

А.О. Журба, А.С. Братченко

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ З РОЗРАХУНКУ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ
ІГОР. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ «ОПТИМІЗМУ-ПЕСИМІЗМУ» ТА
ЙМОВІРНІСНИХ СЦЕНАРІЇВ НА ОПТИМАЛЬНІСТЬ СТРАТЕГІЙ
У ІГРАХ З ПРИРОДОЮ**

Анотація. Як наукова дисципліна теорія ігор вивчає взаємовідносини між особами, які керуються різними, іноді й протилежними мотивами, а також досліджує і важливі взаємини, такі як ринкова конкуренція, гонка озброєнь, розподіл політичного впливу, забруднення навколишнього середовища тощо. У теорії ігор всі ці серйозні взаємини називають «іграми», тому що в них, як і в іграх, результат залежить від рішень (стратегій) всіх учасників.

На сучасному етапі в умовах невизначеності зовнішнього середовища, зумовленої турбулентністю політичних та економічних процесів, прийняття вірних управлінських рішень, які є результатом аналізу, прогнозування, оптимізації та вибору альтернатив в умовах повної або часткової відсутності інформації є досить складним процесом, але важливим для розвитку економіки. Актуальність теми зумовлена потребою своєчасного прийняття оптимальних рішень фахівцями різних галузей в умовах невизначеності, яка ускладнює роботу підприємств та знижує ефективність діяльності.

У статті розглядається програмна система для дослідження та наочного представлення статистичного співвідношення результатів вибору оптимальних стратегій у грі з природою з урахуванням швидкості розрахунків, зміни показника «оптимізму-песимізму» та різних ймовірнісних сценаріїв. Цей програмний продукт був створений за допомогою мови програмування Python з використанням бібліотеки Tkinter в інтегрованому середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2019. В ньому реалізований вибір оптимальних стратегій за критеріями Вальда, Гурвіца, Байєса, Лапласа та Севіджа, з урахуванням швидкості розрахунків.

Основними функціями представленого програмного продукту є скорочення часу та витрат на прийняття рішень, вибір дій, або, конкретно, вибір користувачем (гравцем) своєї стратегії; відображення часу, затраченого на розрахунки; порівняння та загальний аналіз методів теорії ігор та аналіз окремих методів при зміні параметрів. Цей програмний продукт може бути корисний фахівцям в галузях експериментальної, поведінкової, інформаційної економіки, політичної економії, спеціалістам промислових організацій та іншим професіоналам, які займаються розробкою, використанням і управлінням проєктами у своїй роботі.

Ключові слова: теорія ігор, критерії Вальда, Байєса, Лапласа, Севіджа, Гурвіца, економія часу, програмний продукт, мова програмування python, стратегії управлінських рішень.

Постановка задачі. Математичні моделі теорії ігор стали основою для сучасних теорій міжнародної торгівлі, оподаткування, суспільного блага, монетарної економіки та теорії виробничих організацій. Застосування теорії ігор в різних галузях дозволяє достовірно прогнозувати найбільш ймовірний результат подій та зменшувати час на прогнозування в умовах постійно зростаючого темпу життя та непередбачуваності, чим й зумовлена **актуальність** роботи.

Незважаючи на широкі можливості, методи теорії ігор нечасто використовуються в реальних управлінських процедурах, таких як управління підприємствами, побудова організаційних систем, формуванні господарського механізму, соціально-економічне планування та прогнозування. Це пояснюється як відсутністю теоретичної підготовки фахівців у цій галузі, так і тим, що класичні ігрові моделі занадто абстрактні та важко адаптуються до реальних управлінських процесів і прийняття рішень. До цього ж існує проблема з доступністю літератури з практичного застосування теорії ігор.

В роботі представлена програма, орієнтована на застосування в якості інструменту підтримки та оптимізації прийняття рішень. В основу цього програмного продукту покладено ймовірнісні моделі стратегій на основі найпоширеніших критеріїв ігор з природою: критеріїв Вальда, Гурвіца, Байєса, Лапласа та Севіджа.

Робота передбачає порівняльну оцінку впливу співвідношення «оптимізм-песимізм» основних критеріїв на вибір стратегій в умовах статистичної невизначеності.

Основними завданнями програмного продукту є:

- пошук оптимальної стратегії в іграх з природою;
- скорочення часу та витрат на прийняття рішень, вибір дій, або, конкретно, вибір користувачем (гравцем) своєї стратегії;
- відображення часу, затраченого на розрахунки;
- порівняння та загальний аналіз методів теорії ігор та аналіз окремих методів при зміні параметрів.

