№ 9(37) 2024
НАУКА і ТЕХНІКА СЬОГОДНІ
серії: право, економіка, педагогіка, техніка, фізико-математичні науки

УДК 519.83, 338.2

https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-9(37)-453-461

Скасків Лілія Василівна кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри кібернетики та прикладної математики, Державний податковий університет, вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, 08205, https://orcid.org/0000- 0001-9090-6700

Ярова Оксана Анатоліївна кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри кібернетики та прикладної математики, Державний податковий університет, вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, 08205, https://orcid.org/0000-0002-0522-8368

Купріянова Анастасія Олександрівна здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, Державний податковий університет, вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, 08205

ІГРИ З НУЛЬОВОЮ СУМОЮ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У ФІНАНСОВИХ РИНКАХ

Анотація. Ця стаття пропонує важливий огляд і аналіз використання ігор у фінансових ринках, розкриваючи ключові аспекти стратегічного взаємодії учасників. Ігри з нульовою сумою, визначені як ситуації, де виграш одного учасника компенсується втратою іншого, у цій статті виступають як модель конкурентного середовища, де кожен гравець має стратегічні мотивації максимізувати свої вигоди. Це відображає важливість аналізу ринкових відносин у контексті взаємодії гравців, де кожна угода може розглядатися як спеціальний випадок гри з нульовою сумою, в якій виграш одного залежить від втрати іншого.

Стаття не лише розглядає основні принципи і концепції ігор з нульовою сумою, але й виокремлює основні компоненти їх структури, які можуть бути застосовані у фінансових операціях. Окрім того, вона детально описує проблеми, які виникають у цьому контексті, особливості таких ігор та можливі шляхи їх вирішення, а також пропонує ефективні стратегії управління ризиками. Наведені в статті приклади застосування ігор у торгівлі та інвестуванні демонструють реальні сценарії використання цих концепцій у практиці.

Аудиторія, до якої звернута ця стаття, включає фахівців у галузі вищої математики, фінансів та економіки, а також всіх, хто зацікавлений вивченням стратегічних взаємодій у фінансових ринках. Вона пропонує читачам глибокий та змістовний огляд ігор з нульовою сумою, висвітлюючи їхню сутність та практичні застосування в сучасному фінансовому середовищі.

Ігри з нульовою сумою є складними фінансовими стратегіями, де виграш одного учасника призводить до втрати іншого. У фінансових ринках застосування таких ігор може створювати ризики та непередбачуваність. Основна проблема полягає у тому, що ці ігри можуть породжувати нестабільність та знижувати довіру до ринкових учасників. Вони можуть викликати негативні наслідки для фінансової системи, включаючи збитки та зростання волатильності. Недостатня усвідомленість ризиків таких ігор може призвести до неправильних рішень та фінансових втрат. Породження нестабільності на фінансових ринках може мати негативний вплив на всю економіку країни.

Ключові слова: ігри з нульовою сумою, фінансові ринки, теорія ігор, трейдери, баєри, ризики та проблеми, управління ризиками, диверсифікація портфеля, стоп-лос замовлення.

Skaskiv Lilia Vasylivna PhD in physical and mathematicalsciences, associate professor, Associate Professor of Department cybernetics and applied mathematics, State Tax University, St. University, 31, Irpin, 08205, https://orcid.org/0000-0001-9090-6700

Yarova Oksana Anatolyivna PhD in physical and mathematicalsciences, associate professor, Associate Professor of Department cybernetics and applied mathematics, State Tax University, St. University, 31, Irpin, 08205, https://orcid.org/0000-0002-0522-8368

Kupriianova Anastasia Oleksandrivna student of first (bachelor's) level higher education, State Tax University, St. University, 31, Irpin, 08205

ZERO-SUM GAMES AND THEIR APPLICATION IN FINANCIAL MARKETS

Abstract. This article offers an important overview and analysis of the use of games in financial markets, revealing key aspects of the strategic interaction between participants. Zero-sum games, defined as situations where the gain of one participant is offset by the loss of another, are used in this article as a model of a competitive environment where each player has strategic motivations to maximise their benefits. This reflects the importance of analysing market relations in the context of player interaction, where each transaction can be viewed as a special case of a zero-sum game in which the gain of one player depends on the loss of another.

The article not only discusses the basic principles and concepts of zero-sum games, but also identifies the main components of their structure that can be applied to financial transactions. In addition, it describes in detail the problems that arise in

this context, the peculiarities of such games and possible solutions, and offers effective risk management strategies. The examples of gaming in trading and investing provided in the article demonstrate real-life scenarios where these concepts can be applied in practice.

