

УДК 339.5

**Бережнюк І. І.**, аспірант кафедри менеджменту ЗЕД, Університет митної справи та фінансів, начальник відділу митного оформлення-3 митного поста «Західний» Київської міської митниці Державної фіскальної служби України, м. Київ, Україна

### **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПОДОЛАННЯ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ ДЕРЖАВИ ТА СУБ'ЄКТІВ ЗЕД ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА СПРОЩЕННЯ МИТНИХ ПРОЦЕДУР**

*Автором дослідження акцентовано увагу на тому, що трансформації у світовому економічному просторі зумовлюють необхідність відповідних змін у сфері митного регулювання та контролю міжнародної торгівлі. Наголошено на необхідності формування «безпечного» бізнес-середовища з точки зору митної сфери, в основу якого покладено «безпеку», «справедливість» і «стійкість». Визначальним напрямом створення сприятливого бізнес-середовища відповідно до рекомендацій ВМО є процес подальшого спрощення митних процедур для суб'єктів з високим ступенем довіри, боротьба з корупцією та полегшення переміщення товарів, транспортних засобів і людей в цілому. Зауважено, що схема «відносин» між державою і суб'єктами ЗЕД може бути змодельована засобами теорії ігор, яка покликана подолати суперечності або неузгодженості між двома або більше учасниками співвідносин, а саме у випадку співвідносин держави як митного контролера та суб'єктів ЗЕД їх можна описати у формі некоаліційної гри двох осіб.*

**Ключові слова:** забезпечення безпеки, спрощення митних процедур, теорія ігор, моделювання, некоаліційна гри двох осіб.

**Бережнюк І. І.**, аспірант кафедри менеджмента ВЭД, Університет таможенного дела и финансов, начальник отдела таможенного оформления-3 таможенного поста «Западный» Киевской городской таможни Государственной фискальной службы Украины, г. Киев, Украина

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ ГОСУДАРСТВА И СУБЪЕКТОВ ВЭД ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ ТАМОЖЕННЫХ ПРОЦЕДУР**

*Автором исследования акцентировано внимание на том, что трансформации в мировом экономическом пространстве определяют необходимость соответствующих изменений в сфере регулирования и контроля международной торговли. Отмечена необходимость формирования «безопасной» бизнес-среды с точки зрения таможенной сферы, в основу которой положены «безопасность», «справедливость» и «устойчивость». Определяющим направлением создания благоприятной бизнес-среды является процесс дальнейшего упрощения таможенных процедур для субъектов с высокой степенью доверия, борьба с коррупцией и облегчения перемещения товаров, транспортных средств и людей в целом. Замечено, что схема «отношений» между государством и субъектами ВЭД может быть смоделирована средствами теории игр, которая призвана преодолеть противоречия или несогласованности между двумя или более участниками соотношений, а именно в случае соотношений государства как таможенного контролера и субъектов ВЭД их можно описать в форме некоалиционной игры двух участников.*

**Ключевые слова:** обеспечение безопасности, упрощение таможенных процедур, теория игр, моделирование, некоалиционная игра двух участников.

**Berezhnyuk Ivan**, Head of the customs clearance post customs-3 «West» Kyiv City Customs of the State Fiscal Service of Ukraine

## **MODELING OF PROCESSES OF OVERCOMING CONTRADICTIONS OF THE STATE AND ECONOMIC OPERATORS FOR THE SECURITY AND FACILITATION OF CUSTOMS PROCEDURES**

**Introduction.** *The issue of simultaneous provision of economic security of the state and simplification of customs procedures is actualized nowadays. The author of the study stressed the importance to create a «safe» business environment from the point of view of the customs sphere, which is based on «security», «justice» and «stability».*

**Purpose.** *Development of methodical recommendations for modeling the processes of overcoming contradictions of the state and subjects of foreign economic activity in the field of security and simplification of customs procedures.*

**Results.** *The research indicates that the appointment of revenue and fee bodies is the creation of favorable conditions for the development of foreign economic activity, ensuring the safety of society, protecting the customs interests of Ukraine. When performing customs duties by the SFS, the tasks assigned to them, aimed at ensuring the correct application, strict observance and prevention of non-compliance with the requirements of the Ukrainian legislation on state customs issues, may present risks that are inherently contradictory, conflicting in terms of the vector of action with respect to each other, namely: the probability of non-compliance by the subjects of foreign trade with the norms of customs legislation, or the creation of significant bureaucratic barriers in the process of economic operators. There is a peculiar conflict of interests between the state and the subjects of foreign economic activity. The main direction of creating a favorable business environment in accordance with the recommendations of WCO is the process of further simplification of customs procedures for subjects with a high degree of trust, fighting corruption and facilitating the movement of goods, vehicles and people in general.*