У даній статті розглянуто застосування теорії ігор за допомогою розробленого програмного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначень гри дуже багато, але технічно гра - це будь - яка ситуація, в якій два або більше гравців намагаються досягти виграву. За справедливим зауваженням професорів математики Morton D. Davis та політики Steven J. Brams назва цієї галузі досліджень може бути дещо неправильною — теорія ігор зазвичай не поділяє веселощів чи легковажності, пов'язаних з іграми [1] Теорія ігор, спочатку розроблена Джоном фон Нейманом і Оскаром Моргенштерном, була призначена для вирішення економічних проблем. У своїй книзі «Теорія ігор та економічної поведінки» (1944) вони стверджували, що традиційна математика не підходить для економіки, оскільки економічні відносини схожі на гру, де гравці передбача-

ють кроки один одного. Ця концепція вимагала нового виду математики, яку вони називали теорією ігор. Подальший розвиток теорії ігор у 1950-х роках був здійснений Джоном Нешем, який сформулював математичні принципи для аналізу суперництва між конкурентами зі змішаними інтересами. Він розробив методи аналізу, в яких всі учасники або виграють, або навпаки терплять поразку. Ці стани називають «Рівновагою Неша» тому, що при цьому гравці повинні застосовувати оптимальну стратегію, яка створює стійку рівновагу, корисну для кожного, бо будь-яка зміна призведе до погіршення ситуації. Д. Неш показує неоптимальність класичного підходу до конкуренції А. Сміта, де кожен сам за себе. Значним вкладом у дослідження загальної логіки та поведінки учасників конфліктних ситуацій були праці Т. Шелінга, який є нобелівським лауреатом в галузі економіки. «Вивчення свідомої, розумної та складної конфліктної поведінки, основне завдання якої – успіх, схоже на пошук правил «правильної» поведінки в сенсі досягнення виграшу в суперництві» – Томас Шелінг «Стратегія конфлікту» [2]. Дослідженню теоретичних та практичних питань застосування теорії ігор на практиці присвячені праці багатьох науковців, серед яких А.В. Катренко, І.М. Коваленко, О.С. Вентцель, Н.Т. Кунда та ін.

Мета дослідження – дослідження проблеми прийняття рішень за допомогою моделі стохастичної гри з природою, що є моделлю ситуації, в якій однією з конфліктуючих сторін виступає об'єктивна реальність, що у подібних випадках називається «природою», стани та дії якої можуть здійснювати вплив на вибір гравця, що приймає рішення, та наочне представлення статистичного співвідношення результатів методів ігор з природою з урахуванням швидкості розрахунків, зміни показника «оптимізму-песимізму» та різних ймовірнісних сценаріїв за допомогою програмної системи з розрахунку методів теорії ігор (ігри з природою) мовою Python.

Викладення основного матеріалу дослідження. В рамках теорії ігор існує багато параметрів та критеріїв, за якими проводиться аналіз тієї чи іншої ігрової ситуації. У рамках цієї статті розглянуте завдання порівняння та загальний аналіз методів теорії ігор та аналіз окремих методів при зміні параметрів у «Іграх з природою». Даний програмний продукт надає інструменти для аналізу ситуацій, де взаємодіють дві сторони, з яких лише одна може діяти свідомо, що є відмінною рисою для ігор з природою. Рациональне прийняття рішень є ключем до успіху проєктів, а оперативне прийняття рішень має вирішальне значення для ефективності роботи підприємств та організацій.

У сучасному динамічному світі точність та швидкість прийняття рішень все частіше стають критично важливими, бо від цього залежить ступінь успішної діяльності. Пошук та прийняття рішень – це вибір найкращого варіанта розвитку подій з декількох можливих альтернатив та є найбільш творчою та відповідальною складовою процесу прийняття рішень. Вибрати напрям дій або бездіяльність означає – *прийняти рішення*.

«Теорія ігор - це дослідження того, як і чому ми приймаємо рішення. Це офіційне дослідження конфлікту та співпраці. Це розділ математики, який займається аналізом стратегій вирішення конкурентних ситуацій, коли результат рішення однієї людини критично залежить від дій інших учасників. Теорія ігор застосовувалася в контексті ринку (бізнесу), уряду, усіх наук і війни.», - таке визначення дає Market Business News [3].

В різних галузях в процесі діяльності підприємств, соціальних груп або окремих осіб завжди виникають ситуації, в яких інтереси однієї сторони відносно не співпадають, так як крайній прояв - діаметрально протилежні. Умови, при яких результат дії одного учасника залежить від дій інших учасників, поділяють на такі типи: інтереси співпадають, при цьому вони можуть домовитися про спільні дії, та інтереси учасників не співпадають. В таких ситуаціях переважно не вигідно повідомляти іншим учасникам про свої рішення для запобігання виникненню ситуації, при якій один з учасників скористується знанням рішення іншої сторони для отримання більшої вигоди за рахунок інших. Подібні ситуації називаються *конфліктними*.

