УДК 338.24

Рудніченко Є.М.

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ВПЛИВУ СУБ'ЄКТІВ МИТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НА СИСТЕМУ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

У статті представлено процес моделювання впливу суб'єктів митного регулювання на систему економічної безпеки підприємства. Виявлено обмежену кількість ґрунтовних досліджень питання взаємодії та реакції суб'єктів господарювання на подразники зовнішнього середовища. Запропоновано використання теорії ігор для пошуку оптимальних шляхів гармонізації взаємовідносин зазначених суб'єктів. Обґрунтовано оптимальне значення гри. Це означає, що за умови дотримання оптимальної стратегії підприємство не буде втрачати надлишкові ресурси. Окрім того, за умов використання оптимальних стратегій, при взаємодії "підприємство – держава" утворюється баланс. І, згідно з принципом оптимальності, порушувати цей баланс невигідно ні державі, ні підприємству.

Ключові слова: *теорія ігор, баланс інтересів, економічна безпека, суб'єкт митного регулювання, модель впливу.*

ВСТУП

Аналізуючи існуючі методики оцінювання економічної безпеки підприємств та індикатори, які для цього використовуються, необхідно відмітити недостатню увагу дослідників до аналізу впливу зовнішнього середовища на діяльність суб'єктів господарювання та на їхню економічну безпеку, а також гармонізацію інтересів підприємства і його оточення.

У значній кількості досліджень [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 та ін.] цілком справедливо стверджується про наявність впливу зовнішнього середовища на систему економічної безпеки суб'єктів господарювання, але кількісно такий вплив не аналізується. Тим паче, не досліджується вплив суб'єктів митного регулювання на систему економічної безпеки підприємства, хоча проведення досліджень в цій галузі дозволить гармонізувати взаємодії учасників, тобто досягти так званого "балансу інтересів". Баланс інтересів суб'єктів господарювання та держави є запорукою формування дієвої системи економічної безпеки не лише окремих "гравців на ринку", а й цілих "популяцій" суб'єктів господарювання. Визначити такий баланс, можна на основі методів теорії ігор, які дають можливість знайти оптимальні співвідношення

© **Рудніченко Євгеній Миколайович,** к.е.н., доцент кафедри менеджменту Хмельницького національного університету, тел. 0979731219, e-mail: boretsmagistr@rambler.ru

показників. Ці співвідношення дозволять максимально гармонізувати інтереси держави і суб'єкта господарювання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ситуації, що розглядається, слід виділити дві сторони-учасника ігрової моделі: державу (суб'єкт реалізації фіскальної функції) і суб'єкта господарювання. Слід зазначити, що у держави є три важелі впливу — коефіцієнт фіскального навантаження x_1, індикатор турбулентності фіскального впливу x_2, індикатор оцінки операційних процесів митниць x_3. Згрупуємо ці змінні у чисту стратегію (1) першого гравця, котрий і персоніфікуватиме державу.

$$x = \left[x_1 \quad x_2 \quad x_3 \right] \in \mathbf{S} \subset \mathbb{R}^3 \qquad \textbf{(1)}$$

Розташування (ранжування) компонент точки (1) виконано згідно лише їх номерів і принципового значення не має. Множина $\mathbf{S}$ як деяка підмножина тривимірного евклідового простору є множиною усіх чистих стратегій держави. Ця множина складається лише з допустимих (законних) триелементних рішень, що можуть встановлюватися на рівні держави. І, згідно з вищезазначеними умовами нормування коефіцієнта фіскального навантаження, індикатора турбулентності фіскального впливу та індикатора оцінки операційних процесів митниць, множина чистих стратегій держави є одиничним кубом:

$$\mathbf{S} = \prod_{k=1}^{3} \left[0;\, 1 \right] \subset \mathbb{R}^3 \qquad \textbf{(2)}$$

Чиста стратегія другого гравця, котрий персоніфікуватиме суб'єкт господарювання, складається з двох компонент – змінних y_1 (індикатор тінізації) й y_2. (індикатор захисних витрат). Ця чиста стратегія (3) як точка двовимірного евклідового простору представляє вибір суб'єкт господарювання.

$$y = \left[y_1 \quad y_2 \right] \in \mathbf{E} \subset \mathbb{R}^2 \qquad \textbf{(3)}$$

Множина $\mathbf{E}$ як деяка підмножина двовимірного евклідового простору містить усі можливі або допустимі вибори суб'єкта господарювання. І, згідно з вищезазначеними умовами нормування індикаторів тінізації та захисних витрат, множина чистих стратегій суб'єкта господарювання є одиничним квадратом:

$$\mathbf{E} = \prod_{j=1}^{2} \left[0;\, 1 \right] \subset \mathbb{R}^2 \qquad \textbf{(4)}$$

Таким чином, ігровою моделлю є кортеж

$$\left\langle \mathbf{S},\, \mathbf{E},\, P(x,\, y) \right\rangle = \left\langle \mathbf{S},\, \mathbf{E},\, P(x_1,\, x_2,\, x_3,\, y_1,\, y_2) \right\rangle \qquad \textbf{(5)}$$

де функція п'яти змінних $P(x,\, y)$ характеризує виграш (рівень корисності), котрий отримує держава у ситуації $\{x,\, y\}$, коли вона використала стратегію $x \in \mathbf{S}$ в (1), а підприємство – стратегію $y \in \mathbf{E}$ в (3). Функція $P(x,\, y)$ описує втрати (витрати) підприємства в ситуації $\{x,\, y\}$. Ця функція задається на одиничному гіперкубі

$$\mathbf{S} \times \mathbf{E} = \prod_{k=1}^{3} \left[0;\, 1 \right] \times \prod_{j=1}^{2} \left[0;\, 1 \right] = \prod_{l=1}^{5} \left[0;\, 1 \right] \subset \mathbb{R}^5 \qquad \textbf{(6)}$$

Взагалі кажучи, у грі (5) з її ядром $P(x,\, y)$ на одиничному гіперкубі (6) множиною усіх ситуацій у чистих стратегіях є континуум пар $\{x,\, y\}$ точок одиничного гіперкуба (6).

