

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

Кафедра математичних методів системного аналізу

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Оксана ТИМОЩУК

« ____ » _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз і управління»
спеціальності 124 «Системний аналіз»**

**на тему: «Симуляційне дослідження стратегій поведінки в суспільствах на
основі теорії ігор»**

Виконав:

студент IV курсу, групи КА-03

Муравський Ігор Андрійович _____

Керівник:

к.ф.-м.н., доцент Барановська Леся Валеріївна _____

Консультант з економічного розділу:

доцент, к.е.н., Рощина Надія Василівна _____

Консультант з нормоконтролю:

к.ф.-м.н., Статкевич Віталій Михайлович _____

Рецензент:

доцент, к.т.н., Харченко Костянтин Васильович _____

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____

Київ, 2024

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 124 «Системний аналіз»

Освітня програма «Системний аналіз і управління»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Оксана ТИМОЦУК

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту
Муравському Ігорю Андрійовичу

1. Тема роботи «Симуляційне дослідження стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор», керівник роботи Барановська Леся Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук кафедри ММСА, затверджені наказом по університету від «__» _____ 2024 р. № _____.
2. Термін подання студентом роботи 11.06.2024.
3. Вихідні дані до роботи: результати симуляцій стратегій поведінки в суспільствах
4. Зміст роботи: дослідження предметної області; методи аналізу; програмна реалізація та аналіз результатів; функціонально-вартісний аналіз програмного забезпечення.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): матриці повернення вигоди та графіки еволюції середніх оцінок.

6. Консультанти розділів роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	доцент, к.е.н., Рощина Н.В.		

7. Дата видачі завдання 15.04.2024

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вивчення літератури за темою роботи.	18.04.2024	Виконано
2.	Підготовка першого розділу.	25.04.2024	Виконано
3.	Підготовка другого розділу.	01.05.2024	Виконано
4.	Початок розробки програмного продукту.	05.05.2024	Виконано
5.	Підготовка третього розділу.	29.05.2024	Виконано
6.	Підготовка економічної частини.	31.05.2024	Виконано
7.	Оформлення розділів відповідно до нормконтролю.	01.06.2024	Виконано
8.	Підготовка презентації доповіді.	05.06.2024	Виконано
9.	Оформлення дипломної роботи.	07.06.2024	Виконано

Студент

Ігор МУРАВСЬКИЙ

Керівник

Леся БАРАНОВСЬКА

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 129 с., 6 табл., 20 рис., 2 додатки, 35 джерел.

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ПОВЕДІНКИ В СУСПІЛЬСТВАХ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ІГОР.

Об'єкт дослідження – стратегії поведінки в суспільствах.

Предмет дослідження – застосування теорії ігор для моделювання та аналізу соціальних взаємодій.

Мета роботи – визначити та проаналізувати оптимальні стратегії поведінки в суспільствах за допомогою симуляційних моделей на основі теорії ігор.

Методи дослідження – симуляційне моделювання, теорія ігор, комп'ютерні експерименти з використанням Python.

Актуальність – важливість розуміння стратегій поведінки в суспільствах, які можуть бути змодельовані за допомогою теорії ігор. Це дозволяє аналізувати взаємодії між індивідами та групами, що є ключовим для прогнозування соціальних процесів та розробки ефективних стратегій управління.

Результати роботи – створено програмний продукт, написаний на Python, який використовує симуляційні моделі, які можуть бути використані для симуляції поведінки у суспільствах на основі теорії ігор.

Шляхи подальшого розвитку предмету дослідження – розширення моделей для врахування складніших соціальних взаємодій, вивчення впливу інформації та комунікацій на стратегії поведінки. Подальший розвиток може також включати інтеграцію з методами машинного навчання і аналізу великих даних.

ТЕОРІЯ ІГОР, СИМУЛЯЦІЯ, СТРАТЕГІЯ ПОВЕДІНКИ

ABSTRACT

Diploma thesis: 129 p., 6 tabl., 20 fig., 2 appendices, 35 references.

SIMULATION STUDY OF BEHAVIOR STRATEGIES IN SOCIETIES BASED ON GAME THEORY.

Object of research - behavior strategies in societies.

The subject of the study is application of game theory for modeling and analyzing social interactions.

Purpose - to determine and analyze optimal behavior strategies in societies using simulation models based on game theory.

Research methods - simulation modeling, game theory, computer experiments using Python.

Relevance - understanding behavior strategies in societies that can be modeled using game theory is important. This allows for the analysis of interactions between individuals and groups, which is key for predicting social processes and developing effective management strategies.

Results - a software product written in Python has been created that uses simulation models to simulate behavior in societies based on game theory.

Ways to further develop the subject of research - expanding models to account for more complex social interactions and studying the impact of information and communication on behavior strategies. Further development may also include integration with machine learning methods and big data analysis.

GAME THEORY, SIMULATION, BEHAVIOR STRATEGY

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1: ТЕОРІЯ ІГОР ЯК ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНИХ ВЗАЄМОДІЙ.....	10
1.1 Основи теорії ігор.....	10
1.1.1 Визначення та історичний контекст теорії ігор.....	12
1.1.2 Ключові поняття та термінологія	13
1.2 Класифікація ігор у теорії ігор	14
1.2.1 Кооперативні та некооперативні ігри.....	15
1.2.2 Ігри з нульовою сумою та з ненульовою сумою	16
1.2.3 Повторювані та статичні ігри	17
1.3 Аналіз стратегій у теорії ігор.....	18
1.3.1 Опис типових стратегій.....	20
1.3.2 Рівновага Неша та її значення у соціальних взаємодіях	21
1.3.3 Приклади аналізу відомих ігор	22
1.4 Теорія ігор у аналізі соціальних взаємодій	23
1.4.1 Використання теорії ігор для розуміння соціальної поведінки	24
1.4.2 Моделювання соціальних взаємодій та конфліктів	25
1.5 Критика та обмеження теорії ігор у соціальних науках.....	26
1.5.1 Обговорення обмежень і припущень у теорії ігор	27
1.5.2 Критичний аналіз та альтернативні підходи.....	28
1.5.3 Перспективи розвитку теорії ігор у дослідженні соціальних взаємодій.....	29
1.6 Висновки до розділу 1.....	30
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ТЕОРІЇ ІГОР	33

2.1	Огляд основних напрямків у теорії ігор.....	34
2.1.1	Останні досягнення в класичній теорії ігор	35
2.1.2	Розвиток еволюційної теорії ігор	36
2.1.3	Вплив інформаційних технологій на теорію ігор	37
2.2	Інноваційні методики та підходи у теорії ігор.....	38
2.2.1	Використання штучного інтелекту та машинного навчання	40
2.2.2	Симуляційні моделі та комп'ютерні ігри в теорії ігор.....	41
2.2.3	Експериментальні та поведінкові підходи	42
2.3	Застосування теорії ігор у різних сферах.....	44
2.3.1	Економіка та управління ризиками	45
2.3.2	Соціальні науки та політологія	46
2.3.3	Біологія та екологія	47
2.4	Висновки до розділу 2.....	49
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ СТРАТЕГІЙ ПОВЕДІНКИ В СУСПІЛЬСТВАХ.....		51
3.1	Базові приклади симуляцій.....	51
3.1.1	Ділова дилема ув'язненого	52
3.1.2	Політична гра яструба та голуба	54
3.1.3	Гра на довіру в інтернет-ринках	57
3.2	Створення різних умов з правилами для симуляцій	59
3.2.1	Ділова дилема ув'язненого	59
3.2.2	Політична гра яструба та голуба	64
3.2.3	Гра на довіру в інтернет-ринках	68
3.3	Аналіз правил та результатів симуляцій.....	72
3.3.1	Аналіз динаміки фітнес-оцінок.....	72

3.3.2 Вплив різних умов на стратегії.....	73
3.4 Рекомендації щодо поведінки та створення правил.....	75
3.4.1 Рекомендації для бізнес-контексту.....	75
3.4.2 Рекомендації для політичних переговорів.....	75
3.4.3 Рекомендації для взаємодії на інтернет-ринках.....	76
3.5 Висновки до розділу 3 та перспективи подальших досліджень.....	77
РОЗДІЛ 4. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ.....	79
4.1 Постановка задачі.....	80
4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту.....	81
4.3 Вибір параметрів для програмного продукту.....	84
4.4 Аналіз якості реалізації варіантів функцій.....	90
4.5 Економічний аналіз розробки.....	92
4.6 Вибір оптимального варіанту реалізації ПП.....	97
4.7 Висновки до розділу 4.....	98
ВИСНОВКИ.....	99
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	101
ДОДАТОК А.....	107
ДОДАТОК Б.....	119

ВСТУП

Теорія ігор є важливим інструментом для аналізу стратегічної взаємодії між раціональними агентами, що знаходить застосування в економіці, політиці, біології та соціальних науках. Вона дозволяє моделювати та вивчати поведінку учасників у ситуаціях, де їхні рішення впливають на результати один одного. Метою цієї роботи є дослідження стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор за допомогою симуляційних моделей.

У першому розділі розглядаються основи теорії ігор, ключові поняття та класифікації ігор. Досліджуються типові стратегії, такі як домінування та змішані стратегії, а також рівновага Неша та її значення у соціальних взаємодіях. Описується використання теорії ігор для розуміння соціальної поведінки та моделювання соціальних взаємодій.

У другому розділі надається огляд основних напрямків досліджень у теорії ігор, включаючи останні досягнення, інноваційні методики та підходи. Аналізується застосування теорії ігор у різних галузях, таких як економіка, управління ризиками, соціальні науки, політологія, біологія та екологія.

У третьому розділі створюються симуляційні моделі для трьох класичних ігрових сценаріїв: ділової дилеми ув'язненого, політичної гри яструба та голуба, а також гри на довіру в інтернет-ринках. Визначаються різні варіанти правил для кожної гри, проводяться симуляції, аналізується динаміка фітнес-оцінок та вплив різних умов на стратегії учасників. На основі отриманих результатів розробляються рекомендації щодо створення умов, що сприятимуть співпраці та стабільності.

Четвертий розділ присвячений функціонально-вартісному аналізу програмного продукту, що може бути розроблений на основі проведеного дослідження в ході роботи на цієї дипломною.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ ІГОР ЯК ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНИХ ВЗАЄМОДІЙ

Теорія ігор стає все більш популярним інструментом для аналізу складних соціальних взаємодій у сучасному світі. Ця дисципліна, що бере свій початок у математиці та економіці, дозволяє дослідникам глибше зрозуміти, як індивідуальні стратегії поведінки впливають на колективні результати.

Розглядаючи основні поняття теорії ігор, такі як стратегія, вигравш та рівновага Неша, ми можемо побачити, яким чином люди приймають рішення в умовах невизначеності та взаємозалежності. Класифікація ігор за кількістю учасників, їхніми цілями та структурою вигравшів дає можливість аналізувати широкий спектр соціальних феноменів.

Дилема ув'язненого, Бойкот мисливців та Публічні блага - це лише кілька прикладів, що демонструють, як теорія ігор може допомогти пролити світло на стратегії поведінки, обрані індивідами та групами в суспільних контекстах. Особливу увагу заслуговують позиційні ігри, які враховують динаміку взаємодії в часі та просторі.

У підсумку можна сказати, що теорія ігор є надзвичайно гнучким і універсальним інструментом, здатним пропонувати цінні інсайти в складну природу соціальних процесів. Ця дисципліна відкриває нові можливості для розуміння та прогнозування поведінки людей у суспільстві, а отже, й для розробки ефективних стратегій взаємодії.

1.1 Основи теорії ігор

У цьому розділі розглядаються основоположні аспекти теорії ігор, яка є

математичною моделлю вивчення прийняття рішень у ситуаціях, де результати залежать від вибору, зробленого не одним, а кількома учасниками (гравцями). Теорія ігор знайшла своє застосування в багатьох галузях, зокрема в економіці, політології, соціології, та навіть у військовій стратегії. Цей розділ має на меті огляд ключових концепцій та принципів, які лежать в основі теорії ігор, щоб надалі застосувати ці знання для аналізу стратегій поведінки в суспільствах.

Одним із фундаментальних понять теорії ігор є гра в нормальній формі, яка описує ситуацію, в якій учасники (гравці) роблять свої вибори одночасно, не знаючи вибір інших учасників. Ця модель включає визначення стратегій для кожного гравця та виплат (виграшів чи збитків), які вони отримують в залежності від комбінацій обраних стратегій.

Іншою ключовою концепцією є гра в екстенсивній формі, яка представляє собою рішення, прийняті послідовно. Вона використовується для аналізу ситуацій, у яких важливий порядок ходів, а гравці можуть спостерігати дії один одного перед тим, як робити власний вибір. Модель включає структуру дерева рішень, де вузли відображають точки прийняття рішень, а гілки – можливі дії.

Ще одна важлива концепція – це поняття рівноваги по Нешу. Це стан в грі, у якому жоден гравець не може збільшити свій виграш, змінивши свою стратегію, якщо інші гравці зберігають свої стратегії незмінними. Рівновага по Нешу є основним інструментом для аналізу результатів в інтерактивних рішеннях [13].

Узагальнюючи, розглянутий розділ представляє фундаментальні основи теорії ігор, які є критично важливими для розуміння того, як індивіди та групи приймають рішення в умовах неопределеності та взаємозалежності. Ці базові концепції започатковують методологічну основу для подальшого аналізу стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор, спрямованого на виявлення оптимальних стратегій поведінки учасників у різних соціальних контекстах.

1.1.1 Визначення та історичний контекст теорії ігор

Теорія ігор - це математичний апарат, який аналізує стратегічну взаємодію між різними учасниками (гравцями), кожен з яких прагне максимізувати власну вигоду. Ця теорія знаходить застосування в різноманітних галузях, включаючи економіку, соціологію, психологію, науку про прийняття рішень, біологію та комп'ютерні науки.

Історично теорія ігор сягає своїми коріннями у дослідження французького математика Блеза Паскаля та французького юриста та математика П'єра де Ферма у XVII столітті, які обмінювалися листами, зокрема, на тему проблеми точок. Але формальне народження теорії ігор припадає на 1944 рік з публікацією роботи "Теорія ігор і економічна поведінка" Джона фон Неймана та Оскара Моргенштерна. Ця робота поклала основу для систематичного аналізу стратегічних інтеракцій між учасниками [1].

Далі еволюція теорії ігор пройшла через численні розвитки та удосконалення завдяки внеску вчених, таких як Джон Неш, який ввів поняття рівноваги Неша, та Реймонд Сміт, який розробив концепції повторюваних ігор. При цьому акцент в іграх почав зміщуватись з аналізу поведінки індивідуумів на вивчення поведінки груп людей та цілих суспільств, що і стало предметом дослідження даної дипломної роботи [2].

Таким чином, теорія ігор, як дисципліна, пройшла тривалий шлях розвитку, починаючи з абстрактних математичних задач і до знаходження застосування в аналізі складних соціальних взаємодій. Це робить теорію ігор однією з центральних теорій в сучасних соціальних науках, що дозволяє моделювати та аналізувати різноманітні сценарії поведінки особистостей та груп у суспільстві.

1.1.2 Ключові поняття та термінологія

У даному розділі розкриваються основні поняття та термінологія, які лежать в основі симуляційного дослідження стратегій поведінки в суспільствах, базуючись на теорії ігор. Теорія ігор, як математична модель аналізу рішень, відіграє ключову роль у визначенні та розумінні взаємодій між агентами суспільства. Це теоретичний інструмент, за допомогою якого можна дослідити вибір оптимальної поведінки сторонами в умовах конфлікту та взаємодії інтересів [2].

Важливим концептом у теорії ігор є поняття рівноваги Неша, яке забезпечує кожному учаснику максимально можливий результат при заданих стратегіях інших гравців. Рівновага по Нешу стає основою для моделювання стратегічних рішень в суспільствах, де інтереси окремих осіб або груп можуть бути взаємосуперечливими [2].

Ще одне критично важливе поняття - це дилема ув'язненого, яка слугує яскравим прикладом конфліктних ситуацій, де домінуючі стратегії ведуть до парадоксального але оптимального для всіх результату. Дилема ув'язненого ілюструє, як в оточенні з обмеженою інформацією вибір одного учасника необхідно враховує можливі дії інших [2].

Симуляційне моделювання в свою чергу дозволяє досліджувати динаміку взаємодій між агентами в широкому спектрі умов та змінних, використовуючи комп'ютерні технології. Це дає змогу оцінити результати різних стратегій поведінки в симульованому суспільстві, а також прогнозувати можливі наслідки тих чи інших інтеракцій.

Узагальнюючи вище сказане, ключові поняття та термінологія, представлені у цьому розділі, формують основу для глибшого розуміння

механізмів взаємодії та стратегій поведінки в суспільствах. Вони необхідні для аналітичного пояснення і моделювання реальних соціальних процесів. Це, в свою чергу, допомагає у формуванні ефективних стратегій управління та побудові продуктивних соціальних відносин.

1.2 Класифікація ігор у теорії ігор

У даному розділі дипломної роботи ми зосередимось на класифікації ігор у межах теорії ігор, яка є основою для більш глибокого розуміння стратегій поведінки в суспільствах. Теорія ігор, започаткована в середині ХХ століття, Джоном фон Нейманом та Оскаром Моргенштерном, як математична дисципліна, що досліджує стратегічні взаємодії між раціональними учасниками, є важливим інструментом для аналізу поведінки в різних сферах людського життя. Відтак, знання про класифікацію ігор є критичним для розуміння різноманітних сценаріїв і стратегій, що можливі в суспільних взаємодіях.

Спочатку розглянемо поділ ігор на дві великі категорії: кооперативні та некооперативні ігри. У кооперативних іграх гравці можуть укласти угоди та колективно діяти для досягнення спільної мети, тоді як некооперативні ігри зосереджені на індивідуальних стратегіях гравців без можливості укладення обов'язкових угод [3].

Важливо також відзначити класифікацію ігор за кількістю учасників: двоособові ігри та багатоособові ігри. Тут основа поділу лежить у складності стратегічних взаємодій, котра зростає зі збільшенням кількості гравців. Це, у свою чергу, зумовлює необхідність більш складного і глибокого аналізу стратегій [3].

Наостанок слід виділити ігри за засадами інформованості: ігри з повною та неповною інформацією. У першому випадку всі гравці мають повну

інформацію про правила, структуру гри та можливі ходи інших учасників, тоді як у іграх з неповною інформацією гравці приймають рішення, базуючись на обмеженій інформації, що збільшує невизначеність та складність аналізу стратегій [3].

У сукупності, розглянута класифікація ігор в теорії ігор дозволяє глибше зрозуміти механізми взаємодії між учасниками та визначити оптимальні стратегії поведінки в суспільстві. Це знання є невід'ємним для аналізу та створення моделей поведінки в різних сферах, що дає можливість ефективно застосовувати теорію ігор для вирішення практичних задач.

1.2.1 Кооперативні та некооперативні ігри

Кооперативні ігри розглядаються як такі, що дозволяють учасникам формувати спілки або коаліції для досягнення загального результату, який може бути недостижимий для окремих учасників в ізоляції. Ця частина дослідження зосереджується на механізмах утворення коаліцій, визначенні їх стабільності та впливі на ефективність суспільних структур. Особлива увага приділяється вивченню винагород і розподілу ресурсів між учасниками коаліції на прикладі специфічних стратегій і ситуацій.

В контексті некооперативних ігор аналізується взаємодія учасників, що діють незалежно один від одного, заради максимізації власної вигоди, без утворення стабільних коаліцій. Ця секція зосереджується на розгляді концепцій найкращої відповіді, стратегічної рівноваги та їх застосування для аналізу взаємодій між індивідами в суспільстві. Окрема увага приділяється вивченню моделей поведінки учасників ігор, які базуються на принципах раціональності та взаємної вигоди [4].

Через призму кооперативних та некооперативних ігор розкриваються

потенційні шляхи розвитку та адаптації соціальних систем до змінюваних умов взаємодії, що має не лише теоретичне, але й практичне значення для планування соціальних стратегій і політик на макро- та мікро- рівнях [4].

1.2.2 Ігри з нульовою сумою та з ненульовою сумою

Цей розділ присвячений детальному аналізу особливостей ігор з нульовою сумою та ігор з ненульовою сумою, які займають центральне місце у теорії ігор та в симуляційному дослідженні стратегій поведінки в суспільствах. Теорія ігор, будучи математичною моделлю взаємодій між раціональними учасниками, дозволяє досліджувати й аналізувати складні ситуації конкуренції та співпраці з точки зору стратегічних рішень. В обох типах ігор учасники приймають рішення, спрямовані на максимізацію власної вигоди, однак основні принципи та результати ігор різняться.

Ігри з нульовою сумою характеризуються тим, що виграш або втрата одного із учасників в точності зрівноважується втратою або виграшем іншого. У подібних іграх загальний результат взаємодії учасників залишається незмінним, а отже, інтереси сторін є цілковито протилежними. Це означає, що успіх одного учасника є невідворотним збитком для іншого, стимулюючи конкурентну боротьбу за ресурси чи положення. Основна задача аналізу у цьому контексті полягає у визначенні оптимальних стратегій для учасників, що дозволить їм досягнути максимального можливого результату в рамках заданих правил [5].

На противагу цьому, ігри з ненульовою сумою відображають ситуації, в яких виграші та втрати учасників не обов'язково компенсують один одного. В таких іграх можлива ситуація, коли всі учасники отримують виграш від співпраці, що робить можливим досягнення більшої загальної вигоди порівняно з індивідуальною конкуренцією. Співпраця, в такому випадку, стає ключовим

фактором досягнення оптимальних результатів для всіх учасників, стимулюючи пошук спільних стратегій та компромісів. Вивчення ігор з ненульовою сумою відкриває нові перспективи для розуміння механізмів взаємодії між індивідами в суспільстві, а також для розробки ефективних стратегій управління та вирішення конфліктів [5].

Підсумовуючи, аналіз ігор з нульовою сумою та ігор з ненульовою сумою відіграє важливу роль у симуляційному дослідженні стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор. Розуміння ключових відмінностей та особливостей цих ігор дозволяє глибше проаналізувати взаємодії між учасниками, їхні стратегії та потенціальні результати. Це знання є вирішальним для розробки ефективних підходів до управління конфліктними ситуаціями та стимулювання співпраці між учасниками в різноманітних соціальних та економічних контекстах.

1.2.3 Повторювані та статичні ігри

У цьому розділі дипломної роботи ми зосередимось на аналізі та дослідженні повторюваних та статичних ігор в контексті теорії ігор, які відіграють важливу роль у вивченні стратегій поведінки в суспільствах. Теорія ігор пропонує математичні моделі взаємодії між учасниками, що дозволяє аналізувати їх поведінку в різноманітних ситуаціях.

Повторювані ігри є такими, що граються неодноразово, де кожен наступний раунд залежить від попередніх рішень учасників. Це дозволяє аналізувати стратегії, які розраховані на досягнення довготривалих цілей, та вивчати вплив історії взаємодій на вибір стратегії. У цьому контексті ключовим питанням є вивчення можливості побудови довіри та співпраці серед учасників на основі повторюваності гри та сподівання футурологічних взаємодій [7].

Статичні ігри, навпаки, не передбачають повторення та кожен раунд розглядається як окремий випадок без врахування історії взаємодій. Ці ігри дають змогу аналізувати стратегії в умовах одноразових взаємодій, де учасники приймають рішення на основі очікуваного вибору інших учасників без додаткових даних про минуле. Це дозволяє розглянути моделі поведінки в ізольованих умовах і на прикладах конкретних рішень аналізувати можливі результати взаємодії [7].

Аналіз повторюваних та статичних ігор дозволяє визначити, як контекст взаємодії (одноразовий чи повторюваний) впливає на стратегічний вибір учасників та розвиток взаємин між ними. Це дає можливість більш глибокому розумінню динаміки спільного виживання і співпраці в суспільстві, а також розробці ефективних стратегій для досягнення оптимальних результатів в суспільстві, заснованих на взаєморозумінні та співпраці [7].

У підсумку, дослідження повторюваних та статичних ігор у контексті теорії ігор відкриває нові перспективи для аналізу та розуміння стратегій поведінки в суспільствах. Це надає важливий інструментарій для вивчення взаємодій між індивідами та групами, їх можливостей для досягнення спільних цілей, і створення умов для побудови ефективних механізмів соціальної взаємодії та співпраці.

1.3 Аналіз стратегій у теорії ігор

В рамках дослідження стратегій поведінки в суспільствах, особливе місце займає аналіз стратегій у теорії ігор. Цей розділ присвячений розгляду концепцій та прикладів використання теорії ігор для моделювання взаємодій між учасниками. Розглядаючи теорію ігор, необхідно звернути увагу на широкий спектр можливостей застосування її методів для аналізу конфліктних та

кооперативних ситуацій.

В одному із джерел розглядається використання теорії ігор для аналізу взаємодії між стейкхолдерами в мобільності. Зокрема, автори досліджують, як зміна регуляторних актів, таких як податки та ціни на громадський транспорт, впливають на стратегії мобільних сервісних провайдерів. Модель, запропонована в дослідженні, дозволяє враховувати різноманітні типи провайдерів та реакцію муніципалітетів, що надає можливість вивчення основних компромісів та ефектів втручань у мобільну систему [8].

У іншому дослідженні подається аналіз розвитку та перспектив використання великих мовних моделей, зокрема ChatGPT. Автори здійснюють глибинний аналіз тенденцій у дослідженнях, пов'язаних із ChatGPT, відзначаючи значний інтерес до вивчення можливостей цих моделей у різноманітних сферах. Особливу увагу привертають інновації, такі як масштабне попереднє тренування та навчання з використанням висновків людини, які покращують адаптивність та продуктивність мовних моделей [9].

Окремо важливим є розгляд потенційних застосувань теорії ігор у контексті моделювання поведінкових стратегій в рамках різних суспільств. Застосування моделей, заснованих на теорії ігор, може сприяти кращому розумінню динаміки взаємодій між індивідуумами та групами, включаючи визначення оптимальних стратегій поведінки в конкурентних та кооперативних середовищах [10].

Підсумовуючи, аналіз стратегій в теорії ігор відкриває значні можливості для дослідження взаємодій між учасниками в суспільствах. Дослідження різноманітних сценаріїв і підходів дозволяє детальніше проникнути у сутність виборів, які роблять індивіди та організації, та розробляти більш ефективні стратегії для досягнення кращих результатів у сферах мобільності, комунікацій та інших.

1.3.1 Опис типових стратегій

У цьому розділі розглядаються типові стратегії поведінки в суспільствах, що базуються на теорії ігор, яка є математичною моделлю взаємодії між агентами (учасниками). Теорія ігор дозволяє аналізувати різноманітні життєві ситуації, в яких вибір одного агента впливає на результат дій інших. Найважливішою особливістю цього підходу є визначення оптимальних стратегій поведінки для учасників. В цьому контексті, знання типових стратегій є необхідним елементом для глибшого розуміння динаміки взаємодії в суспільствах.

