

УДК 621.391

А.О. Феклістов

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІЇ СИТУАЦІЇ РЕФЛЕКСИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ В ПРОЕКТАХ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Розглядається метод формалізації ситуації конфлікту інтересів між учасниками проекту оборонного призначення під час рефлексивного оцінювання ними конкурентоспроможності результату проекту (продукції або послуг).*

**Ключові слова:** проект оборонного призначення, конкурентоспроможність продукції, рефлексивне оцінювання.

### Вступ

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Однією з особливостей сучасних технологій управління проектами є можливість ефективного розв'язання конфліктних ситуацій, які виникають між учасниками проекту щодо оцінки конкурентоспроможності результату проекту (продукції або послуги, далі – продукції). Причиною виникнення такої ситуації є конфлікт інтересів між учасниками щодо подальшого розвитку проекту, тобто вибір різних стратегій поведінки учасниками проекту.

Традиційно формалізація конфліктних ситуацій здійснюється з використанням теорії ігор. Класична теорія ігор орієнтована на опис раціональної поведінки гравців, в той час як їх реальна поведінка є не раціональною і залежить від впливу суб'єктивних чинників, формалізація яких можлива із використанням моделей рефлексивного управління і рефлексивних ігор [1 – 8].

Відзначимо, що в проектах оборонного призначення задача формалізації рефлексивного оцінювання конкурентоспроможності продукції набуває особливої актуальності.

**Аналіз літератури.** Методи формалізації раціональної поведінки гравців за принципом мінімуму середнього ризику розглядаються в теорії ігор [9, 10]. При формалізації конфліктних ситуацій у вигляді рефлексивних ігор можна виділити два підходи. Перший підхід заснований на моделюванні рефлексивного процесу з урахуванням рангу рефлексії гравців [4 – 7]. Другий підхід заснований на моделюванні рефлексивного процесу з урахуванням деонтологічних оцінок стратегій і вигравішів гравців, наведених у вигляді когнітивних рефлексивних агентів [2, 3, 8].

Аналіз методів оцінки конкурентоспроможності продукції дозволив виділити три основні підходи визначення оцінок конкурентоспроможності. Перший підхід заснований на використанні SWOT-аналізу, який дозволяє визначити сильні та слабкі сторони як своєї продукції, так і продукції конкуре-

нтів. Другий підхід заснований на визначенні показників та рівня конкурентоспроможності продукції із використанням кваліметричних методів. Третій підхід також заснований на визначенні оцінок конкурентоспроможності шляхом застосування кваліметричних методів, але при цьому порівняння здійснюється зі значеннями показників так званої “ідеальної продукції”, визначення значень показників якої проводиться за даними маркетингових досліджень потреб потенційних споживачів. При цьому уявлення споживачів про бажані показники потрібної їм продукції є об'єктом інформаційного впливу конкуруючих сторін [11 – 13].

**Метою статті** є розробка методу формалізації ситуації рефлексивного оцінювання конкурентоспроможності продукції в проектах оборонного призначення на основі моделі рефлексивної матричної гри 2x2 в рамках підходу [8].

### Викладення матеріалів досліджень

Відповідно до міжнародного стандарту "Керівництво з Переліку знань щодо управління проектами" проект визначається як тимчасове намагання щодо створення унікального продукту, послуги або результату [14].

Управління проектом включає використання та інтеграцію 42 процесів управління проектом, які логічно об'єднуються в 9 галузей знань. Однією з галузей знань є управління якістю проекту, яке включає процеси та операції виконуючої організації, які визначають політику, цілі та відповідальність щодо якості для задоволення вимог проекту. При цьому оцінювання конкурентоспроможності продукції здійснюється на всіх етапах проекту.

В проектах оборонного призначення, які спрямовані на розробку та супроводження зразків озброєння і військової техніки, в якості результату проекту, як правило, виступає продукція оборонного призначення – будь-яка продукція, яку використовують збройні сили, інші військові формування і громадянські організації для виконання завдань з оборони

держави. Продукція оборонного призначення є одним з видів продукції, яку використовують збройні сили і в яку також входять продукція військового призначення, продукція подвійного призначення, предмети постачання, військова техніка, зброя, озброєння тощо [15].

Розглянемо формалізацію конфліктної ситуації у вигляді класичної матричної гри 2x2, учасниками якої два учасника проекту, наприклад замовник (і) і розробник (j) продукції.