Гра (5) буде вирішена або в чистих стратегіях $\{x^*,\, y^*\}$, або в змішаних $\{r^*(x),\, q^*(y)\}$, де $q^*(y)$ є імовірнісним розподілом на множині $\mathbf{E}$. Отже, саме головне питання – це відшукання (оцінка) ядра $P(x,\, y)$ гри (5) на одиничному гіперкубі (6).

Безумовно, за фіксованих індикаторів тінізації та захисних витрат корисність держави (зокрема, нормований рівень надходжень до державного бюджету) збільшуватиметься при збільшенні однієї (або й усіх одночасно) з компонент чистої стратегії (1). За фіксованих коефіцієнта фіскального навантаження x_1 та індикаторів турбулентності фіскального впливу x_2 й оцінки операційних процесів x_3 корисність держави при збільшенні одного з (або й обох одночасно) індикаторів тінізації та захисних витрат зменшуватиметься. Таким чином, ядро гри (5) можна представити у мультиплікативній формі:

$$\begin{aligned} P(x_1,\, x_2,\, x_3,\, y_1,\, y_2) &= \left(\prod_{k=1}^{3} x_k^{\eta_k(x_k)} \right) (1 - y_1)^{\mu_1(y_1)} (1 - y_2)^{\mu_2(y_2)} - \\ &- \left(\prod_{k=1}^{3} \left(x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle} \right)^{\eta_k(x_k)} \right) \left(y_1 - y_1^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle} \right)^{\mu_1(y_1)} \left(y_2 - y_2^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle} \right)^{\mu_2(y_2)} \times \\ &\times \left(\min_{k=\overline{1,\,3}} \left\{ \operatorname{sign}\left(x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle} \right) \right\} \right) \times \left(\min \left\{ \operatorname{sign}\left(y_1 - y_1^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle} \right),\, \operatorname{sign}\left(y_2 - y_2^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle} \right) \right\} \right) \end{aligned} \qquad \textbf{(7)}$$

де $\eta_k(x_k)$ є оцінкою сили впливу k-ї компоненти чистої стратегії держави у грі (4.5) на виграш держави $P(x_1,\, x_2,\, x_3,\, y_1,\, y_2)$, причому $x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}$ є нормативним граничним значенням цієї компоненти, $k = \overline{1,\, 3}$; $\mu_1(y_1)$ є оцінкою сили (негативного) впливу індикатора тінізації з його нормативним граничним значенням $y_1^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}$, а $\mu_2(y_2)$ є оцінкою сили (негативного) впливу індикатора захисних витрат у грі (5) з його нормативним граничним значенням $y_2^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}$ на виграш держави $P\left(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2\right)$.

Оцінки сили впливу кожної компоненти чистої стратегії держави у грі (5) подамо у мультиплікативній формі за відомого номінального значення компоненти з урахуванням коефіцієнтів мультиплікації й адаптації відповідної компоненти. Отже:

$$\eta_k\left(x_k\right) = \eta_k^{\langle 0 \rangle} K_{\text{Мульт}}^{\langle \eta_k \rangle} K_{\text{Адапт.Нас}}^{\langle \eta_k \rangle} K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle \eta_k \rangle} \quad \textbf{при} \quad k = \overline{1, 3} \qquad \textbf{(8)}$$

де $\eta_k^{\langle 0 \rangle}$ є номінальним значенням сили впливу k-ї компоненти чистої стратегії держави у грі (5) на виграш держави $P\left(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2\right)$, $K_{\text{Мульт}}^{\langle \eta_k \rangle}$ є коефіцієнтом мультиплікації компоненти x_k, $K_{\text{Адапт.Нас}}^{\langle \eta_k \rangle}$ є коефіцієнтом адаптації компоненти x_k до насичення, а $K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle \eta_k \rangle}$ є коефіцієнтом адаптації компоненти x_k до перевищення економічної норми.

Звісно, у першому наближенні (тестуванні) коефіцієнт $K_{\text{Мульт}}^{\langle \eta_k \rangle}$ можна покласти одиничним:

$$K_{\text{Мульт}}^{\langle \eta_k \rangle} = 1 \quad \forall\, k = \overline{1, 3} \qquad \textbf{(9)}$$

Коефіцієнт адаптації компоненти x_k до насичення оцінимо так:

$$K_{\text{Адапт.Нас}}^{\langle \eta_k \rangle} = 1 + x_k^{s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\eta_k\right)} \quad \textbf{при} \quad k = \overline{1, 3} \qquad \textbf{(10)}$$

де $s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\eta_k\right)$ є значенням сили адаптації k-ї компоненти чистої стратегії держави у грі (5) до насичення. Значення оцінки коефіцієнта адаптації компоненти x_k до перевищення економічної норми залежить від нормативного граничного значення $x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}$ цієї компоненти та значення сили впливу різниці між x_k та $x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}$:

$$K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle \eta_k \rangle} = \begin{cases} \left(1 + x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}\right)^{s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\eta_k\right)}, & x_k \geq x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}, \\ 1, & x_k < x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}, \end{cases} \qquad \textbf{(11)}$$