Для вивчення конфліктних ситуацій та поведінки учасників гри на основі математичних моделей широко застосовується такий розділ математики, як теорія ігор. Вона займається моделюванням конфліктної ситуації та розробкою методів вирішення задач, що виникають у цих ситуаціях. Основною метою теорії ігор є розуміння, як гравці можуть оптимізувати свої стратегії для досягнення найкращих результатів.

Методи ігор з природою, що розглядаються в цій статті, застосовуються в умовах невизначеності, тобто коли другий гравець не має протилежних інтересів, але виграш першого гравця залежить від заздалегідь невідомого стану другого. Тобто невизначеність залежить від нестачі інформації про зовнішні умови, в яких буде прийматися рішення та не залежить від дій гравця.

«Природа» - це узагальнене поняття учасника гри, який не переслідує своїх цілей у цьому умовному конфлікті. Особливістю ігор з природою є те, що в ній свідомо діє лише один гравець, іншому ж гравцю (природа) результат не важливий. Або ж умови не залежать від дій гравця, а визначаються зовнішніми факторами, такими як реакція ринку, що не шкодить конкретному гравцю, політика, реальна природа.

Гра з природою представляється у вигляді платіжної матриці, елементи якої – виграші гравця, але не є програшами природи.

Для розрахунків використовувалися 32 платіжні матриці гри, кожна з яких була обчислена шістьма методами: оптимістичним та песимістичним критеріями Вальда, критеріями Гурвіца, Байєса, Севіджа та Лапласа.

Основними функціями представленого програмного продукту є скорочення часу та витрат на прийняття рішень, вибір дій, або, конкретно, вибір користувачем (гравцем) своєї стратегії; відображення часу, затраченого на розрахунки; порівняння та загальний аналіз методів теорії ігор та аналіз окремих методів при зміні параметрів.

Критерії вибору оптимальної стратегії

В ході роботи, з метою забезпечення якості, було застосовано 32 платіжні матриці, розміром 5x4 (4 стани природи та 5 стратегій статистика), кожна з яких була обчислена шістьма методами: оптимістичним та песимістичним критеріями Вальда, критеріями Гурвіца, Байєса, Севіджа та Лапласа, які відносяться до найбільш популярних, класичних критеріїв. Подібні цим параметри відповідають умовам ряду практичних задач.

Перелічені критерії не вичерпують всієї різноманітності критеріїв вибору рішення в умовах невизначеності, зокрема критеріїв вибору найкращих змішаних стратегій, однак цього достатньо, щоб проблема вибору рішення стала неоднозначною.

Програмна реалізація системи розрахунку методів з теорії ігор

Програмна реалізація виконана мовою Python з використанням бібліотеки Tkinter, інструменти котрої були застосовані для розробки інтерфейсу. Ця програма реалізує математичні розрахунки, необхідні для застосування методів «Пошуку ціни гри», «Економічної матричної гра» та «Ігор з природою».

Стартове вікно програми, розгорнута форма вкладки та вікно вибору критерію представлено на рисунку 1 (ліворуч). Воно містить назву програми, підпис над вкладками та три вкладки, кожна з яких відповідає за свій тип задачі.

Відкрита вкладка містить поля для задання розмірності матриці та коефіцієнту Гурвіца (значення λ), кнопку для створення матриці заданого розміру.

Після натискання на кнопку «Створити», з'являються дві додаткові кнопки: «Вибір критерію» та «Графік критеріїв» (рисунок 1, по центру).

Перша дозволяє обрати бажаний критерій, за яким буде виводитися підсумок оптимальності стратегії з проміжними даними (рисунок 1, праворуч), а друга викликає графік, який демонструє статистику того, скільки раз програма вважає оптимальною той чи інший критерій (рисунок 2).