Однією з основних стратегій в теорії ігор є домінування. Стратегія домінування відбувається тоді, коли вибір одного варіанту агентом призводить до кращого результату порівняно з будь-яким іншим вибором, незалежно від того, які рішення приймають інші агенти. Така стратегія відіграє ключову роль у прийнятті рішень, оскільки вона надає очевидний вибір для агента, який прагне максимізувати свій користь [11].

Ще одна важлива концепція в теорії ігор – змішані стратегії. Вони застосовуються, коли агенти обирають чисті стратегії з певною імовірністю. Змішані стратегії є особливо корисними в ситуаціях, де не існує домінуючої стратегії або коли найкращий вибір залежить від дій інших учасників. Використання змішаних стратегій дозволяє агентам реалізувати більш гнучкий і непередбачуваний підхід до взаємодії [11].

У підсумку, теорія ігор пропонує міцний фундамент для аналізу стратегій поведінки в суспільствах. Розуміння типових стратегій, таких як домінування і змішані стратегії, є критично важливим для того, щоб прогнозувати наслідки взаємодії між учасниками і створювати ефективні моделі для симуляційних досліджень. Цей аналіз не тільки сприяє кращому розумінню існуючих соціальних динамік, але й вказує на можливості для розробки нормативних

рекомендацій, спрямованих на покращення соціальних взаємодій.

1.3.2 Рівновага Неша та її значення у соціальних взаємодіях

В даному розділі дипломної роботи розглядається поняття рівноваги Неша та її вплив на поведінку індивідів у взаємодіях в рамках суспільства. Поняття рівноваги Неша має важливе значення для теорії ігор, яка є математичною моделлю взаємодії між агентами (учасниками гри), що мають різні інтереси. Ця концепція запропонована Джоном Нешем у середині 20-го століття, детально аналізує стабільні стани систем, в яких жоден з учасників не може покращити свій результат самостійним змінням своєї стратегії, припускаючи, що інші агенти своїх стратегій не змінять.

Рівновага Неша знаходить широке застосування у соціальних науках, економіці та політичних науках, оскільки ця концепція дозволяє аналізувати різноманітні форми взаємодії між людьми, компаніями, країнами або будь-якими іншими агентами, які приймають рішення. В контексті суспільних відносин, рівновага Неша дозволяє ідентифікувати стабільні стани, у яких агенти адаптують свою стратегію до стратегій інших агентів таким чином, що жоден з них не може одноосібно покращити свій власний виграш без зміни стратегії інших [12].

Одним із ключових аспектів у вивченні рівноваги Неша є її здатність моделювати ситуації, в яких інтереси агентів перетинаються або навіть суперечать один одному. Це важливо для розуміння динаміки соціальних взаємодій, де індивіди чи групи часто намагаються досягти вигідних для себе результатів, працюючи разом або конкуруючи [12].

У підсумку, концепція рівноваги Неша має виняткове теоретичне і практичне значення для аналізу поведінкових стратегій в суспільствах на основі

теорії ігор. Вона забезпечує методологічну основу для розуміння складних взаємодій між агентами, які мають різні цілі та обмеження. Осмислення цієї концепції є ключовим для розробки ефективних стратегій поведінки в суспільствах, оскільки вона допомагає виявити стабільні, оптимальні рішення, які враховують взаємні інтереси учасників.

1.3.3 Приклади аналізу відомих ігор

У цьому розділі дипломної роботи актуальність вивчення стратегій поведінки в суспільствах за допомогою теорії ігор ілюструються на прикладах аналізу відомих ігор. Через розгляд конкретних сценаріїв, як-то Дилема ув'язненого та Гра яструба та голуба, демонструється вплив стратегій на взаємодію індивідів в рамках моделей теорії ігор, що забезпечує глибше розуміння механізмів формування соціальних структур і поведінки агентів.

Дилема ув'язненого представляє собою класичний приклад гри в теорії ігор, що ілюструє проблеми взаємодії і вибору стратегій між двома раціональними учасниками. В одному з джерел розкривається концепція ігри, де двом ув'язненим пропонують індивідуально зізнатися в злочині за обіцянку пом'якшення покарання. Цей приклад підкреслює важливість розуміння спільних та індивідуальних інтересів у формуванні стратегій поведінки [13].

Гра яструба та голуба, як згадується в певному дослідженні, є ще однією популярною моделлю, що імітує процес природного добору та конкуренції за ресурси між агентами з різними стратегіями поведінки. У цій грі "яструби" агресивно закликають до конкуренції, тоді як "голуби" обирають більш миролюбну тактику. Аналіз цієї гри допомагає зрозуміти динаміку взаємодії між агресивними та співробітничими стратегіями в суспільстві [14].

Важливість цих ігор для дослідження стратегій поведінки в суспільствах

полягає в ілюстрації основних концептів та проблем взаємодії індивідів, а також механізмів вибору оптимальних стратегій в умовах конфлікту інтересів. Розгляд конкретних ігор дозволяє глибше зрозуміти теоретичні положення теорії ігор та їх застосування для аналізу соціальних явищ. Таким чином, аналіз відомих ігор є необхідною складовою для розуміння спектра стратегій поведінки в суспільствах, а також формування теоретичної бази для симуляційних досліджень у цій галузі.

1.4 Теорія ігор у аналізі соціальних взаємодій

У даному розділі дипломної роботи проводиться аналіз місця та ролі теорії ігор у вивченні соціальних взаємодій. Теорія ігор, як математична модель вивчення стратегічної взаємодії між двома та більше учасниками, знайшла своє застосування у багатьох сферах наукових досліджень, включаючи економіку, політологію, соціологію та психологію.

У контексті аналізу соціальних взаємодій теорія ігор дозволяє моделювати поведінку індивідів у суспільстві, враховуючи їх інтереси, цілі та очікування. Це допомагає розумінню механізмів формування різноманітних соціальних структур та поведінкових патернів, що важливо для прогнозування динаміки соціальних процесів.

Одним з ключових аспектів застосування теорії ігор в аналізі соціальних взаємодій є ідентифікація та аналіз рівноваг Неша. Рівновага Неша вказує на ситуацію, в якій жоден з учасників не може покращити свій результат, змінивши свою стратегію в односторонньому порядку, якщо стратегії інших учасників залишаються незмінними. Визначення таких рівноважних станів дозволяє зрозуміти, які взаємодії між особами будуть стабільними в різних суспільних контекстах [12].

Крім того, теорія ігор сприяє розкриттю нерівностей та конфліктів у соціальних взаємодіях через аналіз ігор з не кооперативною поведінкою. Це дозволяє досліджувати стратегії поведінки учасників, які намагаються максимізувати власні вигоди, що, у свою чергу, може викликати соціальні напруження та конфлікти, а також можливості їх вирішення через кооперацію.

У підсумку, теорія ігор відіграє ключову роль у дослідженні стратегій поведінки в суспільствах, аналізі соціальних взаємодій, вивченні механізмів кооперації та конкуренції. Вона надає інструментарій для математичного моделювання та аналізу складних соціальних феноменів, сприяє глибшому розумінню процесів взаємодії між індивідами та групами в суспільстві, та їх вплив на соціальні системи в цілому.

1.4.1 Використання теорії ігор для розуміння соціальної поведінки

Використання теорії ігор для дослідження стратегічних взаємодій у суспільстві набуває все більшої популярності серед сучасних науковців. Цей математичний апарат дозволяє формалізувати процеси прийняття рішень в ситуаціях, де інтереси та стратегії кількох учасників перетинаються.

Ключовим кроком у такому аналізі є визначення структури "гри", тобто окреслення її учасників, їхніх цілей, можливих дій та потенційних наслідків. Це дає змогу виявляти основні мотиваційні чинники поведінки людей у соціумі та механізми, що ведуть до співпраці чи конфлікту.

Розглянемо кілька конкретних прикладів застосування теорії ігор для розуміння соціальної динаміки:

1. Дилема ув'язненого - класична модель, що демонструє, як індивідуальні раціональні рішення можуть призводити до субоптимальних колективних результатів. Ця гра ілюструє конфлікт між особистими інтересами та інтересами

групи.

2. Ігри координації - моделі, де учасники зацікавлені в тому, щоб узгодити свої дії для досягнення бажаного спільного результату. Тут важливу роль відіграють очікування щодо поведінки інших гравців.

3. Ігри довіри - ситуації, коли один учасник має можливість покластися на іншого, очікуючи на взаємну вигоду. Ці моделі підкреслюють роль соціальних норм та репутації в міжособистісних взаємодіях.

Застосування теорії ігор для аналізу соціальної поведінки відкриває нові перспективи для розуміння складних процесів, що відбуваються в суспільстві. Моделювання та симуляція стратегічних взаємодій дозволяють глибше пізнати механізми формування соціальних структур і динаміки соціальних явищ.

1.4.2 Моделювання соціальних взаємодій та конфліктів

Одним із ключових аспектів застосування теорії ігор для аналізу соціальної поведінки є формалізація та моделювання реальних суспільних процесів. Цей розділ фокусується на тому, як правильно представити соціальні явища у вигляді математичних конструкцій, що дозволяє проводити їх симуляційне вивчення.

Ми розглядаємо кілька підходів до такого моделювання. Одним з них є агентне моделювання, де кожен учасник взаємодії розглядається як окремий "агент" зі своїми цілями та стратегіями поведінки.

Інший підхід - використання стохастичних моделей, які дозволяють враховувати випадковий характер багатьох суспільних процесів. Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, які ми детально обговорюємо [3].

Використовуючи такий підхід, ми не лише можемо краще аналізувати існуючі взаємодії та конфлікти, а й пропонувати ефективні стратегії їх оптимізації та вирішення.

1.5 Критика та обмеження теорії ігор у соціальних науках

У цьому розділі дипломної роботи розглядаються критика та обмеження теорії ігор у соціальних науках. Теорія ігор як математичний інструмент аналізу інтеракцій між агентами, що приймають рішення, має безліч застосувань, проте не є панацеєю. У цій частині детально описується, як обмеженість інформації та непередбачуваність людської поведінки вносять певні виклики у застосуванні теорії ігор до реальних соціальних систем.

Одне з джерел описує, як практичне застосування теорії ігор до аналізу розповсюдження епідемій може бути обмеженим через неможливість передбачити всі параметри та початкові умови, які впливають на процеси розповсюдження захворювань. Це зумовлено різноманітністю чинників, які впливають на швидкість та напрямки розповсюдження інфекції, включаючи зміни у способах комунікації та переміщенні людей, що ускладнює моделювання в контексті суспільного здоров'я [15].

У іншому дослідженні акцентується на те, що гіпотетичні моделі, сформовані на основі теорії ігор, часто передбачають ідеалізовані умови, які рідко збігаються з реальністю. Автори розглядають гідродинаміку як приклад і зазначають, що незважаючи на точність моделей у контрольованих умовах, реальні сценарії часто містять широкий спектр непередбачених чинників, які роблять застосування теорії ігор вкрай складним [16].

Ці приклади показують, що хоча теорія ігор є потужним інструментом для аналізу соціальних інтеракцій та процесів, існують значні обмеження та виклики, з якими дослідники та аналітики стикаються при її використанні в соціальних науках. Обмеженість доступних даних, непередбачуваність людської поведінки, а також складність і динамічність суспільних систем є головними факторами, які

ускладнюють точне моделювання за допомогою теорії ігор. Отже, при застосуванні теорії ігор до соціальних досліджень необхідно враховувати ці обмеження та шукати додаткові методи для підвищення точності прогнозів та аналізу.

1.5.1 Обговорення обмежень і припущень у теорії ігор

Важливо підкреслити, що теорія ігор як інструмент аналізу стратегічної взаємодії має певні недоліки, що можуть впливати на точність та релевантність отриманих результатів. Розглядаючи ці аспекти, можемо глибше зрозуміти межі застосування теоретичних моделей до реальних ситуацій.

В одному з джерел обговорюється питання використання затримок часу в стратегіях, зокрема в контексті рішень про скидання ядерних стоків з Фукусіми. Аналіз показує, що часові затримки істотно впливають на стабільність прийняття рішень, що вказує на обмеження класичних підходів теорії ігор, які часто ігнорують темпоральні аспекти взаємодії стратегій. Це підкреслює необхідність модифікації існуючих моделей для інтеграції часових параметрів, які можуть суттєво вплинути на результати гри [17].

Розгляд ймовірнісних просторів та їх ізоморфні відображення у стратегічному просторі, як наголошується в окремому дослідженні, є ще одним важливим аспектом, який висвітлює обмеження теорії ігор. Аналіз виявляє розбіжності між ймовірнісною теорією та теорією ігор, виявляючи слабкі місця у використанні останньої для аналізу стратегічних взаємодій. Обговорення стосується того, як використання точних ізоморфних відображень для визначення просторів стратегії може змінити раціональні результати в простих іграх та допомогти вирішити деякі парадокси теорії ігор [18].

В іншому джерелі вивчається динаміка чотиристратегічної гри та її

взаємозв'язок з теоретичними та експериментальними результатами. Виявлення єдності аналітичних, симуляційних та експериментальних підходів вказує на здатність теорії ігор точно передбачати, спостерігати та контролювати динаміку стратегій, одночасно вказуючи на обмеження у її традиційному формулюванні [19].

Підсумовуючи, обговорення обмежень та припущень у теорії ігор в рамках дипломної роботи підкреслює важливість критичного оцінювання та пошуку шляхів модифікації існуючих моделей. Аналіз вказує на потребу інтеграції часових затримок, точних ізоморфних відображень та нових підходів до вивчення динаміки стратегій для подолання існуючих обмежень та отримання більш точних та релевантних результатів.

1.5.2 Критичний аналіз та альтернативні підходи

У цьому контексті особливу увагу приділено три ключові роботи, що пропонують різні підходи до моделювання і аналізу гри яструба та голуба. Це дозволяє глибше зрозуміти потенційні обмеження та можливості, які постають перед дослідниками у цій сфері.

У одному з джерел проаналізовано динаміку реплікатора для асиметричної гри яструба та голуба з використанням підходу динамічних систем. Автори детально розглянули точки рівноваги, їх стабільність та вивели умови для Нешевих рівноваг. Також надано опис локальних біфуркацій, що з'являються в системі залежно від типових параметрів гри яструба та голуба. Ця робота дозволяє краще зрозуміти динаміку гри та її зв'язок зі стандартною двохстратегічною версією гри [20].

У наступному дослідженні розглядається використання механізму випадкового відбору дій у грі яструба та голуба, що призводить до глобальної

конвергенції до неефективних змішаних станів. Аналіз показує, що, на відміну від існуючої літератури, яка стверджує про збіжність до чистих рівноваг, певні динаміки вибору можуть сприяти збереженню змішаних стратегій. Ця робота розширює розуміння можливих результатів гри та підсилює значення механізмів відбору стратегій [21].

Третє дослідження пропонує квантовий підхід до гри яструба та голуба, дозволяючи аналізувати еволюційно стабільні стратегії у контексті квантової механіки. Автори показали, що квантова версія гри з певним набором параметрів допускає існування чистих стратегій як еволюційно стабільних, на відміну від класичної версії гри, де можливі лише змішані стратегії. Це відкриває нові перспективи для досліджень у галузі теорії ігор та квантової механіки [22].

Узагальнюючи обговорене у цьому розділі, можна зробити висновок, що різноманітність підходів та методів аналізу стратегій поведінки в суспільствах дозволяє краще розуміти динаміку таких ігор як гра яструба та голуба. Критичний аналіз та розгляд альтернативних підходів значно збагачують наукову картику, відкриваючи нові напрямки для подальших досліджень у цій області.

1.5.3 Перспективи розвитку теорії ігор у дослідженні соціальних взаємодій

Теорія ігор безперечно є одним із найбільш фасцинативних інструментів для дослідження поведінки в суспільствах і це знайшло своє підтвердження у різноманітних дослідженнях. Цей розділ присвячений розгляду перспектив розвитку теорії ігор у контексті аналізу соціальних взаємодій, що надає можливість з глибшим розумінням поглянути на низку проблем і знайти нові підходи до їх вирішення.

На основі різних джерел та досліджень, можна зробити висновок, що

теорія ігор відкриває нові горизонти для розуміння соціальних процесів. Це стосується не лише вивчення конфліктних ситуацій чи стратегічних взаємодій між особистостями в групах і суспільствах в цілому, але й вироблення моделей для прогнозування майбутніх тенденцій у розвитку соціальних відносин. Однією з перспективних областей застосування теорії ігор є розробка алгоритмів для вирішення важливих соціальних задач, як-от розподіл ресурсів, управління соціальними мережами, визначення ефективності рішень у громадському управлінні тощо [23].

Згадані у джерелі приклади свідчать про значний потенціал теорії ігор для розширення можливостей аналізу соціальних взаємодій. Через це, існує очікування, що розвиток цієї теорії принесе інструменти для більш точного моделювання поведінки в суспільствах та вдосконалення стратегій взаємодії між учасниками цих відносин. Сучасні технології, зокрема великі дані та машинне навчання, відіграють ключову роль у цьому процесі, дозволяючи розширити застосування ігрових моделей для комплексного аналізу соціальних явищ [24].

Узагальнюючи вищесказане, можна констатувати, що теорія ігор має потужний потенціал для подальшого розвитку і застосування у сфері соціальних наук. Актуальність цього напрямку дослідження обумовлена постійним розвитком суспільства і потребою у нових підходах до аналізу та прогнозування соціальних процесів. Теорія ігор може стати ключем до розкриття нових вимірів у розумінні соціальних взаємодій, пропонуючи ефективні інструменти для вирішення складних соціальних задач.

1.6 Висновки до розділу 1

У першому розділі роботи ми розглянули основні поняття, концепції та класифікації, які становлять основу теорії ігор та її застосування для аналізу

соціальних взаємодій. Теорія ігор, яка виникла на перетині математики та економіки, демонструє свою універсальність та гнучкість у застосуванні до широкого спектру соціальних явищ.

Ми проаналізували ключові концепції, такі як стратегія, виграш та рівновага Неша, які є фундаментальними для розуміння, як індивідуальні рішення впливають на колективні результати. Розгляд нормальних та екстенсивних форм гри дозволив зрозуміти різні моделі взаємодії між учасниками. Відзначили історичний розвиток теорії ігор, починаючи з робіт Паскаля і Ферма та до фундаментальних праць фон Неймана і Моргенштерна. Цей історичний огляд підкреслив еволюцію теорії ігор від абстрактних математичних задач до інструменту аналізу складних соціальних взаємодій.

Розглянуто різні типи ігор, включаючи кооперативні та некооперативні, ігри з нульовою та ненульовою сумою, а також повторювані та статичні ігри. Ця класифікація дозволяє детально аналізувати специфіку різних стратегічних взаємодій та їх вплив на поведінку учасників. Теорія ігор надає багатий інструментарій для аналізу типових стратегій, таких як домінування і змішані стратегії, а також для визначення рівноваги Неша. Ці поняття допомагають зрозуміти механізми прийняття рішень в умовах невизначеності та взаємозалежності.

Використання теорії ігор для моделювання соціальних взаємодій дозволяє не тільки аналізувати існуючі поведінкові патерни, але й прогнозувати потенційні результати різних стратегій. Це особливо важливо для розробки ефективних соціальних політик та управління конфліктами. Обговорення обмежень теорії ігор підкреслило важливість критичного підходу та необхідність врахування складності реальних соціальних систем. Незважаючи на обмеження, теорія ігор залишається потужним інструментом для аналізу соціальних процесів.

У підсумку, теорія ігор показала свою цінність як інструмент для глибокого

аналізу та розуміння соціальних взаємодій. Вона відкриває нові можливості для вивчення поведінкових стратегій, прогнозування результатів взаємодій та розробки оптимальних стратегій у різних соціальних контекстах.

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ТЕОРІЇ ІГОР

У розділі 2 дипломної роботи буде сконцентровано увагу на аналізі сучасного стану досліджень у сфері теорії ігор, який є надзвичайно важливим для розуміння потенціалу та можливостей симуляційних досліджень стратегій поведінки в суспільствах. Теорія ігор, будучи важливим інструментом в аналізі стратегічного взаємодії між учасниками, знайшла своє застосування у різних галузях — від економіки та політичних наук до соціології та психології.

У цьому розділі буде детально проаналізовано ключові праці та теоретичні підходи, які були розроблені у рамках теорії ігор. Особливу увагу буде приділено динамічному розвитку цієї дисципліни, а саме вивченню еволюційних ігор і моделей повторюваних ігор, які дозволяють симулювати довгострокові процеси взаємодії у складних соціальних системах.

Також, важливою частиною аналізу буде зосередження на сучасних дослідженнях, які використовують агент-орієнтоване моделювання для симуляції поведінки індивідів у різних соціальних контекстах. Це дає змогу детальніше вивчати взаємодію між агентами на мікрорівні та її вплив на загальні процеси у суспільстві.

Необхідно зазначити, що останнім часом особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на виявлення умов, за яких стратегії співпраці можуть оформитися та зберігатися в групах індивідів, виходячи з теоретичних положень про соціальну оптимальність та рівновагу.

Загалом, можна сказати, що сучасний стан досліджень у сфері теорії ігор відкриває нові перспективи для розуміння динаміки соціальних взаємодій та формування стратегій поведінки в суспільствах. Вивчення цих аспектів є необхідним для ефективного застосування симуляційних досліджень, що, без

сумніву, матиме значний вплив на подальший розвиток соціальних наук.

2.1 Огляд основних напрямків у теорії ігор

У другому розділі дипломної роботи, присвяченій симуляційному дослідженню стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор, розглядаються основні напрямки розвитку та досліджень в області теорії ігор. Теорія ігор як математична дисципліна займається вивченням стратегічної взаємодії між агентами, де результат дії кожного залежить не лише від його власного вибору, а й від рішень інших учасників. Цей напрямок вивчення дозволяє моделювати та аналізувати найрізноманітніші соціальні, економічні та політичні явища.

Один із основних напрямків у теорії ігор — це кооперативна теорія ігор, де аналізується можливість формування коаліцій між гравцями для досягнення спільної вигоди. Такий підхід дозволяє зрозуміти, як і за яких умов учасники гри приймають рішення про об'єднання своїх зусиль [22].

Ще один важливий напрямок — некооперативна теорія ігор, яка зосереджена на аналізі взаємодій між гравцями, коли формування стабільних коаліцій неможливе або не є предметом дослідження. В рамках цього напрямку вивчаються концепції рівноваги, зокрема, рівновага Неша, яка відіграє ключову роль у розумінні стратегічних виборів учасників [23].

Також не можна оминати еволюційну теорію ігор, яка прикладає принципи теорії ігор до розв'язання питань еволюційної біології та моделювання еволюційних процесів. Цей напрямок розширює рамки застосування теорії ігор, демонструючи її значення для біології, соціології та психології.

Резюмуючи, аналіз цих напрямків дозволяє виявити та систематизувати ключові концепції та методи, які будуть застосовані для симуляційного

моделювання стратегій поведінки в суспільствах.

2.1.1 Останні досягнення в класичній теорії ігор

У останні десятиліття, класична теорія ігор зазнала значних змін і розширень, які значно збільшили її застосування та вплив. Ці досягнення не тільки вдосконалюють уже існуючі моделі, але й відкривають нові горизонти для досліджень у різних наукових галузях, включаючи економіку, біологію, інформатику, та соціальні науки. Особливо значним є прогрес у розумінні динамічних ігор, формуванні стратегій в мережах, та розвитку багаторівневих ігор. Останні досягнення в класичній теорії ігор відкривають нові можливості для симуляційного дослідження стратегій поведінки в суспільствах.

Однією з ключових новацій у цій області є розвиток теорії повторюваних ігор та вивчення стратегій в мережах. Це дозволило детальніше аналізувати, як індивіди в суспільстві вибудовують свої стратегії взаємодії на основі історії попередніх взаємодій. Такий підхід має важливе значення для розуміння динаміки соціальних процесів та формування стабільних стратегій поведінки [24].

В останні роки значну увагу приділяються також іграм на графах та мережевих іграх. Аналіз цих ігор відкриває механізми формування стійких структур у складних мережах, що є критично важливим для розуміння поведінки в соціальних та економічних системах. Це розширює можливості класичної теорії ігор і дозволяє глибше аналізувати взаємодії у великих групах індивідів [25].

Крім того, активно розвиваються дослідження поведінкової теорії ігор, яка інтегрує психологічні аспекти в традиційні моделі. Це напрямок дозволяє більш точно прогнозувати реакції індивідів на різні стратегічні ситуації, виходячи з реальної поведінки людей, а не лише з логічних міркувань [26].

Усі ці досягнення в класичній теорії ігор відіграють важливу роль у формуванні міцної теоретичної основи для симуляційного дослідження стратегій поведінки в суспільствах. Вони відкривають широкі можливості для аналізу та розробки ефективних моделей взаємодії, що можуть бути застосовані у різноманітних сценаріях і допоможуть краще зрозуміти динаміку соціальних відносин та оптимізувати стратегічні рішення в сучасних суспільствах.

2.1.2 Розвиток еволюційної теорії ігор

Еволюційна теорія ігор, як важливий напрямок в математичному моделюванні поведінки агентів у різноманітних соціальних та біологічних системах, займає ключове місце у вивченні стратегій поведінки в суспільствах. Враховуючи значимість та актуальність еволюційної теорії ігор, розділ присвячено поглибленому аналізу її розвитку, що дозволяє краще зрозуміти, як конкретні стратегії формуються та еволюціонують в суспільствах.

Еволюційна теорія ігор пускає свої корені ще в середині 20-го століття, коли вчені почали застосовувати ігрові моделі для вивчення поведінкових стратегій у біологічних популяціях. Основоположними стали роботи Джона Мейнарда Сміта, який ввів поняття еволюційно стабільної стратегії (ESS), зробивши акцент на тому, як певні стратегії можуть зберігатися або змінюватися під впливом природного добору. Основною відмінністю еволюційної теорії ігор від класичної є те, що раціональність агентів не є необхідною передумовою, а поведінка визначається еволюційними механізмами добору [27].

З розвитком комп'ютерних технологій на рубежі тисячоліття, стало можливим проводити складні симуляції, які демонструють динаміку розвитку стратегій у великих популяціях агентів, підтверджуючи теоретичні передбачення еволюційної теорії ігор. Це дозволило дослідникам висвітлити, як змінюються

стратегії поведінки в різних соціонормативних та екологічних умовах, пропонуючи більш глибоке розуміння механізмів соціальної інтеракції [27].

Значний вклад у розвиток еволюційної теорії ігор було зроблено за допомогою введення концепцій мережевих ігор та просторових ігор, де взаємодія між агентами структурована не тільки за правилами, але й за фізичним розташуванням або зв'язками в соціальних мережах. Ці підходи дали можливість розглядати комплексніше вплив структури спільноти на вибір стратегій, відкриваючи нові шляхи для розуміння динаміки формування соціальних норм та їх еволюції [27].

У підсумку, аналіз розвитку еволюційної теорії ігор виявляє, що вона є надзвичайно багатогранною та глибоко інтегрованою в розуміння соціальних процесів. Еволюційний погляд на теорію ігор не тільки розширив рамки застосування математичного моделювання в соціальних науках, а й наповнив його новим змістом, показавши, як через призму еволюційних механізмів можна розвінчувати природу людської взаємодії та соціальних інститутів. Таким чином, розвиток еволюційної теорії ігор є ключовим для розуміння того, як стратегії поведінки в суспільствах формуються, адаптуються та еволюціонують у часі.

