

ЕКОНОМІЧНА ТЕОРІЯ ТА ІСТОРІЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДУМКИ

DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2021-72-1>

УДК 519.83:336.76

Іващенко М.В.

кандидатка економічних наук, доцентка,
Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого

Ivashchenko Maryna

Yaroslav Mudryi National Law University

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ІГОР ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ НА ФІНАНСОВИХ РИНКАХ

USE OF GAME THEORY FOR MODELING ECONOMIC BEHAVIOR IN FINANCIAL MARKETS

У статті проаналізовано методи моделювання за допомогою теорії ігор впливу інформації, що курсує всередині та поза межами ринку, на біржові курси і ціни через стратегічну поведінку людей, які безпосередньо здійснюють фінансові операції. Виділено кілька послідовних дій учасників фінансового ринку, заснованих на концепціях теорії ігор: гравець на фінансовому ринку повинен вибрати свій стиль торгівлі або інвестування; гравець має чітко зрозуміти, ким є інші гравці в цій грі; на фінансовому ринку існує обмеженість раціональності дій учасників; важливою є аналітична робота, яка виключає емоційну складову частину прийняття рішень; учасник фінансового ринку повинен сформувати власну стратегію. Обґрунтовано, що якби люди вели себе більш передбачувано і якби ймовірності успіху не залежали від дій інших учасників, розвиток ринку був би надзвичайно повільним. Але фінансовою поведінкою рухають мотиви, інформація, репутація, припущення, надії, готовність ризикувати, стимули та інші нестатистичні показники. Автором розроблено методику використання теорії ігор в практиці прийняття інвестиційних рішень за умови, що інвестор хоче придбати цінних паперів на фондовій біржі на 10 000 грн. та розглядає акції однієї з двох компаній: або А, або В. Виділено послідовні дії учасників фінансового ринку, засновані на концепціях теорії ігор.

Ключові слова: теорія ігор, моделювання економічної поведінки, фінансовий ринок, інвестиційні рішення.

В статье проанализированы методы моделирования с помощью теории игр влияния информации, курсирующей внутри и за пределами рынка, на биржевые курсы и цены через стратегическое поведение людей, непосредственно осуществляющих финансовые операции. Выделены несколько последовательных действий участников рынка, основанных на концепциях теории игр: игрок на финансовом рынке должен выбрать свой стиль торговли или инвестирования; игрок должен четко понять, кем являются другие игроки в этой игре; на финансовом рынке существует ограниченность рациональности действий участников; важна аналитическая работа, которая исключает эмоциональную составляющую принятия решений; участник рынка должен сформировать собственную стратегию. Обосновано, что если бы люди вели себя более предсказуемо и если вероятности успеха не зависели от действий других участников, развитие рынка был бы очень медленным. Но финансовым поведением двигают мотивы, информация, репутация, предположение, надежды, готовность рисковать, стимулы и другие нестатистические показатели. Автором разработана методика использования теории игр в практике принятия инвестиционных решений при условии, что инвестор хочет приобрести ценных бумаг на фондовой бирже на 10 000 грн и рассматривает акции одной из двух компаний: или А или В. Выделены последовательные действия участников рынка, основанные на концепциях теории игр.

Ключевые слова: теория игр, моделирование экономического поведения, финансовый рынок, инвестиционные решения.

The article analyzes simulation methods using game theory of the influence of information that runs inside and outside the market on exchange rates and prices through the strategic behavior of people directly involved in financial transactions. The purpose of the research conducted in the article is to simulate an investor's economic behavior to make an investment decision using a game theory methodology. To select the types of games that are suitable for the financial markets, the classification of game theory is generalized. A variety of factors and all kinds of behavioral strategies make up an event space that is measured by behaviors. It is determined that exchange players are building different strategies that lead to the required results only in specific game conditions, without using the standard theory of general equilibrium. The financial market can be considered a non-cooperative, continuous and parallel zero-sum game whose participants possess perfect information. There are several sequential actions of financial market participants based on the concepts of game theory: the player in the financial market must choose his style of trading or investing; the player must clearly understand who the other players are in the game; there is a limited rationality in the actions of participants in the financial market; analytical work that excludes the emotional component of decision making is important; the financial market participant must formulate its own strategy. It is justified that if people behaved more predictably (would be much slower in responding to different situations, making minor adjustments to the intended strategy or not changing it at all), and if the probability of success did not depend on the actions of other participants, market development would be extremely slow. But financial behavior is driven by motives, information,

reputation, assumptions, hopes, willingness to take risks, incentives and other non-statistical indicators. The author has developed a method of using game theory in the practice of making investment decisions, provided that the investor wants to buy securities on the stock exchange for 10,000 UAH. and examines the shares of one of two companies: either A or B. The sequential actions of financial market participants based on game theory concepts are revealed.