The audience for this article includes specialists in higher mathematics, finance and economics, as well as anyone interested in studying strategic interactions in financial markets. It offers readers an in-depth and meaningful overview of zero-sum games, highlighting their essence and practical applications in the modern financial environment.

Zero-sum games are complex financial strategies where one participant's gain leads to another's loss. In financial markets, the use of such games can create risks and unpredictability. The main problem is that these games can create instability and reduce the confidence of market participants. They can cause negative consequences for the financial system, including losses and increased volatility. Lack of awareness of the risks of such games can lead to wrong decisions and financial losses. Generating instability in financial markets can have a negative impact on the entire economy of the country.

Keywords: zero-sum games, financial markets, game theory, traders, buyers, risks and problems, risk management, portfolio diversification, stop-loss orders.

Постановка проблеми. Дослідження причин та наслідків використання ігор з нульовою сумою у фінансових операціях стає актуальною проблемою. Розуміння складнощів цих ігор дозволить розробити ефективні стратегії управління ризиками на фінансових ринках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато математиків вивчають і аналізують ігри з нульовою сумою та їх застосування у фінансових ринках. Особливо це стосується експертів у галузі фінансової математики, ймовірнісних та статистичних методів, а також дослідників у галузі теорії ігор та фінансів. Деякі з найвідоміших математиків, які проводили дослідження у цій області та отримували нагороди, це Джон Неш, Роберт Мертон, Фішер Блек та Майрон Шоулз. Це лише кілька прикладів математиків, які досліджували ігри з нульовою сумою та їх застосування у фінансових ринках. Ця область активно вивчається та розвивається численними дослідниками з усього світу.

Мета статті - дослідити концепцію ігор з нульовою сумою та їх застосування на фінансових ринках. Це включає вивчення стратегій та тактик, які використовуються у таких іграх, їх вплив на прийняття фінансових рішень та ризики, пов’язані з їхнім застосуванням у реальних умовах. Аналізується, як ігри з нульовою сумою можуть впливати на ринкову динаміку, стратегії учасників та загальну ефективність фінансових операцій.

Виклад основного матеріалу. Ігри з нульовою сумою є важливою концепцією в теорії ігор та фінансовій економіці, яка відображає ситуації, де

виграш одного учасника веде до втрат іншого, і навпаки. У фінансових ринках концепція гри з нульовою сумою виявляється у великій кількості взаємодій між учасниками, де кожен стежить за власним інтересом і реагує на дії інших. У цьому контексті, ринкові учасники, такі як інвестори, трейдери, страхові компанії та інші, вступають у стратегічні взаємодії, спираючись на свої прогнози, аналіз ризиків та попередній досвід. Ця концепція створює конкурентне середовище, що стимулює розробку нових стратегій та методів управління ризиками. Розуміння як саме це працює допомагає розкрити природу ринкової взаємодії та вирішити ключові проблеми управління фінансовими ризиками [1].

До основних принципів та концепцій ігри з нульовою сумою включають наступне [2]:

- Виграш-програш: основний принцип полягає в тому, що виграш одного учасника є програшом для іншого, і навпаки. Сума виграшів і втрат усіх учасників дорівнює нулю.

- Раціональність учасників: припускається, що учасники ігри раціональні і обирають свої стратегії з метою максимізації власних виграшів або мінімізації втрат.

- Стратегічні вибори: учасники ігри обирають свої стратегії на основі очікуваних дій інших учасників та власних цілей.

- Конкуренція та співпраця: гра може бути конкурентною, де учасники діють самостійно та намагаються максимізувати свій виграш, або співпрацювати, де вони можуть укладати угоди та працювати разом для досягнення спільної мети.

- Невизначеність результатів: результати ігри невизначені і можуть бути вплинути різними факторами, такими як випадковість, неочікувані події або дії інших учасників.

- Взаємозалежність стратегій: результати ігри залежать від взаємодії стратегій усіх учасників, і кожен учасник розглядає дії інших учасників при прийнятті своїх власних рішень.

- Немає виграшу без втрати: виграш одного учасника є втратою для іншого, і навпаки. Сума виграшів і втрат усіх учасників завжди дорівнює нулю.

Розуміння цих принципів допомагає аналізувати та передбачати поведінку учасників ігри з нульовою сумою та розробляти стратегії, спрямовані на досягнення оптимальних результатів.

Структура ігри визначається рядом ключових елементів, які визначають взаємодію між учасниками та результати їх дій. Нижче наведено опис основних складових структури ігри [4]:

1. Учасники ігри. Гра з нульовою сумою може мати два або більше учасників, які взаємодіють між собою, змагаючись за отримання максимального виграшу. Це можуть бути інвестори, трейдери, учасники ринку, компанії тощо, залежно від контексту ігри.