2.1.3 Вплив інформаційних технологій на теорію ігор

У цьому розділі здійснюється аналіз ролі інформаційних технологій у сучасних дослідженнях та застосуваннях теорії ігор, зокрема, у контексті вивчення стратегій поведінки в різноманітних суспільних системах. На сьогоднішній день, завдяки швидкому розвитку інформаційних технологій, з'являються нові можливості для аналізу складних взаємодій між учасниками, що дозволяє дослідникам глибше зрозуміти динаміку суспільних процесів [28].

Значення інформаційних технологій для теорії ігор не може бути переоцінено. Інформаційні технології дозволяють легко обробляти великі об'єми даних, створювати складні моделі взаємодій між учасниками ігор і ефективно аналізувати можливі результати різних стратегій. Це важливо як для теоретичних досліджень, так і для практичного застосування теорії ігор у реальному світі [28].

Одним з основних напрямків впливу інформаційних технологій на теорію ігор є розробка комп'ютерних симуляцій, які дозволяють відтворити реальні соціальні інтеракції у віртуальному середовищі. Це, у свою чергу, надає можливість експериментального вивчення різних стратегій поведінки в контрольованих умовах, що є незамінним для вивчення комплексних суспільних явищ [28].

Ще одним аспектом є застосування штучного інтелекту та машинного навчання для оптимізації стратегій взаємодії у рамках теорії ігор. Штучний інтелект спроможний аналізувати існуючі патерни взаємодії між учасниками та пропонувати нові стратегії, які можуть збільшити ефективність і досягнення цілі.

Узагальнюючи, інформаційні технології мають вирішальне значення для розвитку та застосування теорії ігор у сучасних дослідженнях суспільних стратегій поведінки. Вони забезпечують інструментарій для розробки докладних моделей взаємодії, проведення комп'ютерних симуляцій, та оптимізації стратегій за допомогою методів штучного інтелекту і машинного навчання. Таким чином, інформаційні технології відкривають нові перспективи для розвитку теорії ігор і поширення її практичного застосування в аналізі суспільних процесів.

2.2 Інноваційні методики та підходи у теорії ігор

Теорія ігор, як одна з фундаментальних концепцій математичного моделювання, постійно розвивається та вдосконалюється. Вчені та дослідники

пропонують нові підходи та методики, спрямовані на подолання обмежень традиційних моделей.

Одним з таких інноваційних підходів є використання ізоморфних відображень простору ймовірностей у простори стратегій. Це дозволяє вирішити розбіжності, що виникають між теорією ймовірностей та теорією ігор при аналізі одних і тих же стратегічних ситуацій. Зокрема, ці розбіжності проявляються у розрахунках інформації Фішера, функції логарифмічної правдоподібності, градієнтів ентропії, рангу та якобіана перетворень змінних, а також розмірності та обсягу простору параметрів ймовірності [29].

На відміну від традиційних підходів, які використовують слабкіші відображення, що змінюють властивості базових ймовірнісних розподілів у просторі змішаних стратегій, застосування ізоморфних відображень дозволяє зберегти структуру простору ймовірностей. Це, в свою чергу, приводить до раціональних результатів, що узгоджуються з емпіричними спостереженнями за поведінкою людей, та може допомогти вирішити деякі парадокси теорії ігор.

Дослідники також вивчають можливості застосування методів, що базуються на ентропії, для аналізу складних соціальних та економічних систем. Ентропійні підходи дозволяють враховувати ступінь невизначеності та складності, що притаманні таким системам, та отримувати більш реалістичні прогнози [30].

Загалом, інноваційні методики та підходи у теорії ігор спрямовані на підвищення адекватності математичних моделей реальним процесам та явищам, а також на розв'язання проблем, які виникають при застосуванні традиційних методів. Подальші дослідження у цьому напрямку можуть суттєво розширити можливості застосування теорії ігор у різних галузях науки та практики.

2.2.1 Використання штучного інтелекту та машинного навчання

У другому розділі нашої дипломної роботи, присвяченому використанню штучного інтелекту та машинного навчання у симуляційних дослідженнях стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор, розглядається роль і значення цих технологій у сучасних наукових дослідженнях. Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання (МН) активно використовуються дослідниками для аналізу складних систем і процесів, в тому числі й для моделювання поведінки агентів у суспільствах.

Насамперед, необхідно виділити, що ШІ дозволяє симулювати різноманітні стратегії, які агенти можуть обирати у процесі взаємодії. Це, в свою чергу, дає можливість аналізувати потенційні наслідки таких стратегій на макро- та мікрорівнях суспільства. Зокрема, використання нейронних мереж допомагає здійснювати емуляцію складного процесу прийняття рішень агентами, базуючись на їхньому досвіді та спілкуванні з іншими учасниками [31].

Ключовим аспектом застосування МН у симуляційних дослідженнях є його здатність до навчання на основі великої кількості даних без необхідності їх явного програмування. Це означає, що моделі можуть самостійно адаптуватись до змін у поведінці агентів або правилах їх взаємодії, що робить їх ідеально придатними для аналізу динамічних систем. Особливо цінним є застосування алгоритмів підкріпного навчання, які дозволяють агентам оптимізувати свою стратегію в реальному часі.

Впровадження ШІ та МН у сферу дослідження суспільних інтеракцій відкриває нові перспективи для розуміння механізмів формування та еволюції стратегій поведінки. Завдяки цим технологіям можна не лише симулювати вже відомі феномени, а й виявляти нові закономірності, покращуючи якість наукового прогнозування та розробки соціальних політик [31].

Варто підкреслити, що поєднання ІІ та МН з теорією ігор створює надзвичайно потужний інструментарій для аналізу і моделювання складних соціальних процесів. Це не тільки збагачує теоретичну базу соціальних наук, але й сприяє розвитку практичних застосувань, наприклад, у сферах економічного планування, управління ризиками та розробки стратегій прийняття рішень.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що використання штучного інтелекту та машинного навчання у дослідженнях поведінки агентів в різноманітних суспільствах, базованих на принципах теорії ігор, відіграє ключову роль у розробці ефективних і гнучких моделей інтеракцій. Ці технології не лише підвищують якість та глибину аналітичного інструментарію, але й пропонують широкі можливості для експериментального дослідження складних соціальних систем.

2.2.2 Симуляційні моделі та комп'ютерні ігри в теорії ігор

Однією з інноваційних методик у теорії ігор є використання симуляційних моделей та комп'ютерних ігор. Ці підходи дозволяють досліджувати поведінку учасників у складних стратегічних ситуаціях, наближених до реальності.

Симуляційні моделі надають можливість створювати контрольовані середовища, в яких досліджуваних учасників можна поміщати в різноманітні сценарії взаємодії. Це дає змогу вивчати, як індивіди та групи приймають рішення, реагують на стимули та взаємодіють один з одним. Такі моделі можуть бути як відносно простими, так і надзвичайно складними, що дозволяє охопити широкий спектр ситуацій [32].

Комп'ютерні ігри, у свою чергу, є ефективним засобом для вивчення поведінки гравців у динамічних стратегічних умовах. Розробка ігрових середовищ, наближених до реальних соціальних, економічних чи політичних

процесів, дає можливість дослідникам спостерігати за прийняттям рішень та поведінкою учасників у режимі реального часу. Цей підхід особливо корисний для аналізу складних взаємодій, коли традиційні методи моделювання недостатньо ефективні.

Використання симуляційних моделей та комп'ютерних ігор в теорії ігор має низку переваг:

1. Можливість створення контрольованих середовищ для проведення експериментів та спостережень.
2. Можливість відтворення складних, наближених до реальності, сценаріїв взаємодії.
3. Отримання детальної інформації про поведінку учасників у режимі реального часу.
4. Можливість швидкого тестування різноманітних стратегій та підходів.
5. Потенціал для залучення великої кількості досліджуваних осіб.

Загалом, симуляційні моделі та комп'ютерні ігри є потужними інструментами, що дозволяють значно розширити можливості теорії ігор у вивченні реальних стратегічних взаємодій. Їх використання сприяє отриманню більш адекватних та релевантних результатів, що можуть бути застосовані для вирішення практичних завдань у різних сферах.

2.2.3 Експериментальні та поведінкові підходи

У цьому розділі зосереджено увагу на експериментальних та поведінкових підходах, що використовуються для розуміння динаміки стратегій в соціальних інтеракціях. Розглянуто коло питань, пов'язаних з тим, як індивіди реалізують

рішення в умовах невизначеності та конкуренції, виходячи з теорії ігор, що знаходить відбиття в поведінкових моделях та експериментальних дослідженнях.

Експериментальні дослідження в галузі теорії ігор стали широко поширеними з метою вивчення поведінкових аспектів ухвалення рішень. Через здійснення контрольованих експериментів із реальними учасниками, дослідники здатні зафіксувати людські реакції на різноманітні стратегічні ситуації, а також з'ясувати мотивації, що керують їхніми виборами. Це дозволяє розширити розуміння того, яким чином соціальна взаємодія впливає на формування стратегій [33].

Поведінкові підходи допомагають уточнити та скоригувати традиційні моделі теорії ігор, враховуючи психологічні аспекти. Розробка поведінкових моделей, які включають неповну інформацію, емоції та ірраціональні мотиви, стала важливою частиною сучасного дослідження соціальних взаємодій. Такі моделі відображають реальність точніше, надаючи глибше уявлення про фактори, які впливають на стратегії поведінки в суспільствах [33].

Одним із ключових аспектів, які впливають на успіх експериментальних та поведінкових підходів, є їхня здатність інтегрувати інтердисциплінарні знання. Це дозволяє не лише оцінити вплив різних чинників на вибір стратегій, але й розробити більш ефективні методи моделювання соціального поведінки.

У підсумку, включення експериментальних та поведінкових підходів до дослідження стратегій поведінки в суспільствах дозволяє отримати цілісне уявлення про динаміку індивідуальних та колективних рішень. Це збагачує теорію ігор новими перспективами та відкриває можливості для подальших досліджень у напрямку розуміння поведінкових аспектів соціальних інтеракцій, а також розробки вдосконалених стратегій моделювання та аналізу соціальних систем.

2.3 Застосування теорії ігор у різних сферах

У даному розділі ми розглянемо застосування теорії ігор в різноманітних сферах сучасного життя. Теорія ігор як математична модель взаємодії учасників, які мають конфліктні інтереси, знайшла своє застосування не тільки в економіці та бізнесі, але й у політиці, соціології, психології, а також у плануванні стратегічних рішень. Розкриття потенціалу теорії ігор у цьому контексті дозволяє краще зрозуміти механізми прийняття рішень учасниками та визначити оптимальні стратегії їх поведінки.

В економіці теорія ігор використовується для аналізу ринкових стратегій, ціноутворення, поведінки монополій та олігополій, а також для моделювання аукціонів. Вона допомагає в розробці механізмів контролю та регулювання ринкової взаємодії, що сприяє підвищенню ефективності ринкової конкуренції та забезпеченню балансу інтересів учасників ринку.

У політиці застосування теорії ігор виявляється у формуванні стратегій виборчих кампаній, переговорах між державами, а також у вирішенні конфліктів. Аналіз політичних ігор дозволяє прогнозувати розвиток політичних подій, оптимізувати дії політичних діячів і державних інституцій з метою досягнення найкращих результатів.

У соціології та психології теорія ігор застосовується для аналізу міжособистісних конфліктів, поведінки груп і формування соціальних норм. Це дозволяє розуміти динаміку соціальних відносин, обґрунтовувати соціальну поведінку індивідів та груп, а також впливати на їх поведінку з метою покращення соціальної взаємодії.

Крім того, у стратегічному плануванні теорія ігор використовується для вироблення довгострокових стратегій розвитку компаній, ринків, регіонів та

країн. Аналіз ігрових сценаріїв дозволяє учасникам планувати свою діяльність з урахуванням можливих дій конкурентів та змін у зовнішньому середовищі.

Підсумовуючи, застосування теорії ігор у різних сферах відіграє ключову роль у розумінні взаємодії між учасниками, що мають різні, часто конфліктні інтереси. Це не лише сприяє визначенню оптимальних стратегій поведінки у складних ситуаціях, але й дозволяє покращувати ефективність вирішення соціальних, економічних та політичних завдань.

2.3.1 Економіка та управління ризиками

У цьому розділі дипломної роботи, зосереджено увагу на аналізі взаємодії між економікою та управлінням ризиками через призму теорії ігор та симуляційного моделювання. Значення теорії ігор у сучасній економіці та управлінні ризиками не може бути переоцінене, оскільки вона дозволяє глибше зрозуміти мотивації та очікування учасників економічних взаємодій, а також прогнозувати варіанти їх поведінки в умовах невизначеності та конкуренції.

Економічна сфера подає численні можливості для застосування теорії ігор, від мікроекономічного аналізу взаємодії між конкурентами на ринку до макроекономічного оцінювання державних регулювань і політик. Через цю багатогранність, роль симуляційного дослідження стає ключовою, дозволяючи моделювати різноманітні сценарії та їх потенційні наслідки для економічних агентів.

Окрім того, у сфері управління ризиками теорія ігор відіграє вирішальну роль, оскільки допомагає ідентифікувати можливі стратегії поведінки агентів у ситуаціях невизначеності та ризику. Використання моделі ризик-менеджменту на базі теорії ігор значно підвищує ефективність прийняття рішень, дозволяючи компаніям фокусуватися на оптимізації своїх дій з мінімізації потенційних втрат.

У симуляційному дослідженні стратегій поведінки в суспільствах, вивчення взаємодії між економікою та управлінням ризиками дозволяє не тільки виявляти найбільш ефективні стратегії управління ризиками, але й розуміти ширший контекст соціально-економічних взаємовідносин. Глибша інтеграція теорії ігор у ці процеси відкриває нові можливості для оптимізації поведінки суб'єктів економіки та підвищення загальної стабільності та добробуту в суспільстві.

У підсумку, цей розділ наголошує на зростаючій значущості теорії ігор як інструменту для моделювання економічних та соціальних взаємодій в умовах ризику та невизначеності. Застосування симуляційних досліджень засноване на теорії ігор дає можливість не тільки глибше зрозуміти механізми, які керують економікою та управлінням ризиками, але й виявити оптимальні стратегії подолання можливих викликів.

2.3.2 Соціальні науки та політологія

В цьому розділі дипломної роботи розглядається вплив симуляційного дослідження стратегій поведінки в суспільствах, заснованих на теорії ігор, на сферу соціальних наук та політології. Теорія ігор як математичний апарат аналізу взаємодій між особистостями та групами відіграє важливу роль у вивченні соціальних процесів та політичних явищ. Застосування симуляційних моделей дозволяє глибше зрозуміти динаміку взаємин у суспільствах та ефективність різних стратегій поведінки в конкурентному середовищі.

Симуляційне моделювання стратегій поведінки в соціальних науках використовується для аналізу взаємодії між індивідами та групами з урахуванням різноманітних соціальних, економічних та політичних факторів. Це дозволяє виявити потенційні наслідки прийняття тих чи інших рішень, а також вивести

оптимальні стратегії поведінки для досягнення максимального результату. Такий підхід стає особливо значущим у світлі зростаючої складності соціально-політичних систем та необхідності прогнозування їх поведінки [34].

В контексті політології симуляційні дослідження допомагають вивчати стратегії поведінки політичних акторів, механізми ухвалення рішень, формування коаліцій, проблеми розвитку демократії та багато іншого. Симуляції дозволяють експериментально перевірити теоретичні моделі, оцінити вплив різних зовнішніх і внутрішніх чинників на політичні процеси та зрозуміти, як зміни у стратегіях поведінки можуть спричинити зміни в політичній системі [34].

Застосування симуляційних методів у соціальних науках та політології відкриває нові можливості для аналізу складних сценаріїв взаємодії людей та інституцій, дозволяючи прогнозувати розвиток ситуацій та виявляти потенційно ефективні стратегії поведінки. Це сприяє розробці нових теорій та підходів у вирішенні соціальних і політичних проблем, підвищує ефективність політичного планування та стратегічного управління.

У підсумку можна зазначити, що інтеграція симуляційного моделювання на основі теорії ігор у соціальні науки та політологію забезпечує значний прогрес у розумінні складних соціальних та політичних систем. Симуляційні дослідження розширюють аналітичні можливості цих наук, допомагають глибше аналізувати та краще зрозуміти вплив обраної стратегії поведінки на результати взаємодії між учасниками суспільних відносин.

2.3.3 Біологія та екологія

У цьому розділі досліджуються основні аспекти впливу теорії ігор на розуміння процесів, які відбуваються в природних біологічних спільнотах та

екосистемах. Теорія ігор, яка первісно була розроблена як математичний інструмент для дослідження економічних відносин, знайшла своє застосування і в біології, дозволяючи моделювати та аналізувати стратегії поведінки організмів в умовах конкуренції за ресурси, партнерство в репродуктивних цілях, а також взаємодії хижак-жертва.

Одним з ключових прикладів в цьому контексті є концепція "Evolutionarily Stable Strategy" (ESS), або еволюційно стійка стратегія, яка демонструє, як у популяціях може формуватися та підтримуватися певна поведінка, що стає оптимальною у відповідь на еволюційний тиск. Цей концепт має значні наслідки як для розуміння міжособистісних взаємодій серед тварин, так і для збереження біологічного різноманіття та екосистемного менеджменту [35].

У контексті екології теорія ігор надає інструменти для аналізу стратегій виживання видів в змінних умовах довкілля, дозволяючи прогнозувати можливі зміни в екосистемах на основі поведінкового вибору індивідумів. Через симуляційне моделювання можна аналізувати, як різні стратегії адаптації впливають на динаміку популяцій, їхню стійкість до змін умов середовища та здатність до співіснування з іншими видами [35].

Цей розділ також підкреслює важливість інтеграції біологічних даних і теоретичних моделей теорії ігор для кращого розуміння фундаментальних механізмів, що лежать в основі біологічної та екологічної різноманітності та їх суспільного значення. Через симуляційне моделювання можна отримувати нові знання про взаємодії між видами, а також формувати стратегії збереження й ефективного управління натуральними ресурсами.

У підсумку цей розділ розкриває, як теорія ігор через симуляційне моделювання дозволяє досліджувати та передбачати поведінкові стратегії організмів у біологічних та екологічних контекстах. Враховуючи складність та динаміку живих систем, такий підхід відіграє критичну роль у розвитку сучасної

біології та екології, сприяючи глибшому розумінню процесів, що формують біосферу.

2.4 Висновки до розділу 2

У другому розділі дипломної роботи було проведено детальний аналіз сучасного стану досліджень у сфері теорії ігор, який виявив значний потенціал та можливості для подальшого розвитку цієї дисципліни. Теорія ігор, будучи важливим інструментом для аналізу стратегічних взаємодій між учасниками, демонструє свою ефективність у різних галузях, включаючи економіку, політичні науки, соціологію та психологію.

Розгляд ключових праць та теоретичних підходів показав, що еволюційні ігри та моделі повторюваних ігор стали центральними в сучасних дослідженнях. Вони дозволяють симулювати довгострокові процеси взаємодії у складних соціальних системах, надаючи нові інсайти щодо формування та стабільності стратегій співпраці. Агент-орієнтоване моделювання, яке активно використовується для симуляції поведінки індивідів у різних соціальних контекстах, дозволяє детально вивчати взаємодію між агентами на мікрорівні та її вплив на загальні процеси в суспільстві.

Особливу увагу було приділено останнім досягненням в класичній теорії ігор, включаючи розвиток теорії повторюваних ігор та вивчення стратегій в мережах. Ці досягнення значно розширили можливості аналізу динаміки соціальних процесів та формування стабільних стратегій поведінки. Також розглянуто розвиток еволюційної теорії ігор, яка демонструє, як через призму еволюційних механізмів можна краще розуміти природу людської взаємодії та соціальних інститутів.

Вплив інформаційних технологій на теорію ігор виявився суттєвим. Інформаційні технології дозволяють обробляти великі об'єми даних, створювати складні моделі взаємодій та ефективно аналізувати можливі результати різних стратегій. Використання штучного інтелекту та машинного навчання відкриває нові перспективи для розуміння та оптимізації стратегій взаємодії у суспільствах.

Інноваційні методики, такі як симуляційні моделі та комп'ютерні ігри, а також експериментальні та поведінкові підходи, дозволяють досліджувати поведінку учасників у складних стратегічних ситуаціях. Це сприяє отриманню більш адекватних та релевантних результатів, які можуть бути застосовані для вирішення практичних завдань у різних сферах.

Розгляд застосування теорії ігор у різних сферах, таких як економіка, управління ризиками, соціальні науки, політологія, біологія та екологія, показав, що ця дисципліна відіграє ключову роль у розумінні взаємодії між учасниками з різними інтересами. Це не лише сприяє визначенню оптимальних стратегій поведінки у складних ситуаціях, але й дозволяє покращувати ефективність вирішення соціальних, економічних та політичних завдань.

Загалом, сучасний стан досліджень у сфері теорії ігор відкриває нові перспективи для розуміння динаміки соціальних взаємодій та формування стратегій поведінки в суспільствах. Вивчення цих аспектів є необхідним для ефективного застосування симуляційних досліджень, що матиме значний вплив на подальший розвиток соціальних наук.

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ СТРАТЕГІЙ ПОВЕДІНКИ В СУСПІЛЬСТВАХ

У цьому розділі розглядається моделювання та аналіз стратегій поведінки в різних соціальних контекстах за допомогою теорії ігор. Використовуючи підходи теорії ігор, ми можемо досліджувати, як різні стратегії та правила впливають на взаємодію учасників у різних сценаріях. Цей підхід дозволяє не лише зрозуміти базові механізми соціальної взаємодії, але й виявити оптимальні стратегії для досягнення бажаних результатів у бізнесі, політиці та інших сферах.

Метою цього розділу є дослідження трьох основних ігор: дилеми ув'язненого, гри яструба та голуба, а також гри на довіру. Для кожної з цих ігор ми розробили базові сценарії та створили три різні умови з правилами. Було проведено серії симуляцій для кожного сценарію, що дозволило проаналізувати динаміку змін фітнес-оцінок учасників та визначити вплив різних правил на їхню поведінку.

Розділ також містить детальний аналіз отриманих результатів, що дозволяє зробити висновки щодо ефективності різних стратегій у різних умовах. На основі цих висновків було розроблено рекомендації для практичного застосування в бізнесі, політичних переговорах та взаємодії на інтернет-ринках. Ці рекомендації можуть бути корисними для розробки стратегій, які сприяють співпраці, довірі та ефективному управлінню конфліктами в різних соціальних контекстах.

3.1 Базові приклади симуляцій

У цьому розділі ми описуємо сценарії для кожної з трьох основних ігор, що використовуються для моделювання стратегій поведінки в різних соціальних

контекстах: ділової дилеми ув'язненого, політичної гри яструба та голуба, і гри на довіру в інтернет-ринках. Кожен сценарій передбачає специфічні правила та умови, що дозволяють дослідити, як учасники адаптуються до різних стратегій та обставин:

Ділова дилема ув'язненого - цей сценарій моделює ситуацію, де дві компанії можуть вибирати між співпрацею та зрадництвом. Сценарії включають високий прибуток за співпрацю, високі штрафи за зраду, та симетричні умови.

Політична гра яструба та голуба - ця гра моделює конфлікти між країнами чи політичними партіями, які можуть вибирати між агресією та миролюбністю. Сценарії включають високу винагороду за агресію, високі штрафи за агресію, та симетричні умови.

Гра на довіру в інтернет-ринках - цей сценарій моделює взаємодію між покупцем та продавцем, де важлива довіра для успішної угоди. Сценарії включають високий прибуток за довіру, високі штрафи за зраду, та симетричні умови.

3.1.1 Ділова дилема ув'язненого

Дилема ув'язненого є класичним прикладом некооперативної гри, де двоє учасників можуть вибирати між співпрацею та зрадництвом. У бізнес-контексті ця гра моделює ситуації, де компанії повинні вирішити, чи варто співпрацювати для спільного блага або зраджувати один одного для отримання односторонньої вигоди. Ми розглянули базовий сценарій, де кожен учасник має два варіанти дій: співпраця або зрадництво.

На першій візуалізації, що представлена на рисунку 3.1 представлено матрицю повернення вигоди для гри "Ділова дилема ув'язненого":

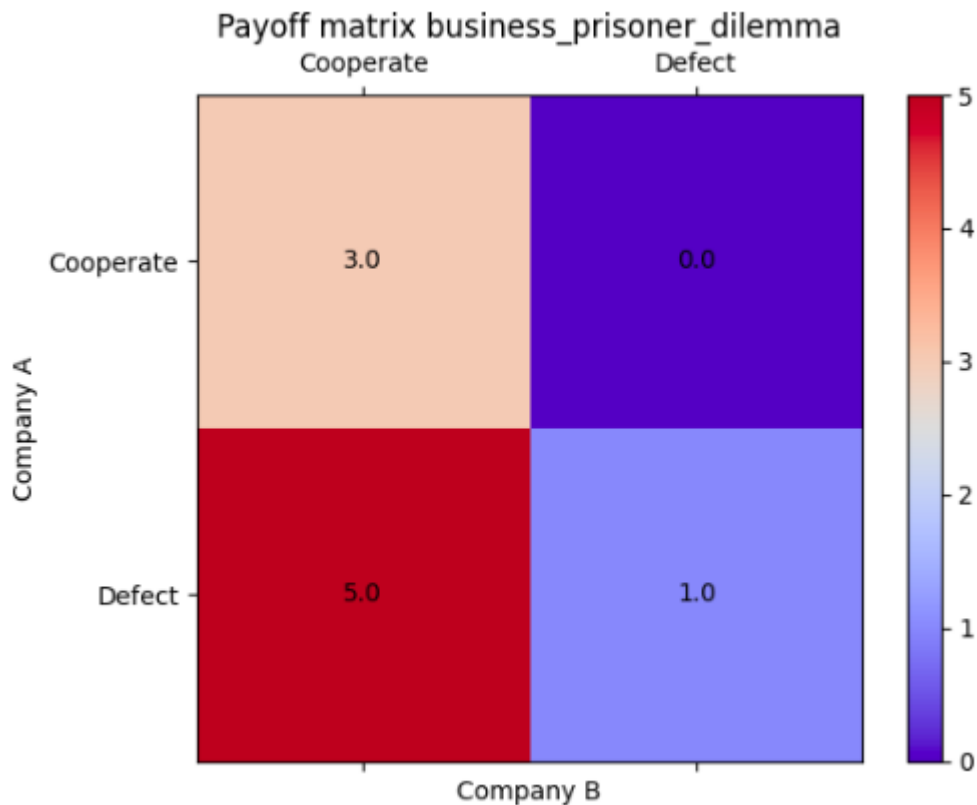


Рисунок 3.1 - Матриця виплат для гри "Ділова дилема ув'язненого"

Як видно з матриці, якщо обидві компанії співпрацюють, кожна отримує вигоду у розмірі 3 одиниць. Якщо одна компанія зраджує, а інша співпрацює, то зрадник отримує 5 одиниць, а партнер, що співпрацює, отримує 0. Якщо обидві компанії зраджують, кожна отримує лише 1 одиницю вигоди. Таким чином, співпраця приносить стабільний, але не найвищий результат, тоді як зрадництво може призвести до великого виграшу або великого збитку.