де $s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\eta_k\right)$ є значенням сили адаптації компоненти x_k до перевищення економічної норми. Очевидно, що вираз (11) можна представити у більш зручному виді, без дворядкової фігурної дужки:

$$K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle \eta_k \rangle} = \left(1 + x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}\right)^{s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\eta_k\right)} \cdot \frac{1 + \operatorname{sign}\left(x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}\right)}{2} + \frac{1 - \operatorname{sign}\left(x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}\right)}{2} \quad \textbf{при} \quad k = \overline{1, 3} \qquad \textbf{(12)}$$

Остаточно оцінка (8) сили впливу k-ї компоненти чистої стратегії держави у грі (5) з урахуванням (9) – (12) запишеться так:

$$\eta_k\left(x_k\right) = \eta_k^{\langle 0 \rangle}\left(1 + x_k^{s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\eta_k\right)}\right)\left[\left(1 + x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}\right)^{s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\eta_k\right)} \times \right.$$
$$\left. \times \frac{1 + \operatorname{sign}\left(x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}\right)}{2} + \frac{1 - \operatorname{sign}\left(x_k - x_k^{\langle \text{Норм.Гран} \rangle}\right)}{2}\right] \quad \textbf{при} \quad k = \overline{1, 3} \qquad \textbf{(13)}$$

Оцінки сили впливу індикаторів тінізації та захисних витрат підприємства у грі (5) також подамо у мультиплікативній формі за відомих номінальних значень цих індикаторів, враховуючи відповідні коефіцієнтів мультиплікації й адаптації. Аналогічно до (8) маємо:

$$\mu_j\left(y_j\right) = \mu_j^{\langle 0 \rangle} K_{\text{Мульт}}^{\langle \mu_j \rangle} K_{\text{Адапт.Нас}}^{\langle \mu_j \rangle} K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle \mu_j \rangle} \quad \textbf{при} \quad j = \overline{1, 2} \qquad \textbf{(14)}$$

У записі (14) $\mu_1^{\langle 0 \rangle}$ є номінальним значенням сили (негативного) впливу індикатора тінізації, а $\mu_2^{\langle 0 \rangle}$ є номінальним значенням сили (негативного) впливу індикатора захисних витрат підприємства у грі (5) на виграш держави $P\left(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2\right)$; $K_{\text{Мульт}}^{\langle \mu_1 \rangle}$ і $K_{\text{Мульт}}^{\langle \mu_2 \rangle}$ є коефіцієнтами мультиплікації індикаторів тінізації та захисних витрат відповідно; $K_{\text{Адапт.Нас}}^{\langle \mu_1 \rangle}$ і $K_{\text{Адапт.Нас}}^{\langle \mu_2 \rangle}$ є коефіцієнтами адаптації індикаторів тінізації та захисних витрат до насичення відповідно; $K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle \mu_1 \rangle}$ і $K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle \mu_2 \rangle}$ є коефіцієнтами адаптації індикаторів тінізації та захисних витрат до перевищення економічної норми відповідно.

Як й у (9), у першому наближенні (тестуванні) коефіцієнти $K_{\text{Мульт}}^{\langle \mu_1 \rangle}$ і $K_{\text{Мульт}}^{\langle \mu_2 \rangle}$ можна покласти одиничними:

$$K_{\text{Мульт}}^{\langle\mu_1\rangle}=1,\ K_{\text{Мульт}}^{\langle\mu_2\rangle}=1 \qquad \textbf{(15)}$$

Коефіцієнти адаптації індикаторів тінізації та захисних витрат до насичення оцінимо аналогічно оцінкам (10):

$$K_{\text{Адапт.Нас}}^{\langle\mu_j\rangle}=1+y_j^{s_{\text{Адапт.Нас}}(\mu_j)} \ \textbf{при} \ j=\overline{1,\,2} \qquad \textbf{(16)}$$

де $s_{\text{Адапт.Нас}}(\mu_1)$ й $s_{\text{Адапт.Нас}}(\mu_2)$ є значеннями сили адаптації індикаторів тінізації та захисних витрат підприємства у грі (5) відповідно. Як і передбачається за співвідношенням (11), значення оцінок коефіцієнтів адаптації $K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle\mu_1\rangle}$ і $K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle\mu_2\rangle}$ до перевищення економічної норми індикаторами тінізації та захисних витрат залежать від їх нормативних граничних значень $y_1^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}$ й $y_2^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}$ відповідно, а також від значень сил впливу різниць $y_1-y_1^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}$ й $y_2-y_2^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}$:

$$K_{\text{Адапт.Перев}}^{\langle\mu_j\rangle}=\left(1+y_j-y_j^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}\right)^{s_{\text{Адапт.Перев}}(\mu_j)}\cdot\frac{1+\operatorname{sign}\left(y_j-y_j^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}\right)}{2}+$$
$$+\frac{1-\operatorname{sign}\left(y_j-y_j^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}\right)}{2} \ \textbf{при} \ j=\overline{1,\,2} \qquad \textbf{(17)}$$

де $s_{\text{Адапт.Перев}}(\mu_1)$ та $s_{\text{Адапт.Перев}}(\mu_2)$ є значеннями сил адаптації індикаторів тінізації та захисних витрат відповідно до перевищення економічної норми.