2. Стратегії учасників. Кожен учасник ігри має свою власну стратегію, яка визначає його дії та реакції на дії інших учасників. Стратегія може включати в себе вибір торгівельних позицій, розмір інвестицій, часові рамки тощо.

3. Виграші та втрати. Головною властивістю ігри з нульовою сумою є те, що сума виграшів і втрат для всіх учасників завжди дорівнює нулю. Це відображається у тому, що кожна дія або рішення одного учасника впливає на результати всіх інших учасників.

4. Стратегії взаємодії. Учасники ігри взаємодіють між собою, дотримуючись своїх стратегій та реагуючи на дії інших. Взаємодія може відбуватися через торгівельні операції, угоди, конкуренцію за ресурси чи клієнтів, а також через інші форми співпраці або конфлікту.

5. Результати ігри. Результати зазвичай оцінюються в термінах виграшу або втрати кожного учасника в порівнянні з його початковим станом або очікуваннями. Враховуючи концепцію нульової суми, виграш одного учасника компенсується втратою іншого, і загальний результат ігри дорівнює нулю. [6]

Ці елементи складової структури ігри з нульовою сумою допомагають розуміти взаємодію між учасниками та результати їх дій в умовах конкурентного середовища. Така структура використовується для аналізу різних сценаріїв взаємодії на фінансових ринках, де виграші та втрати учасників часто збалансовані та взаємозалежні.

Гра з нульовою сумою може бути успішно застосована у фінансових операціях, де учасники, такі як інвестори, трейдери та фондові брокери, здійснюють операції купівлі-продажу активів. Нижче розглянемо, які аспекти концепцій ігри можуть бути застосовані у фінансових операціях [4]:

- Конкуренція на ринку. Фінансові ринки є конкурентним середовищем, де учасники змагаються за отримання максимального прибутку. У цьому контексті концепція ігри з нульовою сумою може бути застосована для аналізу стратегій конкуренції між учасниками ринку.

- Торгівельні стратегії. Учасники фінансових ринків використовують різні торгівельні стратегії для отримання прибутку. Застосування концепцій ігри з нульовою сумою дозволяє аналізувати та оцінювати ефективність цих стратегій в умовах конкурентного середовища.

- Ризики та втрати. У фінансових операціях існує певний рівень ризику, і виграш одного учасника може призвести до втрати для іншого. Концепція ігри з нульовою сумою допомагає усвідомити ці ризики та розробляти стратегії управління ризиками.

- Аналіз оптимальних стратегій. Застосування теорії ігор у фінансових операціях дозволяє вивчати оптимальні стратегії учасників ринку та прогнозувати їхні дії в різних сценаріях.

- Формування цін. Концепція ігри з нульовою сумою також може бути застосована до вивчення процесу формування цін на фінансових ринках. Учасники ринку взаємодіють між собою, спираючись на свої стратегії, що може впливати на цінову динаміку.

Концепції ігри з нульовою сумою можуть бути корисним інструментом для аналізу та розуміння різних аспектів фінансових операцій, допомагаючи учасникам ринку приймати більш обґрунтовані рішення та оптимізувати свої стратегії.

Але при застосування ігор з нульовою сумою потрібно враховувати проблеми та обмеження, які можуть супроводжувати при взаємодії учасників на фінансових ринках. Деякі з найважливіших проблем включають [3]:

- Спрощені моделі. Багато ігор з нульовою сумою базуються на спрощених моделях ринку, які не враховують всі аспекти реальних фінансових ринків. Це може призвести до виникнення викривлених результатів та недостатньо точних стратегій управління ризиками.

- Відсутність реальних даних. У багатьох випадках дослідники мають обмежений доступ до реальних даних про фінансові ринки, що ускладнює застосування теорій ігор до аналізу фактичних ситуацій.

- Непередбачуваність ринкових умов. Ринкові умови можуть швидко змінюватися через різні фактори, такі як економічні кризи, політичні події або природні катаклізми. Це може ускладнити прогнозування та управління ризиками на основі теорій ігор.

- Надмірна комплексність. Деякі моделі ігор з нульовою сумою можуть бути надто складними та вимагати великої кількості обчислень, що ускладнює їх практичне застосування на практиці.

- Неоднорідність учасників ринку. Учасники фінансових ринків можуть мати різні цілі, стратегії та рівні ризиків, що ускладнює моделювання їх взаємодії в рамках ігор з нульовою сумою.