Друга візуалізація на рисунку 3.2 демонструє еволюцію середньої оцінки за 50 поколінь:

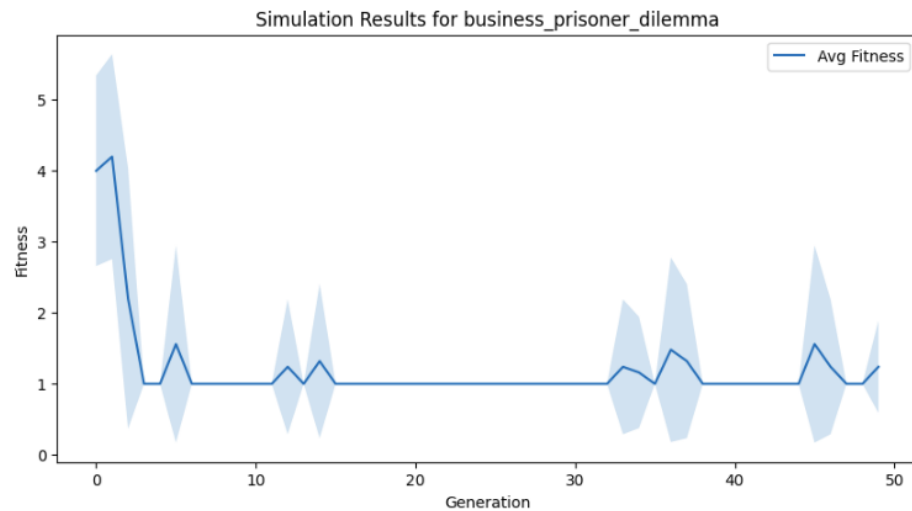


Рисунок 3.2 - Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

На графіку видно, що середня оцінка учасників на початку симуляції досить висока, але потім швидко знижується. Це може свідчити про те, що на початку більшість учасників обирають стратегію співпраці, але з часом переходять до стратегії зрадництва, що призводить до загального зниження вигоди. Після кількох поколінь середня фітнес-оцінка стабілізується на низькому рівні з незначними коливаннями, що може вказувати на утвердження зрадницьких стратегій серед учасників.

Ці результати демонструють складність прийняття рішень у діловому контексті, де короткострокові вигоди від зрадництва можуть здаватися привабливими, але в довгостроковій перспективі призводять до загального зниження вигод для всіх учасників. Це підкреслює важливість довгострокової стратегії співпраці для забезпечення стабільного і сталого успіху в бізнесі.

3.1.2 Політична гра яструба та голуба

Гра яструба та голуба моделює конфліктні ситуації, де учасники можуть вибрати між агресивною (яструб) та миролюбною (голуб) стратегіями. У

політичному контексті ця гра відображає взаємодію між країнами або політичними партіями, де кожна сторона повинна вирішити, чи варто проявляти агресію або шукати компроміс. Базовий сценарій включає учасників, які можуть обирати між двома стратегіями, що дозволяє дослідити, як конфлікти можуть ескалювати або бути вирішеними через переговори.

На першій візуалізації на рисунку 3.3 представлено матрицю повернення вигоди для гри "Політична гра яструба та голуба":

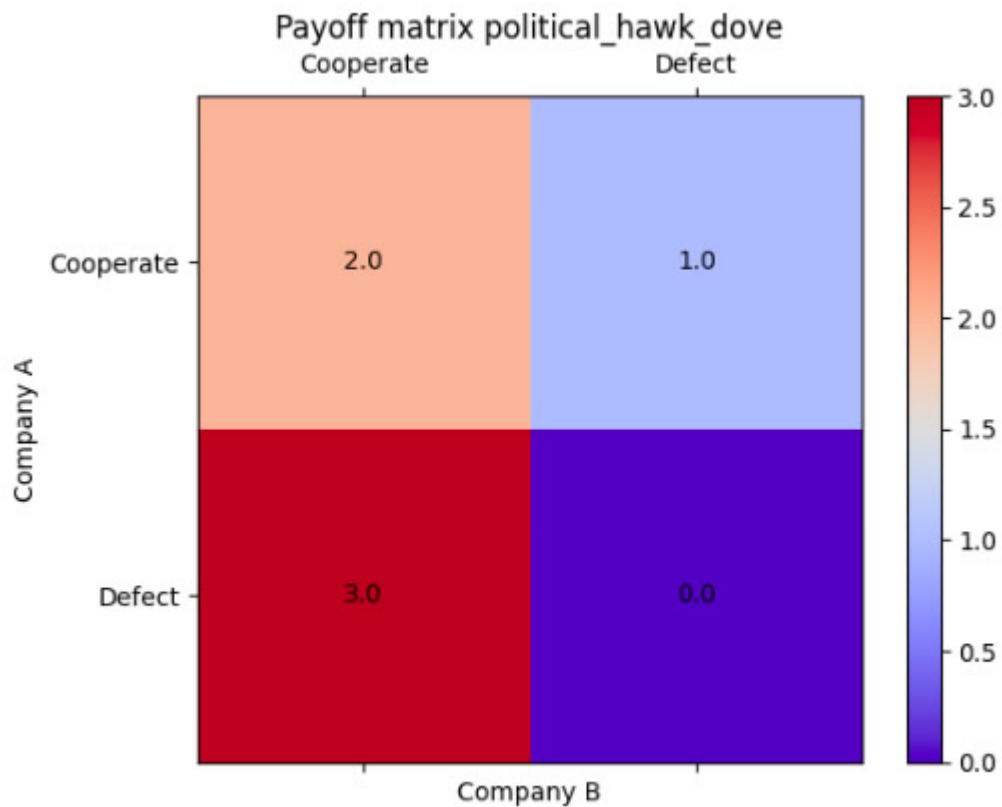


Рисунок 3.3 - Матриця повернення вигоди для гри "Політична гра яструба та голуба"

З матриці виплат видно, що якщо обидві сторони обирають миролюбну стратегію, кожна отримує вигоду у розмірі 2 одиниць. Якщо одна сторона обирає миролюбність, а інша агресію, агресор отримує 3 одиниці, а миролюбна сторона лише 1. Якщо обидві сторони обирають агресію, обидві отримують 0 одиниць

вигоди. Таким чином, миролюбна стратегія приносить стабільні вигоди, тоді як агресія може призвести до великого виграшу або до великих втрат.

Друга візуалізація на рисунку 3.4 демонструє еволюцію середньої оцінки за 50 поколінь:

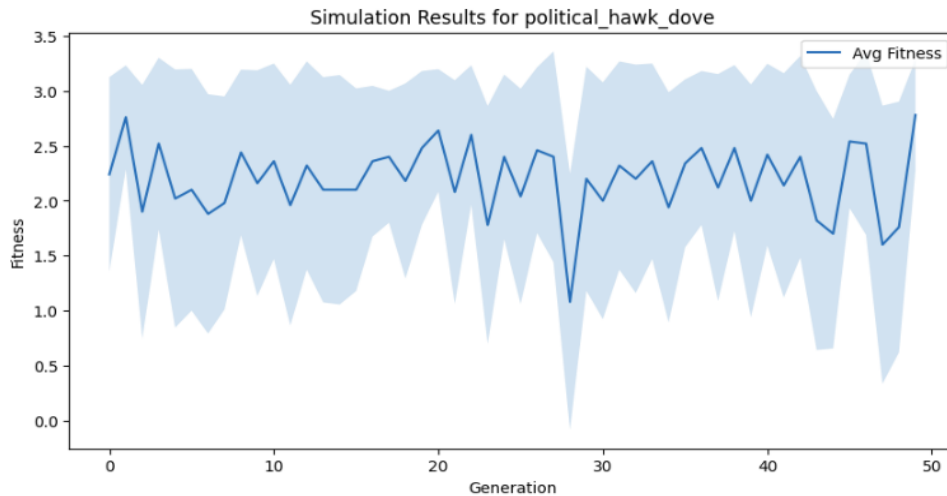


Рисунок 3.4 - Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

На графіку видно, що середня фітнес-оцінка учасників коливається протягом всієї симуляції, з великим стандартним відхиленням. Це може свідчити про те, що учасники час від часу змінюють свої стратегії, намагаючись знайти оптимальний баланс між агресією та миролюбністю. Певні піки та падіння фітнес-оцінки вказують на періоди, коли агресія або миролюбність тимчасово домінують.

Ці результати показують складність політичних переговорів, де короткострокові вигоди від агресії можуть виглядати привабливими, але в довгостроковій перспективі можуть призвести до конфліктів і втрат. З іншого боку, стабільна миролюбність сприяє стійкому розвитку та взаємодії між сторонами. Важливим є знаходження балансу між агресією та компромісом для забезпечення ефективного управління конфліктами та стабільного політичного середовища.

3.1.3 Гра на довіру в інтернет-ринках

Гра на довіру моделює взаємодію між покупцем та продавцем на інтернет-ринках, де довіра є ключовим елементом для успішної угоди. Учасники можуть вибирати між довірою та зрадництвом, що визначає, чи буде угода вигідною для обох сторін. Базовий сценарій включає два варіанти дій для кожного учасника, що дозволяє дослідити, як рівень довіри впливає на загальні результати.

На першій візуалізації на рисунку 3.5 представлено матрицю повернення вигоди для гри "Гра на довіру в інтернет-ринках":

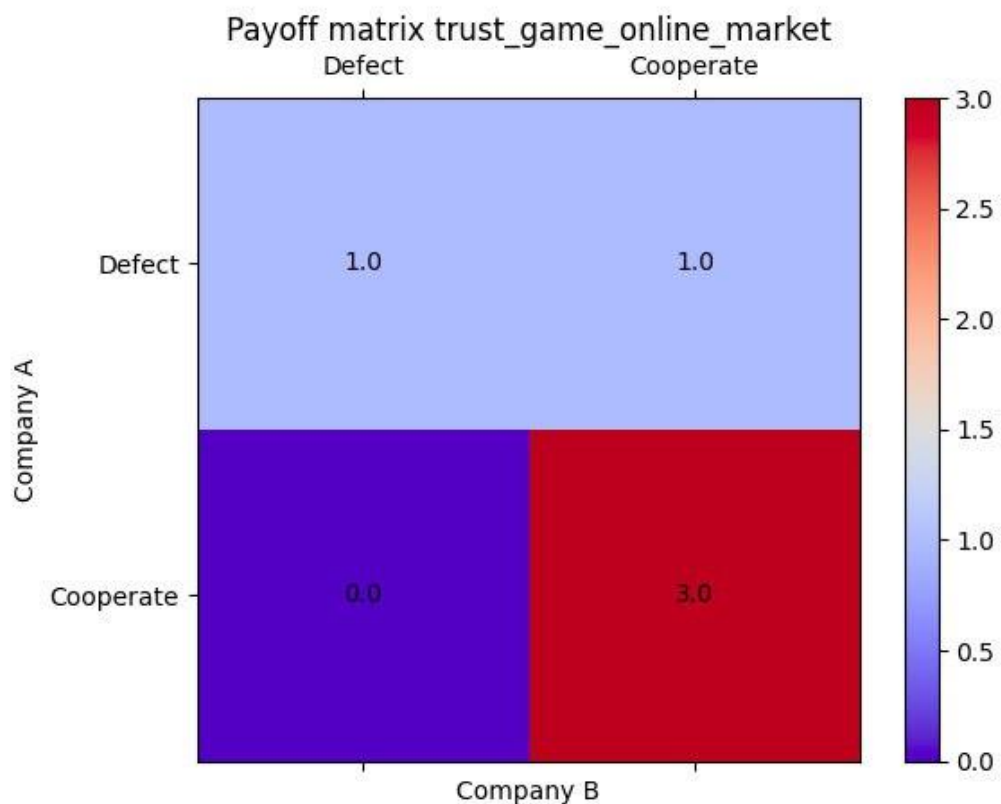


Рисунок 3.5 - Матриця повернення вигоди для гри "Гра на довіру в інтернет-ринках"

З матриці виплат видно, що якщо обидві сторони обирають стратегію довіри, кожна отримує вигоду у розмірі 3 одиниці. Якщо одна сторона обирає зрадництво, а інша довіру, зрадник отримує 1 одиницю, а довірлива сторона нічого не отримує. Якщо обидві сторони обирають зрадництво, кожна з них отримує по 1 одиниці. Таким чином, довіра приносить стабільні, але помірні вигоди, тоді як зрадництво може призвести до великого виграшу для одного і втрати для іншого.

Друга візуалізація на рисунку 3.6 демонструє еволюцію середньої фітнес-оцінки за 50 поколінь:

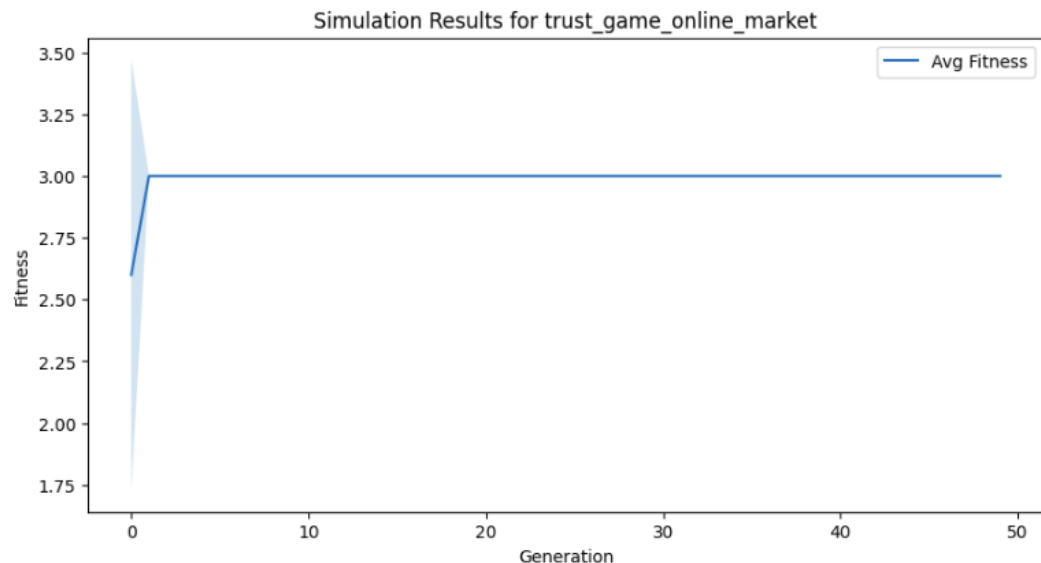


Рисунок 3.6 - Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

На графіку, що наведено на рисунку 3.6 видно, що середня фітнес-оцінка учасників швидко стабілізується на рівні близько 3 одиниць. Це свідчить про те, що учасники швидко адаптуються до стратегії довіри, що забезпечує стабільні високі вигоди. Невелике стандартне відхилення вказує на те, що більшість учасників дотримуються цієї стратегії протягом всієї симуляції.

Ці результати підкреслюють важливість довіри у взаємодії на інтернет-ринках. Стратегія довіри забезпечує стабільні та вигідні умови для обох сторін, тоді як зрадництво може призвести до невикладних результатів. Для успішних угод

на інтернет-ринках важливо створювати умови, що стимулюють довіру між учасниками. Це може включати надійні системи рейтингу, зворотний зв'язок від клієнтів та прозорі умови угод, що сприятиме підвищенню рівня довіри та успішним взаємодіям.

3.2 Створення різних умов з правилами для симуляцій

3.2.1 Ділова дилема ув'язненого

Для моделювання ділової дилеми ув'язненого ми розробили три різні сценарії з різними умовами та правилами. Кожен сценарій передбачає різний розподіл вигод і штрафів для компаній, що вибирають між співпрацею та зрадництвом. Використання цих сценаріїв дозволяє дослідити, як різні умови впливають на стратегії учасників та загальні результати гри.

У сценарії високого прибутку за співпрацю, обидві компанії отримують значні вигоди, якщо співпрацюють. Це стимулює компанії до вибору стратегії співпраці, оскільки вигоди від співпраці значно перевищують потенційні вигоди від зрадництва. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.7:

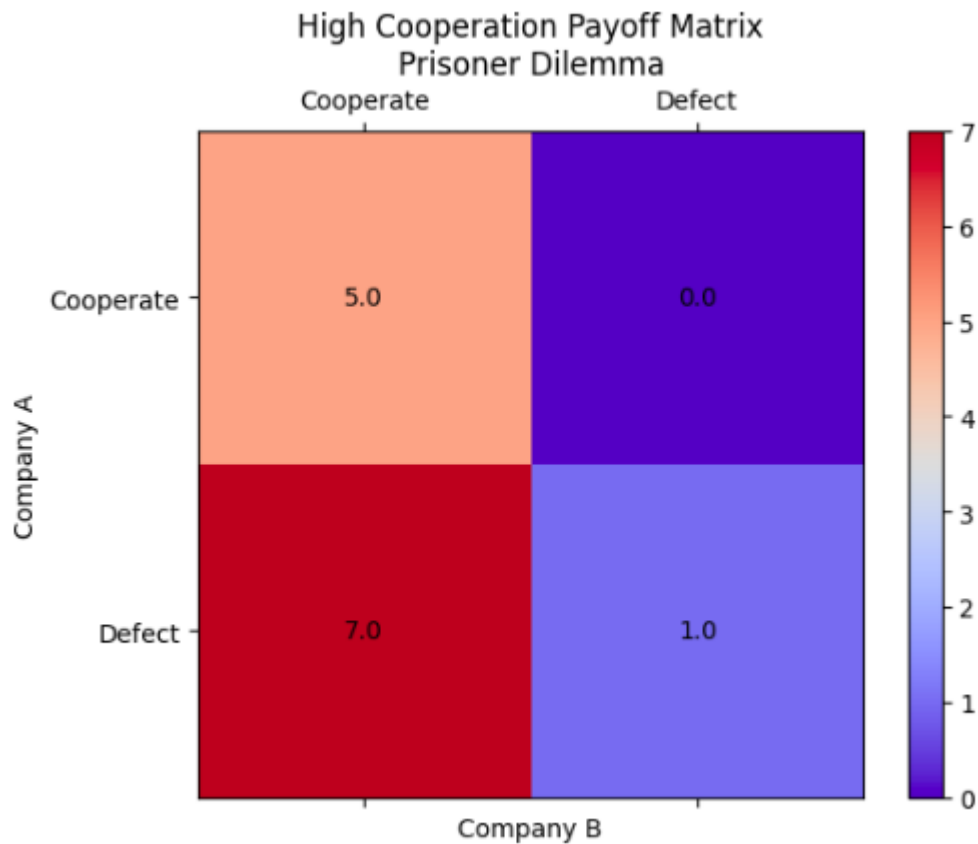


Рисунок 3.7 - Матриця повернення вигоди для сценарію високого прибутку

Матриця повернення вигоди, що зображена на рисунку 3.7, для цього сценарію показує, що обидві компанії отримують по 5 одиниць вигоди, якщо співпрацюють. Якщо одна зраджує, а інша співпрацює, то зрадник отримує 7 одиниць, а партнер, що співпрацює, не отримує нічого. Якщо обидві компанії зраджують, кожна отримує лише по 1 одиниці.

У сценарії високих штрафів за зраду, зрадництво карається значними штрафами. Це знижує мотивацію до вибору стратегії зрадництва та сприяє співпраці між компаніями. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.8:

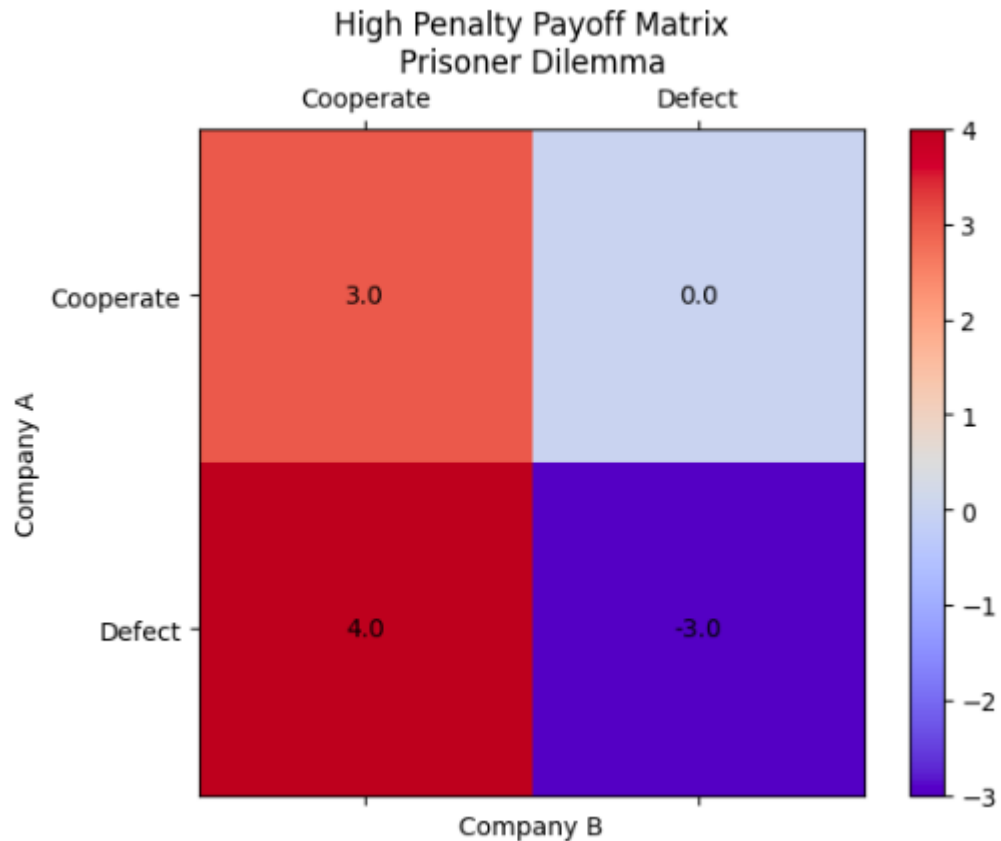


Рисунок 3.8 - Матриця повернення вигоди для сценарію великих штрафів

Матриця виплат для цього сценарію показує, що обидві компанії отримують по 3 одиниці вигоди, якщо співпрацюють. Якщо одна зраджує, а інша співпрацює, то зрадник отримує 4 одиниці, а партнер, що співпрацює, не отримує нічого. Якщо обидві компанії зраджують, кожна отримує штраф у розмірі -3 одиниці.

У симетричному сценарії вигоди та штрафи рівномірно розподілені, що дозволяє дослідити баланс між співпрацею та зрадництвом. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.9:

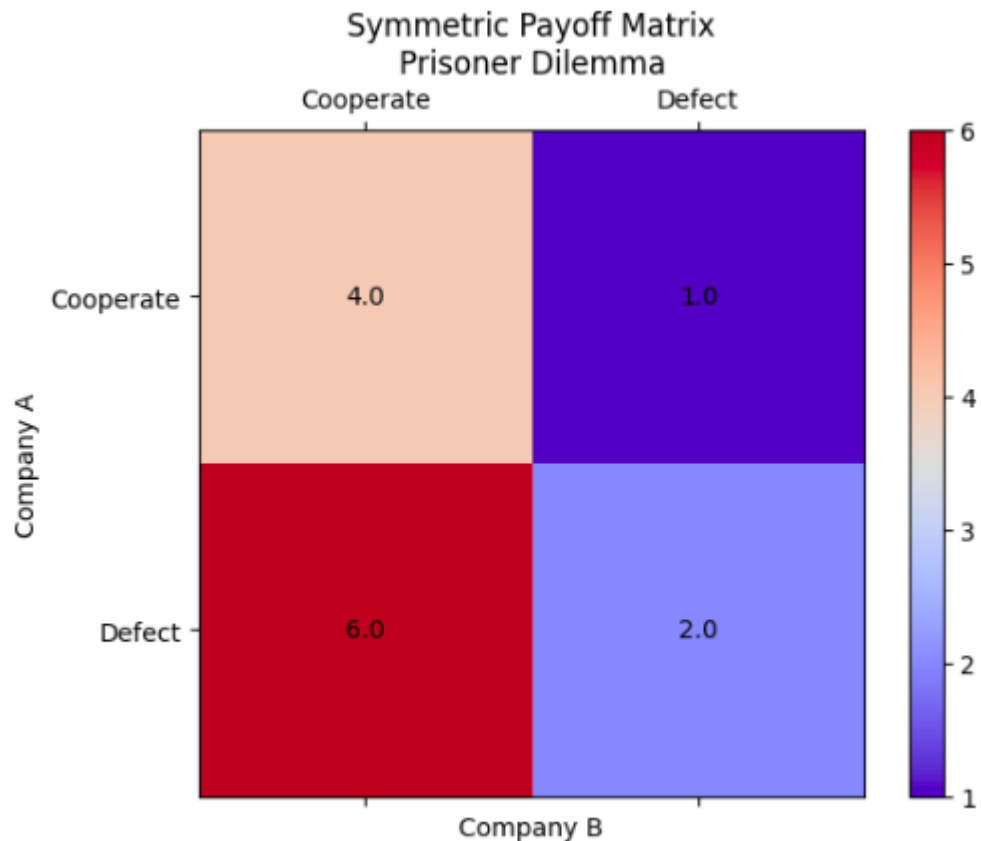


Рисунок 3.9 - Матриця повернення вигоди для симетричного сценарію

Матриця виплат для цього сценарію показує, що обидві компанії отримують по 4 одиниці вигоди, якщо співпрацюють. Якщо одна зраджує, а інша співпрацює, то зрадник отримує 6 одиниць, а партнер, що співпрацює, отримує 1 одиницю. Якщо обидві компанії зраджують, кожна отримує по 2 одиниці.

Для кожного з цих сценаріїв були проведені симуляції, результати яких показують, як змінюється середня фітнес-оцінка учасників протягом 50 поколінь. Графік наведено на рисунку 3.10:

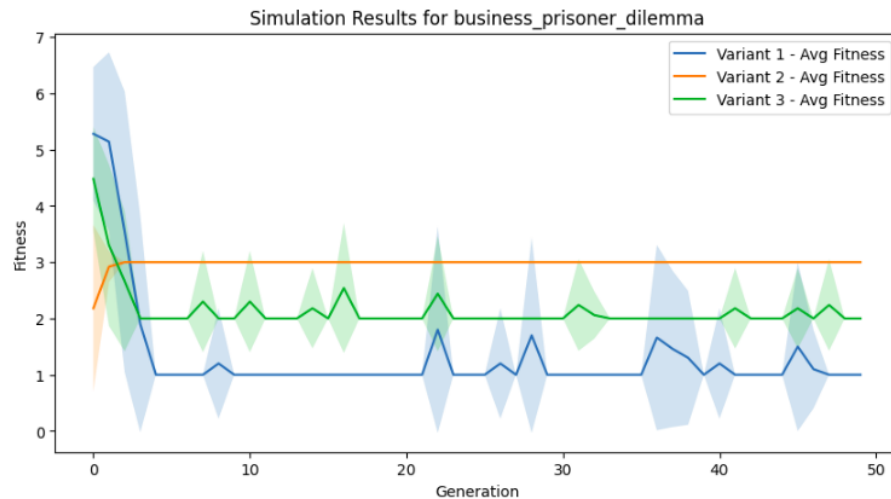


Рисунок 3.10 - Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь для кожної із симуляцій

На графіку видно, що середня фітнес-оцінка для сценарію високого прибутку за співпрацю (варіант 1) швидко знижується, але потім стабілізується на низькому рівні. Це свідчить про те, що хоча початкова мотивація до співпраці була високою, з часом учасники перейшли до стратегії зрадництва.