Нехай замовник має дві стратегії поведінки  $i^1$  та  $i^2$  (наприклад, “прийняти продукцію” та “не прийняти продукцію” згідно визначених на даний час вимог щодо якості результату проекту), а розробник також має дві стратегії поведінки  $j^1$  та  $j^2$  (наприклад, “розробити продукцію” та “не розробити продукцію” згідно визначених вимог проекту). Очевидно, що дана ситуація є конфліктною, бо інтереси сторін, які беруть в ній участь, не співпадають і має місце “конфлікт інтересів” (рис. 1).

| Класична матрична гра 2x2  |   |   |
|--|---|---|
| Стратегії гравця $i$<br>$I = \begin{pmatrix} i^1 \\ i^2 \end{pmatrix}$                               | Матриця виграшу $A$<br>$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$   | Стратегії гравця $j$<br>$J = (j^1 \ j^2)$                               |
| Рефлексивна матрична гра 2x2   |   |   |
| Стратегії агента $i$<br>$\hat{I} = \begin{pmatrix} \hat{i}^1 \\ \hat{i}^2 \end{pmatrix}$             | Деонтологічні оцінки виграшів агента $i$<br>$D_i(A) = \begin{pmatrix} d_i(a_{11}) & d_i(a_{12}) \\ d_i(a_{21}) & d_i(a_{22}) \end{pmatrix}$ | Стратегії агента $j$<br>$\hat{J} = (j^1 \ j^2)$                         |
| Деонтологічні оцінки стратегій агента $i$<br>$S(I) = \begin{pmatrix} s(i^1) \\ s(i^2) \end{pmatrix}$ | Деонтологічні оцінки виграшів агента $j$<br>$D_j(A) = \begin{pmatrix} d_j(a_{11}) & d_j(a_{12}) \\ d_j(a_{21}) & d_j(a_{22}) \end{pmatrix}$ | Деонтологічні оцінки стратегій агента $j$<br>$S(J) = (s(j^1) \ s(j^2))$ |

Рис. 1. Формалізація конфліктної ситуації на основі моделей класичної та рефлексивної матричної гри

Оцінки конкурентоспроможності продукції з точки зору різних стратегій поведінки гравців (замовника і розробника продукції) пропонується формалізувати у вигляді елементів матриці виграшів  $A$  класичної матричної гри.

Рішення щодо прийняття продукції замовником здійснюється на основі максимінного принципу на основі матриці виграшу  $A$  для гравця  $i$ :  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ . Стратегії гравця  $i$  зв'язані з рядками матриці  $A$ , стратегії гравця  $j$  зі стовпчиками матриці  $A$ . Рішення матричної гри в змішаних стратегіях описується матрицею  $I = \begin{pmatrix} i^1 \\ i^2 \end{pmatrix}$ , яка містить стратегії гравця,  $i$  та матрицею  $J = (j^1 \ j^2)$ , яка містить стратегії гравця  $j$ .

В теорії рефлексивних ігор (ТРІ) вводиться додаткова умова, пов'язана з тим, що для даної конфліктної ситуації гравці можуть застосовувати деонтологічні оцінки стратегій поведінки один одного і виграшів. При цьому традиційне розуміння рефлексії як спроможності людини займати позицію спостерігача по відношенню до своїх власних думок і почуттів поширюється шляхом включення можливості уявно відновлювати думки й почуття інших персонажів, в якості математичних моделей яких

використовується модель когнітивного рефлексивного агента (далі – агента). В класичній теорії ігор учасники ігри – це гравці, в ТРІ – агенти.

Розглянемо процес визначення матриці  $\hat{I} = \begin{pmatrix} \hat{i}^1 \\ \hat{i}^2 \end{pmatrix}$ , яка описує стратегії агента  $i$ , та матриці  $\hat{J} = (j^1 \ j^2)$ , яка описує стратегії агента  $j$ , в рефлексивній матричній гри 2x2.

Відзначимо, що в ТРІ пропонуються три форми математичної формалізації моделі агента: експоненціальна, логічна і стандартна. Модель поведінки агента  $i$  в експоненціальній формі  $\left( i = i_1 i_2 i_3 \right)$  і в стандартній формі  $(i = i_1 + (1 - i_1)(1 - i_2)i_3)$  має чотири змінні  $i$ ,  $i_1$ ,  $i_2$  та  $i_3$ , які можуть бути представлені булевими або дійсними змінними.