**Conclusions.** *Thus, the scheme of «relations» between the state and the subjects of foreign economic activity can be modeled by the means of game theory, which is designed to overcome the contradictions or inconsistencies between two or more parties to the relationship, namely, in the relations of the state as a customs controller and subjects of foreign economic activity, they can describe in the form of a non-coaxial game of two persons.*

**Keywords:** *security, simplification of customs procedures, game theory, simulation, uncollective game of two persons.*

**JEL Classification:** C10; F17; F47.

**Постановка проблеми.** Трансформації у світовому економічному просторі зумовлюють необхідність відповідних змін у сфері митного регулювання та контролю міжнародної торгівлі. Як зазначив голова ВМО К. Мікурія, до першочергових завдань митних адміністрацій у 2018 р. повинно бути віднесено створення одночасно сприятливого, безпечного, справедливого і стійкого середовища, що допоможе підприємствам, особливо мікро-, малим і середнім, розширити поле діяльності і створити передумови для більш активної участі в

глобальній торгівлі. Мова йде про формування «безпечного» бізнес-середовища з точки зору митної сфери, в основу якого покладено «безпеку», «справедливість» і «стійкість» [8]. Визначальним напрямом створення сприятливого бізнес-середовища відповідно до рекомендацій ВМО є процес подальшого спрощення митних процедур для суб'єктів з високим ступенем довіри, боротьба з корупцією та полегшення переміщення товарів, транспортних засобів і людей в цілому.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У науковій літературі питання спрощення митних процедур в умовах забезпечення економічної безпеки держави в сфері зовнішньоекономічної діяльності досліджуються багатьма вітчизняними та зарубіжними науковцями і практиками, серед яких: З. Варналій, В. Геєць, Е. Литвинов, Ю.Г. Козак, І. Несторишен, П. Пашко та інші. В той же час, в сучасних умовах не розроблено ефективні інструменти подолання суперечностей держави та суб'єктів ЗЕД щодо забезпечення безпеки та спрощення митних процедур, що й зумовило актуальність дослідження.

**Формулювання цілей дослідження.** Метою статті є розробка методичних рекомендацій щодо моделювання процесів подолання суперечностей держави та суб'єктів ЗЕД в сфері забезпечення безпеки та спрощення митних процедур.

**Основні результати дослідження.** Згідно ст. 544 МКУ призначенням органів доходів і зборів є створення сприятливих умов для розвитку ЗЕД, забезпечення безпеки суспільства, захист митних інтересів України [4]. Під час виконання митницями ДФС поставленими перед ними завдань, направлених на забезпечення правильного застосування, неухильного дотримання та запобігання невиконанню вимог законодавства України з питань державної митної справи, можуть виникати ризики, які за своєю суттю є суперечливими, конфліктними та обернено пропорційними за вектором дії по відношенню один до одного, а саме: ймовірність недотриманням суб'єктами ЗЕД норм митного законодавства, або створення значних бюрократичних бар'єрів в процесі здійснення ЗЕД. Виникає своєрідний конфлікт інтересів між державою та суб'єктами ЗЕД.

Очевидно, що схема «відносин» між державою і суб'єктами ЗЕД має бути описана більш точно, з формальної точки зору. Іншими словами, ця схема має бути формалізована для подальшого прийняття рішень у сенсі найкращої стратегічної поведінки суб'єктів ЗЕД у відповідь на державну політику митного контролю. Проте

і держава може відповідати змінами у своїй політиці митного контролю на реакцію суб'єктів ЗЕД (зокрема, що найголовніше, об'єми експорту та/або імпорту). Таке ланцюгове реагування подібне до багатоетапного процесу прийняття рішень з обох сторін [1; 5]. Такий багатоетапний двосторонній процес прийняття рішень може бути змодельований засобами теорії ігор, яка і покликана для подолання суперечностей або неузгодженостей між двома або більше учасниками співвідносин [1; 2; 14].

У випадку співвідносин держави як митного контролера та суб'єктів ЗЕД їх можна описати у формі некоаліційної гри двох осіб [2; 3; 9]. Для подальших міркувань першою особою або першим гравцем вважатимемо державу, а другою (другим гравцем) – суб'єкти ЗЕД. Розв'язком такої гри (у математичному сенсі) є деяке сполучення так званих стратегій обох гравців (ситуація у грі), за якого їм буде не вигідно використовувати інші стратегії. Втім, слід зазначити, що знайти таке сполучення не завжди вдається. З іншого боку, таких вигідних сполучень, котрі називають рівноважними ситуаціями, може виявитись більш, ніж одне, і тоді доводиться знову розв'язувати задачу вибору [1; 9; 10].

Перш, ніж зайнятися питаннями розв'язування некоаліційної гри двох осіб, необхідно цю гру задати [2; 3]. Для цього ми маємо перелічити усі варіанти дій обох сторін/гравців. Ці варіанти дій називається чистими стратегіями [2; 3]. Комбінування чистих стратегій теж є певною стратегією, яку називають змішаною, але про це поки що не йдеться. Якщо виявиться така необхідність, повернемося до змішаних стратегій у подальшому.