Для сценарію високих штрафів за зраду (варіант 2) середня фітнес-оцінка залишається стабільно високою протягом всієї симуляції. Це показує, що високі штрафи ефективно стримують зрадництво та сприяють співпраці.

Симетричний сценарій (варіант 3) демонструє помірні результати, де середня фітнес-оцінка коливається, але залишається на середньому рівні. Це вказує на те, що учасники час від часу змінюють стратегії, намагаючись знайти баланс між співпрацею та зрадництвом.

3.2.2 Політична гра яструба та голуба

Гра яструба та голуба моделює конфліктні ситуації, де учасники можуть вибирати між агресивною (яструб) та миролюбною (голуб) стратегіями. У політичному контексті ця гра відображає взаємодію між країнами або політичними партіями, де кожна сторона повинна вирішити, чи варто проявляти агресію або шукати компроміс. Ми розробили три різні сценарії для цієї гри, які передбачають різні розподіли вигод і штрафів за вибір певних стратегій.

У сценарії високої агресії агресивна поведінка (яструб) приносить значні вигоди, що стимулює учасників до вибору цієї стратегії. Миролюбність (голуб) забезпечує помірні вигоди, але ризик бути ошуканим значно зростає. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.11:

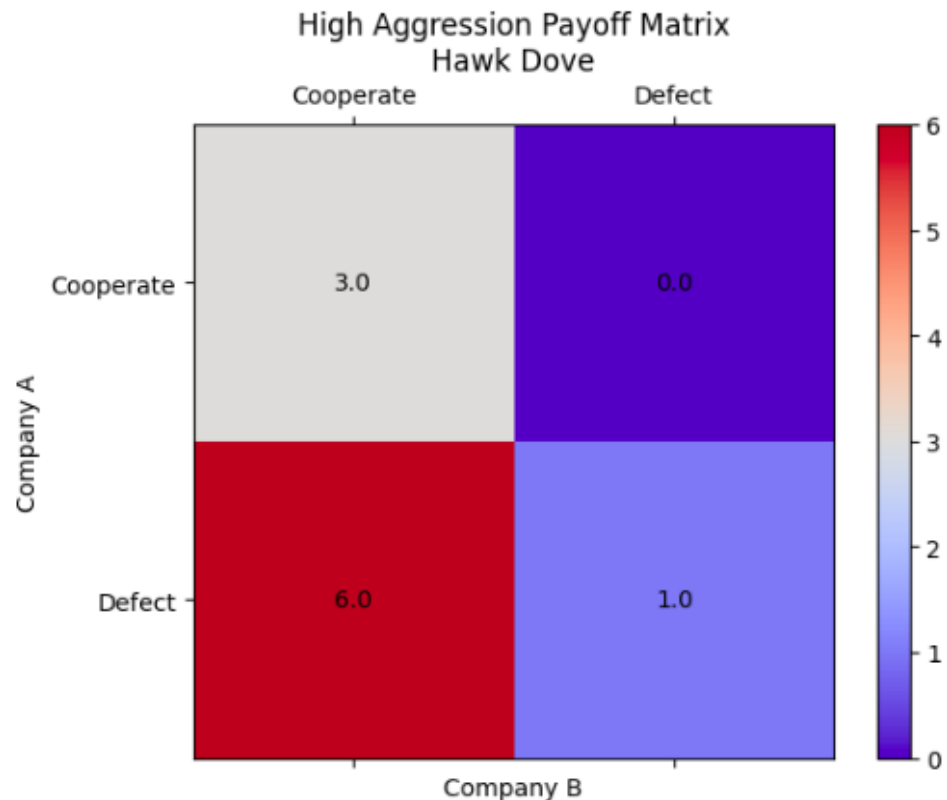


Рисунок 3.11 - Матриця повернення вигоди для сценарію високої агресії

Матриця виплат для цього сценарію показує, що якщо обидві сторони обирають миролюбну стратегію, кожна отримує по 3 одиниці вигоди. Якщо одна сторона обирає агресію, а інша миролюбність, агресор отримує 6 одиниць, а миролюбна сторона нічого не отримує. Якщо обидві сторони обирають агресію, кожна отримує по 1 одиниці.

У цьому сценарії агресивна поведінка карається високими штрафами. Це знижує мотивацію до вибору стратегії агресії та сприяє миролюбності між учасниками. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.12:

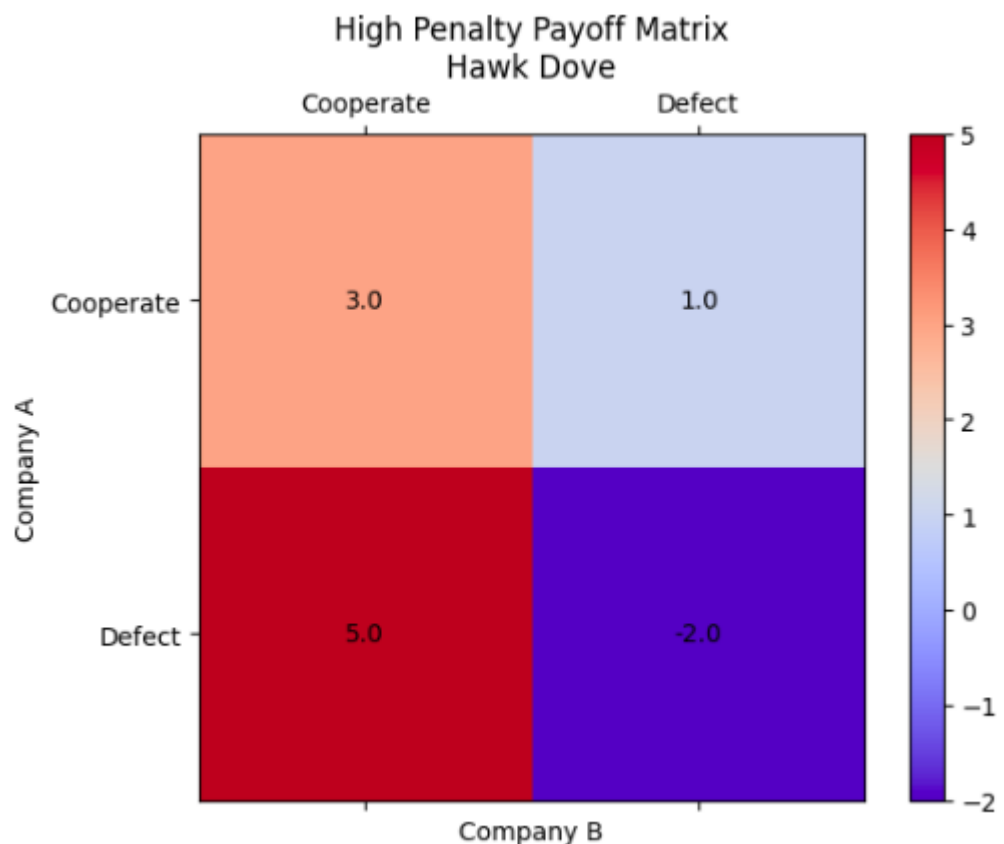


Рисунок 3.12 - Матриця повернення вигоди для сценарію великих штрафів за агресію

Матриця виплат для цього сценарію показує, що якщо обидві сторони обирають миролюбну стратегію, кожна отримує по 3 одиниці вигоди. Якщо одна сторона обирає агресію, а інша миролюбність, агресор отримує 5 одиниць, а миролюбна сторона 1. Якщо обидві сторони обирають агресію, кожна отримує - 2 одиниці, що відображає високі штрафи за агресію.

Симетричні умови передбачають рівномірний розподіл вигод і штрафів за різні стратегії, що дозволяє дослідити баланс між агресією та миролюбністю. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.13:

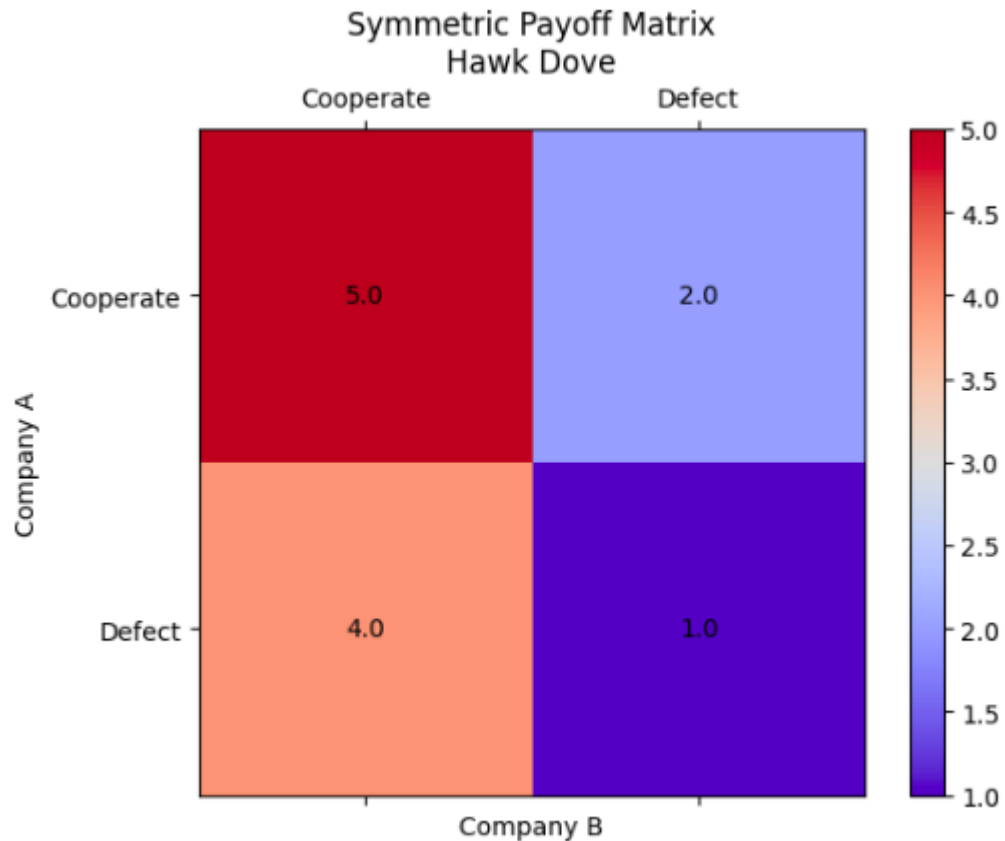


Рисунок 3.13 - Матриця повернення вигоди для симетричного сценарію

Матриця виплат для цього сценарію показує, що якщо обидві сторони обирають миролюбну стратегію, кожна отримує по 5 одиниць вигоди. Якщо одна сторона обирає агресію, а інша миролюбність, агресор отримує 4 одиниці, а

миролюбна сторона 2. Якщо обидві сторони обирають агресію, кожна отримує по 1 одиниці.

Для кожного з цих сценаріїв були проведені симуляції, результати яких показують, як змінюється середня фітнес-оцінка учасників протягом 50 поколінь. Графік симуляції наведено на рисунку 3.14:

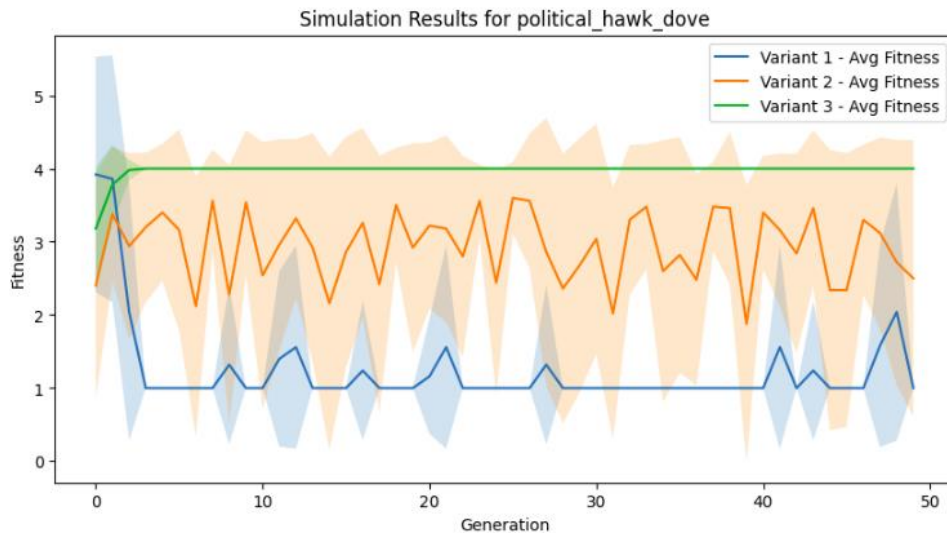


Рисунок 3.14 - Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь для кожної із симуляцій

На графіку видно, що середня фітнес-оцінка для сценарію високої агресії (варіант 1) коливається протягом всієї симуляції, що свідчить про часту зміну стратегій учасників. Сценарій високих штрафів за агресію (варіант 2) демонструє стабільні результати, де середня фітнес-оцінка залишається на високому рівні. Симетричний сценарій (варіант 3) показує стабільно високі вигоди, що свідчить про рівномірний розподіл вигод та штрафів, який сприяє миролюбним стратегіям.

3.2.3 Гра на довіру в інтернет-ринках

Гра на довіру моделює взаємодію між покупцем та продавцем на інтернет-ринках, де довіра є ключовим елементом для успішної угоди. Учасники можуть вибирати між довірою та зрадництвом, що визначає, чи буде угода вигідною для обох сторін. Ми розробили три різні сценарії для цієї гри, які передбачають різні розподіли вигод і штрафів за вибір певних стратегій.

У сценарії високої довіри взаємна довіра між учасниками приносить значні вигоди. Це стимулює обидві сторони до вибору стратегії довіри, оскільки вигоди від довіри значно перевищують потенційні вигоди від зрадництва. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.15:

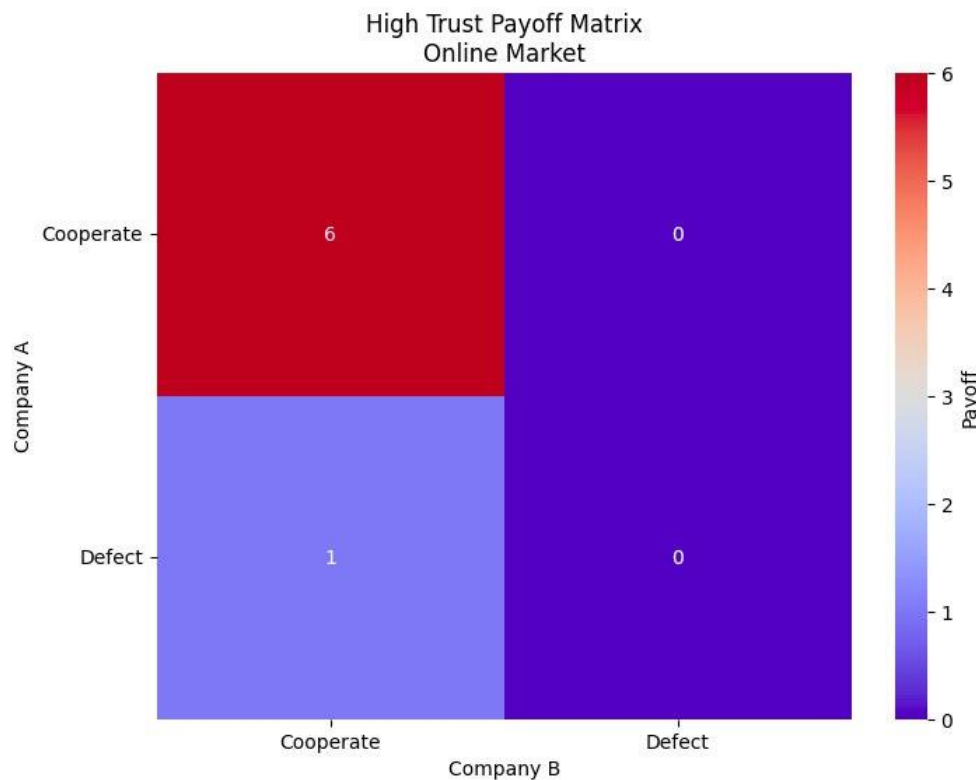


Рисунок 3.15 - Матриця повернення вигоди для сценарію високої довіри

Матриця виплат для цього сценарію показує, що якщо обидві сторони обирають стратегію довіри, кожна отримує по 6 одиниць вигоди. Якщо одна сторона обирає зрадливість, а інша довіру, зрадник отримує 1 одиницю, а довірлива сторона нічого не отримує. Якщо обидві сторони обирають зрадливість, кожна отримує 0 одиниць.

У сценарії з високими штрафами за зраду зрадливість карається високими штрафами. Це знижує мотивацію до вибору стратегії зрадливості та сприяє довірливій поведінці між учасниками. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.16:

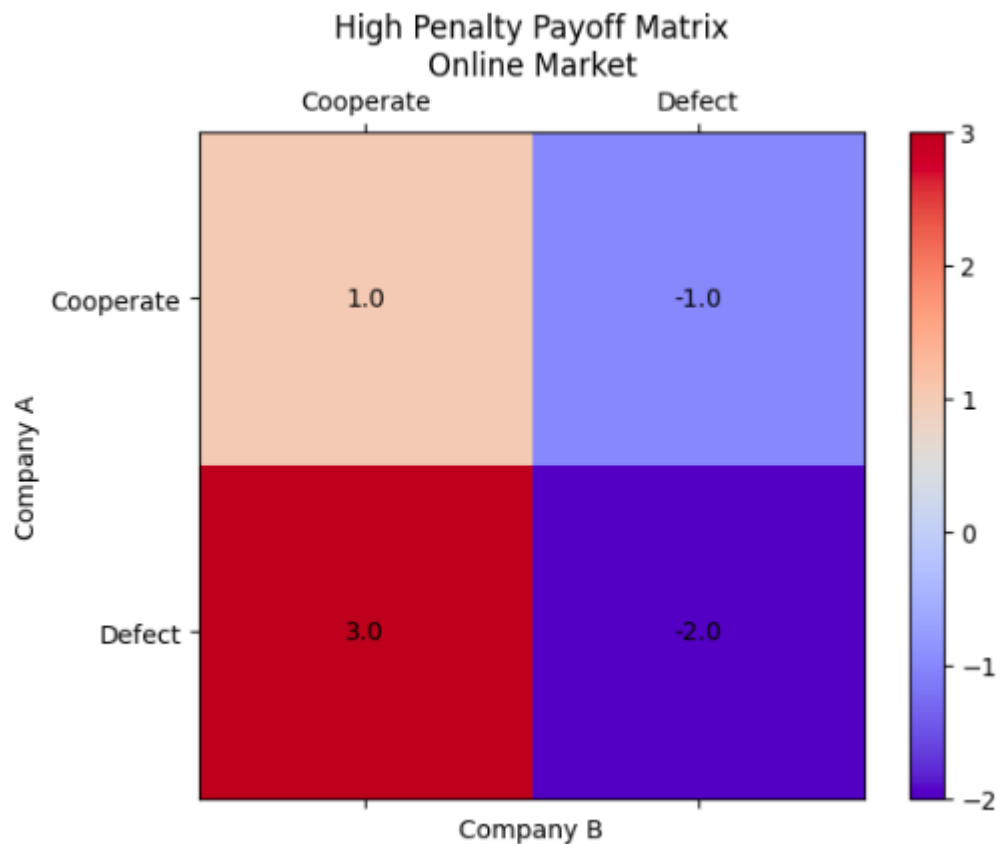


Рисунок 3.16 - Матриця повернення вигоди для сценарію із високими штрафами

Матриця виплат для цього сценарію показує, що якщо обидві сторони обирають стратегію довіри, кожна отримує по 1 одиниці вигоди. Якщо одна сторона обирає зрадництво, а інша довіру, зрадник отримує 3 одиниці, а довірлива сторона -1. Якщо обидві сторони обирають зрадництво, кожна отримує штраф у розмірі -2 одиниці.

Симетричні умови передбачають рівномірний розподіл вигод і штрафів за різні стратегії, що дозволяє дослідити баланс між довірою та зрадництвом. Матриця повернення вигоди для цього випадку зображена на рисунку 3.17:

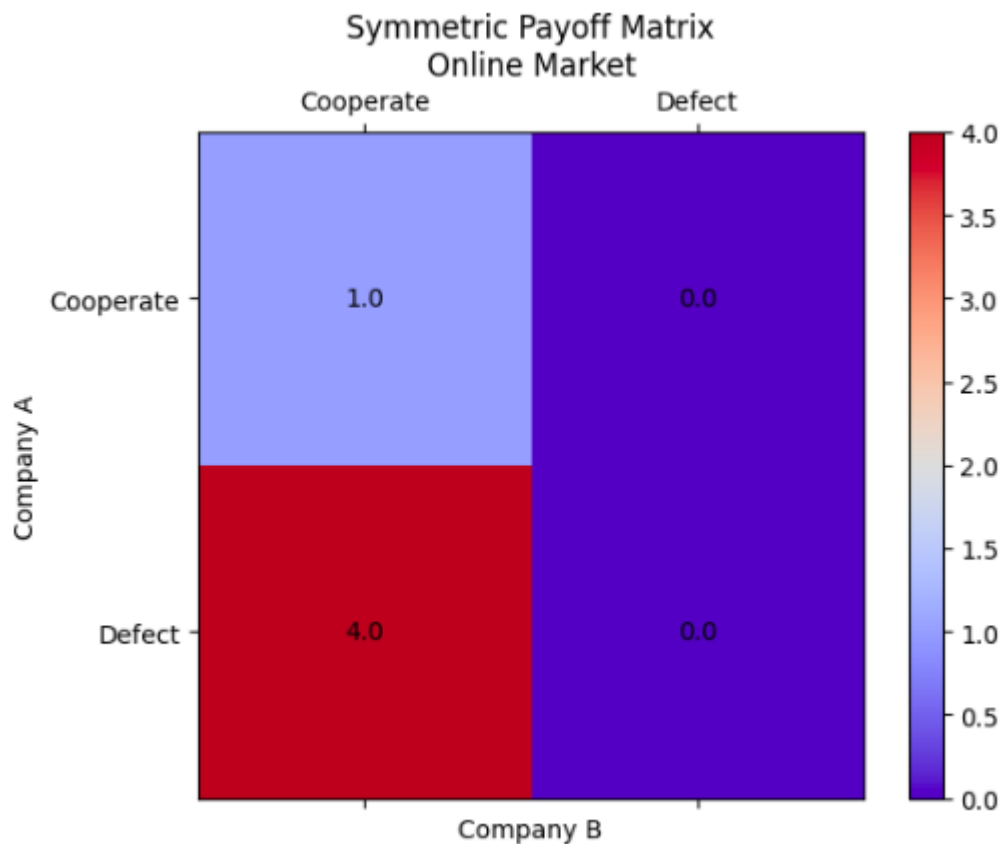


Рисунок 3.17 - Матриця повернення вигоди для симетричного сценарію

Матриця виплат для цього сценарію показує, що якщо обидві сторони обирають стратегію довіри, кожна отримує по 1 одиниці вигоди. Якщо одна сторона обирає зрадництво, а інша довіру, зрадник отримує 4 одиниці, а

довірлива сторона нічого не отримує. Якщо обидві сторони обирають зрадництво, кожна отримує по 0 одиниць.

Для кожного з цих сценаріїв були проведені симуляції, результати яких показують, як змінюється середня фітнес-оцінка учасників протягом 50 поколінь.

Графік симуляції наведено на рисунку 3.18:

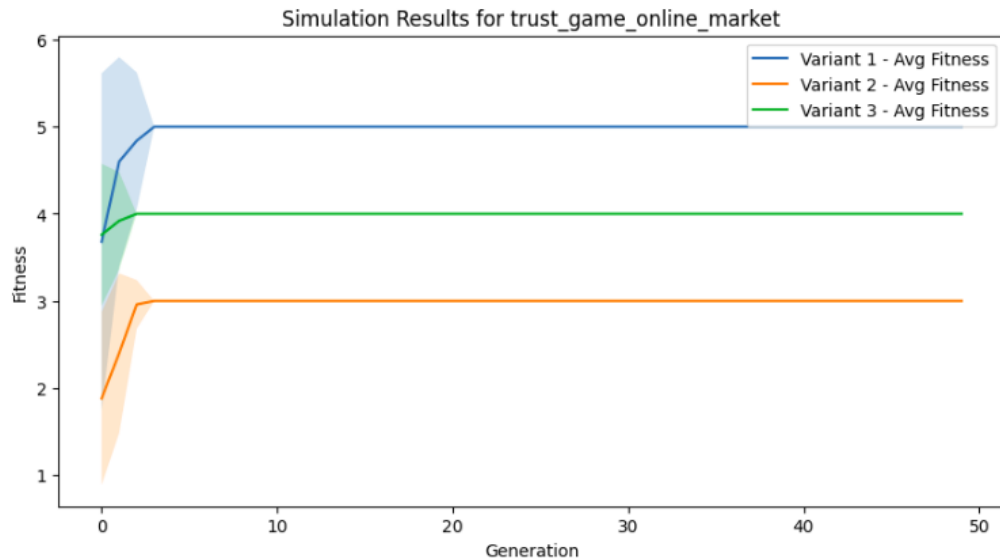


Рисунок 3.18 - Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь для кожної із симуляцій

На графіку видно, що середня фітнес-оцінка для сценарію високої довіри (варіант 1) стабільно залишається на високому рівні протягом всієї симуляції. Це свідчить про те, що учасники швидко адаптуються до стратегії довіри, яка забезпечує стабільні високі вигоди.

Для сценарію високих штрафів за зраду (варіант 2) середня фітнес-оцінка також стабільна, але на трохи нижчому рівні. Це показує, що високі штрафи ефективно стримують зрадництво, але деякі учасники все ж інколи обирають зрадництво, що знижує середні вигоди.

Симетричний сценарій (варіант 3) показує помірні результати, де середня фітнес-оцінка залишається на середньому рівні. Це вказує на те, що учасники час

від часу змінюють стратегії, намагаючись знайти баланс між довірою та зрадництвом.