Key words: *game theory, modeling of economic behavior, financial market, investment decisions.*

Постановка проблеми. Будь-який бік суспільного життя перетинається з тими чи іншими іграми. Ігри в класичному розумінні (шахи, карти тощо) залежать не тільки від чистої випадковості, а й від поведінки інших гравців, які в рамках правил гри переслідують свої цілі, пов'язані з вигодою. Крім того, безліч дій в межах економічної поведінки також мають ознаки ігор, що є предметом дослідження теорії ігор, у рамках якої був розроблений спеціальний математичний апарат для опису і передбачення результатів гри. За допомогою дослідницького апарату теорії ігор можна, наприклад, описати статистику підкидання монет або кісток, розробити антитерористичні сценарії або ж проаналізувати різні військові стратегії.

В економіці за допомогою теорії ігор можна пояснити, як інформація, що курсує всередині та поза межами ринку, перетворюється в біржові курси і ціни. Це відбувається тому, що інформація впливає на стратегічну поведінку людей, які безпосередньо здійснюють фінансові операції. Причому ця поведінка не завжди передбачувана.

Така операція, як торгівля акціями, на перший погляд, не може жодним чином асоціюватися з іграми. Але, як свідчать дослідження (в тому числі і відзначені Нобелівськими преміями), моделі поведінки учасників фінансового ринку мають спільні аспекти з моделями поведінки учасників будь-яких інших ринків. Це зумовлено тим, що взаємодії контрагентів відбуваються в ринковому середовищі, яке і формує спільні поведінкові мотиви. До того ж активно розвиваються також і так звані поведінкові фінанси (behavioural finance), в яких аналізуються соціокультурні стандарти інвесторів, їхня психологія та особливості прийняття інвестиційних рішень [1].

Аналіз досліджень і публікацій. Основи теорії ігор зародилися ще в 18-му столітті, з початком епохи просвітництва і розвитком економічної теорії, але це були окремі розрізнені дослідження, які не претендували на фундаментальність. Початком ґрунтовних досліджень в галузі теорії ігор вважається праця «Теорія ігор і економічна поведінка» (Theory Of Games And Economic Behavior, 1944) Джона фон Ноймана (John von Neumann) і Оскара Моргенштерна (Oskar Morgenstern), в якій сформульовано основні теоретико-методологічні принципи теорії ігор та ключові терміни [2]. Відомим Нобелівським лауреатом в теорії ігор є Джон Форбс Неш, в роботах якого закладено класифікації ігор, від якої залежало формування стратегій гравця, а також здійснено цілу низку розробок, що здійснили переворот в Мейнстрімі – рівновага за Нешем, ігри з нульовою та ненульовою сумою, задача про оборудку тощо.

Присудження в 2005 р Нобелівських премій Р. Ауману і Т. Шеллінгу свідчить про те, що теорія ігор в даний час – один із ключових напрямів формування нових економічних теорій, так як в ній економічні ринки моделюються як поля ігор, на яких здійснюються стратегічні дії агентів. Їх роботи присвячені аналізу соціальних проблем та конфліктів з використанням методології теорії ігор. При цьому Т. Шеллінг досліджував проблеми співробітництва та конфліктів з точки зору економіки [3], а Р. Ауман – математичного моделювання [4].

Теорія ігор успішно може використовуватись і для моделювання поведінки гравців на фінансовому ринку, зокрема, пояснювати причини виникнення «економічних бульбашок», ірраціональної поведінки інвестора, надмірної реакції тощо.

Метою дослідження, проведеного в статті, є моделювання економічної поведінки інвестора задля прийняття інвестиційного рішення за допомогою методології теорії ігор.