Після готового переліку чистих стратегій гравців необхідно визначити або задати функції їх вигравів. Під вигравом гравця (особи або персоніфікованого суб'єкта прийняття рішень і грі) у теорії ігор розуміють ту корисність, яку він отримує за тієї чи іншої ситуації у грі [2; 3]. Одиниці виміру тут відіграють принципово важливу роль, адже корисності або виграві гравців мають

порівнюватись між собою. Тому зазвичай значеннями функцій виграшів гравців є корисності у нормованих одиницях, представлені як безрозмірні величини [2; 3; 11].

Надзвичайно важливо зазначити, що якщо перелік чистих стратегій гравця (формально кажучи, – множина його чистих стратегій) є нескінченним, то тоді задання функцій виграшів усіх гравців (а не тільки цього розглядуваного гравця) є практично дуже складною задачею, адже тоді ці функції матимуть нескінченну кількість значень і задати їх можна буде хіба що аналітично [11]. А як вивести аналітичні вирази для корисностей гравців за мінливих економічних умов? Зрозуміло, що це – напроцуд важка задача. Крім того, навіть якщо би вдалось побудувати нескінченні функції виграшів усіх гравців, то їх надійність виявилась би незначною, оскільки за тих же вже згаданих мінливих економічних умов реальні корисності є вкрай нестабільними, тому втрата реального «зв'язку» з частиною значень функції виграшів серед нескінченної кількості корисностей є дуже імовірною (майже 100 %) [11].

Таким чином, формування скінченного переліку чистих стратегій для кожного гравця є пріоритетним завданням. В нашому випадку це – два гравці, де варто почати з більш простого – з суб'єктів ЗЕД. Надалі під «суб'єктами ЗЕД» розумітимемо певну групу економічних агентів або економічних операторів, що здійснюють схожу ЗЕД (діють в одному напрямку – зокрема, експорт товарів важкої промисловості, імпорт товарів побутової хімії, експорт зерна і т. п.) і мають приблизно однакові економічні інтереси.

Які ж варіанти дій суб'єктів ЗЕД при проходженні митного контролю? По-перше, це – форма реалізації ЗЕД (те, про що йшлося наприкінці попереднього абзацу). У так званому першому наблизенні можна виокремити два варіанти форми реалізації ЗЕД – експорт та імпорт. Поруч з формою реалізації треба зазначити й рівень її інтенсивності. Інтенсивність реалізації ЗЕД

будемо представляти (вимірювати) у нормованих одиницях. Найменша (найнижча) інтенсивність відповідатиме 0, а найбільша (найвища) – 1. Але, як уже було зазначено вище, представлення чистої стратегії у виді нескінченної множини значень (у даному випадку – у формі одиничного інтервалу) є напроцуд незручним. Тому цей інтервал представлятиме скінченним набором значень, вибраних з нього. Значення 0 й 1, очевидно, мають бути включені у цей набір. Далі – багато залежить від того, наскільки точним і надійним має бути розв'язок гри (у формі тих же рівноважних стратегій держави і суб'єктів ЗЕД).

Залежно від мети подальшого використання рівноважної стратегії, суб'єкти ЗЕД можуть обирати довший або коротший набір значень одиничного інтервалу інтенсивності реалізації ЗЕД. Найкоротший набір складатиметься лише з 0 й 1. При бажанні обирати з-поміж більшої кількості варіантів інтенсивності реалізації ЗЕД значення цієї інтенсивності мають йти з однаковим кроком. Отже, для трьох варіантів інтенсивності – це будуть значення 0, 0.5 й 1; для чотирьох варіантів – 0, 1/3, 2/3, 1; і т. д. Позначивши множину чистих стратегій суб'єктів ЗЕД як

$$Z = \{z_k\}_{k=1}^M \text{ для } M \in \{2, 3, \dots\}, \quad (1)$$

ми матимемо, наприклад,

$$\begin{aligned} Z &= \{0, 1\} \text{ для } M = 2, \\ Z &= \{0, 1/2, 1\} \text{ для } M = 3, \\ Z &= \{0, 1/3, 2/3, 1\} \text{ для } M = 4, \end{aligned}$$

і, в загальному випадку,

$$Z = \left\{ 0, \frac{1}{M-1}, \frac{2}{M-1}, \dots, \frac{M-3}{M-1}, \frac{M-2}{M-1}, 1 \right\}. \quad (2)$$

або ж

$$z_k = \frac{k-1}{M-1} \quad \forall k = \overline{1, M}. \quad (3)$$

Тоді чиста стратегія суб'єктів ЗЕД  $z$  – це буде елемент (одне число) з цієї множини:  $z \in Z$ .

