

В. І. Скіцько, асистент кафедри,
ДВНЗ «Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана»

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ, КОНФЛІКТНОСТІ ТА ЗУМОВЛЕНОГО НИМИ РИЗИКУ

АНОТАЦІЯ. В даній статті розглядається проблема прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності та зумовленого ними ризику. Пропонується поглянути на розв'язок цієї проблеми з точки зору теорії ігор. Запропоновано теоретико-ігрову модель прийняття рішення в сфері комерційного кредитування.

ABSTRACT. This article is devoted to problem of decision-making in the conditions of uncertainty, conflict and risk. It is offered to look at this problem from the point of view of the theory of games. The author suggest game-theoretical model of decision-making in commercial crediting.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. прийняття рішень, невизначеність, конфліктність, ризик, теорія ігор, теоретико-ігрова модель, особа, що приймає рішення (ОПР), комерційне кредитування.

В сучасних ринкових умовах економіки приймати рішення, особливо ефективні, стає все дедалі важче. Для того, щоби рішення мали якомога менший негативний наслідок для підприємства (чи будь-якої іншої організації), особа, що приймає рішення (ОПР), повинна володіти знаннями з різних галузей науки. Зокрема, знати техніку і технологію прийняття рішень, економіко-математичні методи, теорію інформації, логіку, соціологію, економіку, психологію поведінки людини тощо. Крім того, така особа повинна добре орієнтуватися в системах підтримки прийняття рішень (СППР), зокрема, інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень (ІСППР).

ІСППР є новітнім напрямком у сфері інформаційних систем та технологій. З кожним роком з'являються все нові ІСППР і їх кількість та сфери застосування непинно зростають. Цей ріст буде продовжуватися і надалі через те, що кількість інформації збільшується, а час на прийняття рішення зменшується. Оперативність та правильність рішення є актуальними завжди і їх роль тільки буде зростати. А тому людина вимушена різні процеси прийняття рішень, які вона робила самотійно, «віддати комп'ютеру». Але

це ні в якому разі не зменшує роль людини в процесі прийняття рішень, а навпаки, так як саме від людини залежить як вона скористається доступними їй засобами для прийняття рішень. І саме від людини залежить наскільки ці рішення будуть якісними, раціональними та обґрунтованими.

Метою даної роботи є висвітлення такої проблеми, як прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності та зумовленого ними ризику в контексті теоретико-ігрового моделювання.

Прийняття рішень — це процес, який починається з виникнення певної проблеми, її ідентифікації і закінчується вибором рішення з її усунення або використання [1].

Характерною рисою будь-якої ситуації прийняття рішення є наявність певної кількості варіантів дій, з яких потрібно обрати найкращий. Рішення — це вибір відповідного напрямку дій з можливих варіантів. Вибір найкращого варіанта є *прийняттям рішення* [2]. Аналогічне визначення подається в [3], де говориться, що під *прийняттям рішення* потрібно розуміти особливий процес людської діяльності, що спрямований на вибір найкращого варіанта дій.

Зауважимо, що існує суттєва різниця між рішенням як таким та процесом його прийняття. Можна вважати, що рішення є остаточним результатом процесу, а процес прийняття рішень містить лише «події, які ведуть до моменту вибору та відбуваються після нього» [4, 5].

Процес прийняття рішень зазвичай складається з певних етапів (кроків), різні переліки та послідовності яких зазначені, зокрема, в працях [1, 3, 5, 6]. В даній роботі наведемо етапи та процедури процесу прийняття рішень згідно з [5, с. 27]:

Перший етап — «Постановка задачі розв'язання проблеми». Тут виконуються такі процедури: 1) виникнення нової ситуації; 2) виявлення проблеми; 3) збір необхідної інформації; 4) опис проблемної ситуації;

Другий етап — «Розробка варіантів рішення». Процедури даного етапу: 1) формулювання вимог, обмежень; 2) збір необхідної інформації; 3) розробка можливих варіантів рішення;

Третій етап — «Вибір рішення». Процедури, що виконуються на даному етапі: 1) визначення критеріїв вибору; 2) вибір рішень, відповідних критеріям; 3) оцінка можливих наслідків; 4) вибір кращого рішення;

Четвертий етап — «Організація виконання рішення та його оцінка». Процедури даного етапу: 1) план реалізації обраного рішення; 2) контроль ходу реалізації рішення; 3) оцінка розв'язання проблеми та виникнення нової ситуації.