Методологія та методи дослідження. Методами, що використані в статті для дослідження, стали: теоретичне узагальнення, аналіз, синтез для узагальнення існуючих класифікацій та концепцій теорії ігор; метод економічного аналізу для виявлення закономірностей здійснення інвестиційних дій; метод дослідження фактів, явищ і реалій існуючої практики функціонування фінансового ринку; метод математичного моделювання для аналізу моделей поведінки інвестора; графічний метод для побудови дерева інвестиційних рішень.

Методологія дослідження базується на класифікації ігор на: кооперативні, некооперативні та гібридні; симетричні та несиметричні; ігри з нульовою сумою та з ненульовою сумою; паралельні та послідовні, ігри з повною інформацією та ігри з неповною інформацією, дискретні та диференціальні тощо [5].

Таке різноманіття типологізації ігор дозволяє використовувати їх для моделювання економічної поведінки на різних ринках.

Виклад основного матеріалу. Головними передумовами, з яких виходить теорія ігор, є інформація, на основі якої приймаються рішення. Відповідно, інформація може бути досконалою (всі учасники гри мають однаково повний доступ до інформації), та недосконалою (не всі гравці мають одночасний доступ до повної інформації, що ускладнює процес прийняття рішень).

У теорії ігор фінансовий ринок не розглядається як анонімний – тут масові явища трапляються скоріше у винятковому порядку, а не постійно [6]. Суб'єкти тут – самостійні гравці, які по всій можливості використовують те, що їм надано. Хоча цей варіант і об-

межує прогноз на основі статистики минулих років, потрібно взяти до уваги, що фінансовий ринок – це не самоналагоджувальна і саморегулююча система, для успішного існування в якій гравцям потрібно лише стежити за його тенденціями. Як тільки розгляд принципів взаємозв'язків досліджуваної ситуації почне домінувати над завданнями ще більшого уточнення фундаментальних значень і оптимізації стандартної моделі, в грі з'являться різні лінії поведінки гравців.

Розмаїття чинників і всіляких стратегій поведінки становлять якість загальне ціле (яке в теорії ігор називається «простір подій»), яке цілком вимірюється за допомогою моделей поведінки, в основу яких покладено теорію ймовірностей. У свою чергу теорія ігор, ґрунтуючись на своїх моделях, створює з їх допомогою поведінкові контексти (які називаються стратегічними іграми), подальший аналіз яких – це чисто математична задача.

Жоден із гравців на біржі не спирається у своїх рішеннях на принципи, аналогічні підкиданню монети або гри в рулетку. Дійсно, вести себе так, як наказує стандартна теорія загальної рівноваги, було би просто нерозумно, адже біржа – це не казино. Біржові гравці будують різні стратегії, що приводять до необхідних результатів тільки в конкретних умовах гри.

Тим часом, якщо характеристика гравців ринку не дозволяє отримати стабільний прогноз їх поведінки, то ігрові моделі є абсолютно необхідним аналітичним засобом для аналізу ситуації, що склалася. Адже навіть такі прості базові моделі з теорії ігор, як, наприклад, «дилема ув'язнених» [7], дуже часто допомагають точно відобразити весь спектр ризику і дати диференціювати кількісну оцінку [8]. У цьому разі чим чіткіше вдається виявити цілі противника, а відповідно і власний ризик, тим легше буде передбачити результат гри і знайти стратегію, яка змінить гру на свою користь.

Якщо звернутися до методології класифікації теорії ігор, то фінансовий ринок можна вважати некооперативною, безперервною і паралельною грою з нульовою сумою, учасники якої володіють досконалою інформацією. Можна виділити кілька послідовних дій учасників фінансового ринку, що базуються на концепціях теорії ігор.

1. Існує взаємозв'язок між видом діяльності на фінансовому ринку, стилем поведінки та стратегією прийняття рішень. Різні трейдери, переслідуючи свої цілі діяльності (скальпінг чи довгострокова діяльність), поводитимуться по-різному.

