

Лугінін О.Є.,
кандидат технічних наук, професор,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
(Херсонський філіал)

ОЦІНКА ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ РИЗИКІВ ПІД ЧАС УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЗА ТЕОРІЄЮ ІГОР

Лугінін О.Є. Оцінка підприємницьких ризиків під час управління проектами за теорією ігор. Указано на необхідність використання апарату теорії ігор у прийнятті управлінських рішень за наявності ризиків і конфліктної ситуації в підприємницькій діяльності у разі невизначеності. За основними причинами невизначеності надано класифікацію видів ігор за прийнятими їх категоріями. На основі наведеного прикладу розглянуто практичну схему парної стратегічної гри, яка достатньо часто зустрічається на практиці у випадках однокрокової та змішаної стратегій гравців. Наведено напрями подальших досліджень у прийнятті управлінських рішень за математичними моделями.

Ключові слова: підприємницькі ризики, проект, невизначеність інформації, теорія ігор, оптимальні рішення, завдання теорії ігор, хід гри, учасники гри, стратегія гравця, платіжна матриця, парна гра, множинна стратегія гри, седлова точка гри, ціна гри.

Лугинин А.Е. Оценка предпринимательских рисков при управлении проектами по теории игр. Показана необходимость использования аппарата теории игр в принятии управленческих решений при наличии рисков в конфликтной ситуации в предпринимательской деятельности в случаях неопределенности внешней и внутренней информации. На основании причин неопределенности дана классификация видов игр по принятым категориям. На основе приведенного примера дана практическая схема парной стратегической игры, которая довольно часто встречается на практике в случаях одношаговой и смешанной стратегий участников игры. Указаны направления дальнейших исследований в принятии управленческих решений с использованием математических моделей.

Ключевые слова: предпринимательские риски, проект, неопределенность информации, теория игр, оптимальные решения, задания теории игр, ход игры, участники игры, стратегия игрока, платежная матрица, парная игра, множественная стратегия игры, седловая точка игры, цена игры.

Looginin O.Ye. The assessment of business risks on the theory of games. The necessity of using the apparatus of game theory in making managerial decisions in the presence of risks and a conflict situation in business in cases of uncertainty of external and internal information is shown. Based on the causes of uncertainty, a classification of the types of games according to the accepted categories is given. On the basis of the given example, a practical scheme of a paired strategic game is considered, which is quite often encountered in practice in cases of one-step and mixed strategies of the game participants. Directions for further research in making management decisions using mathematical models are indicated.

Key words: business risks, project, information uncertainty, game theory, optimal solutions, game theory assignments, the course of the game, participants of the game, player's strategy, payment matrix, doubles, multiple game strategy, saddle point of the game, the price of the game.

Постановка проблеми. Здійснення підприємницької діяльності у прийнятті господарських рішень в управлінні проектами проходить в умовах невизначеності зовнішньої та внутрішньої інформації за наявності підприємницьких ризиків. У зв'язку із цим виникають питання управління ризиками, що полягає в їх оцінці з використанням відповідних методів і моделей.

У статті описується процедура практичної схеми у прийнятті оптимальних рішень за теорією ігор за наявності конфліктної ситуації між сторонами, які беруть у ній участь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням із використанням теорій ігор у прийнятті управлінських рішень в умовах невизначеності інформації і наявності конфліктної ситуації між сторонами присвячено праці вітчизняних учених: В.В. Вітлін-

ського, Д.А. Штефаніча, В.В. Лук'янової, С.М. Ілляшенка, С.В. Білоусової, М.Б. Медведєва, а також зарубіжних науковців: А.М. Дуброва, В.М. Трояновського, Г. Оуена та ін.

Постановка завдання. Метою статті є висвітлення сучасної класифікації ігор у підприємницькій діяльності в прийнятті оптимальних господарських рішень і огляд практичної схеми парної стратегічної гри партнерів.

Виклад основного матеріалу. Основу діяльності організацій (фірм, компаній, підприємств) в умовах ринкової економіки становить вільне підприємництво. Як зазначено в Законі України про підприємництво, йому властиві риси вільного вибору діяльності, самостійне формування програм господарювання, вільне розпорядження прибутком після внесення платежів,

залучення до підприємницької діяльності на добровільних засадах майна і коштів юридичних і фізичних осіб.