3.3 Аналіз правил та результатів симуляцій

3.3.1 Аналіз динаміки фітнес-оцінок

Аналіз динаміки фітнес-оцінок учасників у симуляціях показує, як різні правила та умови впливають на стратегії і результати гри. Розглянемо основні висновки для кожної з трьох ігор: ділової дилеми ув'язненого, політичної гри яструба та голуба, і гри на довіру в інтернет-ринках.

У симуляціях для ділової дилеми ув'язненого ми спостерігали, що сценарій високих штрафів за зраду (варіант 2) привів до стабільно високих фітнес-оцінок учасників. Це свідчить про те, що високі штрафи ефективно стримують зрадництво і сприяють співпраці між компаніями. Сценарій високого прибутку за співпрацю (варіант 1) показав, що початкова мотивація до співпраці була високою, але з часом учасники перейшли до стратегії зрадництва, що знизило середні фітнес-оцінки. Симетричний сценарій (варіант 3) продемонстрував помірні результати з коливаннями середніх фітнес-оцінок, що свідчить про часті зміни стратегій учасників.

У політичній грі яструба та голуба сценарій високої агресії (варіант 1) призвів до коливань фітнес-оцінок протягом всієї симуляції, що свідчить про часту зміну стратегій учасників і нестабільність ситуації. Сценарій високих штрафів за агресію (варіант 2) демонстрував стабільно високі фітнес-оцінки, що свідчить про ефективне стримування агресивної поведінки і сприяння

миролюбності. Симетричний сценарій (варіант 3) показав стабільно високі фітнес-оцінки, що вказує на рівномірний розподіл вигод та штрафів і стабільність стратегій учасників.

У грі на довіру в інтернет-ринках сценарій високої довіри (варіант 1) призвів до стабільно високих фітнес-оцінок протягом всієї симуляції. Це показує, що учасники швидко адаптувалися до стратегії довіри, яка забезпечує стабільні високі вигоди. Сценарій високих штрафів за зраду (варіант 2) також демонстрував стабільні, але дещо нижчі фітнес-оцінки, що свідчить про ефективне стримування зрадництва і підтримання високого рівня довіри. Симетричний сценарій (варіант 3) показав помірні результати з середніми фітнес-оцінками, що вказує на часті зміни стратегій і пошук балансу між довірою та зрадництвом.

Таким чином, аналіз динаміки фітнес-оцінок дозволяє зробити висновок про ефективність різних правил гри у формуванні стійких стратегій та поведінки учасників. Високі штрафи за негативні стратегії (зрадництво, агресію) сприяють стабільності та співпраці, тоді як високі вигоди від позитивних стратегій (співпраці, довіри) можуть мати короткостроковий ефект, але з часом призводять до зміни стратегій. Симетричні умови показують середні результати, що свідчить про необхідність балансу між вигодами та штрафами для досягнення стабільних результатів.

3.3.2 Вплив різних умов на стратегії

Аналіз впливу різних умов на стратегії учасників показує, як зміни у вигодах і штрафах впливають на їхню поведінку. Розглянемо основні висновки для кожної гри.

У діловій дилемі ув'язненого різні умови впливають на те, чи будуть компанії схильні до співпраці або зрадництва. У сценарії високих прибутків за співпрацю учасники спочатку вибирають стратегію співпраці, але з часом переходять до зрадництва через привабливість односторонніх вигод. Це призводить до зниження середніх фітнес-оцінок. У сценарії високих штрафів за зраду компанії більш схильні до співпраці, оскільки ризики зрадництва перевищують потенційні вигоди. Це забезпечує стабільно високі фітнес-оцінки. Симетричний сценарій сприяє балансу між співпрацею та зрадництвом, де учасники часто змінюють стратегії, намагаючись знайти оптимальне рішення.

У політичній грі яструба та голуба різні умови впливають на те, чи будуть сторони схильні до агресії або миролюбності. У сценарії високої агресії учасники часто обирають агресивні стратегії через їхню високу винагороду, що призводить до нестабільності та частих змін стратегій. У сценарії високих штрафів за агресію сторони більш схильні до миролюбності, оскільки ризики агресії перевищують потенційні вигоди. Це забезпечує стабільно високі фітнес-оцінки. Симетричний сценарій сприяє стабільності, де учасники дотримуються помірних стратегій, що забезпечує рівномірний розподіл вигод і стабільність поведінки.

У грі на довіру в інтернет-ринках різні умови впливають на те, чи будуть учасники схильні до довіри або зрадництва. У сценарії високої довіри учасники швидко адаптуються до стратегій довіри, що забезпечує стабільно високі фітнес-оцінки. У сценарії високих штрафів за зраду учасники також дотримуються довірливих стратегій, але фітнес-оцінки трохи нижчі через деякі випадки зрадництва. Симетричний сценарій призводить до частих змін стратегій, де учасники намагаються знайти баланс між довірою та зрадництвом, що відображається на середніх фітнес-оцінках.

Загальний висновок показує, що умови з високими вигодами за позитивні стратегії мають короткостроковий ефект, а умови з високими штрафами за негативні стратегії сприяють стабільності та співпраці в довгостроковій

перспективі. Симетричні умови забезпечують помірні результати, де учасники часто змінюють стратегії у пошуку оптимального балансу.

3.4 Рекомендації щодо поведінки та створення правил

3.4.1 Рекомендації для бізнес-контексту

У бізнес-контексті перш за все потрібно зрозуміти правила, за якими компанії будуть "грати". Це включає визначення можливих вигод і ризиків, пов'язаних із співпрацею або зрадництвом, а також створення механізмів, що стимулюють співпрацю і стримують зрадництво.

Наші експерименти показали, що високі штрафи за зрадництво ефективно сприяють співпраці. Отже, рекомендується створити такі умови, де зрадництво буде мати значні негативні наслідки, наприклад, через введення штрафів, санкцій або втрати репутації. Водночас, компанії повинні мати високі вигоди від співпраці, щоб мотивація до спільної роботи перевищувала привабливість короткострокових вигод від зрадництва. Симетричні умови, де вигоди і штрафи рівномірно розподілені, також можуть сприяти стабільній співпраці, але вони мають бути добре збалансовані.

3.4.2 Рекомендації для політичних переговорів

У політичних переговорах також важливо зрозуміти правила гри і створити такі умови, що сприятимуть миролюбності і стримуватимуть агресію. Високі штрафи за агресивну поведінку можуть ефективно стримувати ескалацію конфліктів.

Наші експерименти показали, що в умовах, де агресія карається високими штрафами, сторони більш схильні до миролюбності. Тому рекомендується створити такі умови, де агресивна поведінка матиме значні негативні наслідки, наприклад, через міжнародні санкції, політичну ізоляцію або втрату підтримки. Водночас, миролюбні стратегії повинні бути вигідними і приносити значні переваги, такі як економічна допомога, політична підтримка або підписання вигідних угод. Симетричні умови також можуть сприяти стабільності, але вони повинні бути добре збалансовані, щоб уникнути стимулів до агресії.

3.4.3 Рекомендації для взаємодії на інтернет-ринках

На інтернет-ринках, де довіра між покупцями і продавцями є ключовою, також важливо розуміти правила гри і створити умови, що сприятимуть довірливій поведінці. Високі штрафи за зрадництво можуть ефективно стримувати недобросовісну поведінку продавців.

Наші експерименти показали, що в умовах, де зрадництво карається високими штрафами, учасники схильні до довіри. Тому рекомендується створити такі умови, де недобросовісна поведінка матиме значні негативні наслідки, наприклад, через втрату репутації, обмеження доступу до платформи або юридичні санкції. Водночас, довірливі стратегії повинні приносити вигоди, такі як високі рейтинги, позитивні відгуки і більше продажів. Симетричні умови, де вигоди і штрафи рівномірно розподілені, можуть сприяти стабільності, але вони повинні бути добре збалансовані, щоб уникнути стимулів до недобросовісної поведінки.

3.5 Висновки до розділу 3 та перспективи подальших досліджень

У цьому дослідженні ми провели симуляції, що моделюють різні соціальні та економічні взаємодії, використовуючи теорію ігор. Наші експерименти показали, що правила гри мають значний вплив на поведінку учасників і результати гри. У різних сценаріях ми спостерігали, як умови з високими вигодами за позитивні стратегії та високими штрафами за негативні стратегії впливають на вибір учасників і стабільність їхніх стратегій.

Для ділової дилеми ув'язненого було встановлено, що високі штрафи за зрадництво ефективно сприяють співпраці між компаніями, забезпечуючи стабільно високі фітнес-оцінки. Високі вигоди за співпрацю мають короткостроковий ефект, після якого учасники схильні переходити до зрадництва. Симетричні умови сприяють балансу між співпрацею та зрадництвом, але також потребують належного збалансування.

У політичній грі яструба та голуба наші результати показали, що високі штрафи за агресію ефективно стримують агресивну поведінку і сприяють миролюбності. Високі вигоди за агресію стимулюють часту зміну стратегій і нестабільність. Симетричні умови забезпечують стабільність і рівномірний розподіл вигод та штрафів.

Гра на довіру в інтернет-ринках показала, що високі штрафи за зрадництво ефективно стримують недобросовісну поведінку, сприяючи довірливій поведінці між учасниками. Високі вигоди за довіру сприяють стабільним високим фітнес-оцінкам, тоді як симетричні умови забезпечують помірні результати з частими змінами стратегій.

Ці висновки вказують на важливість ретельного підбору правил та умов для досягнення бажаних результатів у різних соціальних та економічних системах.

Подальші дослідження можуть зосередитися на більш детальному аналізі окремих аспектів цих умов, таких як вплив інформаційної асиметрії, роль комунікації між учасниками, а також врахування інших факторів, що можуть впливати на вибір стратегій.

Крім того, перспективними напрямками подальших досліджень можуть бути розробка більш складних моделей, які враховують множинні варіанти стратегій, використання реальних даних для калібрування моделей, а також проведення експериментів за участю реальних людей для верифікації результатів симуляцій. Це дозволить створити більш точні та практично застосовні рекомендації для поліпшення співпраці та довіри у різних системах.

РОЗДІЛ 4. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ

У даному розділі проводиться оцінка основних характеристик системи симуляційного дослідження стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор. Метою цього дослідження є створення програмного продукту, який забезпечує якісне моделювання та аналіз поведінкових стратегій у соціальних взаємодіях, що мають значення не лише в наукових дослідженнях, але й у практичних застосуваннях, таких як політика, економіка, та управління.

У рамках дослідження розглядаються різні варіанти реалізації системи, зокрема використання функціонально-вартісного аналізу для вибору оптимальної стратегії та забезпечення економічної ефективності системи. Функціонально-вартісний аналіз дозволяє оцінити реальну вартість продукту або послуги, незалежно від організаційної структури компанії. Це допомагає виявити резерви зниження витрат та забезпечити оптимальне співвідношення між споживчою вартістю та витратами на розробку та функціонування системи.

Дослідження показало, що розроблені моделі аналізу стратегій поведінки залежать від якості вхідних даних для моделювання. Вони демонструють швидку та ефективну роботу, а також здатність до адаптації на нових умовах для покращення результатів. Найкраща модель, яка досягає високої точності у симуляціях соціальної поведінки, є доказом успішності системи моделювання стратегій на основі теорії ігор.

4.1 Постановка задачі

Дослідження використовує метод функціонально-вартісного аналізу (ФВА) для проведення техніко-економічного аналізу системи моделювання стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор. Оскільки рішення, пов'язані з проектуванням та реалізацією компонентів системи, мають вплив на всю систему в цілому, кожна окрема підсистема повинна задовольняти вимоги системи в цілому. Тому фактичний аналіз полягає в аналізі функцій програмного продукту, який призначений для збору, обробки та аналізу даних соціальних взаємодій.

Технічні вимоги до програмного продукту включають наступні аспекти:

Функціонування на персональних комп'ютерах із стандартним набором компонентів. Програмний продукт повинен бути сумісним зі стандартними комп'ютерними конфігураціями та операційними системами, що використовуються на багатьох персональних комп'ютерах. Це дозволить забезпечити доступність продукту для широкого кола користувачів без необхідності використання спеціалізованого обладнання.

Зручність та зрозумілість для користувача. Програмний продукт повинен мати інтуїтивний та легкий у використанні інтерфейс, що дозволить користувачам швидко оволодіти його функціоналом та виконувати необхідні завдання без зайвих зусиль. Це забезпечить зручність та задоволення користувачів в процесі використання програмного продукту.

Швидкість обробки даних та доступ до інформації в реальному часі. Програмний продукт повинен забезпечувати швидку обробку великого обсягу даних та миттєвий доступ до актуальної інформації. Це особливо важливо в контексті симуляцій соціальних взаємодій, де швидка реакція на зміни та актуальні дані є критичними для прийняття вірних рішень.

Можливість зручного масштабування та обслуговування. Програмний продукт повинен бути гнучким і легко масштабовуватись відповідно до зростаючих потреб досліджень. Крім того, він повинен бути легко обслуговуватись, включаючи можливість внесення змін, виправлення помилок та покращення функціоналу без значних труднощів.

4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту

Основна мета розділу полягає у розробці програмного продукту, який здатний моделювати та аналізувати стратегії поведінки в суспільствах на основі теорії ігор. В цьому контексті розглядаються наступні функції:

Вибір платформи для симуляцій (F1). Передбачається вибір відповідної платформи для реалізації симуляцій та аналізу соціальних взаємодій. Варіантами реалізації є використання існуючих симуляційних платформ або створення власного симуляційного середовища.

Інтеграція алгоритмів теорії ігор (F2). Ця функція передбачає інтеграцію алгоритмів теорії ігор для моделювання стратегій поведінки. Можливими варіантами реалізації є використання стандартних бібліотек для теорії ігор або розробка власних алгоритмів, адаптованих під специфічні потреби дослідження.

Обробка та візуалізація результатів (F3). В рамках цієї функції розглядається спосіб обробки та візуалізації даних, отриманих у результаті симуляцій. Можливими варіантами реалізації є використання стандартних бібліотек для візуалізації або розробка спеціалізованих інструментів для представлення результатів.

Результатом виконання цих функцій є розроблений програмний продукт, який дозволяє здійснювати моделювання та аналіз поведінкових стратегій у

суспільствах на основі вхідних даних та надає зручний інтерфейс для роботи з результатами моделювання.

Функція F1 включає такі варіанти:

- А) Використання існуючих симуляційних платформ
- Б) Розробка власного симуляційного середовища

Функція F2 включає такі варіанти:

- А) Розробка власних алгоритмів теорії ігор
- Б) Використання стандартних бібліотек для теорії ігор

Функція F3 включає такі варіанти:

- А) Використання стандартних бібліотек для візуалізації
- Б) Розробка спеціалізованих інструментів для візуалізації результатів

Варіанти реалізації функцій наведені у морфологічній карті (Рис. 4.1).

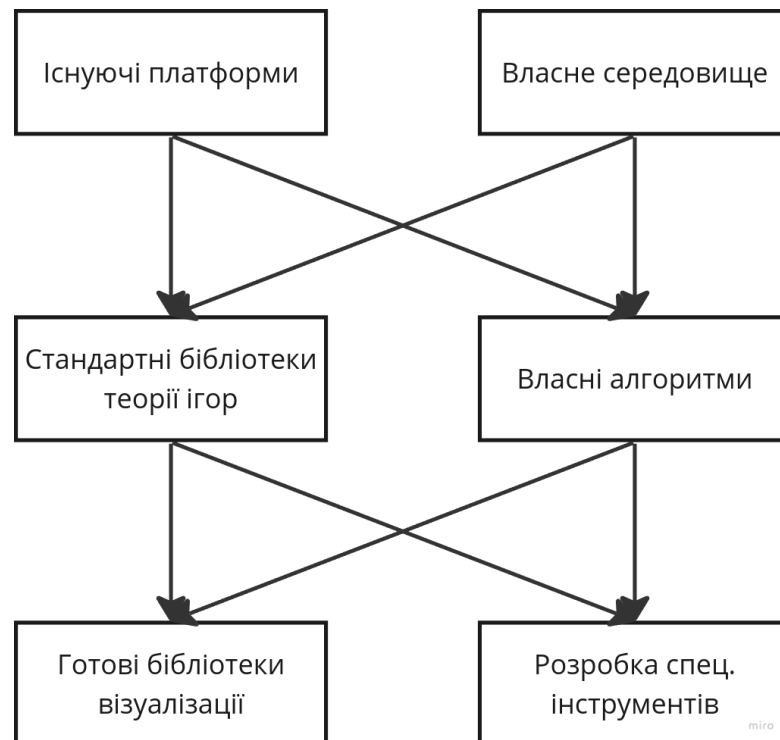


Рисунок 4.1 – Морфологічна карта

Морфологічна карта відображає різні комбінації основних функцій, що можуть бути реалізовані в програмному продукті. Кожна комбінація представляє собою унікальний спосіб використання функцій для досягнення певних цілей. Морфологічна карта допомагає визначити набір функцій, які найкраще відповідають потребам проекту.

Позитивно-негативна матриця, показана в таблиці 4.1, відображає оцінку кожної комбінації функцій за позитивними та негативними аспектами:

Таблиця 4.1 - Позитивно-негативна таблиця для функцій та варіантів реалізації

Функція	Варіанти реалізації	Переваги	Недоліки
F1	А) Використання існуючих симуляційних платформ	Швидкість реалізації, менші витрати на розробку	Обмежена гнучкість, залежність від існуючої платформи
	Б) Розробка власного симуляційного середовища	Повна гнучкість та адаптивність, можливість врахування всіх специфічних потреб	Високі витрати на розробку, тривалий час реалізації
F2	А) Розробка власних алгоритмів теорії ігор	Зручність та швидкість інтеграції, перевірені алгоритми	Обмежена можливість адаптації під специфічні вимоги
	Б) Використання стандартних бібліотек для теорії ігор	Висока адаптивність, можливість оптимізації під конкретні задачі	Високі витрати на розробку, потреба у значних знаннях та ресурсах
F3	А) Використання стандартних бібліотек для візуалізації	Простота використання, швидка інтеграція	Обмежена можливість кастомізації, залежність від можливостей бібліотеки
	Б) Розробка спеціалізованих інструментів для візуалізації результатів	Висока гнучкість та адаптивність, можливість створення унікальних візуалізацій	Високі витрати на розробку, потреба у спеціалізованих знаннях

У нашому випадку, після уважного аналізу, деякі варіанти реалізації були відкинуті з розгляду. Це може бути пов'язано з обмеженими фінансовими ресурсами, недостатньою гнучкістю для наших конкретних потреб або недостатньою можливістю контролювати та підтримувати розробку цих

варіантів. Остаточний вибір варіантів реалізації буде здійснено на основі зважених критеріїв, що враховують наші поточні потреби та ресурси, а саме:

F1 - Обрано варіант А, використання існуючих симуляційних платформ, оскільки це забезпечує швидкість реалізації та менші витрати на розробку.

F2 - Може бути використано як А, так і Б варіанти, залежно від специфічних потреб та ресурсів, доступних для розробки.

F3 - Обрано варіант А, використання стандартних бібліотек для візуалізації, оскільки завдання є доволі класичним для них.

Отже, в результаті було утворено два основні варіанти:

1. F1(A) - F2(A) - F3(A)
2. F1(A) - F2(Б) - F3(A)

4.3 Вибір параметрів для програмного продукту

На підставі проведеного аналізу, визначаються основні параметри вибору, які використовуватимуться для обчислення коефіцієнта технічного рівня програмного продукту. При оцінці програмного продукту будуть враховуватися наступні параметри:

1. X1 - швидкість реалізації симуляцій;
2. X2 - гнучкість та адаптивність симуляційного середовища;
3. X3 - якість та точність алгоритмів теорії ігор;
4. X4 - зручність та ефективність візуалізації результатів.

Значення цих параметрів (погано, посередньо та добре) визначаються з урахуванням вимог проекту та умов експлуатації програмного продукту. Для кожного параметра встановлюються критерії оцінювання, які допомагають визначити, наскільки виконується вимога та який рівень якості може бути

досягнутий. Детальніше про ці параметри та їх оцінку можна знайти у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Параметри програмного продукту

Параметр	Погано	Посередньо	Добре
X1 - швидкість реалізації симуляцій	> 1 години	30 хвилин - 1 година	< 30 хвилин
X2 - гнучкість та адаптивність симуляційного середовища	Низька	Середня	Висока
X3 - якість та точність алгоритмів теорії ігор	Низька точність	Середня точність	Висока точність
X4 - зручність та ефективність візуалізації результатів	Складне у використанні	Посереднє	Інтуїтивно зрозуміле

На основі таблиці вище, було побудовано графіки для кожного параметра.

(Рис. 4.2)

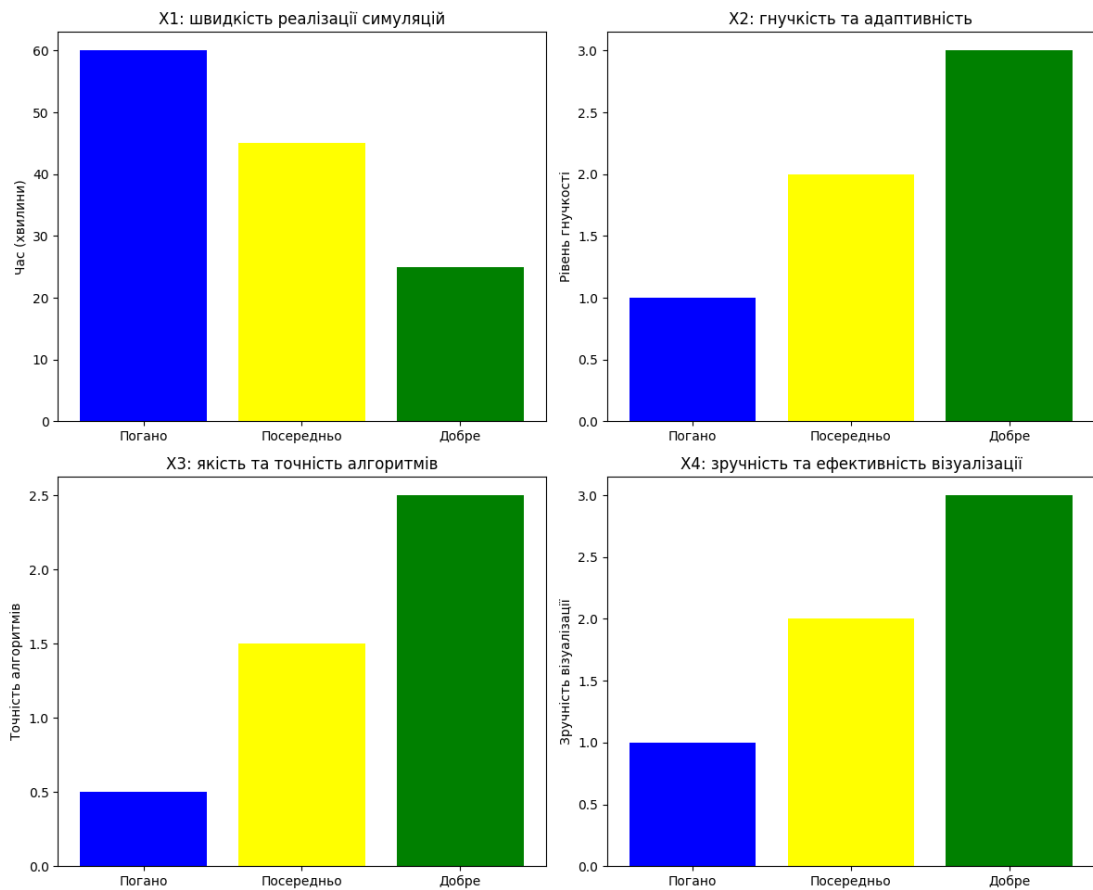


Рисунок 4.2 - Візуалізація для кожного параметра

Після детального обговорення та аналізу кожен експерт оцінює ступінь важливості кожного параметра для розробки програмного продукту, спрямованого на досягнення найточніших результатів у моделюванні стратегій поведінки та обчисленні прогнозних значень. Визначення значимості кожного параметра здійснюється за допомогою методу попарного порівняння. Оцінку проводить експертна комісія, що складається з 7 осіб. Процес визначення коефіцієнтів значимості включає кілька етапів:

1. Встановлення рівня значимості параметра. Кожен експерт оцінює важливість параметра на шкалі від 1 до 5.
2. Перевірка придатності експертних оцінок. Перевіряється узгодженість оцінок, наданих експертами, для забезпечення їхньої достовірності.
3. Визначення попарного пріоритету параметрів. Кожен параметр порівнюється з іншими для встановлення пріоритету.
4. Обробка результатів. Результати попарного порівняння обробляються для визначення коефіцієнта значимості кожного параметра.

Цей підхід систематизує процес оцінки важливості кожного параметра, надаючи наочну інформацію, яка є цінною для подальшого прийняття рішень та налаштування моделей стратегій поведінки. Результати оцінки параметрів від експертів наведено в таблиці 4.3:

Таблиця 4.3 - Результати оцінки параметрів від експертів

Позначення параметра	Назва параметра	Одиниці виміру	Ранг параметра за оцінкою експерта							Сума рангів R_i	Відхилення Δ_i	Δ_i^2
			1	2	3	4	5	6	7			
X1	Швидкодія	Операція/мс	3	4	3	4	4	3	4	25	-7,5	56,25
X2	Обсяг часу	Год	1	1	2	2	1	1	2	10	7,5	56,25
X3	Час для навчання	Год	2	2	1	1	2	2	1	11	6,5	42,25
X4	Очікуваний обсяг продукту	Кількість рядків коду	4	3	4	3	3	4	3	24	-6,5	42,25
	Сума		10	10	10	10	10	10	10	70	0	197

Для перевірки точності експертних оцінок визначимо наступні параметри:

1. Обчислимо суму рангів для кожного параметра, додавши всі ранги, присвоєні експертами кожному з них.
2. Визначимо загальну суму рангів, скориставшись формулою (4.1), яка дозволяє обчислити суму рангів для всіх параметрів разом.

Формула (4.1):

$$R_i = \sum_{j=1}^N r_{ij} R_{ij} = \frac{Nn(n+1)}{2} = 70 \quad (4.1)$$

де N - кількість експертів,

n - кількість параметрів.

Обчислимо середню суму рангів за формулою (4.2):

$$T = \frac{1}{n} R_{ij} = 17,5 \quad (4.2)$$

Обчислимо відхилення суми рангів кожного параметра від середньої суми рангів за формулою (4.3):

$$\Delta_i = R_i - T \quad (4.3)$$

Обчислимо загальну суму квадратів відхилень за формулою (4.4):

$$S = \sum_{i=1}^N \Delta_i^2 = 197 \quad (4.4)$$

Порахуємо коефіцієнт узгодженості за формулою (4.5):

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 197}{7^2(4^3 - 4)} = 0,698 > W_k = 0,80 \quad (4.5)$$

де n - кількість параметрів. В данному випадку, $n = 4$.

$W_k = 0.67$ - нормативне значення коефіцієнта узгодженості.