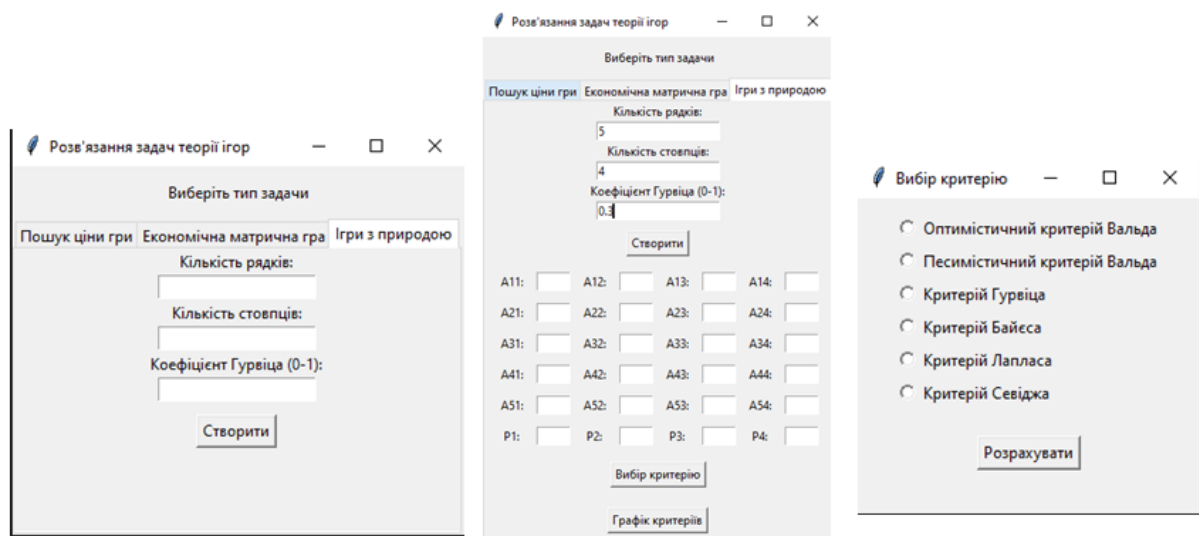


Рисунок 1 – Стартове вікно програми «Ігри з природою», розгорнута форма вкладки та вікно вибору критерію

Для того, щоб мати усереднену інформацію щодо часових витрат на розрахунок матриці за заданим критерієм, завдяки бібліотеці time здійснюється часовий замір з тисячі ітерацій та береться середнє значення.

Приклад застосування програми з розрахунку методів теорії ігор

Для вибору найбільш ефективного варіанту стратегії до всіх можливих варіантів розвитку застосовуються одночасно усі критерії оптимальності. Кожен з критеріїв дозволяє обрати лише один варіант, а оптимальним буде той з них, на який вказала біль-

шість критеріїв. Так, в ході дослідження, були опрацьовані усі 32 матриці за переліченими шістьма критеріями.

Після введення даних та обрання критерію програма зробить підсумок, яка стратегія є оптимальною для обраного критерію, та виведе деякі проміжні дані. Приклад розрахунків та статистичні дані щодо оптимальності стратегії наведено на рисунку 2.

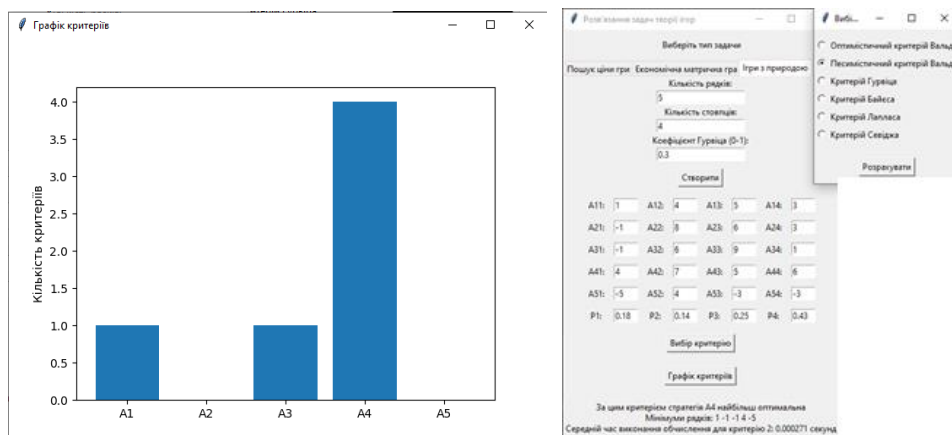


Рисунок 2 – Статистичні дані щодо оптимальності стратегії та приклад розрахунків

При обчисленні прикладу, що наведено на рисунку 2, різними методами отримаємо наступні результати. Оптимістичний критерій Вальда вважає оптимальною стратегію A3, оскільки після обчислень серед максимумів рядків саме максимум третього рядка забезпечує найбільший вигравш. За песимістичним критерієм Вальда оптимальною є стратегія A4, оскільки серед мінімумів рядків четвертий рядок – єдиний, що забезпечує відсутність втрат. Серед усіх значень четвертий рядок дає найбільше значення, тому при коефіцієнті песимізму $\lambda = 0.3$ стратегія A4 буде найбільш оптимальною за критерієм Гурвіца. За критерієм Байєса стратегія A4 дає найбільше значення математичного очікування, тому вона вважається найбільш оптимальною за цим критерієм. Якщо допустити, що ймовірності станів природи у нас невідомі, тому визначити їх рівномірними, то найбільше математичне очікування буде найбільшим для стратегії A4, тому вона найбільш оптимальна за критерієм Лапласа. Серед максимально можливих ризиків саме друга стратегія має найменший з них, тому стратегія A1 є найбільш оптимальною за критерієм Севіджа.