Втім, зазначимо наступну важливу деталь. Чим більше варіантів інтенсивності реалізації ЗЕД буде задекларовано (перед початком побудови безкоаліційної гри двох осіб), тим більше буде необхідно виконувати оцінювань значень функції вигравшів і держави, і суб'єктів ЗЕД. Відповідно таке оцінювання забере більше часу. Тоді, хоча й розв'язок гри виглядатиме більш точним (рівноважні стратегії стануть більш «детальними»), актуальність цього розв'язку може похитнутись. Крім того, ще раз підкреслимо, занадто велика кількість ситуацій у грі (яка, звичайно ж, збільшується по мірі збільшення кількості чистих стратегій у гравців) робить сам розв'язок вразливим до мінливості економічного середовища, у якому відбуваються процеси подолання суперечностей держави та суб'єктів ЗЕД. Але є ще один нюанс. Власне, саме існування чистих рівноважних ситуацій у грі залежить від кількості чистих стратегій у гравців, при збільшенні якої розв'язок може існувати лише у змішаних рівноважних ситуаціях [9; 11].

Таким чином, вибір кількості варіантів інтенсивності реалізації ЗЕД теж нагадує своєрідну гру. З одного боку, існує цілком природне прагнення знайти більш точний розв'язок (принаймні, більш «детальну» рівноважну стратегію для другого гравця – для суб'єктів ЗЕД). Одночасно з точністю суб'єкти ЗЕД прагнуть до отримання також і надійної стратегії, але тут надійність суперечить деталізації – більш «детальна» рівноважна стратегія буде менш надійною. І навпаки – менш «детальні» рівноважні стратегії є завжди більш надійними.

Відмітимо, що до цього моменту під розв'язком безкоаліційної гри ми розуміли рівноважні стратегії гравців, використовуючи парадигму рівноваги за Нешем [2; 3; 11].

Однак існують й інші парадигми щодо пошуку і встановлення розв'язку безкоаліційних ігор. Найбільш відома – ефективні за Парето стратегії (ефективні Парето-ситуації у чистих стратегіях) [6; 7]. Парето-ситуації знаходяться неважко, хоча й вони самі необов'язково є рівноважними за Нешем [2; 3]. Але якщо рівноважна за Нешем стратегія входить в ефективну Парето-ситуацію, то така стратегія може вважатися навіть оптимальною (найкращою за відповідно даних умов). Відтак ми ще повернемося до ефективності за Парето.

Перейдемо тепер до чистих стратегій держави. Тут все дещо складніше, адже сама держава має бути гарантом безпечного й адекватного митного контролю та решти митних процедур. Тому і відповідальність за раціонально сформовану множину чистих стратегій у цьому випадку – вища.

Звичайно, перше, що спадає на думку, – це стратегія встановлення тарифів у даному напрямку (більш конкретно, наприклад, у напрямку експорту чи імпорту у певній галузі). Власне, тут йдеться про встановлення рівня або розміру ставки відповідного мита. Цей рівень, як й інтенсивність реалізації ЗЕД, будемо вимірювати від мінімального (умовний 0) до максимального (умовна 1). Такий одиничний інтервал значень тарифного рівня також будемо дискретизувати рівномірно. Якщо цей тарифний рівень ми позначимо через  $t$ , то для  $T$  рівнів його дискретизації отримаємо наступні значення тарифного рівня:

$$t_i = \frac{i-1}{T-1} \quad \forall i = \overline{1, T} \quad \text{при } T \in \{2, 3, \dots\}. \quad (4)$$

Разом зі встановленням тарифного рівня ми можемо розглядати ще один показник регуляризації митного контролю – квоти на ввезення (для імпортерів) або вивезення (експортерів) товарів певних груп. Розмір квот – теж нормований і подається в умовних одиницях від 0 (мінімальні квоти) до 1 (максимальні квоти). Якщо рівень квот ми

позначимо через  $q$ , то для  $Q$  рівнів його дискретизації отримаємо наступні значення рівня квот:

$$q_j = \frac{q-1}{Q-1} \quad \forall j = \overline{1, Q} \text{ при } Q \in \{2, 3, \dots\}. \quad (5)$$

Відтак чиста стратегія держави є комбінацією значень тарифного рівня і рівня встановлених квот:  $\{t_i, q_j\}$  за якихось індексів  $i \in \overline{1, T}$  та  $j \in \overline{1, Q}$  і попередньо визначених кількостей рівнів  $T$  та  $Q$ . Позначимо її через  $y$ . Цілком зрозуміло, що стратегія  $y$  вже складатиметься з двох компонент, а множина усіх можливих чистих стратегій держави  $Y$  складатиметься з  $T \cdot Q$  елементів:

$$Y = \{y_u\}_{u=1}^{T \cdot Q} \text{ для } (T \cdot Q) \in \{4, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, \dots\}, \quad (6)$$