Здійснення підприємництва у прийнятті господарських рішень проходить в умовах неповної, неточної або суперечливої інформації, тобто в умовах невизначеності ситуації, на яку впливає внутрішнє і зовнішнє середовище організацій за наявності підприємницьких ризиків. Зазначимо, що під *підприємницьким (господарським) ризиком* [1] як різновиду економічного ризику слід розуміти загрозу або небезпеку виникнення збитків у будь-яких видах діяльності, пов'язаних із виробництвом продукції чи наданням послуг та їх реалізацією, товарно-грошових чи фінансових операціях, комерційній діяльності, здійсненням соціально-економічних та науково-технічних програм. *Невизначеність* (часткова або повна) означає неможливість оцінки майбутнього розвитку подій як у разі ймовірності їх реалізації, так і з виду їх прояву.

Ризик являє собою складну економічно-управлінську категорію, під час визначення якої має місце низка протиріч, тому управління ризиком (ризик-менеджмент) у процесі розроблення і реалізації нових проектів (програм) є реагування на події та зміни ризиків у процесі здійснення господарської діяльності організацій.

Одним із найважливіших етапів управління ризиком є його кількісне оцінювання. Воно може бути здійснено за допомогою: аналітичних підходів, заснованих на використанні аналітичних економіко-математичних методів і моделей [1–7]; застосування статистичних критеріїв за умови повної невизначеності [1–3; 5; 7]; здійснення евристичного підходу на основі експертного обговорення ризикових проблем [1; 4; 5]; упровадження імітаційного моделювання [1; 5; 7]; використання спеціальних математичних моделей за теорією оптимального управління на основі принципу максимуму Понтрягіна [1; 2]; побудови економіко-математичних моделей за теоріями ігор і корисності [1; 2; 4–13].

У даній статті наведено сучасну класифікацію ігор у підприємницькій діяльності і розглянуто практичну схему парної гри партнерів за теорією ігор.

Теорія ігор – це побудова математичної моделі реалізації управлінського рішення в умовах невизначеності ризикової події за наявності конфліктної ситуації. Ситуація вважається *конфліктною*, якщо інтереси сторін, які беруть у ній участь, повністю або частково протилежні. При цьому повинні бути відомі можливі способи поведінки (дії) учасників, тобто правила гри. Тому така модель конфліктної ситуації називається *грою*.

Теорія ігор була вперше запропонована американським математиком Дж. фон Нейманом у 1928 р., коли ним була доказана головна теорема теорії ігор – *теорема мінімаксу*. Подальший розвиток теорія ігор отримала після виходу в 1944 р. книги Дж. Неймана і О. Моргенштерна «Теорія ігор і економічна поведінка». Нині теорія ігор набуває поширення в отриманні оптимальних рішень в умовах невизначеності та конфліктної ситуації в прикладних напрямках економіки та менеджменту.

Невизначеність результату в теорії ігор зумовлюється причинами, які можна об'єднати в такі групи [8]:

а) особливості правил гри зумовлюють таку множину варіантів її розвитку, що передбачити результат гри заздалегідь неможливо;

б) джерелом невизначеності є вплив випадкових чинників;

в) невизначеність зумовлюється відсутністю інформації про дії противника та його стратегію.

Стратегія гравця – це план, згідно з яким він здійснює вибір своєї дії у будь-якій можливій ситуації і за будь-якої можливої інформації.

Завдання теорії ігор – визначення оптимальних стратегій гравців, які за багаторазового повторення гри забезпечують гравцям максимально можливий вигравш.

Хід гри – це вибір однієї із запропонованих правилами гри дій.

Учасники гри (гравці) – окремі особи, підприємницькі структури, а також різні явища й об'єкти природи.