Остаточно оцінки сили впливу індикаторів тінізації та захисних витрат підприємства у грі (5) з урахуванням (15) – (17) запишемо наступним чином:

$$\mu_j(y_j)=\mu_j^{\langle 0\rangle}\left(1+y_j^{s_{\text{Адапт.Нас}}(\mu_j)}\right)\left[\left(1+y_j-y_j^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}\right)^{s_{\text{Адапт.Перев}}(\mu_j)}\times\right.$$
$$\left.\times\frac{1+\operatorname{sign}\left(y_j-y_j^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}\right)}{2}+\frac{1-\operatorname{sign}\left(y_j-y_j^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}\right)}{2}\right] \ \textbf{при} \ j=\overline{1,\,2}. \qquad \textbf{(18)}$$

Нормативні граничні значення компонент у чистій стратегій держави (1) на основі експертних спостережень покладемо як:

$$x_1^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}=x_2^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}=0.6\sqrt{b^2-4ac} \ \textbf{та} \ x_3^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}=0.8 \qquad \textbf{(19)}$$

Нормативні граничні значення індикатора тінізації та індикатора захисних витрат підприємства у його чистій стратегії (3) також на основі експертних спостережень покладемо як:

$$y_1^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}=0.6 \ \textbf{та} \ y_2^{\langle\text{Норм.Гран}\rangle}=0.4 \qquad \textbf{(20)}$$

Відповідно для визначення номінальних значень сил впливу $\left\{\eta_k^{\langle 0\rangle}\right\}_{k=1}^{3}$ компонент чистої стратегії держави і сили негативного впливу $\mu_1^{\langle 0\rangle}$ індикатора тінізації та сили негативного впливу $\mu_2^{\langle 0\rangle}$ індикатора захисних витрат підприємства на виграш держави $P(x_1,x_2,x_3,y_1,y_2)$ у грі (5) скористаймось методом аналізу ієрархій. За методом аналізу ієрархій маємо таку матрицю попарних порівнянь:

$$\mathbf{M}=\left(m_{lq}\right)_{5\times5}=\begin{pmatrix}1 & 3 & 5 & 3 & 1\\ 1/3 & 1 & 1 & 3 & 1\\ 0.2 & 1 & 1 & 1 & 1/3\\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 1/3\\ 1 & 1 & 3 & 3 & 1\end{pmatrix} \qquad \textbf{(21)}$$

яка складена для послідовності елементів (об'єктів):

$$\left\{\eta_1^{\langle 0\rangle},\,\eta_2^{\langle 0\rangle},\,\eta_3^{\langle 0\rangle},\,\mu_1^{\langle 0\rangle},\,\mu_2^{\langle 0\rangle}\right\} \qquad \textbf{(22)}$$

Відповідно обчислюючи середні геометричні значення:

$$m_l=\left(\prod_{q=1}^{5}m_{lq}\right)^{0.2} \quad \forall\, l=\overline{1,\,5} \qquad \textbf{(23)}$$

для елементів з послідовності (22), отримуємо:

$$m_1 = 45^{0.2},\ m_2 = 1^{0.2} = 1,\ m_3 = 15^{-0.2},\ m_4 = 27^{-0.2},\ m_5 = 9^{0.2} \qquad \textbf{(24)}$$

Тепер, з урахуванням (24), точкові оцінки (локальні пріоритети) номінальних значень сил впливу $\left\{\eta_k^{\langle 0\rangle}\right\}_{k=1}^{3}$ компонент чистої стратегії держави (1) на виграш держави $P\left(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2\right)$ у грі (5) є такими:

$$\eta_1^{\langle 0\rangle} = \frac{m_1}{\sum\limits_{q=1}^{5} m_q} = \frac{45^{0.2}}{45^{0.2}+1+15^{-0.2}+27^{-0.2}+9^{0.2}} \approx 0.3697 \qquad \textbf{(25)}$$

$$\eta_2^{\langle 0\rangle} = \frac{m_2}{\sum\limits_{q=1}^{5} m_q} = \frac{1}{45^{0.2}+1+15^{-0.2}+27^{-0.2}+9^{0.2}} \approx 0.1726 \qquad \textbf{(26)}$$

$$\eta_3^{\langle 0\rangle} = \frac{m_3}{\sum\limits_{q=1}^{5} m_q} = \frac{15^{-0.2}}{45^{0.2}+1+15^{-0.2}+27^{-0.2}+9^{0.2}} \approx 0.1004 \qquad \textbf{(27)}$$

З урахуванням (24) точкова оцінка (локальний пріоритет) номінального значення сили негативного впливу $\mu_1^{\langle 0\rangle}$ індикатора тінізації підприємства на виграш держави $P\left(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2\right)$ у грі (5):

$$\mu_1^{\langle 0\rangle} = \frac{m_4}{\sum\limits_{q=1}^{5} m_q} = \frac{27^{-0.2}}{45^{0.2}+1+15^{-0.2}+27^{-0.2}+9^{0.2}} \approx 0.0893 \qquad \textbf{(28)}$$

виявляється ледь чи не утричі меншою від точкової оцінки (локального пріоритету) номінального значення сили негативного впливу $\mu_2^{\langle 0\rangle}$ індикатора захисних витрат підприємства на виграш держави $P\left(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2\right)$ у цій грі:

$$\mu_2^{\langle 0\rangle} = \frac{m_5}{\sum\limits_{q=1}^{5} m_q} = \frac{9^{0.2}}{45^{0.2}+1+15^{-0.2}+27^{-0.2}+9^{0.2}} \approx 0.2679 \qquad \textbf{(29)}$$