- Відсутність кооперації. У реальних фінансових операціях учасники можуть співпрацювати або конкурувати між собою, що не завжди враховується в моделях ігор з нульовою сумою.

Незважаючи на ці проблеми, аналіз ігор з нульовою сумою все ще залишається корисним інструментом для розуміння та управління ризиками на фінансових ринках. Однак для досягнення більш точних та реалістичних результатів необхідно вдосконалювати моделі та брати до уваги реальні умови ринку.

Задля кращого застосування ігор у фінансових ринках може бути поліпшення шляхом різноманітних покращень та модифікацій. Ось деякі можливі шляхи для покращення [4]:

- Урахування динамічних умов ринку. Розвиток моделей, які враховують зміни на ринку з часом, допоможе краще адаптувати стратегії учасників до змінних умов.

- Розширення обсягу даних. Збільшення обсягу та якості даних для аналізу дозволить більш точно моделювати реальні ситуації на фінансових ринках.

- Урахування різноманітності учасників ринку. Розробка моделей, які враховують різні типи учасників ринку, такі як інвестори, трейдери, фонди тощо, дозволить краще відтворювати складні взаємодії.

- Врахування ризиків і невизначеності. Розробка моделей, які дозволяють учасникам ринку управляти ризиками та адаптуватися до невизначеності, допоможе зменшити можливі фінансові втрати.

- Розширення методів аналізу. Використання новітніх методів аналізу даних та штучного інтелекту для виявлення складних патернів та розробки більш ефективних стратегій управління ризиками.

- Урахування зовнішніх факторів: Врахування впливу економічних, політичних, соціальних та технологічних факторів на фінансові ринки допоможе краще розуміти динаміку ринку та розробляти більш точні стратегії.

Ці покращення можуть допомогти покращити ефективність моделей ігри та їх застосування на фінансових ринках, забезпечуючи більш точний та реалістичний аналіз ринкових умов і ризиків.

Для того, щоб ігри з нульовою сумою ефективніше використовувалися, потрібно розробити ефективні стратегії управління ризиками задля успішної участі. Нижче наведено кілька ефективних стратегій управління ризиками [3]:

- Диверсифікація портфеля. Розподілення інвестицій між різними активами та ринками може допомогти знизити загальний ризик портфеля. Диверсифікація допомагає зменшити залежність від одного конкретного активу чи ринку та зменшує вплив негативних подій на загальний портфель.

- Стоп-лос замовлення. Встановлення стоп-лос замовлень дозволяє обмежити втрати у випадку невдалої торгівлі. Це механізм, який автоматично закриває позицію, коли ціна досягає певного рівня, що допомагає уникнути значних збитків у разі стрімкого руху ціни.

- Рівень ліквідності. Утримання достатнього рівня ліквідності в портфелі дозволяє швидко реагувати на ринкові зміни та використовувати можливості з придбання або продажу активів.

- Аналіз фундаментальних та технічних факторів. Глибокий аналіз фундаментальних показників компаній та ринків, а також технічних аспектів графіків цін, дозволяє зрозуміти та передбачити напрямок ринку та визначити оптимальні точки входу та виходу з позицій.

- Управління позиціями. Ефективне управління розміром позицій та використанням кредитного плеча допомагає уникнути перенадмірного ризику та зберегти капітал в разі непередбачених подій на ринку.

- Моніторинг ризиків. Постійний моніторинг фінансових ринків та ризикових показників дозволяє оперативно реагувати на зміни умов та вчасно коригувати стратегії управління ризиками.

Застосування цих стратегій управління ризиками допомагає зменшити можливі втрати та максимізувати виграші в умовах ігри на фінансових ринках. [5]

Приклади використання ігри з нульовою сумою у торгівлі та інвестуванні відображає різноманітні сценарії конкуренції та взаємодії на фінансових ринках, де виграш одного учасника може бути втратою для іншого. Нижче ми розглянемо декілька прикладів застосування ігри у торгівлі та інвестуванні [1]:

- торгівля на фондовому ринку: у торгівлі акціями на фондовому ринку учасники взаємодіють між собою, намагаючись отримати максимальний прибуток. Наприклад, якщо один трейдер купує акції певної компанії, іншому трейдеру може бути вигідно продати ці акції в надії на зростання ціни або зниження. Таким чином, конкуренція на фондовому ринку може розглядатися як гра з нульовою сумою, де виграш одного трейдера є втратою для іншого.

- фондові деривативи: у торгівлі фондовими деривативами, такими як опціони або фьючерси, учасники ринку укладають угоди на купівлю або продаж активів у майбутньому за фіксованою ціною. Ці угоди можуть бути розглянуті як гра з нульовою сумою, оскільки виграш одного учасника угоди може бути втратою для іншого.