За результатами опрацювання усіх 32 матриць було стало видно, що від обраного критерію залежить вибір оптимального рішення. Так, аналіз показує, що в десяти випадках мав місце вибір єдиної альтернативи, тобто 100%, що склало у процентному відношенні від загальної кількості опрацьованих матриць 31,25%, у дев'яти випадках (83,33%) п'ять з шести, тобто 28,125%, у семи випадках чотири з шести (66,67%) – 21,875%, рекомендація ж вибору стратегії трьох співпадінь (50%) з шести склала 18,75%. Результати занесені у таблицю 1 та зображені на рисунку 3.

Розподіл альтернатив вибору стратегій за різними критеріями

Співпадіння стратегій, %	Кількість випадків	Відсоткове відношення до загальної кількості, %
100	10	31,25
50	6	18,75
66,67	7	21,875
83,33	9	28,125
РАЗОМ	32	100

Вибір критерію, як і вибір принципу оптимальності, є найбільш складним та відповідальним завданням в теорії прийняття рішень. Проте конкретна ситуація ніколи не буває настільки невизначеною, щоб була відсутня можливість отримання хоча б часткової інформації відносно ймовірного розподілу станів природи.



Рисунок 3 - Розподіл альтернатив вибору стратегій за різними критеріями

У цьому випадку, оцінивши розподіл ймовірностей станів природи, застосовують метод Байєса або проводять експеримент, який дозволяє уточнити поведінку природи. Однак доволі часто виникають ситуації, коли немає можливості визначити ймовірності станів природи експериментально або за допомогою статистичних даних, тоді ця оцінка проводиться суб'єктивно, або ймовірність виникнення станів природи вважається рівноймовірною, тоді виникає принцип недостатньої обґрунтованості Лапласа, що є одним з варіантів критерію Байєса.

У даному дослідженні застосовувалися вибіркові дані при застосуванні розподілу ймовірностей за критерієм Байєса наступним чином (таблиця 2).

Вихідні дані для дослідження впливу критерію Байєса

A	B	C	D	E
0.25	0.1	0.5	0.7	0.3
0.25	0.2	0.25	0.1	0.2
0.25	0.3	0.20	0.1	0.3
0.25	0.4	0.05	0.1	0.2

За результатами аналізу впливу розподілу ймовірностей були складені матриці математичних очікувань, з яких стало видно, що розподіл ймовірностей або впливає на вибір стратегії, або трапляються стовідсоткові співпадиння, тобто обрана єдина оптимальна стратегія при будь-якому розподілі вірогідностей. Перших, зі змінними стратегіями з 32-х налічується 17 (53,125%), з єдиною оптимальною стратегією 15 матриць (46,875%), при цьому 8 (25% від загальної кількості та 53,3% від цих 15и) з них співпадають з експериментами, де обраний єдиний сценарій за всіма критеріями.

У додатковому експерименті, при застосуванні до першої групи, на перший погляд не чутливої до зміни розподілу ймовірностей, додаткового розподілу – 0,05; 0,02; 0,03; 0,09 – у семи випадках з 15 и оптимальна стратегія змінилася. Тому вважаємо факт появи єдиної стратегії несуттєвим, залежним виключно від математичного розподілу ймовірностей.

Розподіл вибору оптимальних стратегій при застосуванні зазначеного вище розподілу ймовірностей за критерієм Байєса наведено на рисунку 4.

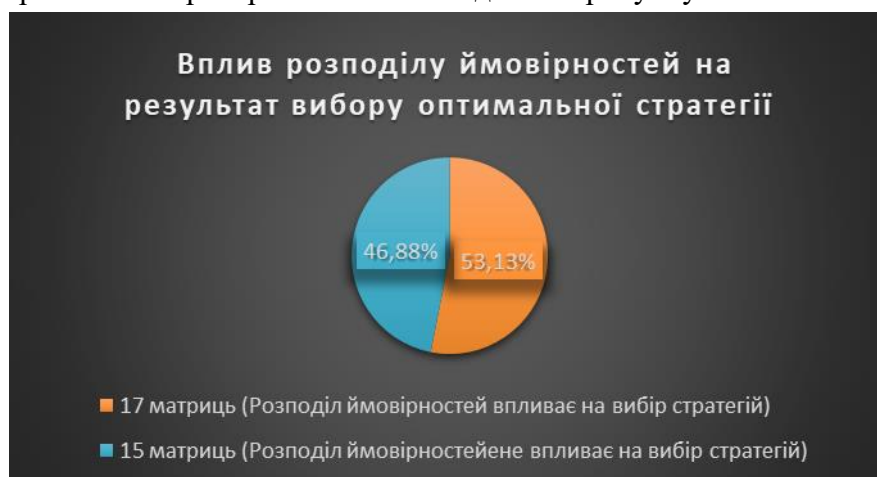


Рисунок 4 – Вплив розподілу ймовірностей на результат вибору оптимальної стратегії за критерієм Байєса

При застосуванні додаткового розподілу стратегій, ситуація змінилася наступним чином (рисунок 5).