Перевіримо матрицю (21) з експертними оцінками на узгодженість. Індекс узгодженості

$$I_{\text{Узгод.}} = \frac{\eta_1^{\langle 0\rangle}\sum\limits_{l=1}^{5} m_{l1} + \eta_2^{\langle 0\rangle}\sum\limits_{l=1}^{5} m_{l2} + \eta_3^{\langle 0\rangle}\sum\limits_{l=1}^{5} m_{l3} + \mu_1^{\langle 0\rangle}\sum\limits_{l=1}^{5} m_{l4} + \mu_2^{\langle 0\rangle}\sum\limits_{l=1}^{5} m_{l5} - 5}{5-1} \approx \mathbf{0.0557} \qquad \textbf{(30)}$$

Як бачимо, $I_{\text{Узгод.}} < 0.1$, тобто експертні оцінки в матриці (21) є узгодженими. Тому точкові оцінки номінальних значень сил впливу (25) – (27) компонент чистої стратегії держави (1) та номінальних значень сил негативного впливу індикаторів тінізації підприємства і його захисних витрат (28) і (29) можна використовувати надалі.

Відмітимо, що значення усіх 10 сил сили адаптації:

$$\left\{s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\eta_k\right)\right\}_{k=1}^{3},\ s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\mu_1\right),\ s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\mu_2\right)$$

$$\left\{s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\eta_k\right)\right\}_{k=1}^{3},\ s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\mu_1\right),\ s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\mu_2\right)$$

до насичень та перевищень економічної норми можна оцінювати так, щоб отримувати квадратичні залежності. Тому:

$$s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\eta_k\right) = 2 \ \text{й}\ s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\eta_k\right) = 2 \quad \forall\ k = \overline{1, 3} \qquad \textbf{(31)}$$

та
$$s_{\text{Адапт.Нас}}\left(\mu_2\right)=2$$
$$s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\mu_1\right)=2,\ s_{\text{Адапт.Перев}}\left(\mu_2\right)=2 \qquad \textbf{(32)}$$

Отже, оцінки (13) сил впливу компонент чистої стратегії держави у грі (4.5) записуються так:

$$\eta_1\left(x_1\right)=0.3697\left(1+x_1^2\right)\times\left[\left(1+x_1-0.6\right)^2\cdot\frac{1+\operatorname{sign}\left(x_1-0.6\right)}{2}+\frac{1-\operatorname{sign}\left(x_1-0.6\right)}{2}\right] \qquad \textbf{(33)}$$

$$\eta_2\left(x_2\right)=0.1726\left(1+x_2^2\right)\times\left[\left(1+x_2-0.6\right)^2\cdot\frac{1+\operatorname{sign}\left(x_2-0.6\right)}{2}+\frac{1-\operatorname{sign}\left(x_2-0.6\right)}{2}\right] \qquad \textbf{(34)}$$

$$\eta_3\left(x_3\right)=0.1004\left(1+x_3^2\right)\times\left[\left(1+x_3-0.8\right)^2\cdot\frac{1+\operatorname{sign}\left(x_3-0.8\right)}{2}+\frac{1-\operatorname{sign}\left(x_3-0.8\right)}{2}\right], \qquad \textbf{(35)}$$

а оцінки (18) сил впливу індикаторів тінізації та захисних витрат підприємства у грі (5):

$$\mu_1\left(y_1\right)=0.0893\left(1+y_1^2\right)\times\left[\left(1+y_1-0.6\right)^2\cdot\frac{1+\operatorname{sign}\left(y_1-0.6\right)}{2}+\frac{1-\operatorname{sign}\left(y_1-0.6\right)}{2}\right] \qquad \textbf{(36)}$$

та
$$\left[\left(1+y_2-0.4\right)^2\cdot\frac{1+\operatorname{sign}\left(y_2-0.4\right)}{2}+\frac{1-\operatorname{sign}\left(y_2-0.4\right)}{2}\right] \qquad \textbf{(37)}$$

Відтак, маючи оцінки параметрів ядра (7) ігрової моделі (5) на одиничному гіперкубі (6) у явному вигляді (33) – (37), значення гіперповерхні:

$$P\left(x_1,\,x_2,\,x_3,\,y_1,\,y_2\right)=\left(\prod_{k=1}^{3}x_k^{\eta_k\left(x_k\right)}\right)\left(1-y_1\right)^{\mu_1\left(y_1\right)}\left(1-y_2\right)^{\mu_2\left(y_2\right)}-$$
$$-\left(x_1-0.6\right)^{\eta_1\left(x_1\right)}\left(x_2-0.6\right)^{\eta_2\left(x_2\right)}\left(x_3-0.8\right)^{\eta_3\left(x_3\right)}\left(y_1-0.6\right)^{\mu_1\left(y_1\right)}\left(y_2-0.4\right)^{\mu_2\left(y_2\right)}$$
$$\times\left(\min\left\{\operatorname{sign}\left(x_1-0.6\right),\,\operatorname{sign}\left(x_2-0.6\right),\,\operatorname{sign}\left(x_3-0.8\right)\right\}\right)\times$$
$$\times\left(\min\left\{\operatorname{sign}\left(y_1-0.6\right),\,\operatorname{sign}\left(y_2-0.4\right)\right\}\right) \qquad \textbf{(38)}$$