Змінна  $i$  є уявленням про стратегію агента  $i$  з позиції спостерігача і оцінює суб'єктивну ймовірність стратегії агента  $i$ . Якщо  $i = 1$ , то це означає, що агент вчиняє дії, що відповідають першій стратегії; якщо  $i = 0$ , це означає, що агент вчиняє дії, що відповідають другій стратегії. Змінна  $i_1$  описує уявлення про фактичну стратегію агента  $i$  з позиції спостерігача і оцінює суб'єктивну ймовірність фактичної стратегії агента  $i$ . Змінна  $i_2$  описує уявлення про очіку-

вану стратегію агента  $i$  з позиції спостерігача і оцінює суб'єктивну імовірність очікуваної стратегії агента  $i$ . Змінна  $i_3$  описує уявлення про бажану стратегію агента  $i$  з позиції спостерігача і оцінює суб'єктивну імовірність бажаної стратегії агента  $i$ . Вважається, що якщо змінні  $i$ ,  $i_1$ ,  $i_2$  та  $i_3$  приймають значення 1, то це відповідає позитивній деонтологічній оцінці; якщо змінні приймають значення 0, то це відповідає негативній деонтологічній оцінці [8].

Більш складною за структурою є модель агента  $i$  з ситуацією, в якій агент програє в своїй свідомості ситуації з урахуванням уявлення про стратегії іншого агента  $j$ . В експоненціальній формі модель

агента  $i$  з ситуацією  $\left( i = i_1 i_2 i_3^* j_3 \right)$  містить змінну

$j_3$ , яка представляє "образ" стратегії агента  $j$  з позиції агента  $i$  і оцінює суб'єктивну імовірність бажаної стратегії агента  $j$  з позиції агента  $i$ . Якщо  $j_3 = 1$ , то це означає, що з позиції агента  $i$  агент  $j$  вчиняє дії, що відповідають його першій бажаній стратегії; якщо  $j_3 = 0$ , то це означає, що з позиції агента  $i$  агент  $j$  вчиняє дії, що відповідають другій бажаній стратегії. Символ  $*$  описує уявлення про відношення між бажаними стратегіями агента  $j$  і агента  $i$  з позиції агента  $i$ , яке має статус "образу" для зовнішнього спостерігача, а для агента  $i$  воно грає роль реальності.

Введемо функцію моделі ситуації  $M_i(i_3, j_3)$ , що описує вираження  $i_3^* j_3$  між змінними  $i_3$  і  $j_3$  з позиції агента  $i$  в експоненціальній

$$\left( i = i_1 i_2 M_i(i_3, j_3) \right)$$

і стандартній

$$(i = i_1 + (1 - i_1)(1 - i_2)M_i(i_3, j_3))$$

формі.

Поведінка агента  $j$  з позиції агента  $i$  описується аналогічно.

В залежності від обраної моделі поведінки агент може характеризуватися як реаліст, ідеаліст і фаталіст. Найбільший практичний інтерес представляє дослідження поведінки агентів-реалістів  $i$  і  $j$ , які здатні генерувати тільки такі стратегії, які можуть бути перетворені на реальність

$$i = i_3; j = j_3.$$

Математична формалізація поведінки агентів-реалістів  $i$  і  $j$  в експоненціальній формі представляється як

$$i_3 = i_1 i_2 M_i(i_3, j_3); j_3 = j_1 j_2 M_j(i_3, j_3).$$

Математична формалізація поведінки агентів-реалістів  $i$  і  $j$  в стандартній формі представляється як

$$i_3 = i_1 + (1 - i_1)(1 - i_2)M_i(i_3, j_3);$$

$$j_3 = j_1 + (1 - j_1)(1 - j_2)M_j(i_3, j_3).$$

Вважається, що матриця виграшу  $A$  описує тільки раціональну поведінку агентів  $i$  для врахування деонтологічного аспекту додатково вводяться булеві матриці  $S(I)$  і  $S(J)$  деонтологічних оцінок стратегій агентів  $i$  булеві матриці  $D_i(A)$  і  $D_j(A)$  деонтологічних оцінок виграшів агентів.