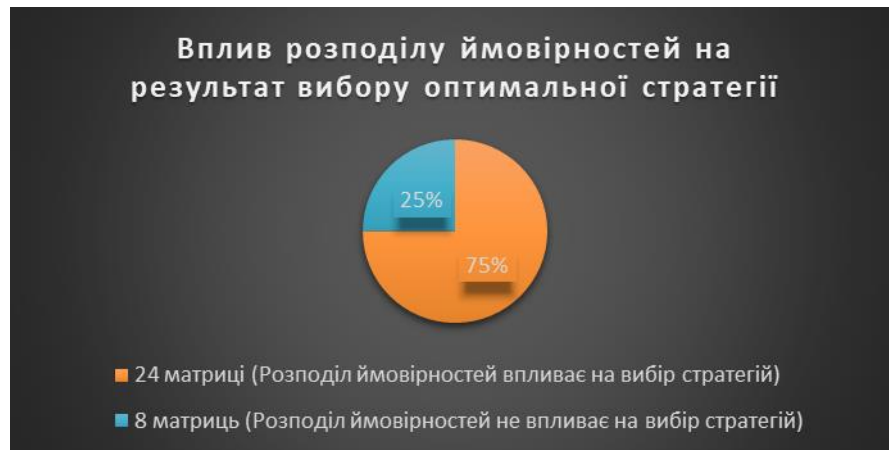


Рисунок 5 – Зміна розподілу ймовірностей на результат вибору оптимальної стратегії за критерієм Байєса при застосуванні додаткового розподілу ймовірностей

За наявності достатніх обсягів накопичених статистичних даних критерій Байєса може забезпечити більш точний підхід до проблеми прийняття рішень, тому значення ймовірностей дуже суттєвий чинник при розрахунку оптимальної стратегії.

Оцінка чутливості коефіцієнту критерію Гурвіца

Вважається, що для керування співвідношенням «оптимізм-песимізм» достатньо оперувати коефіцієнтом Гурвіца (від 0 до 1). Однак в результаті проведених експериментів отримані ситуації, де цей критерій є малочутливим інструментом, оскільки в ряді ситуацій зводить задачу до вибору між двома протилежними за суттю критеріями – максиміна та максима. Таких матриць було 14 одиниць, тобто 43,75% від загальної кількості.

Для оцінки чутливості впливу коефіцієнту критерію Гурвіца використовувався шаг 0,1 від 0 до 1, який застосовувався до кожної з 32 матриць. Очікувалося, що для усіх без винятку експериментах вибір стратегії за критерієм Гурвіца при $\lambda=0$ співпадатиме з вибором за песимістичним критерієм Вальда (максиміном), а за $\lambda=1$ – з критерієм максима (оптимістичним критерієм Вальда). Однак в ряді випадків, у тринадцяти матрицях, що складає 40,625% від загальної кількості матриць, які аналізувалися, результати вибору стратегій по цим діаметрально протилежним критеріям співпадають. Результат розподілу наведений на рисунку 6.



Рисунок 6 - Результати вибору оптимальних стратегій при оцінці чуттєвості коефіцієнту Гурвіца

При подальшому аналізі, було виявлено повне співпадіння результатів вибору за всіма критеріями у десяти випадках 31,25%. Тому варто враховувати цю обставину при вирішенні практичних завдань подібного типу. Стосовно трьох матриць (9,375%), що залишилися, то тут спостерігається протиріччя наступного характеру: за результатами вибору стратегій критерій максимакс (оптимістичний критерій Вальда) співпадає з критерієм Гурвіца при всіх значеннях λ , але й дорівнює песимістичному критерію Вальда, не співпадаючи при цьому з більш оптимістичними критеріями Севіджа та Ла-пласа. Вважаємо, що причиною такого протиріччя є певна специфіка розподілу чисел при формуванні матриць.

Таким чином, за результатами аналізу видно, що при проміжних значеннях коефіцієнту оптимізму з шагом 0,1 вибір стратегії за критерієм Гурвіца в більшості випадків зводився до песимістичного та оптимістичного критеріїв Вальда, лише в п'яти випадках при середніх значеннях λ з'являвся альтернативний третій варіант.