2. Гравець має чітко ідентифікувати інших учасників гри. Якщо точно встановити цілі діяльності інших гравців неможливо, можна спробувати змодельовати припущення про них. Ідентифікація трейдера дозволяє зрозуміти його основні мотиви діяльності та очікувані стратегії з їхнього боку. Якщо це селфтрейдер, то, ризикуючи власним капіталом, він поводитиме себе інакше, ніж інституціональний трейдер, що торгує капіталом фінансової установи. Також важливе значення матиме

частота здійснення транзакцій (від денних до довгограючих трейдерів), стратегії яких також різняться. Розуміння сутності діяльності трейдера дасть змогу ще до виходу на ринок спробувати зрозуміти їх стратегію та, відповідно, сформулювати свою.

3. Як і на інших ринках, на фінансовому ринку існує обмеженість раціональності дій учасників [9], а тому не варто сподіватись на раціональну поведінку інвесторів та зваженість їх рішень. Існує також вірогідність відсутності чіткої стратегії, хаотичної гри і покладання на удачу.

4. Важливою передумовою входу на ринок є аналітична робота, яка виключає емоційну складову прийняття рішень і дозволяє входити тільки в разі отримання певних якісних торгових сигналів, що свідчать про якість можливих операцій. Така аналітична робота є обов'язковою передумовою, незважаючи на цілі трейдера.

5. Для успішної аналітичної роботи сам учасник фінансового ринку повинен сформулювати власну стратегію. Сама теорія ігор специфічно визначає стратегію як детальний опис дій суб'єкта господарювання в будь-яких можливих обставинах. Виходячи з цього, сама стратегія повинна представляти собою дерево стратегій, яке показує, як мусить діяти трейдер в залежності від ситуації. Фактично трейдер матиме сценарії поведінки в залежності від того, яким чином розвиватиметься ситуація. Для побудови таких сценаріїв може бути використана як найочевидніша змінна ціна, так і інші, що будуть специфічними для кожної сфери діяльності.

Якби люди вели себе більш передбачувано (набагато повільніше реагували б на різні ситуації, вводили б незначні корекції в намічену стратегію або зовсім не міняли б її), як усе ще передбачається в деяких моделях, і якби ймовірності успіху не залежали від дій інших учасників, розвиток ринку був би надзвичайно повільним. Але фінансовою поведінкою рухають мотиви, інформація, репутація, припущення, надії, готовність ризикувати, стимули та інші нестатистичні показники.

Розмаїття чинників і всіляких стратегій поведінки становлять якість загальне ціле (зване в теорії ігор простором подій), яке цілком вимірюється навіть за допомогою моделей поведінки, в основу яких покладено теорію ймовірностей. У свою чергу, теорія ігор, ґрунтуючись на своїх моделях, створює з їх допомогою поведінкові контексти (які називаються стратегічними іграми), до подальшого аналізу яких можуть залучатись математичні методи.

Жоден з гравців на біржі або інвестор не спирається у своїх рішеннях на принципи, на кшталт підкидання монети або гри в рулетку. Дійсно, вести себе так, як наказує стандартна теорія загальної рівноваги, було б просто нерозумно, адже фінансовий ринок – це не казино, а тому мають місце різні стратегії, що приводять до необхідних результатів тільки в конкретних умовах гри.

Розглянемо на прикладі, як використовується теорія ігор в практиці прийняття інвестиційних рішень.

Уявімо таку ситуацію, коли інвестор хоче придбати цінних паперів на фондовій біржі на 10 000 грн. та розглядає два варіанти: акції компанії А або акції компанії В. При цьому є зібрані аналітичні дані, що свідчать про підвищену ризикованість цінних паперів компанії А, їх прогнозна прибутковість становить 50% прибутку від вартості інвестиції протягом наступного періоду. У випадку настання несприятливих зміни кон'юнктури фондової біржі відбудеться зменшення вартості інвестиції на 20%. У свою чергу компанія В, акції якої є менш ризикованими, в умовах підвищення котирувань гарантує 15% прибутку з інвестицій, а в умовах зниження котирувань – лише 5%. Всі статистичні та аналітичні публікації, які є у вільному доступі для всіх учасників ринку, прогнозують ймовірність підвищення котирувань 60% і ймовірність зниження котирувань 40%. Виходячи з цих даних, інвестору слід прийняти рішення про вибір компанії, в яку слід вкласти гроші (табл. 1).