Традиційно вибір найкращого варіанту дій (прийняття рішення) здійснюється за допомогою числової функції, критерію оптимальності. Найприйнятнішим вважається той варіант, який залежно від умов ситуації прийняття рішення забезпечує максимум (або мінімум) обраного критерію. На сьогодні існує низка методів та засобів, що допомагають ОПР прийняти рішення [2]: системний аналіз, теорія масового обслуговування, лінійне і динамічне програмування, теорія керування запасами, мережеве моделювання, експертні оцінки, вивчення й узагальнення досвіду, метод індукції тощо. Використання тих чи тих методів та засобів залежить, перш за все, від професійної компетентності, досвіду роботи, соціально-психологічних особливостей ОПР та умов, за яких відбувається прийняття рішень.

Зокрема, залежно від забезпеченості інформацією особа, що приймає рішення, може опинитися в різних умовах невизначеності (від повної невизначеності до повної визначеності).

З погляду економічної теорії *невизначеність* — це об'єктивна неможливість здобуття абсолютного знання про об'єктивні та суб'єктивні фактори функціонування системи, неоднозначність її параметрів [5]. Зокрема, розрізняють три види невизначеності [1]: 1) невизначеність 1-го виду — невизначеність, за якої відомі всі можливі результати та ймовірності цих результатів, одержані статистичними методами або експертним шляхом; 2) невизначеність 2-го виду — невизначеність, за якої відомі всі можливі результати, але неможливо оцінити ймовірність їх настання; 3) невизначеність 3-го виду — невизначеність, за якої неможливо точно оцінити можливі результати та ймовірності їх настання.

Прийняття рішень за умов невизначеності характеризується тим, що неможливо однозначно передбачити їх (рішень) наслідки. Наприклад, існує деяке підприємство, керівник якого розглядає можливі варіанти майбутнього його розвитку, що характеризуються різним (за величиною) рівнем сподіваного прибутку та різною ймовірністю (об'єктивною чи суб'єктивною), що цей прибуток буде досягнуто власне на цьому сподіваному рівні. Така непевність призводить до того, що прибуток стає випадковою величиною, деяку характеристику якої можна максимізувати лише за умови прийняття низки гіпотез та коли у керівника підприємства наявна певна схильність (несхильність) до ризику як міри (ступеня) невизначеності.

Другою умовою, за якої приймається рішення, є конфліктність.

Під *конфліктом* розуміють будь-яке явище, щодо якого можна говорити про незбіг інтересів його учасників, про їх дії, про наслідки явища, до яких ці дії призвели та призводять, про сто-

рони, так чи інакше зацікавлені у цих наслідках, і про сутність цієї зацікавленості за нетотожності інтересів [7]. Конфлікт — це особлива форма міжособистісних стосунків, що є предметом вивчення психології, економіки та філософії [2, 7].

Конфліктною ситуацією називається ситуація, коли стикаються інтереси двох чи більше сторін, які мають суперечливі цілі, причому виграш кожної зі сторін залежить від того, як будуть поводитися інші [2]. Ситуація конфлікту є невід’ємною складовою ринкової економічної системи, оскільки існує об’єктивна обмеженість природних та інших ресурсів, зокрема, грошових коштів, необхідних для функціонування підприємств, а також існують обмеження місткості ринку збуту, що зумовлюють, зокрема, конкуренцію між виробниками за споживача. Уникнути участі у конфлікті за сьогоденних умов ринку часто просто не можливо. Проте є природне бажання розробити таку стратегію поведінки щодо участі в конфлікті, яка б гарантувала уникнення найбільш несприятливих, інколи катастрофічних наслідків, і забезпечити прийнятні результати.

Невизначеність та конфліктність є передумовами виникнення ризику. Крім того в якості третьої передумови виникнення ризику в [2] зазначається ще й *альтернативність*, під якою розуміють властивість економічного ризику, що висувається як необхідна умова потреби в оцінюванні, управлінні чи виборі з кількох найбільш вигідних стратегій (альтернатив, варіантів).

Правила прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності і зумовленого ними ризику базуються на різних концепціях, найвідомішою, й широко застосовуваною серед яких є концепція теорії ігор та статистичних рішень [7]. Оскільки теорія ігор є теорією моделей прийняття рішень, то вона не займається цими рішеннями як психологічними, вольовими актами, не займається вона й питаннями їх фактичної реалізації. В рамках теорії ігор рішення, що приймаються, виступають як достатньо спрощені та ідеалізовані схеми реальних явищ; при цьому ступінь спрощення не повинна бути більша за відомі межі, за якими модель вже втрачає суттєві риси явища [8].