Аналіз розподілу часу на виконання операцій

При дослідженні часу виконання розрахунку за різними критеріями очікувалося, що розподіл буде закономірний та пропорційний у всіх без виключення випадках. Так, час розрахунку за критерієм максимакс (оптимістичним критерієм Вальда) буде найменшим, а за критерієм Севіджа – найбільшим. Значення наведені на рисунку 7.

Однак було виявлено, що для деяких матриць результати не відповідали очікуванним. Так у двох випадках (6,25%) час розрахунку за критерієм максиміна (песимістичний критерій Вальда) виявився менше ніж за критерієм максимакс та в одному випадку (3,125%) час обчислення матриці за критерієм Байєса перевищив час розрахунку за критерієм Севіджа.

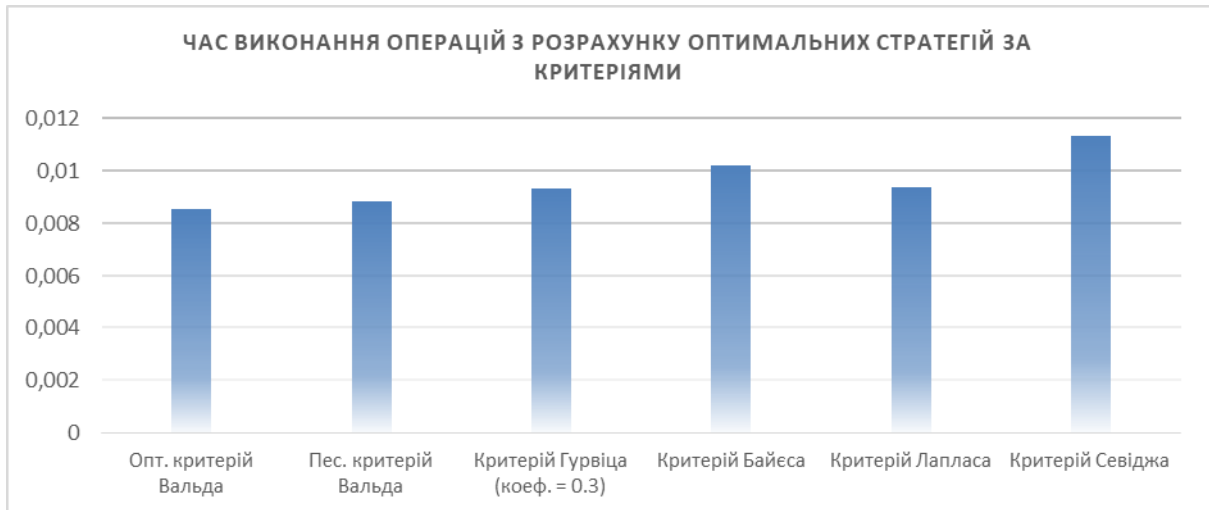


Рисунок 7 – Час виконання операцій з розрахунку оптимальних стратегій за різними критеріями

Спочатку ці дані здалися несуттєвими артефактами, але при додатковому дослідженні, при якому кількість матриць була збільшена вдвічі, відсоток цих показників зріз до 7,81% та 4,68% відповідно. В кількісному вираженні – 5 та 3, що теж можна вважати несуттєвим, але необхідно враховувати при плануванні часу при обробці великих масивів інформації.

Висновки. В ході дослідження були розглянуті загальні положення та терміни теорії ігор у частині «Ігри з природою», галузі застосування теорії ігор та проблеми її застосування. Була розроблена програмна система, яка знаходить оптимальні стратегії в іграх з природою за критеріями Вальда, Гурвіца, Байєса, Лапласа та Севіджа.

У даній роботі також проводилося дослідження з порівняння математичних методів і моделей прийняття рішень, на підставі якого можна зробити наступні висновки:

- методи математичного моделювання допомагають визначити оптимальну стратегію різних ситуацій;
- у випадку генерації матриць ефективності з випадкових чисел критерій Гурвіца проявляє слабку чутливість до зміни градацій оптимізму.

Також доведена необхідність застосування теорії ігор в умовах невизначеності з метою обрання найкращої стратегії та скорочення часу.

Розмірність може бути збільшена в залежності від вимог, що висуватимуться.

Оскільки поняття стратегії є ключовим у теорії ігор, застосування цієї теорії для вирішення проблем вибору стратегій підприємствами, установами та організаціями дозволяє не порівнювати стратегії конкурентів, приймати оптимальні рішення при управлінні проектами.