з показниками степенів (33) – (37) можна отримати з використанням потужного програмного середовища MATLAB. У цьому ж середовищі отримуватимемо й розв'язок гри (5) на одиничному гіперкубі (6). Спочатку необхідно дискретизувати гіперкуб (6) у кожному з його п'яти вимірів. Крок $h=0.1$ є цілком достатнім для цього. Відтак отримаємо:

$$\frac{1-0}{h}+1=\frac{1}{0.1}+1=11$$

Відліків у кожному вимірі гіперкуба (6). Відповідно множина чистих стратегій держави як одиничний куб (2) буде представлена $11\cdot11\cdot11=1331$ відліком, а множина чистих стратегій підприємства як одиничний квадрат (4) представлятиметься $11\cdot11=121$ відліком. Отже, ядро (38) гри (5) після h-дискретизації визначимо у 161051 точці. Звісно, побачити гіперповерхню (38) неможливо навіть після h-дискретизації, однак цікаві та важливі перерізи цієї гіперповерхні можна візуалізувати при фіксації трьох з її п'яти змінних. Безумовно, серед трьох змінних-компонент чистої стратегії держави (1) мають бути зафіксовані дві змінні, а серед двох змінних-компонент чистої стратегії підприємства (3) має бути зафіксована якась одна змінна.

Легко переконатись у тому, що гра (5) з її ядром (38) не має розв'язку у чистих стратегіях. Довести існування і знайти аналітично розв'язок гри (5) у змішаних стратегіях $\left\{r^*\left(x\right),\,q^*\left(y\right)\right\}$ надзвичайно складно. Однак після 0.1-дискретизації гіперповерхні (38) отримаємо замість ядра (38) отримаємо п'ятивимірну матрицю (рис. 1):

$$\mathbf{P}=\left[p_{w_1w_2w_3w_4w_5}\right]_{11\times11\times11\times11\times11}, \qquad \textbf{(39)}$$

Формату $11\times11\times11\times11\times11$ з елементами:

$$p_{w_1w_2w_3w_4w_5}=:P\left(0.1\left(w_1-1\right),\,0.1\left(w_2-1\right),\,0.1\left(w_3-1\right),\,0.1\left(w_4-1\right),\,0.1\left(w_5-1\right)\right) \qquad \textbf{(40)}$$

При $w_q=\overline{1,\,11}\quad\forall\,q=\overline{1,\,5}$. Оскільки перші три індекси елемента (40) матриці (29) відповідають компонентам чистої стратегії держави (1), а останні два – компонентам чистої стратегії підприємства (3), то п'ятивимірну матрицю (39) можна переформатувати у звичайну двовимірну:

$$\overline{\mathbf{P}}=\left[\overline{p}_{uv}\right]_{1331\times121}, \qquad \textbf{(41)}$$

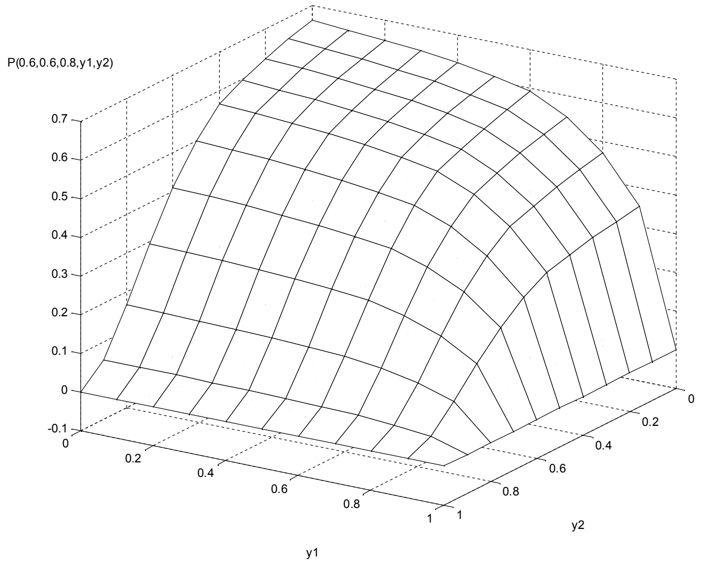

Рис. 1 Поверхня $P(0.6, 0.6, 0.8, y_1, y_2)$ як переріз гіперповерхні (38) при нормативних граничних значеннях коефіцієнта фіскального навантаження та індикаторів турбулентності фіскального впливу й оцінки операційних процесів за (19)

Формату 1331×121 з елементами $\overline{p}_{uv}$, індекси яких:

$$u = 121\cdot(w_1-1)+11\cdot(w_2-1)+w_3 \qquad \textbf{(42)}$$

При $w_k = \overline{1,11}$ $\forall\ k=\overline{1,3}$ та

$$v = 11\cdot(w_4-1)+w_5 \qquad \textbf{(43)}$$

При $w_j = \overline{1,11}$ $\forall\ j=\overline{1,2}$. Таким чином, замість гри (5) можна розглянути її апроксимацію у формі матричної 1331×121-гри:

$$\left\langle \{a_u\}_{u=1}^{1331}, \{b_v\}_{v=1}^{121}, \overline{\mathbf{P}} \right\rangle \qquad \textbf{(44)}$$

У якій чиста стратегія a_u першого гравця відповідає чистій стратегії держави:

$$x = \left[0.1(w_1-1) \quad 0.1(w_2-1) \quad 0.1(w_3-1)\right] \qquad \textbf{(45)}$$

Для індексу (42), а чиста стратегія b_v другого гравця відповідає чистій стратегії підприємства:

$$y = \left[0.1(w_4-1) \quad 0.1(w_5-1)\right] \qquad \textbf{(46)}$$

Для індексу (43).