де  $u = (i-1) \cdot Q + j$ ,  $j = \overline{1, Q}$ ,  $i = \overline{1, T}$ ,  $y \in Y$ . При цьому елементи в (6) є такими:

$$\begin{aligned} y_1 &= \{t_1, q_1\}, y_2 = \{t_1, q_2\}, \dots, \\ y_{Q-1} &= \{t_1, q_{Q-1}\}, y_Q = \{t_1, q_Q\}, \\ y_{Q+1} &= \{t_2, q_1\}, y_{Q+2} = \{t_2, q_2\}, \dots, \\ y_{2Q-1} &= \{t_2, q_{Q-1}\}, y_{2Q} = \{t_2, q_Q\}, \dots, \\ &\dots, \\ y_{(T-1)Q+1} &= \{t_T, q_1\}, y_{(T-1)Q+2} = \{t_T, q_2\}, \\ \dots, y_{(T-1)Q+Q-1} &= y_{T \cdot Q-1} = \{t_T, q_{Q-1}\}, \\ y_{T \cdot Q} &= \{t_T, q_Q\} \end{aligned}$$

Зокрема, за мінімальних кількостей тарифних рівнів і рівнів встановлених квот отримуємо такі чотири можливі чисті стратегії держави:

$$y_1 = \{0, 0\}, y_2 = \{0, 1\}, y_3 = \{1, 0\}, y_4 = \{1, 1\}. \quad (7)$$

Якщо ж зробити тільки три можливих тарифних рівня і так само три рівня встановлених квот, то кількість можливих чистих стратегій держави вже зростає до дев'яти:

$$\begin{aligned} y_1 &= \{0, 0\}, y_2 = \{0, 1/2\}, y_3 = \{0, 1\}, \\ y_4 &= \{1/2, 0\}, y_5 = \{1/2, 1/2\}, \\ y_6 &= \{1/2, 1\}, y_7 = \{1, 0\}, y_8 = \{1, 1/2\}, \\ y_9 &= \{1, 1\}. \end{aligned} \quad (8)$$

Ситуація у чистих стратегіях у грі, яку ми вибудовуємо, позначається як  $\{y, z\}$ . Розмірністю некоаліційної гри двох осіб, яка у такому випадку стає просто біматричною грою, є  $(T \cdot Q) \times M$ . Ця біматрична гра задається на декартовому добутку множин чистих стратегій держави і суб'єктів ЗЕД, тобто — на множині  $Y \times Z$ . Отже, кожна ситуація  $\{y, z\} \in Y \times Z$  має бути оцінена певним числом (корисністю) і для держави, і для суб'єктів ЗЕД. Тому чергове завдання — оцінювання матриць корисностей держави і суб'єктів ЗЕД, які позначимо відповідно через  $C$  та  $S$ .

Розмірність матриць  $C$  та  $S$  однакова — як і розмірність біматричної гри, їх розмірністю є  $(T \cdot Q) \times M$ . У загальному випадку, ці матриці мають різні елементи:

$$C = (c_{uk})_{(T \cdot Q) \times M} \text{ та } S = (s_{uk})_{(T \cdot Q) \times M}, \quad (9)$$

де  $c_{uk}$  є оцінкою корисності, яку держава отримує у ситуації  $\{y_u, z_k\}$ , й  $s_{uk}$  є оцінкою корисності, яку дана група суб'єктів ЗЕД отримує у тій же ситуації,  $u = (i-1) \cdot Q + j$ ,  $j = \overline{1, Q}$ ,  $i = \overline{1, T}$ ,  $k = \overline{1, M}$ .

Для оцінювання ситуацій у нашій грі можна використати методику, описану у працях Романюка В. В. [12, 13]. Кожна оцінка буде нормованою (або ж стандартизованою) корисністю у межах від 0 до 1. Наприклад,

якщо держава має чисті стратегії (8), а суб'єкти ЗЕД мають чотири чисті стратегії  $Z = \{0, 1/3, 2/3, 1\}$ , то разом необхідно оцінити 72 ситуації для матриць

$$C = (c_{uk})_{9 \times 4} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} \\ c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} \\ c_{71} & c_{72} & c_{73} & c_{74} \\ c_{81} & c_{82} & c_{83} & c_{84} \\ c_{91} & c_{92} & c_{93} & c_{95} \end{pmatrix} \quad \text{та} \quad S = (s_{uk})_{9 \times 4} = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} & s_{14} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} & s_{24} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} & s_{34} \\ s_{41} & s_{42} & s_{43} & s_{44} \\ s_{51} & s_{52} & s_{53} & s_{54} \\ s_{61} & s_{62} & s_{63} & s_{64} \\ s_{71} & s_{72} & s_{73} & s_{74} \\ s_{81} & s_{82} & s_{83} & s_{84} \\ s_{91} & s_{92} & s_{93} & s_{95} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

де  $c_{uk} \in [0; 1]$ ,  $s_{uk} \in [0; 1]$ . При цьому слід пам'ятати, що, як це обґрунтовано в працях [9, 11], чим більша кількість ситуацій, тим менша надійність їх оцінок (навіть у бінарному виді – через усереднення бінарних оцінок типу 0/1). Тому прагнення до збільшення розмірності біматричної гри заради «покращення» її розв'язку є оманливим.