- конкуренція серед інвестиційних фондів: у сфері інвестування конкуренція між різними інвестиційними фондами також може бути розглянута як гра з нульовою сумою. Інвестиційні фонди змагаються за привернення коштів інвесторів та досягнення максимального рівня доходності. При цьому успіх одного фонду може бути витратою для іншого.

- торгівля на валютному ринку (Forex): у торгівлі валютними парами на Forex учасники ринку купують та продають валюту, спираючись на різні аналізи та прогнози ринкової динаміки. Виграш одного трейдера може бути втратою для іншого, що робить цю сферу схожою на гру з нульовою сумою.

Ці приклади вказують на те, що концепція ігри з нульовою сумою добре відображає реальні сценарії конкуренції та взаємодії на фінансових ринках. Вона допомагає усвідомити, що в фінансових операціях виграш одного учасника може призвести до втрати для іншого, і враховується при розробці торгівельних стратегій та прийнятті інвестиційних рішень.

Висновки. Можна зазначити, що ігри з нульовою сумою, хоча вони є абстрактною концепцією з теорії ігор, мають значний вплив на фінансові ринки та управління ризиками. Вони допомагають аналізувати стратегічні взаємодії учасників ринку, розуміти ризики та можливості, пов'язані з фінансовими операціями, та розвивати ефективні стратегії управління ризиками. Усвідомлення ризиків, пов’язаних з іграми з нульовою сумою на фінансових ринках, дозволяє учасникам більш об’єктивно оцінювати свої можливості, розробляти стратегії управління ризиками та приймати обдумані

рішення. Такий підхід сприяє зменшенню фінансових втрат та підвищенню стабільності на ринку. Отже, ігри з нульовою сумою мають важливе значення у фінансовому секторі, допомагаючи учасникам аналізувати та управляти ризиками та розвивати ефективні стратегії для досягнення своїх фінансових цілей.

Література:

1. Барановська Л.В. Теорія ігор. Курс лекцій. - Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 245 с.

2. Гладкова Л., Наумова М. Застосування теорії ігор в економіці. Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. 2013. №4 (2), с.16-21.

3. Коваль З. О. Оцінювання стратегії підприємства методом теорії ігор. Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку, 2021. № 2 (6), с.47-55.

4. Основні поняття сучасної алгебри /М.М.Семко, О.А.Ярова, Л.В.Скасків. – Ірпінь: Університет ДФС України, 2020. – 128 с.

5. Скопенко Н.С., Федулова І.В., Мазник Л.В., Кириченко О.М., Удворгелі Л.І. Економічні ризики: методи вимірювання та управління: підручник. Київ: Університетська книга, 2021. - 344 с.

6. Скасків Л. В. Теорія чисел та основні структури сучасної математики: навчальний посібник /Л.В.Скасків. – Ірпінь: Університет ДФС України, 2021. – 70 с.

References:

1. Baranovs'ka, L.V. (2022). *Teorija igor [Game theory]*. Kiïv, KPI im. Igorja Sikors'kogo [in Ukrainian].

2. Gladkova, L., Naumova, M. (2013). Zastosuvannja teorii igor v ekonomici [Application of game theory in economics]. Problemi metodiki fiziko-matematichnoï i tehnologichnoï osviti - Problems of the *methodology of physical, mathematical and technological education*, 4 (2), 16-21 [in Ukrainian].

3. Koval', Z. O. (2021). Ocinjuvannja strategiï pidprиємstva metodom teorii igor [Evaluation of the enterprise strategy by the method of game theory]. *Menedzhment ta pidprиємnictvo v Ukraïni: etapi stanovlennja ta problemi rozvitku - Management and entrepreneurship in Ukraine: stages of formation and development problems*, 2 (6), 47-55 [in Ukrainian].

4. Semko, M.M., Jarova, O.A., Skaskiv, L.V. (2020). *Osnovni ponjattja suchasnoï algebri [Basic concepts of modern algebra*]. Irpin': Universitet DFS Ukraïni [in Ukrainian].

5. Skopenko, N.S., Fedulova, I.V., Maznik, L.V., Kirichenko, O.M., Udvorgeli, L.I. (2021). *Ekonomichni riziki: metodi vimirjuvannja ta upravlinnja [Economic risks: methods of measurement and management]*. Kiïv: Universitets'ka kniga [in Ukrainian].

6. Skaskiv, L. V. (2021). *Teorija chisel ta osnovni strukturi suchasnoï matematiki [Number theory and basic structures of modern mathematics*]. Irpin': Universitet DFS Ukraïni [in Ukrainian].