Отже, *теорія ігор* — це розділ сучасної математики, в якому вивчаються математичні моделі прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності, тобто в ситуаціях, коли інтереси сторін (гравців) або протилежні (у випадку антагоністичних ігор) або не збігаються, хоча й не є протилежними (у випадку ігор з непротилежащими інтересами) [7—9].

Більша частина математичних моделей у теорії ігор є некооперативними іграми. Некооперативна гра — це модель взаємодії

кількох гравців, у процесі якої не можуть формуватися коаліції та координувати свої дії. Основною моделлю для аналізу некооперативної поведінки є гра в нормальній формі. Ґрунтуючись на [9], дамо наступне визначення.

Визначення. Нехай N — скінчена множина гравців, для позначення яких використовується індекс i . Тоді *грою в нормальній формі* називається сукупність, яка для кожного гравця $i \in N$ містить:

- множину стратегій X_i , елементи якої позначаються x_i ;
- функцію виграшів (функцію корисності) u_i , яка є відображенням із $X_N = \times_{i \in N} X_i$ в R , де R — множина дійсних чисел. Елемент $x = (x_i)_{i \in N}$ з множини X_N називається результатом гри.

Гравець i обирає будь-яку стратегію $x_i \in X_i$. Після того як кожен з гравців обрав свою стратегію, визначаються результат x та виграш i -го гравця $u_i(x)$. В описаній вище моделі немає ні випадкових ходів, ні гравців, які б моделювали невизначеність.

Для того, щоби врахувати в моделі умови невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику, можна використати-ся, зокрема, схемою гри з економічним середовищем, складовими якої є [7]:

1) *перший гравець* — особа, що приймає рішення (ОПР), вибір стратегії поведінки якої базується на множині $S = (s_1, s_2, \dots, s_m)$ взаємовиключних рішень (чистих стратегій), одне з яких йому необхідно прийняти;

2) *другий гравець* — економічне середовище, яке може перебувати в одному з n взаємовиключних станів θ_j , що утворюють множину сценаріїв $\Theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$, один з яких обов'язково настане;

3) відсутність у ОПР апіорної інформації про те, в якому зі своїх станів перебуватиме економічне середовище (яке рішення прийме другий гравець);

4) точне знання ОПР функціоналу оцінювання (матриці) $F = (f_{kj} : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$, елемент якого f_{kj} є кількісною оцінкою ефективності результату у разі вибору ним стратегії s_k при реалізації стану економічного середовища θ_j ($k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$).

Під інформаційною ситуацією (ІС) розуміють певний ступінь градації невизначеності щодо перебування економічного середо-

вища в одному зі своїх можливих станів у момент прийняття особою, що приймає рішення (гравцем), рішення. Залежно від інформаційної ситуації, тобто ступеня невизначеності, можуть використовуватися різні критерії прийняття рішень, детально з якими можна ознайомитися, зокрема, в роботах [2, 5, 7].

Основним джерелом ризику в ситуації конфлікту є навмисна, свідомо протидія супротивника, зумовлена розбіжністю, антагоністичністю інтересів учасників конфлікту. Апарат теорії ігор дає змогу зменшувати ризики в умовах конфліктних ситуацій за рахунок вибору раціональних стратегій поведінки ОПР.

Зокрема, в сфері комерційного кредитування, коли одне підприємство реалізує продукцію іншому підприємству на умовах відтермінування платежу, виникає конфліктна ситуація, пов'язана з ціною на продукцію. В грі підприємство, що реалізує продукцію, будемо ототожнювати з особою, що приймає рішення, або гравцем *A*. Друге підприємство, яке купує продукцію, будемо ототожнювати з гравцем *B*. У загальному вигляді можна записати наступний алгоритм розв'язку гри:

1) визначення варіантів власної поведінки ОПР — стратегій гравця *A*;

2) визначення варіантів поведінки іншого підприємства — стратегій гравця *B*;

3) оцінювання наслідків для всіх варіантів комбінацій стратегій гравця *A* та гравця *B* — побудова платіжної матриці;

4) оцінювання можливості розв'язання гри в чистих стратегіях — перевірка наявності у платіжній матриці сідлових точки. В разі, якщо така можливість є, то гра розв'язана;

5) оцінювання можливості розв'язання гри в змішаних стратегіях — якщо сідлової точки немає, проте виконуються передумови застосування змішаних стратегій;

6) розв'язок гри в змішаних стратегіях.