Знайдений коефіцієнт узгодженості ($W = 0.80$) перевищує нормативне значення ($W_k = 0.67$), отже, ранжування можна вважати достовірним. Використовуючи результати ранжування, проведемо попарне порівняння всіх параметрів і занесемо результати в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 - Попарне порівняння параметрів

Параметри	Експерти							Кінцева оцінка	Числове значення
	1	2	3	4	5	6	7		
X1 і X2	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X1 і X3	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X1 і X4	<	>	<	>	>	<	>	>	1,5
X2 і X3	<	<	>	>	<	<	>	<	0,5
X2 і X4	<	<	<	<	<	<	<	<	0,5
X3 і X4	<	<	<	<	<	<	<	<	0,5

Для визначення ступеня переваги одного параметра над іншим числове значення a_{ij} визначається за формулою (4.6):

$$a_{ij} = \{1.5 \text{ при } X_i > X_j \quad 1.0 \text{ при } X_i = X_j \quad 0.5 \text{ при } X_i < X_j \}.$$

(4.6)

З отриманих числових оцінок переваги складається матриця $A = \| a_{ij} \|$.

Для кожного параметра обчислюється вагомість K_{vi} за наступними формулами:

$$K_{vi} = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (4.7)$$

$$b_i = \sum_{i=1}^N a_{ij} \quad (4.8)$$

Відносні оцінки обчислюються кілька разів, доки наступні значення не будуть відрізнятися від попередніх менш ніж на 2%. На наступних етапах відносні оцінки обчислюються за такими формулами:

$$K_{vi} = \frac{b'_i}{\sum_{i=1}^n b'_i} \quad (4.9)$$

$$b'_i = \sum_{i=1}^N a_{ij} b_j \quad (4.10)$$

Таблиця 4.5 - Розрахунок вагомості параметрів

Параметри x_i	Параметри x_j				Перша ітер.		Друга ітер.		Третя ітер		Четверта ітер	
	X1	X2	X3	X4	b_i	$K_{\text{вi}}$	b_i^1	$K_{\text{вi}}^1$	b_i^2	$K_{\text{вi}}^2$	b_i^3	$K_{\text{вi}}^3$
X1	1	1,5	1,5	1,5	5,5	0,36	30,25	0,48	166,375	0,57	915,062 5	0,59
X2	0,5	1	0,5	0,5	2,5	0,16	6,25	0,33	15,625	0,05	40,625	0,048
X3	0,5	1,5	1	0,5	2,5	0,16	6,25	0,51	15,625	0,05	40,625	0,048
X4	0,5	1,5	1,5	1	4,5	0,3	20,25	0,32	91,125	0,31	410,062 5	0,33
Всього:					15	1	63	1	288,75	1	1406,37 5	1

На основі даних з таблиці 4.5 можна зробити висновок, що різниця між значеннями коефіцієнтів вагомості не перевищує 2%, отже, додаткові ітерації обчислень не є необхідними.

4.4 Аналіз якості реалізації варіантів функцій

Для оцінки ефективності виконання основних функцій програмного продукту аналізуються абсолютні значення різних параметрів, таких як об'єм пам'яті (X2), час для навчання (X3), та потенційний обсяг програмного коду (X4), які відповідають вимогам технічних умов для його оптимального функціонування. Додатково, оцінюється параметр швидкості роботи мови програмування (X1), який має значну важливість.

Для визначення показників якості кожної варіації реалізації програмного продукту використовується коефіцієнт технічного рівня (КК_j), який враховує вагомість кожного параметра.

$$K_K(j) = \sum_{i=1}^n K_{\epsilon i,j} B_{i,j} \quad (4.11)$$

де n - кількість параметрів;

K_{vi} - коефіцієнт вагомості i -го параметра;

V_i - оцінка i -го параметра в балах.

Відповідно до формули (4.11), кожен показник якості обчислюється шляхом перемноження вагомості параметра (K_{vi}) на його оцінку (V_i) в балах. Результати цих розрахунків представлені в таблиці 4.6, яка надає оцінку якості різних варіантів реалізації основних функцій програмного продукту.

Таблиця 4.6 - Розрахунок показників рівня якості варіантів реалізації основних функцій ПП

Основні функції	Варіант реалізації функції	Параметри	Абсолютне значення параметра	Бальна оцінка параметра	Коефіцієнт вагомості параметра	Коефіцієнт рівня якості
F1	А	X1	87	25	0,59	14,75
	Б	X2	100	10	0,05	0,5
F2	А	X3	25	11	0.05	0,55
F4	А	X4	25	24	0,04	7,92

$$K_K = K_{TY}[F_{1k}] + K_{TY}[F_{2k}] + \dots + K_{TY}[F_{zk}] \quad (4.12)$$

$$K_{K1} = 14,75 + 0,5 + 7,92 = 23,17;$$

$$K_{K2} = 14,75 + 0,55 + 7,92 = 23,22.$$

Отже, в результаті роботи кращим є варіант 1, тому що він має незначним чином вищий рівень якості.

4.5 Економічний аналіз розробки

Для визначення вартості розробки програмного продукту спочатку розраховується трудомісткість для кожного варіанта виконання основних завдань, таких як розробка проекту програмного продукту та створення програмної оболонки.

Для обчислення загальної трудомісткості використовується формула (4.13):

$$T_0 = T_P \cdot K_{\Pi} \cdot K_{СК} \cdot K_M \cdot K_{СТ} \cdot K_{СТ.М} \quad (4.13)$$

де T_P - трудомісткість розробки ПП,

K_{Π} - поправочний коефіцієнт,

$K_{СК}$ - коефіцієнт на складність вхідної інформації,

K_M - коефіцієнт рівня мови програмування,

$K_{СТ}$ - коефіцієнт використання стандартних модулів і прикладних програм,

$K_{СТ.М}$ - коефіцієнт стандартного математичного забезпечення.

Для кожного завдання, залежно від його характеристик, визначається трудомісткість. Наприклад, для першого завдання, яке має розрахунковий характер і ступінь новизни А, була обчислена трудомісткість у розмірі 30 людино-днів. Застосовуючи поправочний коефіцієнт $K_{\Pi} = 1$, що враховує вид нормативно-довідкової інформації, та коефіцієнт $K_{СК} = 1.5$, який враховує складність контролю вхідної та вихідної інформації, отримуємо загальну трудомісткість програмування першого завдання. Враховуючи коефіцієнт $K_{СТ} = 0.9$ для використання стандартних модулів та $K_M = 1$, загальна трудомісткість розраховується за формулою:

$$T_1 = 30 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 0.9 \cdot 1 = 40,5 \text{ людино-днів}$$

Аналогічні обчислення проводяться для другого завдання з використанням відповідних коефіцієнтів КМ та КСТ, де КСК буде нижче:

$$T_2 = 30 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 0.9 \cdot 1 = 32,4 \text{ людино-днів}$$

Як видно з обчислень, друге завдання має більшу трудомісткість.

Для розробки програмного продукту залучається один програміст з окладом 40 000 грн та один спеціаліст з даних з окладом 50 000 грн. Середня заробітна плата обчислюється за формулою (4.14):

$$C_{\text{ч}} = \frac{M}{T_m \cdot t} \text{ грн.} \quad (4.14)$$

де M - місячний оклад працівників,

T_m - кількість робочих днів у місяць,

t - кількість робочих годин в день.

$$C_{\text{ч}} = \frac{50000 + 40000}{2 \cdot 21 \cdot 8} = 257.9 \text{ грн.} \quad (4.15)$$

Далі обчислюється середня заробітна плата за формулою (4.16):

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{ч}} \cdot T_i \cdot K_{\text{д}} \quad (4.16)$$

де $C_{\text{ч}}$ - величина погодинної оплати праці програміста,

T_i - трудомісткість відповідного завдання,

K_D - норматив, що враховує додаткову заробітну плату (20%).

Заробітна плата працівників із врахуванням соціальних внесків, яка складає 22%, обчислюється:

Зарплата робітників із соц. внеском, що становить 22% дорівнює:

$$1. C_{ЗП} = 257,9 \cdot 40,5 \cdot 24 \cdot 1,22 = 305\,828,1 \text{ грн.}$$

$$2. C_{ЗП} = 257,9 \cdot 32,4 \cdot 24 \cdot 1,22 = 244\,662,5 \text{ грн.}$$

Один засіб обчислення вартості розробки програмного продукту передбачає розрахунок різних складових. Візьмемо увагу, що одна електронно-обчислювальна машина (ЕОМ) обслуговує одного програміста із окладом 40 000 грн. з коефіцієнтом зайнятості 0,2. Перш за все, розраховуємо сумарну годинну вартість роботи (C_G), враховуючи додаткову заробітну плату:

$$C_G = 12 \cdot M \cdot K_3 = 12 \cdot 40\,000 \cdot 0,2 = 96\,000 \text{ грн.}$$

З урахуванням додаткової заробітної плати, отримуємо загальну заробітну плату ($C_{ЗП}$):

$$C_{ЗП} = C_G \cdot (1 + K_3) = 96\,000 \cdot (1 + 0,2) = 115\,200 \text{ грн.}$$

Далі розраховується відрахування на соціальний внесок (СВД), яке складає 22%:

$$1. C_{ВД} = C_{ЗП} \cdot 0,22 = 305\,828,1 \cdot 0,22 = 67\,282,182 \text{ грн.}$$

$$2. C_{ВД} = C_{ЗП} \cdot 0,22 = 244\,662,5 \cdot 0,22 = 53\,825,75 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування обчислюються з використанням амортизації на рівні 25% та вартості ЕОМ у розмірі 40 000 грн.:

$$C_A = K_{TM} \cdot K_A \cdot Ц_{ПР} = 1.2 \cdot 0.25 \cdot 40\,000 = 12\,000 \text{ грн.},$$

де K_{TM} - коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування та монтаж приладу у користувача,

K_A - річна норма амортизації,

$Ц_{ПР}$ - договірна ціна приладу.

Витрати на ремонт та профілактику (C_P) обчислюються за допомогою коефіцієнта K_P , який представляє відсоток витрат на поточні ремонти:

$$C_P = K_{TM} \cdot Ц_{ПР} \cdot K_P = 1.2 \cdot 40\,000 \cdot 0.08 = 3\,840 \text{ грн.},$$

Ефективний годинний фонд часу обчислюється на основі календарної кількості днів, вихідних та святкових днів, днів планових ремонтів устаткування, кількості робочих годин в день та коефіцієнта використання приладу у часі:

$$\begin{aligned} T_{\text{ЕФ}} &= (D_K - D_B - D_C - D_P) \cdot t_3 \cdot K_B = (365 - 104 - 12 - 16) \cdot 8 \cdot 0.35 = \\ &= 627,2 \text{ години,} \end{aligned}$$

Витрати на оплату електроенергії ($C_{ЕЛ}$) обчислюються на основі середньо-споживчої потужності приладу, коефіцієнта зайнятості приладу та тарифу за 1 кВт-год електроенергії:

$$C_{\text{ЕЛ}} = T_{\text{ЕФ}} \cdot N_{\text{С}} \cdot K_{\text{З}} \cdot C_{\text{ЕН}} = 627,2 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 5,23 = 196,81536 \text{ грн.},$$

Накладні витрати (СН) обчислюються як 67% від заробітної плати:

$$C_{\text{Н}} = C_{\text{ПР}} \cdot 0,67 = 40000 \cdot 0,67 = 26\,800 \text{ грн}$$

Тоді річні експлуатаційні витрати складаються з суми амортизаційних відрахувань, витрат на ремонт, витрат на оплату електроенергії та накладних витрат:

$$C_{\text{ЕКС}} = C_{\text{А}} + C_{\text{Р}} + C_{\text{ЕЛ}} + C_{\text{Н}} \quad (4.17)$$

$$C_{\text{ЕКС}} = 12\,000 + 3\,840 + 196,81536 + 26\,800 = 42\,836,8 \text{ грн.}$$

Собівартість однієї машино-години ЕОМ (СМ-Г) розраховується як відношення річних експлуатаційних витрат до ефективного годинного фонду часу:

$$C_{\text{М-Г}} = C_{\text{ЕКС}} / T_{\text{ЕФ}} = 42\,836,8 / 627,2 = 68,29 \text{ грн/год.}$$

Загальні витрати на оплату машинного часу (СМ) розраховуються як добуток собівартості однієї машино-години ЕОМ на кількість годин роботи:

$$C_{\text{М}} = C_{\text{М-Г}} \cdot T \quad (4.18)$$

$$1. C_{\text{М}} = 68,29 \cdot 40,5 \cdot 24 = 66\,377,88 \text{ грн.}$$

$$2. C_{\text{М}} = 68,29 \cdot 32,4 \cdot 24 = 53\,102,304 \text{ грн.}$$

Сумарні накладні витрати (СН) складають 67% від заробітної плати:

$$C_H = C_{ЗП} \cdot 0.67 \quad (4.19)$$

1. $C_H = 305\,828,1 \cdot 0,67 = 204\,904,827$ грн.
2. $C_H = 244\,662,5 \cdot 0,67 = 163\,923,875$ грн.

Таким чином, вартість розробки програмного продукту за різними варіантами складає:

$$C_{ПП} = C_{ЗП} + C_{ВІД} + C_M + C_H \quad (4.20)$$

1. $C_{ПП} = 305\,828,1 + 67\,282,182 + 53\,102,304 + 204\,904,827 = 631\,117,413$ грн.
2. $C_{ПП} = 244\,662,5 + 53\,825,75 + 81\,974,592 + 163\,923,875 = 544\,386,717$ грн.

4.6 Вибір оптимального варіанту реалізації ПП

У цьому розділі ми проведемо обчислення і визначимо найкращий варіант розробки програмного продукту за допомогою формули (4.21).

Коефіцієнт технічно-економічної рентабельності (КТЕР) обчислюється за формулою:

$$K_{ТЕРj} = \frac{K_{Кj}}{C_{Фj}} \quad (4.21)$$

$$K_{ТЕР1} = 23,17 / 631\,117,413 = 3,6713 \cdot 10^{-5},$$

$$K_{ТЕР2} = 23,22 / 544\,386,717 = 4,2654 \cdot 10^{-5}.$$

Таким чином, з обчислень видно, що найкращим варіантом є другий, який має коефіцієнт розміром $4,2654 \times 10^{-5}$. Після проведення функціонально-вартісного аналізу можна зробити висновок, що серед двох розглянутих варіантів найкращим є другий. Він продемонстрував найвищий коефіцієнт якості.

Обраний варіант має такі параметри:

1. Використання існуючих симуляційних платформ.
2. Використання стандартних бібліотек для теорії ігор.
3. Використання стандартних бібліотек для візуалізації.

Цей варіант реалізації забезпечує швидку та надійну розробку системи і не потребує додаткових ресурсів для компанії.

4.7 Висновки до розділу 4

У цій частині був виконаний повний функціонально-вартісний аналіз програмного продукту для визначення та оцінки його ключових функцій. Результати аналізу дозволили визначити параметри, що характеризують програмний продукт. Крім того, на основі цього аналізу був вибраний оптимальний варіант реалізації програмного продукту. Цей етап забезпечив необхідну інформацію для подальшої розробки та визначення вартості програмного комплексу.

ВИСНОВКИ

У цій роботі здійснено всебічне дослідження стратегій поведінки в суспільствах на основі теорії ігор. Проведено аналіз основних концепцій та класифікацій ігор, розглянуто ключові поняття і стратегічні рішення, такі як рівновага Неша, та застосовано їх для моделювання соціальних взаємодій. Дослідження охоплювали кооперативні та некооперативні ігри, ігри з нульовою та ненульовою сумою, а також повторювані і статичні ігри.

Зосереджено увагу на трьох класичних ігрових сценаріях: ділова дилема ув'язненого, політична гра яструба та голуба, а також гра на довіру в інтернет-ринках. Для кожної з цих ігор розроблено симуляційні моделі, визначено різні варіанти правил та проведено симуляції, щоб дослідити, як зміна умов впливає на стратегії і результати учасників. Експерименти показали, що правила гри мають значний вплив на поведінку учасників і результати гри.

Для ділової дилеми ув'язненого встановлено, що високі штрафи за зрадництво ефективно сприяють співпраці між компаніями, забезпечуючи стабільно високі фітнес-оцінки. У політичній грі яструба та голуба сценарій високих штрафів за агресію ефективно стримував агресивну поведінку і сприяв миролюбності. Гра на довіру в інтернет-ринках показала, що високі штрафи за зрадництво сприяють довірливій поведінці між учасниками.

На основі проведених симуляцій розроблено рекомендації щодо поведінки та створення правил для різних контекстів. Для бізнес-контексту важливо створити умови, де зрадництво матиме значні негативні наслідки, а співпраця приносить високі вигоди. У політичних переговорах слід запровадити високі штрафи за агресивну поведінку та винагороди за миролюбність. На інтернет-ринках важливо забезпечити високі штрафи за недобросовісну поведінку і вигоди за довірливі стратегії.

Проведено функціонально-вартісний аналіз розробки системи, описаної в роботі. В ході аналізу визначено, що найбільш оптимальним варіантом для реалізації програмного продукту є використання готових даних, запропонованих у датасеті.

Перспективи подальших досліджень включають розробку більш складних моделей, які враховують множинні варіанти стратегій, використання реальних даних для калібрування моделей, а також проведення експериментів за участю реальних людей для верифікації результатів симуляцій. Це дозволить створити більш точні та практично застосовні рекомендації для поліпшення співпраці та довіри у різних системах.

У підсумку, дослідження демонструє, що розуміння правил та умов гри є ключовим для формування ефективних стратегій поведінки у соціальних та економічних взаємодіях, що сприяє стабільності та співпраці у суспільствах.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Keith Devlin. The unfinished game : Pascal, Fermat, and the seventeenth-century letter that made the world modern. New York : Basic Books, c2008. URL: <https://searchworks.stanford.edu/view/7738797> (date of access: 24.03.2024).
2. Morton D. Davis, Steven J. Brams. Game theory. Encyclopedia Britannica. URL: <https://www.britannica.com/science/game-theory> (date of access: 24.03.2024).
3. Stolz, J. The theory of social games: outline of a general theory for the social sciences. *Humanit Soc Sci Commun* 10, 369 (2023). URL: <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01862-0> (date of access: 24.03.2024).
4. Qin, S. The Non-cooperative Game and Cooperative Game Between Independent Innovation Firm and Imitative Innovation Firm. *J Knowl Econ* (2023). URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01166-3> (date of access: 24.03.2024).
5. Boland, F.K., Davidai, S. Zero-sum beliefs and the avoidance of political conversations. *Commun Psychol* 2, 43 (2024). URL: <https://doi.org/10.1038/s44271-024-00095-4> (date of access: 24.03.2024).
6. Zhang, Y. Non-zero-sum Stochastic Differential Games for Asset-Liability Management with Stochastic Inflation and Stochastic Volatility. *Methodol Comput Appl Probab* 26, 7 (2024). URL: <https://doi.org/10.1007/s11009-024-10072-3> (date of access: 24.03.2024).
7. Hu, Y., Han, C., Li, H. et al. Modeling opponent learning in multiagent repeated games. *Appl Intell* 53, 17194–17210 (2023). URL: <https://doi.org/10.1007/s10489-022-04249-x> (date of access: 24.03.2024).

8. Human–information interaction research and development. Gary Marchionini. September 2008. ArXiv. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740818808000674> (date of access: 24.03.2024).
9. Yiheng Liu, Tianle Han, Siyuan Ma, Jiayue Zhang, Yuanyuan Yang, Jiaming Tian, Hao He, Antong Li, Mengshen He, Zhengliang Liu, Zihao Wu, Lin Zhao, Dajiang Zhu, Xiang Li, Ning Qiang, Dingang Shen, Tianming Liu, Bao Ge. Summary of ChatGPT-Related Research and Perspective Towards the Future of Large Language Models. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2304.01852> (date of access: 24.03.2024).
10. Gioele Zardini, Nicolas Lanzetti, Laura Guerrini, Emilio Frazzoli, Florian Dörfler. Game Theory to Study Interactions between Mobility Stakeholders. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2104.10394v1> (date of access: 24.03.2024).
11. Boccacci, M. Domination and Freedom: Quality, not Quantity. *Res Publica* 29, 537–554 (2023). URL: <https://doi.org/10.1007/s11158-023-09643-x> (date of access: 24.03.2024).
12. Chen, X., Choi, J.H., Larsen, K. et al. Price impact in Nash equilibria. *Finance Stoch* 27, 305–340 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00780-023-00499-w>
13. Alastair Jamieson-Lane, Bernd Blasius. Epidemic Arrival Times; Theory, Discussion, and Limitations. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2004.05557> (date of access: 24.03.2024).
14. Radoslaw Ryblewski, Wojciech Florkowski. Highly anisotropic hydrodynamics -- discussion of the model assumptions and forms of the initial conditions. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1011.6213> (date of access: 24.03.2024).
15. Mingyang Li, Han Pengsihua, Fujiao Meng, Zejun Wang, Weian Liu. Time-Delayed Game Strategy Analysis Among Japan, Other Nations, and the International Atomic Energy Agency in the Context of Fukushima Nuclear

- Wastewater Discharge Decision. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.07227> (date of access: 24.03.2024).
16. Michael J Gagen. Isomorphic Strategy Spaces in Game Theory. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1304.5620> (date of access: 24.03.2024).
17. Zhijian Wang, Shujie Zhou, Qinmei Yao, Yijia Wang. Dynamic Structure in Four-strategy Game: Theory and Experiment. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2203.14669> (date of access: 24.03.2024).
18. Ikjyot Singh Kohli, Michael C. Haslam. An Analysis of the Replicator Dynamics for an Asymmetric Hawk-Dove Game. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1607.05192> (date of access: 24.03.2024).
19. Srinivas Arigapudi, Yuval Heller, Amnon Schreiber. Sampling dynamics and stable mixing in hawk-dove games. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2107.08423> (date of access: 24.03.2024).
20. Ahmad Nawaz, A.H. Toor. Evolutionarily Stable Strategies in Quantum Hawk-Dove Game. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/quant-ph/0108075> (date of access: 24.03.2024).
21. N. I. Shvetsov-Shilovski, M. Lein. Transfer learning, alternative approaches, and visualization of a convolutional neural network for retrieval of the internuclear distance in a molecule from photoelectron momentum distributions. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.01210> (date of access: 24.03.2024).
22. Irene Parrachino, Stefano Zara and Fioravante Patrone. COOPERATIVE GAME THEORY AND ITS APPLICATION TO NATURAL, ENVIRONMENTAL AND WATER RESOURCE ISSUES. World Bank Policy Research Working Paper . URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/zh/540621468141268429/pdf/wps4072.pdf> (date of access: 24.03.2024)

23. E. van Damme. *Game Theory: Noncooperative Games*. 2001, Pages 5873-5880. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/economics-econometrics-and-finance/noncooperative-game> (date of access: 24.03.2024)
24. Michael Maschler, Eilon Solan and Shmuel Zamir. Repeated games. *Game Theory*, pp. 519 - 568 URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511794216.014>. Publisher: Cambridge University Press. Print publication year: 2013. (date of access: 24.03.2024)
25. Matthew O. Jackson‡ Yves Zenou. *Games on Networks*. January 2014. URL: <https://web.stanford.edu/~jacksonm/GamesNetworks.pdf> (date of access: 24.03.2024)
26. Colin F. Camerer. Progress in Behavioral Game Theory. *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 11, No. 4, Fall 1997. (pp. 167-188). URL: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.11.4.167> (date of access: 24.03.2024)
27. J. McKenzie Alexander. *Evolutionary Game Theory*. First published Mon Jan 14, 2002; substantive revision Sat Apr 24, 2021. Stanford Encyclopedia of Philosophy. URL: <https://plato.stanford.edu/entries/game-evolutionary/> (date of access: 24.03.2024)
28. Doaa M. Salman Abdou, Rana Raafat. The Game Theory's Applicability in the Technology Sector: the Case of Intel and AMD. December 2022 *Economics & Law* 4(2):67-76. Researchgate. URL: https://www.researchgate.net/publication/367420005_THE_GAME_THEORY'S_APPLICABILITY_IN_THE_TECHNOLOGY_SECTOR_THE_CASE_OF_INTEL_AND_AMD (date of access: 24.03.2024)

29. Michael J Gagen. Isomorphic Strategy Spaces in Game Theory. [Submitted on 20 Apr 2013]. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1304.5620> (date of access: 24.03.2024)
30. S. G. Babajanyan, Armen Allahverdyan, Kang Hao Cheong. Energy and entropy: Path from game theory to statistical mechanics. October 2020 *Physical Review Research* 2(4). URL: https://www.researchgate.net/publication/346158851_Energy_and_entropy_Path_from_game_theory_to_statistical_mechanics (date of access: 24.03.2024)
31. Jam Canda. AI in Game Theory and Strategic Decision-Making: Enhancing Competitive Analysis. Apr 10, 2024. Medium Post. URL: <https://medium.com/@jam.canda/ai-in-game-theory-and-strategic-decision-making-enhancing-competitive-analysis-21ecdd4e0a03> (date of access: 24.03.2024)
32. Barachini, F., Stary, C. (2022). Simulation Methods and Game Theory. In: From Digital Twins to Digital Selves and Beyond. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-96412-2_5 (date of access: 24.03.2024)
33. Vincent Paul Crawford. Introduction to Experimental Game Theory. May 2002. *Journal of Economic Theory* 104(1):1-15. URL: https://www.researchgate.net/publication/222666327_Introduction_to_Experimental_Game_Theory (date of access: 24.03.2024)
34. Walter Trockel. Game Theory: The Language of Social Science?. January 2004. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/46464633_Game_Theory_The_Language_of_Social_Science (date of access: 24.03.2024)

35. Charles C. Cowden. Game Theory, Evolutionary Stable Strategies and the Evolution of Biological Interactions. 2012 Nature Education. URL: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/game-theory-evolutionary-stable-strategies-and-the-25953132/> (date of access: 24.03.2024)