Все різноманіття процесу прийняття рішення, можливі сценарії розвитку подій в залежності від зазначеної інформації можуть бути також представлені у вигляді дерева рішень (рис. 1). Логіку рисунку побудовано на використанні двох вершин – «вирішальної» (квадрат), з якої виходять дві гілки – альтернативні покупки акцій, та «випадкову» (коло). Інші гілки в моделі відповідають сценаріям зміни біржових котирувань з урахуванням вірогідності їх настання.

Виходячи з отриманим деревом прийняття рішень про інвестиції на рис. 1, отримуємо очікуваний річний прибуток для кожного з представлених альтернативних варіантів.

Розрахунок прибутковості акцій компанії А: $5000 \times 0,6 + (2000) \times 0,4 = 2\ 200$ (грн).

Розрахунок прибутковості акцій компанії В: $1500 \times 0,6 + 500 \times 0,4 = 1\ 100$ (грн).

Виходячи з наведених розрахунків, найбільш вигідним є інвестиційне рішення про купівлю акцій компанії А.

У методології теорії ігор процеси, що відбуваються з підвищенням і зниженням котирувань на біржі, мають назву «стани природи», які реалізуються через випадкові події (в нашій моделі з вірогідністю 60% і 40%). Згідно з моделюванням ситуації через теорію ігор, задача прийняття рішень може включати n станів природи і m альтернативних рішень. Якщо p_i ймовірність j -го стану природи, а a_{ij} – платіж, пов'язаний з прийняттям рішення i при стані природи j ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$), то вірогідний платіж для розв'язання i можна розрахувати таким чином:

$$MV_i = a_{i1}p_1 + a_{i2}p_2 + \dots + a_{in}p_n, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$.

Оптимальним розв'язанням буде те, що відповідає $MV_i^* = \max_i \{MV_i\}$ або $MV_i^* = \min_i \{MV_i\}$, зважаючи на те, має місце дохід (прибуток) або збиток (витрати).

У наведеній моделі задані ймовірності 60% і 40% зміни котирувань акцій на біржі в бік підвищення або зниження можуть бути визначені з публічних фінансових даних, наприклад, Індексу Української біржі (UX), який розраховується, виходячи з вартості акцій компаній, що котируються на ринку і входять в індексний кошик. Індекс Української біржі може відігравати роль природи в цій грі. Індексний кошик складається з 10 найбільш ліквідних акцій, в ній представлені компанії з різних галузей економіки [10]. Таким чином, зміна індексу відображає загальний напрям руху цін акцій – наскільки зростають або падають основні акції українських компаній. Протягом торговельної сесії індекс перераховується кожні 15 секунд. На сайті Investfunds.

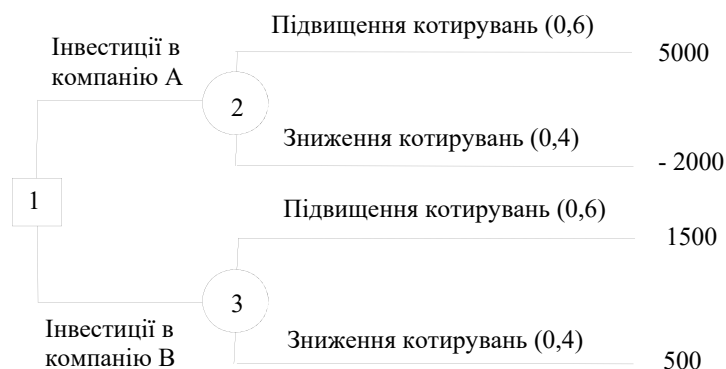


Рис. 1. Дерево рішень для задачі інвестування

Таблиця 1

Вихідні дані для прийняття рішення

Альтернативні варіанти рішень	Річний прибуток від інвестиції 10 000 грн.	
	за умови підвищення котирувань (грн)	за умови зниження котирувань (грн)
Акції компанії А	5000	-2000
Акції компанії В	1500	500
Ймовірність настання події (%)	60	40

на значення індексу оновлюються кожну хвилину протягом торгової сесії. Зміни в списку індексу можуть відбуватися раз на квартал (15 березня, 15 червня, 15 вересня і 15 грудня).