Візьмемо за основу вказану процедуру, до якої залучимо  $L$  експертів. У якості експертів можуть виступати звичайні респонденти, які хоча б трішки знайомі з ЗЕД. Якщо матричні оцінки  $l$ -го експерта позначити через

$$C_l = (c_{uk}^{(l)})_{(T \cdot Q) \times M} \quad \text{та} \quad S_l = (s_{uk}^{(l)})_{(T \cdot Q) \times M},$$

де елементи цих експертних матриць  $c_{uk}^{(l)} \in \{0, 1\}$  та  $s_{uk}^{(l)} \in \{0, 1\}$  (іншими словами, вони подаються у бінаризованому виді типу «є перевага» – «немає переваги» що спеціально спрощено для респондентів без значного експертного фаху у галузі ЗЕД), то матриці (9) обчислюватимуться так:

$$C = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L C_l, \quad S = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L S_l, \quad (11)$$

тобто

$$c_{uk} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L c_{uk}^{(l)}, \quad s_{uk} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L s_{uk}^{(l)},$$

$$u = (i-1) \cdot Q + j, \quad j = \overline{1, Q}, \quad i = \overline{1, T},$$

$$k = \overline{1, M}.$$

Для прикладу з оцінюванням матриць (10) ми залучили 100 респондентів (працівників фірми, яка займається імпортом товарів побутової хімії), які давали свої відповіді через офіційну Facebook-сторінку фірми [12]. В результаті ми отримали такі матриці (10) за формулами (11):

$$C = (c_{uk})_{9 \times 4} = \begin{pmatrix} 0.1 & 0.06 & 0.1 & 0.01 \\ 0.05 & 0.04 & 0.06 & 0.01 \\ 0.02 & 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0.11 & 0.03 & 0.09 \\ 0.15 & 0.27 & 0.12 & 0.23 \\ 0.24 & 0.12 & 0.31 & 0.36 \\ 0 & 0.03 & 0.08 & 0.09 \\ 0.09 & 0.16 & 0.13 & 0.24 \\ 0.03 & 0.21 & 0.18 & 0.33 \end{pmatrix}$$

та

$$S = (s_{uk})_{9 \times 4} = \begin{pmatrix} 0 & 0.02 & 0 & 0 \\ 0.09 & 0.22 & 0.34 & 0.57 \\ 0.26 & 0.35 & 0.69 & 0.98 \\ 0.04 & 0.01 & 0 & 0 \\ 0.09 & 0.18 & 0.32 & 0.32 \\ 0.15 & 0.27 & 0.44 & 0.6 \\ 0.01 & 0 & 0 & 0 \\ 0.05 & 0.04 & 0.03 & 0.01 \\ 0.09 & 0.09 & 0.05 & 0.11 \end{pmatrix}$$

Така біматрична  $9 \times 4$ -гра має одну рівноважну ситуацію за Нешем і дві ефективні ситуації за Парето (звичайно, все у чистих стратегіях, – див. рис. 1, де умовно-графічно

вказані “позиції” держави і суб’єктів ЗЕД). Ситуації  $\{y_3, z_4\}$  та  $\{y_6, z_4\}$  є рівноважними за Нешем, де корисності держави відповідно дорівнюють 0 та 0.36, а корисності суб’єктів ЗЕД – 0.98 і 0.6. Тому ситуація  $\{y_3, z_4\}$  є більш вигідною для суб’єктів ЗЕД, тоді як ситуація  $\{y_6, z_4\}$  є більш вигідною для держави (з корисністю 0.36). Однак ситуація  $\{y_6, z_4\}$  є ще й ефективною за Парето. І, хоча й сумарна корисність тут є дещо меншою від сумарної корисності у ситуації  $\{y_3, z_4\}$  ( $0.6 + 0.36 = 0.96$  проти  $0 + 0.98 = 0.98$ ), існує три надважливі властивості, котрі дозволяють вибрати саме ситуацію  $\{y_6, z_4\}$  як розв’язок гри:

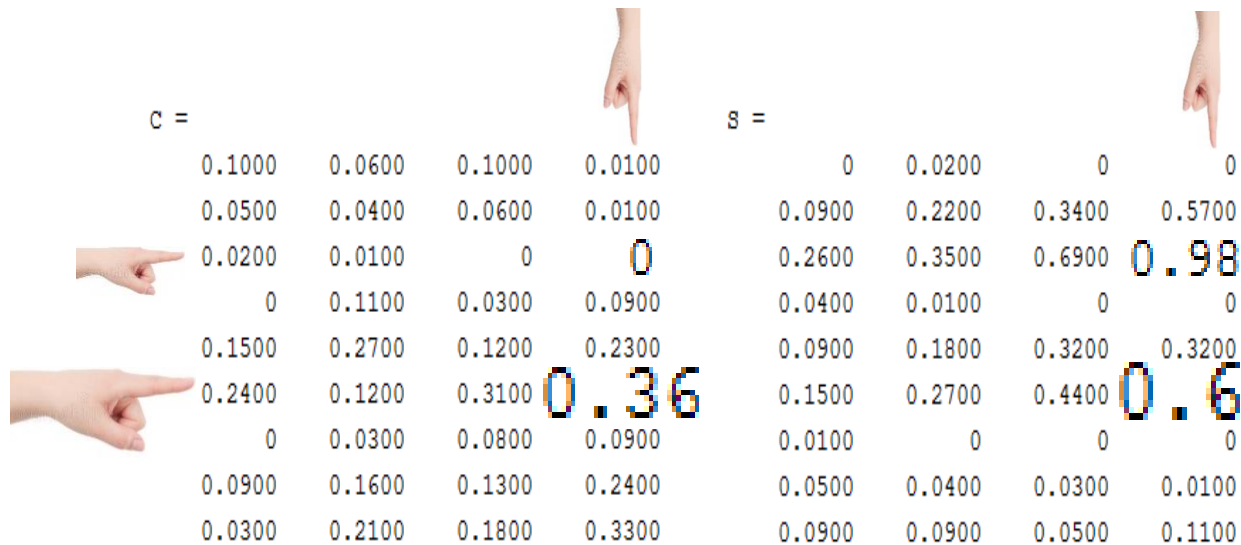


Рисунок 1 – Виділення рівноважних стратегій та ситуацій на тлі матриць нормованих корисностей у біматричній  $9 \times 4$  – грі як прикладу моделювання процесу подолання суперечностей держави та суб’єктів ЗЕД щодо забезпечення безпеки та спрощення митних процедур.

Джерело: побудовано автором

1) розрив у сумарній корисності ситуацій  $\{y_6, z_4\}$  й  $\{y_3, z_4\}$  складає лише 0.02;

2) ситуація  $\{y_6, z_4\}$  є більш вигідною для держави, яка і встановлює правила митних процедур, тому чиста стратегія  $y_6 = \{1/2, 1\}$  буде так чи інакше обрана; за цією стратегією держава має встановити помірні тарифні збори і сприяти максимальним квотам на

ввезення (для даного прикладу – фірми-імпортера товарів побутової хімії);

3) чи то у ситуації  $\{y_6, z_4\}$ , чи то у ситуації  $\{y_3, z_4\}$ , – суб’єкти ЗЕД (або, знову ж таки, – фірма-імпортер у даному прикладі) приймають найбільш доцільне рішення про перехід до максимальної інтенсивності реалізації своєї ЗЕД (імпортування).



Саме тому ситуація  $\{y_6, z_4\}$  є розв'язком у даному конкретному прикладі (вказівка на стратегію  $y_6 = \{1/2, 1\}$  на рис. 1 спеціально виділена збільшеною) та, будучи найбільш раціональною за загальною (сумарною) корисністю, є приблизно однаково прийнятною для обох сторін.

**Висновки.** Розв'язки таких біматричних ігор можуть різнитися для інших видів ЗЕД, і зовсім необов'язково найкращим варіантом

буде максимальна інтенсивність ЗЕД за максимально «відкритої» митниці з помірними митними тарифами. Крім того, слід мати на увазі рівень дискретизації гри – при збільшенні її розмірності інтерпретація розв'язків може ускладнюватися (разом зі зростаючою ненадійністю або недовготривалістю актуальності таких розв'язків) до рівня змішаних стратегій, які, як відомо, надзвичайно складно реалізувати на практиці.