Як відомо, будь-яка матрична гра завжди має розв'язок у чистих або у змішаних стратегіях. Розв'язок гри (44) позначимо як:

$$\left\{ \left\{ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_u) \right\}_{u=1}^{1331}, \left\{ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_v) \right\}_{v=1}^{121} \right\} \qquad \textbf{(47)}$$

Де $\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_u)$ є оптимальною імовірністю обирання державою чистої стратегії (45), а $\omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_v)$ є оптимальною імовірністю обирання державою чистої стратегії (46).

Після 0.1-дискретизації гіперповерхні (38) розв'язок гри (5) у змішаних стратегіях $\{r^*(x), q^*(y)\}$ завдяки розв'язку (47) представимо у формі:

$$\left\{ \{\mathbf{R}_1^*, \mathbf{R}_2^*, \mathbf{R}_3^*\}, \{\mathbf{Q}_1^*, \mathbf{Q}_2^*\} \right\} \qquad \textbf{(48)}$$

Де $\mathbf{R}_k^* = \left[r_{w_k}^*(k)\right]_{11\times1}$ є 11-точковою апроксимацією k-го виміру імовірнісного розподілу $r^*(x)$, на одиничному кубі (4.2) при $k=\overline{1,3}$, а $\mathbf{Q}_j^* = \left[q_{w_j}^*(j)\right]_{11\times1}$ є 11-точковою апроксимацією j-го виміру імовірнісного розподілу $q^*(y)$ на одиничному квадраті (4) при $j=\overline{1,2}$. Перехід від розв'язку (47) до (48) здійснюється за наступними правилами. Індекс для третьої компоненти чистої стратегії держави (45):

$$w_3 = \chi\left(\frac{u}{11}\right) + 11\cdot\left(1-\left|\operatorname{sign}\left(\chi\left(\frac{u}{11}\right)\right)\right|\right) \qquad \textbf{(49)}$$

Де функція χ повертає дробову частину її аргументу. Індекс для другої компоненти чистої стратегії держави (45):

$$w_2 = \chi\left(\frac{\rho\left(\frac{u}{11}\right)}{11}\right)+1 \quad \textbf{при} \quad \chi\left(\frac{u}{11}\right)\neq 0 \qquad \textbf{(50)}$$

та $$w_2=\chi\left(\frac{\rho\left(\frac{u}{11}\right)}{11}\right)+11\cdot\left(1-\left|\operatorname{sign}\left(\chi\left(\frac{\rho\left(\frac{u}{11}\right)}{11}\right)\right)\right|\right) \quad \textbf{при} \quad \chi\left(\frac{u}{11}\right)=0 \tag{51}$$

де функція ρ повертає цілу частину її аргументу. Індекс для першої компоненти чистої стратегії держави (45):

$$w_1=\rho\left(\frac{u}{121}\right)+1 \quad \textbf{при} \quad \chi\left(\frac{u}{11}\right)\neq 0 \quad \textbf{й} \quad \chi\left(\frac{\rho\left(\frac{u}{11}\right)}{11}\right)\neq 0 \tag{52}$$

та $$w_1=\rho\left(\frac{u}{121}\right) \quad \textbf{при} \quad \chi\left(\frac{u}{11}\right)=0 \quad \textbf{й} \quad \chi\left(\frac{\rho\left(\frac{u}{11}\right)}{11}\right)=0 \tag{53}$$

Індекс для другої компоненти чистої стратегії підприємства (46):

$$w_4=\chi\left(\frac{v}{11}\right)+11\cdot\left(1-\left|\operatorname{sign}\left(\chi\left(\frac{v}{11}\right)\right)\right|\right) \tag{54}$$

А індекс для її першої компоненти:

$$w_5=\chi\left(\frac{\rho\left(\frac{v}{11}\right)}{11}\right)+1 \quad \textbf{при} \quad \chi\left(\frac{v}{11}\right)\neq 0 \tag{55}$$

та $$w_5=\chi\left(\frac{\rho\left(\frac{v}{11}\right)}{11}\right) \quad \textbf{при} \quad \chi\left(\frac{v}{11}\right)=0 \tag{56}$$

Згідно з розв'язком (47) матричної гри (44) на рисунку 25 оптимальні імовірності для чистих стратегій держави типу (45) для індексів типу (42) є такими:

$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{198})=0.0510,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{310})=0.0064,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{427})=0.0446,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{504})=0.0446,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{617})=0.0191,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{696})=0.0255,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{772})=0.0255,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{774})=0.0892,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{792})=0.0127,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{801})=0.3185,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{824})=0.0318,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{856})=0.0127,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{956})=0.1847,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{1187})=0.0127,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{1210})=0.0127,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{1275})=0.0064,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_{1330})=0.1019 \tag{57}$$

Причому $$\omega_{\text{опт}}^{\langle x\rangle}(a_u)=0$$

при $$u\in\left\{\overline{1,1331}\right\}\backslash\{198, 310, 427, 504, 617, 696, 772, 774, 792,$$
$$801, 824, 856, 956, 1187, 1210, 1275, 1330\} \tag{58}$$