Далі вводимо припущення, що інвестор вирішив не покладатися на розрахунки індексу Української біржі, а на основі консультацій з професійним експертом, здійснив приватне дослідження. Фінансовий експерт, долучений до консультацій, може висловлюватись «за» інвестиції або «проти» інвестицій. Далі цю думку експерта буде трансформовано у кількісне визначення: якщо існують передумови підвищення котирувань, то експерт із 90%-ю ймовірністю висловиться «за» інвестиції, якщо котирування матимуть тенденцію до зниження, то ймовірність його рішення «за» становитиме не більше 50%. Ця додаткова інформація може становити певну користь.

Оскільки вибір акцій конкретної компанії для більшості інвесторів залежить скоріше не від поведінки конкретних контрагентів на фондовому ринку, а від кон'юнктури на фондовому ринку, що складатиметься в поточний момент, то для моделювання поведінки інвестора доречно використовувати модель «гра з природою», в якій гравець (G) є інвестором.

У нашій моделі думка експерта являє собою умовні ймовірності v_1 «за», v_2 «проти» при умовах, які ми

визначаємо як стани природи у вигляді m_1 підвищення і m_2 зниження котирувань.

Тоді ймовірнісні співвідношення виглядатимуть так:

$$P\{v_1 | m_1\} = 0,9, P\{v_1 | m_2\} = 0,1, \\ P\{v_2 | m_1\} = 0,5, P\{v_2 | m_2\} = 0,5.$$

Ця додаткова інформація дозволить сформулювати прийняття рішення за такою схемою:

1. При висловленні експерта «за» акції якої саме компанії доцільно купувати – компанії А чи компанії В?
2. При висловленні експерта «проти» акції якої саме компанії доцільно купувати – компанії А чи компанії В?

Таку інвестиційну задачу можна змодельовати, використовуючи дерево рішень, наведене на рис. 2. Вузол 1 вказує на таку випадкову подію, яка представлена думкою експерта. Відповідно, думки представлені двома варіантами: «за» та «проти». Вузли 2 і 3 відповідають ситуаціям вибору між акціями компанії А та компанії В у відповідних комбінаціях із «за» та «проти» експерта. Вузли 4–7 відповідають ситуаціям підвищення або зниження котирувань.

Альтернативи, показані на рис. 2, можна оцінити за допомогою обчислення апостеріорних ймовірностей $P\{m_i | v_j\}$, що знаходяться на відповідних гілках. На представленій моделі ці альтернативи виходять з