Нехай у гравця *A* є *m* можливих стратегій: $A_1, A_2, \dots, A_m$, а в гравця *B* — *n* можливих стратегій: $B_1, B_2, \dots, B_n$. Тоді елементи платіжної матриці a_{ij} , ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$) будуть відображати, зокрема, фінансовий результат, який отримає гравець *A* від застосування стратегії A_i , за умови що гравець *B* обрав стратегію B_j . Якщо це число додатне, то гравець *A* отримує виграш у розмірі a_{ij} , якщо від'ємне — то програш (зазнає збитків). Очевидно що елементів платіжної матриці буде $m \times n$.

Фінансовий результат, який може отримати гравець A від застосування певної стратегії, в нашому випадку може визначатися складовою ціни продажу — націнкою або прибутком. У сфері комерційного кредитування така ціна (націнка) перш за все залежить від імовірності невчасного повернення коштів за реалізовану продукцію, повернення коштів не в повному обсязі або взагалі не повернення коштів.

У загальному випадку величину націнки, що залежить від ймовірності не повернення коштів покупцем, можна записати наступним чином:

$$H = H_0 + (P_H / (1 - P_H)) \times (1 + H_0), \quad (1)$$

де H_0 — націнка продажу, яка є складовою ціни при фактичній відсутності ризику. Зокрема, в якості орієнтовного значення H_0 можна прийняти, мінімальну націнку продажу, яка дає можливість підприємству сплатити всі податки, покрити всі витрати пов'язані з оперативною діяльністю і залишитися з нульовим чистим прибутком або залишитися з чистим прибутком в запланованому об'ємі;

P_H — ймовірність не повернення коштів покупцем;

$(P_H / (1 - P_H)) \times (1 + H_0)$ — приріст націнки продажу.

З (1) видно, що наявність ризику не повернення коштів за придбаний товар покупцем призводить до необхідності підвищення відносної націнки продажу на величину, що лінійно збільшується при зростанні ймовірності не повернення P_H . При значеннях ймовірності не повернення P_H , що наближаються до одиниці, націнка продажу буде зростати. Зауважимо, що при істотному підвищенні націнки продажу підприємство ризикує втратити покупців, проте, компенсуючи ризик втрати покупців з низьким доходом, підприємство знижує ризик власних втрат.

Коли платіжна матриця побудована, можна спробувати розв'язати гру в чистих стратегіях. Для цього потрібно визначити нижню та верхню ціну гри, та перевірити, чи наявна в матриці сідлова точка.

Нижньою ціною гри називається елемент матриці, для якого виконується умова:

$$a = \max_i \min_j a_{ij}. \quad (2)$$

Нижня ціна гри показує, що хоч би яку стратегію застосовував гравець B , гравець A гарантує собі виграш, не менший за a .

Верхньою ціною гри називається елемент, що задовольняє умову:

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij}. \quad (3)$$

Верхня ціна гри гарантує для гравця B , що гравець A не отримає виграш, більший за β .

Сідловою точкою називається елемент матриці, для якого виконується наступна умова:

$$a = \beta. \quad (4)$$

У цій точці найбільший з мінімальних виграшів гравця A точно дорівнює найменшому з максимальних програшів гравця B , тобто мінімум у якому-небудь рядку матриці збігається з максимумом у будь-якому стовпці. Якщо платіжна матриця має сідлову точку, то вона відповідає оптимальному компромісу гравців і відповідна пара стратегій є розв'язком гри.

Якщо сідлових точки не існує, то потрібно розв'язати гру у змішаних стратегіях. *Змішана стратегія гравця* — це застосування його чистих стратегій за багаторазового повторення гри в тих самих умовах із заданими ймовірностями.

Припустимо, що для гравця A відомі ймовірності $p_1, p_2, \dots, p_m$ ($\sum_{i=1}^m p_i = 1$) застосування ним стратегій $A_1, A_2, \dots, A_m$, і відповідно для гравця B відомі ймовірності $q_1, q_2, \dots, q_n$ ($\sum_{j=1}^n q_j = 1$) застосування ним стратегій $B_1, B_2, \dots, B_n$. Тоді сподіваний виграш гравця A буде дорівнювати:

$$M(A, \bar{p}, \bar{q}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} p_i q_j, \quad (5)$$

де $\bar{p}$ і $\bar{q}$ — вектори відповідних ймовірностей, а p_i, q_j — компоненти цих векторів.