У сучасній теорії ігор не існує встановленої класифікації їх видів, однак за відповідними критеріями по зазначених причинах [6; 8] можливо виділити такі види ігор у підприємницькій діяльності:

1) за кількістю гравців: *парна гра*, коли в ній приймають участь дві особи; вона найбільш пророблена з математичного погляду і поширена на практиці; *множинна гра*, коли в ній приймають участь N гравців;

2) за кількістю стратегій: *кінцева гра*, якщо кожен гравець має кінцеву кількість стратегій;

безкінцева гра; коли хоча б один із гравців має безкінцеву кількість можливих стратегій;

3) за взаємовідносинами сторін: *коаліційна гра*, коли гравці можуть вступати у взаємовідносини, скласти коаліцію;

4) за характером вигравшу: *гра з нульовою сумою*, коли сума вигравшу всіх гравців у кожній партії дорівнює нулю, її відносять до класу антагоністичних, тому що вигравш одного гравця дорівнює програшу другого; *гра з нульовою сумою*, в якій потрібно вносити вкладення за право участі в ній;

5) за видом функцій вигравшу: *матрична гра* – це кінцева гра двох гравців із нульовою сумою; *біматрична гра* – кінцева гра з ненульованою сумою та ін. (безперервна, випукла, сепарабельна) [6];

6) за кількістю ходів: *однокрокова гра*, коли вона закінчується після одного кроку кожного гравця за своєю стратегією; *багатокрокова* (змішана) гра, коли гравці використовують декілька стратегій;

7) за інформованістю сторін: *гра з повною інформацією*, якщо кожен гравець на кожному ході гри знає всі раніше використані стратегії інших гравців; *гра з неповною інформацією*;

8) за ступенем неповноти інформації: *статистична гра* – в умовах часткової невизначеності; *стратегічна гра* – за повної невизначеності.

Після загальних положень за теорією ігор розглянемо *практичну схему* стратегічної парної гри з нульовою сумою (сума вигравшів обох гравців дорівнює нулю), яка досить часто має місце на практиці [7–13]. Така гра складається з двох ходів, коли перший гравець вибирає одну зі своїх стратегій A_i ($i=1,2,\dots,m$), а другий гравець – одну із своїх можливих стратегій B_j ($j=1,2,\dots,n$). За такого вибору другий гравець здійснює свої дії за повного незнання вибору першого. У разі вибору першим гравцем i -ї стратегії A_i , а другим гравцем – j -ї стратегії B_j результат гри визначається числом a_{ij} . Таке число означає вигравш першого гравця і

програш другого. Величини a_{ij} утворюють прямокутну матрицю $C=(a_{ij})$ з m рядів і n стовпців. Така матриця називається *платіжною*. У загальному вигляді ця матриця записується у такому вигляді:

$$C = \begin{Bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

Якщо перший гравець вибирає стратегію A_i , то в найгіршому випадку він одержить виграш $\min_j a_{ij}$, величина якого означає найменший елемент i -го рядка i платіжної матриці. Тому перший гравець повинен вибрати таку стратегію, щоб максимізувати свій мінімальний виграш. Отже, величина $\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$ означає гарантований виграш першого гравця і називається *нижньою ціною гри*.

Другий гравець за вибору стратегії B_j у найгіршому випадку програє величину $\max_i a_{ij}$, яка означає найбільший елемент у j -му стовпці платіжної матриці. Тому другий гравець повинен обрати таку стратегію, щоб мінімізувати свій максимальний програш. Отже, величина $\beta = \min_j \max_i a_{ij}$ – гарантований програш другого гравця, яка називається *верхньою ціною гри*. У разі $\alpha = \beta$ гра називається цілком визначеною, або грою із *сідловою точкою*, а спільне значення нижньої та верхньої ціни гри – *ціною гри*. У такому разі за $\alpha = \beta = \alpha_{i_0 j_0}$ величина $\alpha_{i_0 j_0}$ називається сідловою точкою, якій відповідають оптимальні гравці.

Тоді для першого гравця оптимальною є стратегія A_{i_0} , а для другого – B_{j_0} .

Розглянемо практичну схему визначення нижньої та верхньої цін парної гри, заданої, наприклад, платіжною матрицею:

$$C = \begin{Bmatrix} 4 & 5 & 3 & 6 \\ 2 & 6 & 1 & 7 \\ 5 & 8 & 2 & 4 \end{Bmatrix}$$

Мінімальні величини виграшу та програшу за платіжною матрицею будуть:

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij} = \max(3; 1; 2) = 3;$$

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij} = \min(5; 8; 3; 7) = 3.$$

Оскільки $\alpha = \beta = 3$, то платіжна матриця має сідлову точку $a_{1,3} = 3$, і гра цілком визначена. Оптимальними стратегіями будуть: для першого гравця – A_1 ; для другого гравця – B_3 .