Матриця  $S(I)$  описує деонтологічні оцінки бажаних стратегій агента  $i$  з позиції агента  $i$ ; матриця  $S(J)$  описує деонтологічні оцінки бажаних стратегій агента  $j$  з позиції агента  $i$

$$S(I) = \begin{pmatrix} s(i^1) \\ s(i^2) \end{pmatrix}; S(J) = \begin{pmatrix} s(j^1) & s(j^2) \end{pmatrix}.$$

Матриця  $D_i(A)$  описує деонтологічні оцінки виграшів  $A$  агента  $i$  з позиції агента  $i$ ; матриця  $D_j(A)$  описує деонтологічні оцінки виграшів  $A$  агента  $j$  з позиції агента  $i$

$$D_i(A) = \begin{pmatrix} d_i(a_{11}) & d_i(a_{12}) \\ d_i(a_{21}) & d_i(a_{22}) \end{pmatrix};$$

$$D_j(A) = \begin{pmatrix} d_j(a_{11}) & d_j(a_{12}) \\ d_j(a_{21}) & d_j(a_{22}) \end{pmatrix}.$$

Формалізація матриць деонтологічних оцінок стратегій  $i$  виграшів дозволяє відновити вигляд функцій  $M_i(i_3, j_3)$  і  $M_j(i_3, j_3)$  наступним чином. Функція  $M_i(i_3, j_3)$  визначається шляхом порівняння матриці  $M_i$ , що одержується з матриць  $S(I)$ ,  $S(J)$  і  $D_i(A)$ , і однією з стандартних булевих матриць в [8]. Аналогічно, функція  $M_j(i_3, j_3)$  визначається шляхом порівняння матриці  $M_j$ , що одержується з матриць  $S(I)$ ,  $S(J)$  і  $D_j(A)$ , і однією з стандартних булевих матриць

$$M_i = \begin{pmatrix} s(i^1) & s(j^1) & d_i(a_{11}) \\ s(i^1) & s(j^2) & d_i(a_{12}) \\ s(i^2) & s(j^1) & d_i(a_{21}) \\ s(i^2) & s(j^2) & d_i(a_{22}) \end{pmatrix};$$

$$M_j = \begin{pmatrix} s(i^1) & s(j^1) & d_j(a_{11}) \\ s(i^1) & s(j^2) & d_j(a_{12}) \\ s(i^2) & s(j^1) & d_j(a_{21}) \\ s(i^2) & s(j^2) & d_j(a_{22}) \end{pmatrix}.$$

Формалізація процесу імітації уявлення агента  $j$  агентом  $i$  представляється системою двох рівнянь

$$\begin{cases} i_3 = i_1 + (1 - i_1)(1 - i_2)M_i(i_3, j_3) \\ j_3 = j_1 + (1 - j_1)(1 - j_2)M_j(i_3, j_3) \end{cases}$$

В результаті вирішення першого рівняння, зв'язаного з агентом  $i$ , визначається значення змінної  $i = i_3$ , яке розглядається як перша бажана стратегія  $\hat{i}^1$  агента  $i$ :  $\hat{i}^1 = i = i_3$ ;  $\hat{i}^2 = 1 - \hat{i}^1$ ;  $\hat{i}^1 + \hat{i}^2 = 1$ . Друге рівняння зв'язане з агентом  $i$ , що імітує поведінку агента  $j$ . В результаті його вирішення визначається значення змінної  $j = j_3$ , яке розглядається як перша бажана стратегія  $\hat{j}^1$  агента  $j$ :  $\hat{j}^1 = j = j_3$ ;  $\hat{j}^2 = 1 - \hat{j}^1$ ;  $\hat{j}^1 + \hat{j}^2 = 1$ .

При вирішенні системи рівнянь приймаються наступні важливі допущення. Стратегії  $i^1$  і  $j^1$  гравців в класичній матричній грі розглядаються як значення змінних  $i_1$  і  $j_1$ :  $i_1 = i^1$ ;  $j_1 = j^1$ . Значення змінних  $i_2$  і  $j_2$  (очікувані стратегії агентів) дорівнюють значенням  $i_1$  і  $j_1$  (фактичним стратегіям агентів) до і в момент вибору стратегій:  $i_2 = i_1$ ;  $j_2 = j_1$ . Бажані стратегії агентів-реалістів розглядаються як стратегії агентів, і їхнє визначення є рішенням рефлексивної матричної гри.