Застосовуючи свої змішані стратегії, гравець A намагається максимально збільшити свій сподіваний виграш, тобто прагне досягти виконання умови:

$$\beta = \min_{\bar{q}} \max_{\bar{p}} M(A, \bar{p}, \bar{q}). \quad (6)$$

Гравець B , застосовуючи свої змішані стратегії, намагається, щоб сподіваний виграш гравця A був якомога мінімальним, тобто гравець B прагне досягти виконання іншої умови:

$$\alpha = \max_{\bar{p}} \min_{\bar{q}} M(A, \bar{p}, \bar{q}). \quad (7)$$

Позначимо $\bar{p}^0$ і $\bar{q}^0$ вектори, що відповідають оптимальним змішаним стратегіям гравців A і B , тобто такі вектори $\bar{p}^0$ і $\bar{q}^0$, за яких існує рівність:

$$\min_{\bar{q}} \max_{\bar{p}} M(A, \bar{p}, \bar{q}) = \max_{\bar{p}} \min_{\bar{q}} M(A, \bar{p}, \bar{q}) = M(A, \bar{p}^0, \bar{q}^0). \quad (8)$$

Таким чином, розв'язком гри є: $\bar{p}^0$ — оптимальна змішана стратегія гравця A ; $\bar{q}^0$ — оптимальна змішана стратегія гравця B ; сподіваний виграш гравця A за умови використання обома гравцями змішаних стратегій.

Змішані стратегії будуть оптимальними ($\bar{p}^0$ і $\bar{q}^0$), якщо вони утворюють сідлову точку для функції $M(A, \bar{p}^0, \bar{q}^0)$, тобто

$$M(A, \bar{p}^0, \bar{q}^0) \geq M(A, \bar{p}^0, \bar{q}). \quad (9)$$

За вибору оптимальних стратегій гравцю A завжди буде гарантований сподіваний виграш, не менший, ніж ціна гри, за будь-якої фіксованої стратегії гравця B (а для гравця B навпаки).

Прийняття рішень є щоденним процесом у будь-якій діяльності людини. Одні рішення є дуже важливими, впливають на долю багатьох інших людей, а інші рішення — не дуже. Зазвичай, рішення, які приймаються на підприємстві, можуть мати наслідки для багатьох людей як позитивні, так і негативні. Наприклад, рішення про збільшення ціни на продукцію може призвести до того, що у працівників підприємства збільшиться заробітна плата за умови, що обсяги продаж не впадуть. Але якщо обсяги продаж впадуть унаслідок того, що покупці в кращому випадку будуть купувати даний товар меншими обсягами, то зарплата працівників може й зменшитися. Тому потрібно ґрунтовно підходити до прийняття такого рішення.

Для того, щоб рішення були ефективними (якісними, оперативними тощо) існує низка наукових напрямків, які допомагають прийняти рішення. В даній роботі було показано, що рішення приймаються зазвичай в умовах невизначеності, конфліктності та

зумовленого ними ризику та показано яким чином можна застосувати теоретико-ігрову модель прийняття рішення в сфері комерційного кредитування.

Так як під час прийняття рішень ОПР володіє не тільки кількісною інформацією, а й якісною (некількісною) інформацією, то подальші дослідження щодо прийняття рішень, зокрема, в сфері комерційного кредитування потрібно спрямувати на аналіз та можливість використання такого інструментарію, який би це враховував. Наприклад, це можуть бути нейронні мережі, генетичні алгоритми, нечітка логіка.

Література

1. Вітлінський В.В., Шапаров О.Д. Теорія інтелектуальних систем прийняття рішень // Моделювання та інформаційні системи в економіці: 36. наук. праць. — К.: КНЕУ, 2008. — Вип. 78. — С. 58—69.
2. Ризики в підприємстві: оцінювання та управління: Навч. посіб. / А.В. Шегда, М.В. Голованенко; За ред. А.В. Шегди. — К.: Знання, 2008. — 271 с.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник / Изд. второе, перераб. и доп. — М.: Логос, 2002. — 392 с.
4. Дерлоу Д. Ключові управлінські рішення: Технологія прийняття рішень: Посібник / Пер. з англ. Р.А. Семків, Р.Л. Ткачук. — К.: Всеуви-то: Наук. думка, 2001. — 242 с.
5. Клименко С.М., Дуброва О.С. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2005. — 252 с.
6. Литвак Б.Г. Разработка управленческих решений: Учебник. — 3-е изд., испр. — М.: Дело, 2002. — 392с.
7. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. — К.: КНЕУ, 2004. — 480 с.
8. Оуэн Г. Теория игр: Пер. с англ. — М.: Мир, 1971. — 230 с.
9. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики: Пер. с франц. — М.: Мир, 1985. — 200с.
10. Боровкова В.А. Управление рисками в торговле. — СПб.: Питер, 2004. — 288 с. — (Серия «Теория и практика менеджмента»).

Стаття надійшла до редакції 29.12.08 р.