А оптимальні імовірності для чистих стратегій підприємства типу (46) для індексів типу (43) є такими:

$$\omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{22})=0.0904,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{33})=0.0344,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{55})=0.0357,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{66})=0.1070,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{88})=0.0484,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{99})=0.0675,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{110})=0.0471,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{111})=0.0318,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{112})=0.0127,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{113})=0.0268,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{114})=0.0548,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{115})=0.0854,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{116})=0.0624,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{117})=0.0229,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{118})=0.0408,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{119})=0.1019,$$
$$\omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{120})=0.0459,\ \omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_{121})=0.0841 \tag{59}$$

Причому $$\omega_{\text{опт}}^{\langle y\rangle}(b_v)=0$$

$$\text{при } u \in \left\{\overline{1,121}\right\} \setminus \{22, 33, 55, 66, 88, 99, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121\} \quad \textbf{(60)}$$

За допомогою виразів (49) – (56) й оптимальних імовірностей (57) – (4.60) визначаємо спектри у розв'язку (48). Для держави спектр її оптимальної стратегії:

$$\operatorname{supp}\left\{\mathbf{R}_1^*, \mathbf{R}_2^*, \mathbf{R}_3^*\right\} = \{[0.1 \quad 0.6 \quad 0.1], [0.2 \quad 0.6 \quad 0.1], [0.3 \quad 0.5 \quad 0.8], [0.4 \quad 0.1 \quad 0.8], [0.5 \quad 0.1 \quad 0], [0.5 \quad 0.8 \quad 0.2], [0.6 \quad 0.4 \quad 0.1], [0.6 \quad 0.4 \quad 0.3], [0.6 \quad 0.5 \quad 0.1], [0.6 \quad 0.6 \quad 0.8], [0.6 \quad 0.8 \quad 0.9], [0.7 \quad 0 \quad 0.8], [0.7 \quad 0.9 \quad 0.9], [0.9 \quad 0.8 \quad 0.9], [0.9 \quad 1 \quad 1], [1 \quad 0.5 \quad 0.9], [1 \quad 1 \quad 0.9]\} \quad \textbf{(61)}$$

А відповідними ймовірностями є (57). Для підприємства спектр її оптимальної стратегії:

$$\operatorname{supp}\left\{\left\{\mathbf{Q}_1^*, \mathbf{Q}_2^*\right\}\right\} = \{[0.1 \quad 1], [0.2 \quad 1], [0.4 \quad 1], [0.5 \quad 1], [0.7 \quad 1], [0.8 \quad 1], [0.9 \quad 1], [1 \quad 0], [1 \quad 0.1], [1 \quad 0.2], [1 \quad 0.3], [1 \quad 0.4], [1 \quad 0.5], [1 \quad 0.6], [1 \quad 0.7], [1 \quad 0.8], [1 \quad 0.9], [1 \quad 1]\} \quad \textbf{(62)}$$

ВИСНОВКИ

Отже, оптимальна стратегія визначається за допомогою теорії ігор і відповідного рішення антагоністичної гри. Для обґрунтованого вибору поведінки учасників взаємодії використовуються відповідні індикатори, що характеризують процес взаємодії і базуються на офіційних даних оприлюднених досліджень профільних асоціацій та експертних оцінках суб'єктів господарювання. А відповідними ймовірностями є (59). Оптимальне значення гри (44), котре досягається на стратегіях (61) і (62) з відповідними їм імовірностями (57) і (59), дорівнює нулю. Це означає, що за умови дотримання оптимальної стратегії зі спектром (62) й імовірностями (59) підприємство не буде втрачати надлишкові ресурси, а держава, використовуючи оптимальну стратегію зі спектром (61) й імовірностями (57), не буде отримувати надлишкових ресурсів. З іншого боку, це означає, що в економічній системі фіскальної взаємодії підприємство – держава утворюється баланс. І, згідно з принципом оптимальності, порушувати цей баланс невигідно ні державі, ні підприємству.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бендиков М.А. Экономическая безопасность промышленного предприятия в условиях кризисного развития / М.А. Бендиков // Менеджмент в России и за рубежом. – 2000. – № 2. – С. 17-29.
2. Бондаренко О. М. Оцінка економічної безпеки авіакомпанії: автореф. дис. канд. екон. наук: спец. 08.07.04 / О. М. Бондаренко; Національний авіаційний університет. – К., 2004. – 24 с.
3. Дем'яненко Г. Є. Економічна безпека торговельного підприємства: автореф. дис. канд. екон. наук: спец. 08.07.05 / Г. Є. Дем'яненко; Донецький держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2003. – 18 с.
4. Донець Л.І. Економічна безпека підприємства: навч. пос. / Л.І. Донець, Н.В. Ващенко. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 240 с.
5. Ейтутіс Г. Оцінка економічної безпеки залізничного транспорту / Г. Ейтутіс // Економіст. – 2009. – №1. – С. 56–58.
6. Забродський В. А. Власність, економічна безпека і держава / В.А. Забродський, М.О.Кизим // Економічна кібернетика. – 2000. – №3-4. – С. 58-63.
7. Капітула С. В. Оцінка та управління економічною безпекою підприємства (на прикладі гірничо-збагачувальних комбінатів України): автореф. дис. канд. екон. наук: спец. 08.00.04 / С. В. Капітула; Криворіз. техн. ун-т. – Кривий Ріг, 2009. – 20 с.
8. Тамбовцев В.Л. Экономическая безопасность хозяйственных систем: структура проблемы / В.Л. Тамбовцев // Вестн. Моск. ун-та. – сер. 6. «Экономика». – 1995. – № 3. – С. 3-9.

Отримано 15.09.2013р.