### Література:

1. Волошин О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : [навчальний посібник] / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2010. – 336 с.
2. Вороб'єв Н. Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков / Н. Н. Вороб'єв. – М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 272 с.
3. Вороб'єв Н. Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры / Н. Н. Вороб'єв. – М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 496 с.
4. Митний кодекс України [Електронний ресурс] : закон України [прийнято Верховною Радою України, 13.03.2012 № 4495-VI]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/4495-17>
5. Guo P. Approaches to multistage one-shot decision making / P. Guo, Y. Li // European Journal of Operational Research. – 2014. – Vol. 236, Iss. 2. – P. 612-623.
6. Kang K. Identifying the dispersion of the Pareto productivity distribution in international trade / K. Kang // Economics Letters. – 2017. – Vol. 161. – P. 108 – 111.
7. Kayı Ç. Characterizations of Pareto-efficient, fair, and strategy-proof allocation rules in queueing problems / Ç. Kayı, E. Ramaekers // Games and Economic Behavior. – 2010. – Vol. 68, Iss. 1. – P. 220 – 232.
8. Message from the World Customs Organization [International Customs Day 2018 – URL: <https://goo.gl/pyNLUe>
9. Romanuke V. V. Approximation of unit-hypercubic infinite two-sided noncooperative game via dimension-dependent irregular samplings and reshaping the multidimensional payoff matrices into flat matrices for solving the corresponding bimatrix game / V. V. Romanuke // Computer Modelling and New Technologies. – 2015. – Vol. 19. – N. 3A. – P. 7 – 16.
10. Romanuke V. V. Multiple state problem reduction and decision making criteria hybridization / V. V. Romanuke // Research Bulletin of the National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. – 2016. – N. 2. – P. 51 – 59.
11. Romanuke V. V. Sampling individually fundamental simplexes as sets of players' mixed strategies in finite noncooperative game for applicable approximate Nash equilibrium situations with possible concessions / V. V. Romanuke // Journal of Information and Organizational Sciences. – 2016. – Vol. 40. – №. 1. – P. 105 – 143.
12. Romanuke V. V. Evaluation of payoff matrices for noncooperative games via processing binary expert estimations / V. V. Romanuke // Information Technology and Management Science. – 2016. – Vol. 19. – P. 10 – 15.
13. Romanuke V. V. Hard and soft adjusting of a parameter with its known boundaries by the value based on the experts' estimations limited to the parameter / V. V. Romanuke // Electrical Control and Communication Engineering. – 2016. – Vol. 10. – P. 23 – 28.
14. Young H. P. Handbook of Game Theory with Economic Applications. Volume 4 / H. P. Young, S. Zamir. – Elsevier B.V., 2015. – 1008 p.

### References:

1. Voloshyn, O. F. and Mashchenko, S. O. (2010), *Modeli ta metody pryynyattya rishen'* [Models and methods of decision making], Kyiv University, Kyiv, Ukraine.
2. Vorob'yov, N. N. (1985), *Teoriya igr dlya ekonomistov-kibernetikov* [Theory of games for economists-cybernetics], Nauka, Moscow, Russia.
3. Vorob'yov, N. N. (1984) *Osnovy teorii igr. Beskoalicionnye igry* [Fundamentals of game theory. Uncooperative games], Nauka, Moscow, Russia.

4. The Verkhovna Rada of Ukraine (2012), "Customs code of Ukraine" [Online], available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/4495-17> (Accessed 29 January 2018).
5. Guo, P. and Li, Y. (2014), "Approaches to multistage one-shot decision making", *European Journal of Operational Research*, vol. 236, iss. 2, pp. 612–623.
6. Kang, K. (2017), "Identifying the dispersion of the Pareto productivity distribution in international trade", *Economics Letters*, vol. 161, pp. 108–111.
7. Kayı, Ç. and Ramaekers, E. (2010), "Characterizations of Pareto-efficient, fair, and strategy-proof allocation rules in queueing problems", *Games and Economic Behavior*, vol. 68, iss. 1, pp. 220–232.
8. Message from the World Customs Organization [International Customs Day 2018] [Online], available at: <https://goo.gl/pyNLUe>
9. Romanuke, V. V. (2015), "Approximation of unit-hypercubic infinite two-sided noncooperative game via dimension-dependent irregular samplings and reshaping the multidimensional payoff matrices into flat matrices for solving the corresponding bimatrix game", *Computer Modelling and New Technologies*, vol. 19, no. 3A, pp. 7–16.
10. Romanuke, V. V. (2016), "Multiple state problem reduction and decision making criteria hybridization", *Research Bulletin of the National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»*, vol. 2, pp. 51–59.
11. Romanuke, V. V. (2016), "Sampling individually fundamental simplexes as sets of players' mixed strategies in finite noncooperative game for applicable approximate Nash equilibrium situations with possible concessions", *Journal of Information and Organizational Sciences*, vol. 40, no. 1, pp. 105–143.
12. Romanuke, V. V. (2016), "Evaluation of payoff matrices for noncooperative games via processing binary expert estimations", *Information Technology and Management Science*, vol. 19, P. 10 – 15.
13. Romanuke, V. V. (2016), "Hard and soft adjusting of a parameter with its known boundaries by the value based on the experts' estimations limited to the parameter", *Electrical Control and Communication Engineering*, vol.10, pp. 23–28.
14. Young, H. P. and Zamir, S. (2015), *Handbook of Game Theory with Economic Applications*, Elsevier, B. V., 1008 p.