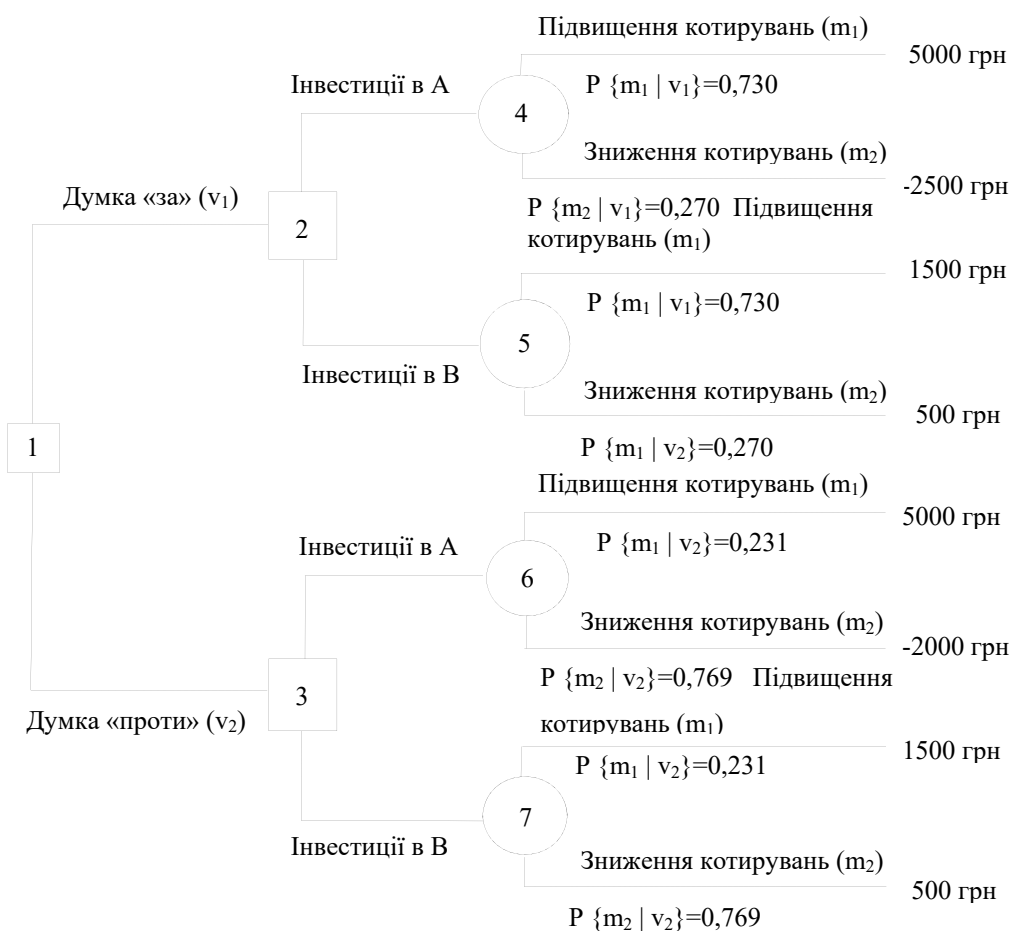


Рис. 2. Модель дерева рішень з урахуванням апостеріорних можливостей

вузлів 4–7. Ці апостеріорні ймовірності вираховуються завдяки збору аналітичної інформації та рекомендаціях експерта з використанням такого алгоритму.

$$P\{m_i, v_j\} = P\{v_j | m_i\} P\{m_i\} \text{ для всіх } i \text{ і } j. \quad (2)$$

При заданих апіорних ймовірностях $P\{m^1\} = 0,6$ і $P\{m^2\} = 0,4$ ймовірності спільного формування ситуацій розраховуються як добуток першого та другого рядків таблиці, отриманої за дії 1, на 0,6 і 0,4 відповідно.

Розраховуємо абсолютні ймовірності.

$$P\{v_j\} = \sum P\{m_i, v_j\}, \text{ для всіх } j \quad (3)$$

по всім i .

Обчислюємо апостеріорні ймовірності, що шукаються, за формулою:

$$P\{m_i, v_j\} = \frac{P\{m_i, v_j\}}{P\{v_j\}}. \quad (4)$$

Ймовірності, що знайшли своє відображення на рис. 2, мають відмінності з вихідними апіорними ймовірностями $P\{m^1\} = 0,6$ і $P\{m^2\} = 0,4$.

Далі можна здійснити оцінку альтернативних рішень, засновану на ймовірних платежах для вузлів на моделі дерева рішень 4–7.

У результаті думки експерта «за» можемо розрахувати дохід інвестора:

Від акцій компанії А в вузлі 4 = $5000 \times 0,730 + (2000) \times 0,270 = 3110$ (грн).

Від акцій компанії В в вузлі 5 = $1500 \times 0,730 + 500 \times 0,270 = 1230$ (грн).

Очевидним рішенням буде здійснювати інвестування в акції компанії А.

У результаті думки експерта «проти» можемо розрахувати дохід інвестора:

Від акцій компанії А в вузлі 6 = $5000 \times 0,231 + (2000) \times 0,769 = 383$ (грн).

Від акцій компанії В в вузлі 7 = $1500 \times 0,231 + 500 \times 0,769 = 731$ (грн).

Очевидним буде рішення про інвестування в акції компанії В. Слід зазначити, що попередні висновки еквівалентні твердженням, що очікувані платежі в вузлах 2 і 3 дорівнюють 3110 і 731 грн відповідно (рис. 2). Це означає, що при відомих ймовірностях $P\{v1\} = 0,74$ і $P\{v2\} = 0,26$, обчислених на кроці 3, можна визначити очікувану плату для всього дерева рішень.

Висновок. Отже, ми отримали згідно з теорією ігор модель прийняття інвестиційних рішень. Це означає, що, дотримуючись вихідних передумов та маючи можливість скласти портфель акцій, інвестор повинен мати стратегію та чітко прорахувати дії на фінансовому ринку. Біржові гравці будують різні стратегії, що приводять до необхідних результатів тільки в конкретних умовах гри, не використовуючи стандартну теорію загальної рівноваги.

