г. Мищенко, Р.А. Руденский, А.А. Спиридонов. — Донецк: ДонГУ, 2002. — 178 с.

2. Основы экономической безопасности. (Государство, регион, предприятие, личность) / [под ред. Е.А. Олейникова]. — М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез»», 1997. — 288 с.
3. Экономическая безопасность: Производство — финансы — банки / [под ред. В.К. Сенчагова]. — М.: ЗАО «Финстатинформ», 1998. — 621 с.
4. *Бланк И.А.* Управление финансовой безопасностью предприятия / И. А. Бланк. — К.: Эльга, Ника-Центр, 2004. — 784 с.
5. *Грунин О.А.* Экономическая безопасность организации / О.А. Грунин, С.О. Грунин. — СПб.: Питер, 2002. — 118 с.
6. *Петренко Л.М.* Взаємозв'язок фінансової безпеки та фінансової стійкості підприємства / Л.М. Петренко // Економіка та підприємництво: зб. наук. праць молодих учених та аспірантів; [відп. ред. І.В. Луняк]. — К.: КНЕУ, 2010. — Вип. 24. — С. 226 — 234.
7. *Ярочкин В.И.* Система безопасности фирмы / В.И. Ярочкин. — М.: Издательство «Ось-89», 1997. — 185 с.
8. *Петренко Л.М.* Ризики в управлінні фінансовою складовою економічної безпеки підприємства / Л.М. Петренко // Інформаційні технології та моделювання в економіці: Зб. наук. пр. другої Всеукр. наук-практ. конф. молодих науковців, 15—17 травня, 2007 р., м. Черкаси. — Черкаси: Брама, видавець Вовчок О.Ю., 2007. — С. 120—121.

Стаття надійшла до редакції 18.06.2012 р.

УДК 330.15 : 336.76

П. М. Грицюк, д-р екон. наук,
доц. кафедри прикладної математики,
Національний університет водного господарства
та природокористування

ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРОЮ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ МАРКОВИЦА

АНОТАЦІЯ. У статті запропоновано динамічний варіант моделі Марковича для випадку нестационарних фінансових рядів, який дозволяє формувати оптимальну структуру портфеля цінних паперів на основі їх біжучої статистики. Для апробації моделі використані щоденні котировання акцій чотирьох провідних компаній високотехнологічного сектора США, які входять до списку Nasdaq Composite.

ANNOTATION. This paper presents a dynamic version of the Markowitz model for the case of non-stationary financial time series, allowing to form the optimal structure of the securities portfolio based on their running statistics. To test the model used daily stock prices of four leading companies in the U.S. high-tech sector, which includes a list of Nasdaq Composite.