Якщо матриця платежів не має сідлової точки, то $\alpha \neq \beta$ і для збільшення (зменшення) свого середнього виграшу (програшу) гравцями вони повинні здійснювати свій вибір із декількох стратегій. Такі стратегії називаються *змішаними*.

У здійсненні гри з платіжною матрицею розміром $m \times n$ змішана стратегія першого гравця задається ймовірностями $x=(x_1, x_2, \dots, x_m)$, а змішана стратегія другого гравця – $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$. Ймовірності стратегій повинні задовольняти умовам:

$$\sum_{i=1}^m X_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m ;$$

$$\sum_{j=1}^n Y_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Теорія ігор заснована на теоремі, згідно з якою кожна закінчена гра має хоча б один розв'язок, який визначає прийняття змішаної стратегії. Виграш (програш) першого (другого) гравця під час застосування змішаних стратегій визначається як математичне сподівання виграшу (програшу) за формулою:

$$M(X, Y) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_i Y_j a_{ij} \quad (3)$$

Використання змішаної стратегії дає можливість першому (другому) гравцям одержати виграш (програш) за ціною Z :

$$Z = \max_x \min_y M(X, Y) = \min_y \max_x M(X, Y) \quad (4)$$

При цьому величина ціни повинна знаходитися у межах $\alpha \leq Z \leq \beta$.

Задачі матричної гри без сідлової точки з використанням змішаних стратегій можуть бути зведені до задачі лінійного програмування [8; 10; 11].

Висновки: Розглянуто основні причини прояву невизначеності результату в теорії ігор, в також головні поняття цієї теорії.

Надано сучасну класифікацію теорії ігор на підставі відповідних критеріїв ігор за групами причин їх невизначеності у підприємницькій діяльності.

Висвітлено практичну схему парної стратегічної гри із заданою платіжною матрицею за однією чи декількома стратегіями гравців, що часто зустрічається на практиці. За їх змішаних стратегій визначаються математичне сподівання виграшу (програшу) гравців та ціна гри.

Перспективою подальших досліджень із даної проблеми є розроблення практичної схеми множинної гри з декількома гравцями у прийнятті оптимального управлінського рішення за невизначеності інформації та наявності конфліктної ситуації у підприємницькій діяльності. Заслужує уваги також проблема отримання оптимальних управлінських рішень за теорією оптимальних процесів під час використання принципу максимуму Понтрягіна.

Список використаних джерел:

1. Лугінін О.Є. Моделювання національних і світових процесів: методологія побудови і використання моделей з обґрунтування господарських рішень: монографія. Миколаїв: СПД Румянцев Т.В., 2016. 343 с.
2. Лугінін О.Е., Фомина В.Н. Экономико-математические методы и модели: теория и практика с решением задач: учеб. пособ. Р-н/д: Феникс, 2009. 440 с.
3. Лугінін О.Є. Управління господарськими ризиками в сучасних умовах. Бізнес-навігатор. 2016. № 2(39). С. 79–85.
4. Лугінін О.Є. Моделювання з управління ризиками проектів в умовах економічної кризи. Бізнес-навігатор. 2017. № 1(40). С. 53–59.
5. Лук'янова В.В., Головач Т.В. Економічний ризик: навч. посіб. К.: Академвидав, 2008. 462 с.
6. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: учеб. пособ. / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталева. М.: Финансы и статистика, 2000. 176 с.
7. Ілляшенко С.М. Економічний ризик: навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 220 с.

8. Управління підприємницьким ризиком / за заг. ред. д.е.н., проф. Д.А. Штефаніча. Тернопіль: Економічна думка, 1999. 224 с.
9. Вітлінський В.В., Варченко П.І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2000. 292 с.
10. Медведев М.Г., Барановская Л.В. Игровые методы моделирования экономических систем: учеб. пособ. К.: Европейский университет, 2001. 115 с.
11. Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте. М.: Рус. деловая литература, 2009. 235 с.
12. Белоусова С.В. Опыт исследования операций в оценке конъюнктуры экономических рисков: монография. Херсон: МУБіП, 2004. 350 с.
13. Оуэн Г. Теория игр: учеб. пособ.; пер. с англ. Н.Н. Врублевской, Г.Н. Дюбина, А.Н. Ляпунова; 4-е изд. М.: ИНФРА-М, 2008.