В загальному випадку стратегії агентів в рефлексивній матричній грі відрізняються від стратегій гравців в класичній матричній грі. Аналіз даних матриць дозволяє визначити характер рефлексивного управління конфліктною ситуацією і є предметом подальших досліджень.

## Висновки

В статті запропонований метод формалізації ситуації конфлікту інтересів між учасниками проекту оборонного призначення під час рефлексивного оцінювання ними конкурентоспроможності результату проекту (продукції або послуг) з використанням математичного апарату теорії рефлексивних матричних ігор. Наведені результати можуть бути використані під час розробки інформаційних систем управління проектами оборонного призначення та систем підтримки прийняття рішень у сфері військово-технічного співробітництва.

## Список літератури

1. Рось А.О. Концептуальні засади моделювання інформаційної боротьби / А.О. Рось, І.В. Замаруєва, В.Л. Петров // Наука і оборона. – 2000. – №2. – С. 46-53.

2. Таран Т.А. Булевы модели рефлексивного управления в ситуации выбора / Т.А. Таран // Автоматика и телемеханика. – 2001. – № 10. – С. 103-117.

3. Таран Т.А. Рефлексивное управление в конфликтных ситуациях / Т.А. Таран, В.Н. Шемаев // Тезисы IV международного симпозиума “Рефлексивные процессы и управление”. – М., изд-во “Институт психологии РАН”. – 2003. – С. 142-145.

4. Новиков Д.А. Рефлексивные игры / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 160 с.

5. Ярушек В.Е. Модель задачи управления организационными системами на основе принципов рефлексии / В.Е. Ярушек, С.А. Козлов // Искусственный интеллект в системах управления: науч.-метод. мат.-лы. Ч.1. – Х.: ВИРТА ПВО. – 1989. – С. 194-213.

6. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления / В.Е. Ярушек, В.П. Прохоров, Б.Н. Судаков, А.В. Мишин. – Х.: ХВУ, 1993. – 446 с.

7. Лефевр В.А. Конфликтующие структуры / В.А. Лефевр. – М.: Сов. радио, 1971. – 157 с.

8. Lefebvre Vladimir A. Sketch of Reflexive Game Theory. In Proceedings Workshop on Multi-Reflexive Models of Agent Behavior, pages 1-42, Fuller Lodge, Los Alamos, New Mexico. – 1998.

9. Губко М.В. Теория игр в управлении организационными системами / М.В. Губко, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ. – 2002. – 148 с.

10. Крушевский А.В. Теория игр / А.В. Крушевский. – К.: Вища школа, 1977. – 216 с.

11. Минько Э.В. Качество и конкурентоспособность / Э.В. Минько, М.Л. Кричевский. – СПб.: Питер, 2004. – 268 с.

12. Котлер Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер. – М.: “Бизнес-книга”, “ИМА-Кросс. Плюс”, 1995. – 560 с.

13. Феклистов А.О. Метод оцінки конкурентоспроможності продукції оборонного призначення в умовах інформаційного протиборства конкуруючих сторін / А.О. Феклистов, П.В. Каїка // Зб. наук. пр. Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. – Х.: ОНДІ ЗС, 2006. – Вип. 2 (4). – С. 74-81.

14. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK-Guide). Fourth Edition. An American National Standard (ANSI/PMI 99-001-2008). – Project Management Institute, Inc. 2008 – 507 p.

15. Постанова Кабінету Міністрів України “Про організаційні заходи щодо функціонування системи державних закупівель”. – 27.09.2000 р. – № 1469.

Надійшла до редакції 7.02.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.М. Сотніков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ СИТУАЦИИ РЕФЛЕКСИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ В ПРОЕКТАХ ОБОРОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.А. Феклистов

Рассматривается метод формализации ситуации конфликта интересов между участниками проекта оборонного назначения во время оценивания ними конкурентоспособности результата проекта (продукции или услуги)

**Ключевые слова:** проект оборонного назначения, конкурентоспособность продукции, рефлексивное оценивание.

## THE METHOD OF SITUATION FORMALIZATION OF REFLEXIVE ASSESSMENT OF PRODUCT COMPETITIVENESS IN DEFENCE PROJECTS

A.O. Feklistov

The article considers method of situation formalization of conflict between project stakeholders at the time of reflexive assessment of competitiveness of project results (product or service).

**Keywords:** defence project, competitiveness of product, reflexive assessment.