Список літератури:

1. Смагін В.Л. Базові економічні концепції формування сучасного фінансового ринку. *Зовнішня політика і дипломатія: традиції, тренди, досвід*. 2017. Випуск 24. Серія «Економічні науки». С. 136–143
2. John von Neumann, Oskar Morgenstern. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press. 625 p.
3. Шеллинг Томас. Стратегія конфлікту. URL: <http://bourabai.ru/library/shelling.pdf> (дата звернення 10.01.2021).
4. Auman R. J. “War and peace”. Nobel prize lecture, 2005. URL: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/2005/aumann-lecture.pdf (дата звернення: 18.01.2021).
5. Friedman Daniel. On economic applications of evolutionary game theory. *Evolutionary Economics*. 1998. № 8. P. 15–43. URL: <https://leeps.ucsc.edu/media/papers/EconAppEvolGameTheory3-1-98.pdf> (дата звернення: 18.01.2021).
6. Ferguson, Thomas S. *Game Theory. UCLA Department of Mathematics*. P. 56–57. URL: https://www.math.ucla.edu/~tom/Game_Theory/mat.pdf#page=56 (дата звернення: 21.01.2021)
7. Kreps David, Robert Wilson, Paul Milgrom, John Roberts. Rational Cooperation in the Finitely Repeated Prisoners Dilemma. *Journal of Economic Theory*. 1982. № 27(2). P. 245–52.
8. Shoham Yoav. Computer Science and Game Theory. *Communications of the ACM*. 2008. № 51 (8). P. 75–79. URL: <http://www.robotics.stanford.edu/~shoham/www%20papers/CSGT-CACM-Shoham.pdf> (дата звернення: 21.01.2021)
9. Шкодін І., Дерід І., Зеленко О. Цифрова трансформація глобального банківництва: проблеми і перспективи. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2019. № 3 (30). С. 45–51.
10. Индекс UX. Investfunds. URL: <http://investfunds.ua/markets/indicators/indeks-ux/> (дата звернення: 25.01.2021)

References:

1. Smagin V. (2017) Bazovi ekonomichni koncepciyi formuvannya suchasnogo finansovogo rynku [Basic economic concepts of modern financial market formation]. *Foreign policy and diplomacy: traditions, trends, experience*, vol. 24, pp. 136–143.
2. John von Neumann, Oskar Morgenstern. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press. 625 p.
3. Shelling Tomas. Conflict strategy. Available at: <http://bourabai.ru/library/shelling.pdf> (accessed 10 January 2021)
4. Auman R.J. (2005) «War and peace». Nobel prize lecture. Available at: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/2005/aumann-lecture.pdf (accessed 18 January 2021)
5. Friedman Daniel (1998) On economic applications of evolutionary game theory. *Evolutionary Economics*, no. 8, pp. 15–43. Available at: <https://leeps.ucsc.edu/media/papers/EconAppEvolGameTheory3-1-98.pdf> (accessed 18 January 2021).

6. Ferguson Thomas S. Game Theory. UCLA Department of Mathematics. P. 56–57. Available at: https://www.math.ucla.edu/~tom/Game_Theory/mat.pdf#page=56 (accessed 21 January 2021)
7. Kreps David, Robert Wilson, Paul Milgrom, John Roberts (1982) Rational Cooperation in the Finitely Repeated Prisoners Dilemma. *Journal of Economic Theory*, no. 27(2), pp. 245–52.
8. Shoham Yoav (2008) Computer Science and Game Theory. Communications of the ACM, no. 51 (8), pp. 75–79. Available at: <http://www.robotics.stanford.edu/~shoham/www%20papers/CSGT-CACM-Shoham.pdf> (accessed 21 January 2021)
9. Shkodina I., Derid I., Zelenko O. (2019) Cyfrova transformaciya globalnogo bankivnytva [Digital Transformation of Global Banking: Challenges and Prospects]. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*, vol. 3, no. 30, pp. 45–51.
10. Index UX. Investfunds. Available at: <http://investfunds.ua/markets/indicators/indeks-ux/> (accessed 25 January 2021).