Перевагами застосування теорії ігор у формуванні стратегій підприємств є:

- 1) сприяння визначенню ситуації (станів гри), які є ефективними, справедливими, оптимальними або рівноважними, надання можливості аналізу властивостей та способів досягнення цих станів;

2) створення можливостей підприємств передбачити стратегії та дії станів природи на основі статистичних даних, а також спланувати відповідну реакцію на них;

3) дозволяє підприємству обирати найкращу стратегію або дію з кількох альтернативних варіантів;

4) орієнтує підприємства на досягнення максимального результату.

Намагання підприємств передбачити та врахувати всі можливі фактори часто не приносять стовідсоткових результатів, проте вони підвищують рівень раціональності планування.

Подальші дослідження у застосуванні теорії ігор для формування, оцінювання і вибору стратегій підприємств допоможуть мінімізувати ризики, оптимізувати взаємодію з іншими ринковими суб'єктами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Steven J. Brams, Morton D. Davis. The prisoner's dilemma in game theory in Two-person variable-sum games. Encyclopaedia Britannica. 2024

URL: <https://www.britannica.com/science/game-theory/The-prisoners-dilemma> (дата звернення 21.12.2024)

2. Schelling, Thomas C. The strategy of conflict. New York : Oxford University Press, 1963.

URL: <https://archive.org/details/strategyofconfli00sche/page/n3/mode/2up> (дата звернення 21.12.2024)

3. What is game theory? Definition and meaning. Market Business News 2024

URL: https://marketbusinessnews-com.translate.goog/financial-glossary/game-theory-definition-meaning/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=rq (дата звернення 27.12.2024)

REFERENCES

1. Steven J. Brams, Morton D. Davis. The prisoner's dilemma in game theory in Two-person variable-sum games. Encyclopaedia Britannica. 2024

URL: <https://www.britannica.com/science/game-theory/The-prisoners-dilemma> (date of application 21.12.2024)

2. Schelling, Thomas C. The strategy of conflict. New York : Oxford University Press, 1963.

URL: <https://archive.org/details/strategyofconfli00sche/page/n3/mode/2up> (date of application 21.12.2024)

3. What is game theory? Definition and meaning. Market Business News 2024 URL:

https://marketbusinessnews-com.translate.goog/financial-glossary/game-theory-definition-meaning/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=rq (date of application 27.12.2024)

Received 13.05.2025.
Accepted 16.05.2025.

***Development of a software system for calculating methods of game theory.
analysis of the influence of optimism-pessimism indicators
and probable scenarios on the optimality of strategies in games with nature***

As a scientific discipline, game theory studies the relationships between individuals who are guided by different, sometimes opposing motives, and also investigates important relationships such as market competition, arms races, distribution of political influence, environmental pollution, etc. In game theory, all these serious relationships are called games because, like in games, the outcome depends on the decisions (strategies) of all participants.

At the present stage, in the face of uncertainty in the external environment caused by the turbulence of political and economic processes, making the right management decisions resulting from analysis, forecasting, optimization and selection of alternatives in the face of complete or partial lack of information is a rather complicated process, but important for economic development. The relevance of the topic is due to the need for timely adoption of optimal decisions by specialists in various industries under conditions of uncertainty, which complicates the work of enterprises and reduces the efficiency of their activities.

The article discusses a software system for researching and visualizing the statistical correlation of the results of choosing optimal strategies in a game with nature, considering the speed of calculations, changes in the “optimism-pessimism” indicator and various probabilistic scenarios. This software product was created with the Python programming language using the Tkinter library in the Microsoft Visual Studio 2019 integrated programming environment. It implements the selection of optimal strategies according to the Wald, Hurwitz, Bayes, Laplace, and Savage criteria, considering the speed of calculations.

The main functions of the presented software product are to reduce the time and costs of decision-making, the choice of actions, or, more specifically, the choice of the user (player) of his strategy; displaying the time spent on calculations; comparison and general analysis of game theory methods and analysis of individual methods when parameters change.

This software product can be useful to specialists in the fields of experimental, behavioral, information economics, political economy, specialists of industrial organizations, and other professionals involved in the development, use, and management of projects in their work.

Keywords: game theory, Wald, Bayes, Laplace, Savage, Hurwitz criteria, time saving, software product, python programming language, management decision strategies.

Журба Анна Олексіївна - доцент кафедри Інформаційних технологій і систем ННІ «Дніпропетровський металургійний інститут» УДУНТ.

Братченко Андрій – студент спеціальності 122 Комп’ютерні науки, Український державний університет науки та технологій. Навчально-науковий інститут «Дніпропетровський металургійний інститут».

Zhurba Anna - assistant professor, Department of information technology and systems, Educational and Scientific Institute "Dnipropetrovsk Metallurgical Institute", Ukrainian state university of science and technologies.

Bratchenko Andrii - student, specialty 122 Computer Science, Ukrainian State University of Science and Technology. Educational and Scientific Institute "Dnipropetrovsk Metallurgical Institute".