ДОДАТОК А

```
# %% [code] {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-19T11:16:04.842357Z","iopub.execute_input":"2024-05-19T11:16:04.842792Z","iopub.status.idle":"2024-05-19T11:16:21.287804Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-19T11:16:04.842758Z","shell.execute_reply":"2024-05-19T11:16:21.286462Z"}}
pip install deap
```

```
# %% [code]
import random
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from deap import base, creator, tools, algorithms

# Видалення попередньо створених класів (якщо вони існують)
if 'FitnessMax' in creator.__dict__:
    del creator.FitnessMax
if 'Individual' in creator.__dict__:
    del creator.Individual

# Створення класів для симуляції стратегій
creator.create("FitnessMax", base.Fitness, weights=(1.0,))
creator.create("Individual", list, fitness=creator.FitnessMax)

toolbox = base.Toolbox()

# Гра Дилема ув'язненого
def prisoner_dilemma(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 3, 3
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 0, 5
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 5, 0
    else:
        return 1, 1

# Гра яструба та голуба
def hawk_dove(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 2, 2
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 1, 3
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 3, 1
    else:
        return 0, 0
```

```

# Гра на довіру
def trust_game(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0:
        return 1, 1
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
        return 3, 3
    else:
        return 0, 5

# Ініціалізація стратегій
toolbox.register("attr_bool", random.randint, 0, 1)
toolbox.register("individual", tools.initRepeat, creator.Individual, toolbox.attr_bool, n=1) # Довжина
індивідуума = 1
toolbox.register("population", tools.initRepeat, list, toolbox.individual)

# Оператори схрещування та мутації
toolbox.register("mate", tools.cxUniform, indpb=0.5)
toolbox.register("mutate", tools.mutFlipBit, indpb=0.05)
toolbox.register("select", tools.selTournament, tournsize=3)

# Оцінка стратегій
def evaluate(individual, opponent, game):
    if game == "prisoner_dilemma":
        return prisoner_dilemma(individual, opponent)
    elif game == "hawk_dove":
        return hawk_dove(individual, opponent)
    elif game == "trust_game":
        return trust_game(individual, opponent)

# Симуляція гри
def simulate_game(game, n_generations=50, pop_size=50):
    pop = toolbox.population(n=pop_size)

    avg_fitness = []
    std_fitness = []

    for gen in range(n_generations):
        for ind in pop:
            opponent = random.choice(pop)
            payoff1, payoff2 = evaluate(ind, opponent, game)
            ind.fitness.values = (payoff1,)

        offspring = algorithms.varAnd(pop, toolbox, cxpb=0.5, mutpb=0.2)
        invalid_ind = [ind for ind in offspring if not ind.fitness.valid]
        for ind in invalid_ind:
            opponent = random.choice(offspring)
            payoff1, payoff2 = evaluate(ind, opponent, game)
            ind.fitness.values = (payoff1,)

        pop[:] = toolbox.select(offspring, len(pop))

    fits = [ind.fitness.values[0] for ind in pop]
    length = len(pop)

```

```

    mean = sum(fits) / length
    std = np.std(fits)

    avg_fitness.append(mean)
    std_fitness.append(std)

    print(f"Gen {gen}: Avg fitness: {mean:.2f}, Std: {std:.2f}")

    return avg_fitness, std_fitness

# Візуалізація результатів
def visualize_results(results, title):
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    for game, (avg_fitness, std_fitness) in results.items():
        plt.plot(avg_fitness, label=f'{game} - Avg Fitness')
        plt.fill_between(range(len(avg_fitness)), np.array(avg_fitness) - np.array(std_fitness),
np.array(avg_fitness) + np.array(std_fitness), alpha=0.2)
    plt.title(title)
    plt.xlabel('Generation')
    plt.ylabel('Fitness')
    plt.legend()
    plt.show()

# Запуск симуляцій та візуалізація
results = { }
results["Prisoner's Dilemma"] = simulate_game("prisoner_dilemma")
results["Hawk and Dove"] = simulate_game("hawk_dove")
results["Trust Game"] = simulate_game("trust_game")

visualize_results(results, "Simulation Results for Different Games")

# %% [code]
import random
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from deap import base, creator, tools, algorithms

# Видалення попередньо створених класів (якщо вони існують)
if 'FitnessMax' in creator.__dict__:
    del creator.FitnessMax
if 'Individual' in creator.__dict__:
    del creator.Individual

# Створення класів для симуляції стратегій
creator.create("FitnessMax", base.Fitness, weights=(1.0,))
creator.create("Individual", list, fitness=creator.FitnessMax)

toolbox = base.Toolbox()

# Визначення функцій ігор
def business_prisoner_dilemma(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:

```

```

    return 3, 3 # Обидві компанії співпрацюють і отримують прибуток
elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
    return 0, 5 # Компанія А співпрацює, компанія В зраджує
elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
    return 5, 0 # Компанія А зраджує, компанія В співпрацює
else:
    return 1, 1 # Обидві компанії зраджують і втрачають прибуток

def political_hawk_dove(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 2, 2 # Обидві сторони миролюбні
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 1, 3 # Сторона А миролюбна, сторона В агресивна
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 3, 1 # Сторона А агресивна, сторона В миролюбна
    else:
        return 0, 0 # Обидві сторони агресивні

def trust_game_online_market(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0:
        return 1, 1 # Покупець не довіряє, продавець не отримує прибуток
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
        return 3, 3 # Покупець довіряє, продавець надійний
    else:
        return 0, 5 # Покупець довіряє, продавець зраджує

# Ініціалізація стратегій
toolbox.register("attr_bool", random.randint, 0, 1)
toolbox.register("individual", tools.initRepeat, creator.Individual, toolbox.attr_bool, n=1) # Довжина
індивідуума = 1
toolbox.register("population", tools.initRepeat, list, toolbox.individual)

# Оператори схрещування та мутації
toolbox.register("mate", tools.cxUniform, indpb=0.5)
toolbox.register("mutate", tools.mutFlipBit, indpb=0.05)
toolbox.register("select", tools.selTournament, tournsize=3)

def evaluate(individual, opponent, game):
    if game == "business_prisoner_dilemma":
        return business_prisoner_dilemma(individual, opponent)
    elif game == "political_hawk_dove":
        return political_hawk_dove(individual, opponent)
    elif game == "trust_game_online_market":
        return trust_game_online_market(individual, opponent)

def simulate_game(game, n_generations=50, pop_size=50):
    pop = toolbox.population(n=pop_size)

    avg_fitness = []
    std_fitness = []

    for gen in range(n_generations):
        for ind in pop:

```

```

    opponent = random.choice(pop)
    payoff1, payoff2 = evaluate(ind, opponent, game)
    ind.fitness.values = (payoff1,)

    offspring = algorithms.varAnd(pop, toolbox, cxpb=0.5, mutpb=0.2)
    invalid_ind = [ind for ind in offspring if not ind.fitness.valid]
    for ind in invalid_ind:
        opponent = random.choice(offspring)
        payoff1, payoff2 = evaluate(ind, opponent, game)
        ind.fitness.values = (payoff1,)

    pop[:] = toolbox.select(offspring, len(pop))

    fits = [ind.fitness.values[0] for ind in pop]
    length = len(pop)
    mean = sum(fits) / length
    std = np.std(fits)

    avg_fitness.append(mean)
    std_fitness.append(std)

    print(f"Gen {gen}: Avg fitness: {mean:.2f}, Std: {std:.2f}")

    return avg_fitness, std_fitness

# Окремі візуалізації для кожної гри
def visualize_game_results(game, results):
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    avg_fitness, std_fitness = results
    plt.plot(avg_fitness, label='Avg Fitness')
    plt.fill_between(range(len(avg_fitness)), np.array(avg_fitness) - np.array(std_fitness),
np.array(avg_fitness) + np.array(std_fitness), alpha=0.2)
    plt.title(f'Simulation Results for {game}')
    plt.xlabel('Generation')
    plt.ylabel('Fitness')
    plt.legend()
    plt.show()

# Візуалізація матриці виплат
def plot_payoff_matrix(game_function, title):
    strategies = [(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)]
    matrix = np.zeros((2, 2))

    for (i, j) in strategies:
        payoff1, payoff2 = game_function([i], [j])
        matrix[i, j] = payoff1

    fig, ax = plt.subplots()
    cax = ax.matshow(matrix, cmap='coolwarm')
    for (i, j), val in np.ndenumerate(matrix):
        ax.text(j, i, f'{val}', ha='center', va='center', color='black')

    plt.title(title)

```

```

plt.xlabel('Company B')
plt.ylabel('Company A')
plt.xticks([0, 1], ['Cooperate', 'Defect'])
plt.yticks([0, 1], ['Cooperate', 'Defect'])
plt.colorbar(cax)
plt.show()

# Запуск симуляцій та візуалізація
results = { }
games = ["business_prisoner_dilemma", "political_hawk_dove", "trust_game_online_market"]
for game in games:
    results[game] = simulate_game(game)

for game in games:
    visualize_game_results(game, results[game])

plot_payoff_matrix(business_prisoner_dilemma, 'Payoff matrix business_prisoner_dilemma')
plot_payoff_matrix(political_hawk_dove, 'Payoff matrix political_hawk_dove')
plot_payoff_matrix(trust_game_online_market, 'Payoff matrix trust_game_online_market')

# %% [code]
def evaluate(individual, opponent, game):
    if game == "business_prisoner_dilemma":
        return business_prisoner_dilemma(individual, opponent)
    elif game == "political_hawk_dove":
        return political_hawk_dove(individual, opponent)
    elif game == "trust_game_online_market":
        return trust_game_online_market(individual, opponent)

# Запуск симуляцій та візуалізація
results = { }
results["Business Prisoner's Dilemma"] = simulate_game("business_prisoner_dilemma")
results["Political Hawk and Dove"] = simulate_game("political_hawk_dove")
results["Trust Game Online Market"] = simulate_game("trust_game_online_market")

visualize_results(results, "Simulation Results for Different Social Scenarios")

# %% [code]
def business_prisoner_dilemma_high_coop(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 5, 5 # Обидві компанії співпрацюють і отримують високий прибуток
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 0, 6 # Компанія А співпрацює, компанія В зраджує
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 6, 0 # Компанія А зраджує, компанія В співпрацює
    else:
        return 1, 1 # Обидві компанії зраджують і втрачають прибуток

def business_prisoner_dilemma_high_penalty(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:

```

```

    return 3, 3 # Обидві компанії співпрацюють і отримують прибуток
elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
    return 0, 2 # Компанія А співпрацює, компанія В зраджує
elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
    return 2, 0 # Компанія А зраджує, компанія В співпрацює
else:
    return -2, -2 # Обидві компанії зраджують і отримують штраф

def business_prisoner_dilemma_symmetric(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 4, 4 # Обидві компанії співпрацюють і отримують помірний прибуток
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 1, 5 # Компанія А співпрацює, компанія В зраджує
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 5, 1 # Компанія А зраджує, компанія В співпрацює
    else:
        return 2, 2 # Обидві компанії зраджують і отримують низький прибуток

def political_hawk_dove_high_aggression(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 2, 2 # Обидві сторони миролюбні
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 0, 5 # Сторона А миролюбна, сторона В агресивна
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 5, 0 # Сторона А агресивна, сторона В миролюбна
    else:
        return 1, 1 # Обидві сторони агресивні

def political_hawk_dove_high_penalty(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 3, 3 # Обидві сторони миролюбні
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 1, 4 # Сторона А миролюбна, сторона В агресивна
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 4, 1 # Сторона А агресивна, сторона В миролюбна
    else:
        return -1, -1 # Обидві сторони агресивні і отримують штраф

def political_hawk_dove_symmetric(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 4, 4 # Обидві сторони миролюбні і отримують високі вигоди
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 2, 3 # Сторона А миролюбна, сторона В агресивна
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 3, 2 # Сторона А агресивна, сторона В миролюбна
    else:
        return 1, 1 # Обидві сторони агресивні і отримують низькі вигоди

def trust_game_online_market_high_trust(ind1, ind2):

```

```

if ind1[0] == 0:
    return 1, 1 # Покупець не довіряє, продавець не отримує прибуток
elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
    return 5, 5 # Покупець довіряє, продавець надійний і обидва отримують високий прибуток
else:
    return 0, 4 # Покупець довіряє, продавець зраджує

def trust_game_online_market_high_penalty(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0:
        return 1, 1 # Покупець не довіряє, продавець не отримує прибуток
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
        return 3, 3 # Покупець довіряє, продавець надійний
    else:
        return -2, 0 # Покупець довіряє, продавець зраджує і отримує штраф

def trust_game_online_market_symmetric(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0:
        return 1, 1 # Покупець не довіряє, продавець не отримує прибуток
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
        return 4, 4 # Покупець довіряє, продавець надійний і обидва отримують помірний прибуток
    else:
        return 0, 3 # Покупець довіряє, продавець зраджує

# %% [code]
import random
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from deap import base, creator, tools, algorithms

# Видалення попередньо створених класів (якщо вони існують)
if 'FitnessMax' in creator.__dict__:
    del creator.FitnessMax
if 'Individual' in creator.__dict__:
    del creator.Individual

# Створення класів для симуляції стратегій
creator.create("FitnessMax", base.Fitness, weights=(1.0,))
creator.create("Individual", list, fitness=creator.FitnessMax)

toolbox = base.Toolbox()

# Визначення функцій ігор
def business_prisoner_dilemma_high_coop(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 5, 5
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 0, 6
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:

```

```

    return 6, 0
else:
    return 1, 1

def business_prisoner_dilemma_high_penalty(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 3, 3
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 0, 2
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 2, 0
    else:
        return -2, -2

def business_prisoner_dilemma_symmetric(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 4, 4
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 1, 5
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 5, 1
    else:
        return 2, 2

def political_hawk_dove_high_aggression(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 2, 2
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 0, 5
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 5, 0
    else:
        return 1, 1

def political_hawk_dove_high_penalty(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 3, 3
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 1, 4
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 4, 1
    else:
        return -1, -1

def political_hawk_dove_symmetric(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0 and ind2[0] == 0:
        return 4, 4
    elif ind1[0] == 0 and ind2[0] == 1:
        return 2, 3
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 0:
        return 3, 2
    else:
        return 1, 1

```

```

def trust_game_online_market_high_trust(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0:
        return 1, 1
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
        return 5, 5
    else:
        return 0, 4

def trust_game_online_market_high_penalty(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0:
        return 1, 1
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
        return 3, 3
    else:
        return -2, 0

def trust_game_online_market_symmetric(ind1, ind2):
    if ind1[0] == 0:
        return 1, 1
    elif ind1[0] == 1 and ind2[0] == 1:
        return 4, 4
    else:
        return 0, 3

# Ініціалізація стратегій
toolbox.register("attr_bool", random.randint, 0, 1)
toolbox.register("individual", tools.initRepeat, creator.Individual, toolbox.attr_bool, n=1) # Довжина
індивідуума = 1
toolbox.register("population", tools.initRepeat, list, toolbox.individual)

# Оператори схрещування та мутації
toolbox.register("mate", tools.cxUniform, indpb=0.5)
toolbox.register("mutate", tools.mutFlipBit, indpb=0.05)
toolbox.register("select", tools.selTournament, tournsize=3)

def evaluate(individual, opponent, game, variant):
    if game == "business_prisoner_dilemma":
        if variant == 1:
            return business_prisoner_dilemma_high_coop(individual, opponent)
        elif variant == 2:
            return business_prisoner_dilemma_high_penalty(individual, opponent)
        else:
            return business_prisoner_dilemma_symmetric(individual, opponent)
    elif game == "political_hawk_dove":
        if variant == 1:
            return political_hawk_dove_high_aggression(individual, opponent)
        elif variant == 2:
            return political_hawk_dove_high_penalty(individual, opponent)
        else:
            return political_hawk_dove_symmetric(individual, opponent)
    elif game == "trust_game_online_market":
        if variant == 1:

```

```

        return trust_game_online_market_high_trust(individual, opponent)
    elif variant == 2:
        return trust_game_online_market_high_penalty(individual, opponent)
    else:
        return trust_game_online_market_symmetric(individual, opponent)

def simulate_game(game, variant, n_generations=50, pop_size=50):
    pop = toolbox.population(n=pop_size)

    avg_fitness = []
    std_fitness = []

    for gen in range(n_generations):
        for ind in pop:
            opponent = random.choice(pop)
            payoff1, payoff2 = evaluate(ind, opponent, game, variant)
            ind.fitness.values = (payoff1,)

        offspring = algorithms.varAnd(pop, toolbox, cxpb=0.5, mutpb=0.2)
        invalid_ind = [ind for ind in offspring if not ind.fitness.valid]
        for ind in invalid_ind:
            opponent = random.choice(offspring)
            payoff1, payoff2 = evaluate(ind, opponent, game, variant)
            ind.fitness.values = (payoff1,)

        pop[:] = toolbox.select(offspring, len(pop))

        fits = [ind.fitness.values[0] for ind in pop]
        length = len(pop)
        mean = sum(fits) / length
        std = np.std(fits)

        avg_fitness.append(mean)
        std_fitness.append(std)

        print(f"Gen {gen}: Avg fitness: {mean:.2f}, Std: {std:.2f}")

    return avg_fitness, std_fitness

# Окремі візуалізації для кожної гри
def visualize_game_results(game, results):
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    for variant, (avg_fitness, std_fitness) in results.items():
        plt.plot(avg_fitness, label=f'Variant {variant} - Avg Fitness')
        plt.fill_between(range(len(avg_fitness)), np.array(avg_fitness) - np.array(std_fitness),
np.array(avg_fitness) + np.array(std_fitness), alpha=0.2)
    plt.title(f'Simulation Results for {game}')
    plt.xlabel('Generation')
    plt.ylabel('Fitness')
    plt.legend()
    plt.show()

# Запуск симуляцій та візуалізація

```

```

results = {}
games = ["business_prisoner_dilemma", "political_hawk_dove", "trust_game_online_market"]
for game in games:
    results[game] = {}
    for variant in range(1, 4):
        results[game][variant] = simulate_game(game, variant)

for game in games:
    visualize_game_results(game, results[game])

# %% [code]
plot_payoff_matrix(business_prisoner_dilemma_high_coop, 'High Cooperation Payoff Matrix')
plot_payoff_matrix(business_prisoner_dilemma_high_penalty, 'High Penalty Payoff Matrix')
plot_payoff_matrix(business_prisoner_dilemma_symmetric, 'Symmetric Payoff Matrix')

# %% [code]
# Візуалізація для кожного варіанту правил
plot_payoff_matrix(political_hawk_dove_high_aggression, 'High Aggression Payoff Matrix')
plot_payoff_matrix(political_hawk_dove_high_penalty, 'High Penalty Payoff Matrix')
plot_payoff_matrix(political_hawk_dove_symmetric, 'Symmetric Payoff Matrix')

# Візуалізація для кожного варіанту правил
plot_payoff_matrix(trust_game_online_market_high_trust, 'High Trust Payoff Matrix')
plot_payoff_matrix(trust_game_online_market_high_penalty, 'High Penalty Payoff Matrix')
plot_payoff_matrix(trust_game_online_market_symmetric, 'Symmetric Payoff Matrix')

```

ДОДАТОК Б

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ПОВЕДІНКИ В СУСПІЛЬСТВАХ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ІГОР

ПІБ, ГРУПА: МУРАВСЬКИЙ ІГОР АНДРІЙОВИЧ, група КА-03

КЕРІВНИК: ДОЦЕНТ КАФЕДРИ ММСА ТА КАНДИДАТ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК БАРАНОВСЬКА ЛЕСЯ ВАЛЕРІЇВНА

АКТУАЛЬНІСТЬ



Актуальність дослідження полягає у важливості розуміння стратегій поведінки в суспільствах, які можуть бути змодельовані за допомогою теорії ігор. Це дозволяє аналізувати взаємодії між індивідами та групами, що є ключовим для прогнозування соціальних процесів та розробки ефективних стратегій управління.



ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження:

Стратегії поведінки в суспільствах

Мета дослідження:

Визначити та проаналізувати оптимальні стратегії поведінки в суспільствах за допомогою симуляційних моделей на основі теорії ігор.

Предмет дослідження

Застосування теорії ігор для моделювання та аналізу соціальних взаємодій



ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

- 01 Дослідження основ теорії ігор та їх застосування для аналізу соціальних взаємодій
- 02 Розробка симуляційних моделей для трьох класичних ігрових сценаріїв
- 03 Аналіз результатів симуляцій та розробка рекомендацій щодо поведінки в різних соціальних контекстах

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ



Вивчення наукових праць для розуміння ключових концепцій. Моделювання ігор для визначення оптимальних стратегій.

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ



Розробка та аналіз симуляцій різних ігрових сценаріїв. Агентне моделювання для імітації поведінки учасників.

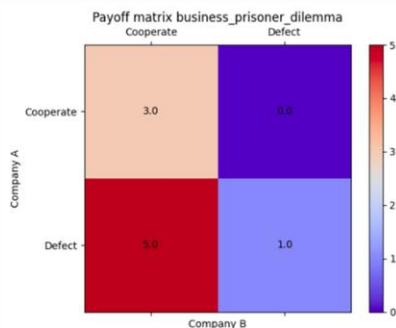
**КОМП'ЮТЕРНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ**



Визначення рівноваги Неша та аналіз стабільних стратегій. Розробка оптимізаційних моделей для знаходження найкращих стратегій.

**МАТЕМАТИЧНИЙ
АНАЛІЗ**

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ДІЛОВА ДИЛЕМА УВ'ЯЗНЕНОГО



Сценарій: Два учасники мають вибір між співпрацею та зрадою. Співпраця приносить обом учасникам середній виграш, зрада одного і співпраця іншого – великий виграш для зрадника та втрату для співпрацівника, зрада обох – невеликий виграш для кожного.

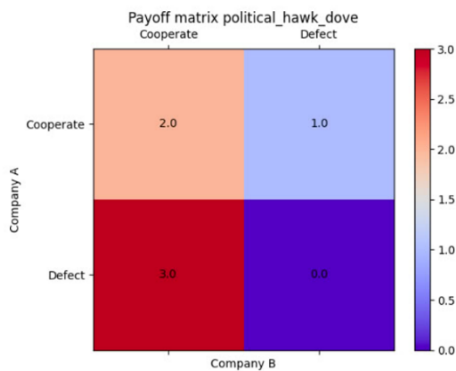
Результати: В умовах одноразової взаємодії учасники частіше обирають стратегію зради, що приводить до меншого загального виграшу. У повторюваних іграх з'являється тенденція до співпраці, коли учасники усвідомлюють переваги довгострокового співробітництва.

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ДІЛОВА ДИЛЕМА УВ'ЯЗНЕНОГО



Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

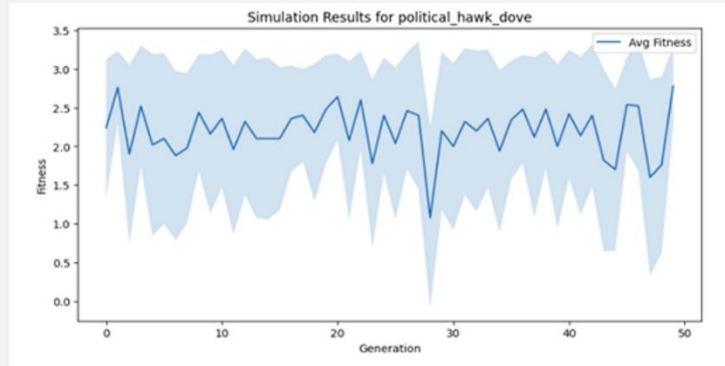
СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ПОЛІТИЧНА ГРА ЯСТРУБА ТА ГОЛУБА



Сценарій: Учасники мають вибір між агресивною (яструб) та мирною (голуб) стратегією. Яструби отримують високий виграш у випадку перемоги над голубами, але якщо обидва обирають стратегію яструба, втрати великі для обох.

Результати: У суспільствах з високим рівнем конфліктності частіше обирають яструбину стратегію, що веде до підвищених соціальних витрат. У стабільних суспільствах голубині стратегії домінують, сприяючи загальному миру та стабільності.

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ПОЛІТИЧНА ГРА ЯСТРУБА ТА ГОЛУБА

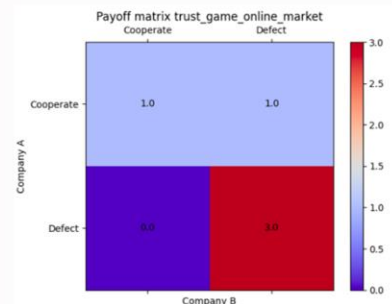


Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

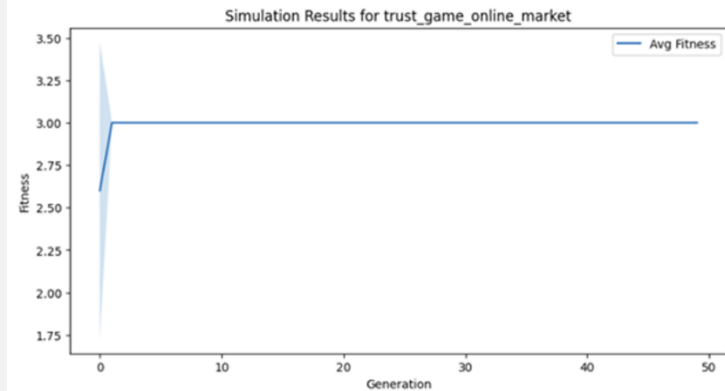
СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ГРА НА ДОВІРУ В ІНТЕРНЕТ-РИНКАХ

Сценарій: Продавці та покупці взаємодіють у середовищі, де репутація впливає на довіру. Продавці можуть обрати між чесною торгівлею та обманом, покупці – між довірою та підозрою.

Результати: В умовах високої прозорості та доступності інформації про репутацію продавці частіше обирають чесність, що підвищує загальний рівень довіри. У разі низької прозорості частішають випадки обману.

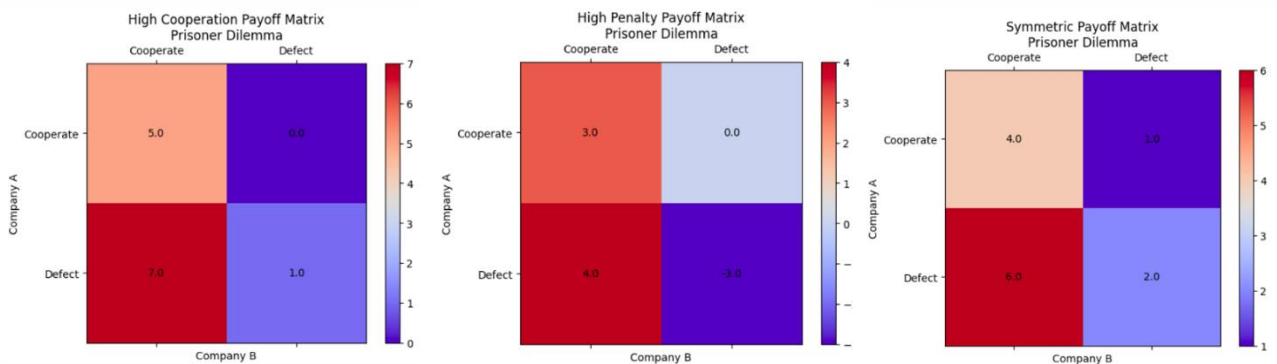


СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ГРА НА ДОВІРУ В ІНТЕРНЕТ-РИНКАХ

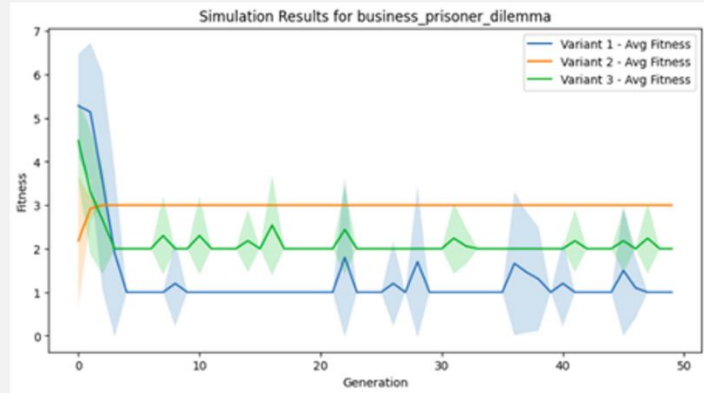


Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ДІЛОВА ДИЛЕМА УВ'ЯЗНЕНОГО

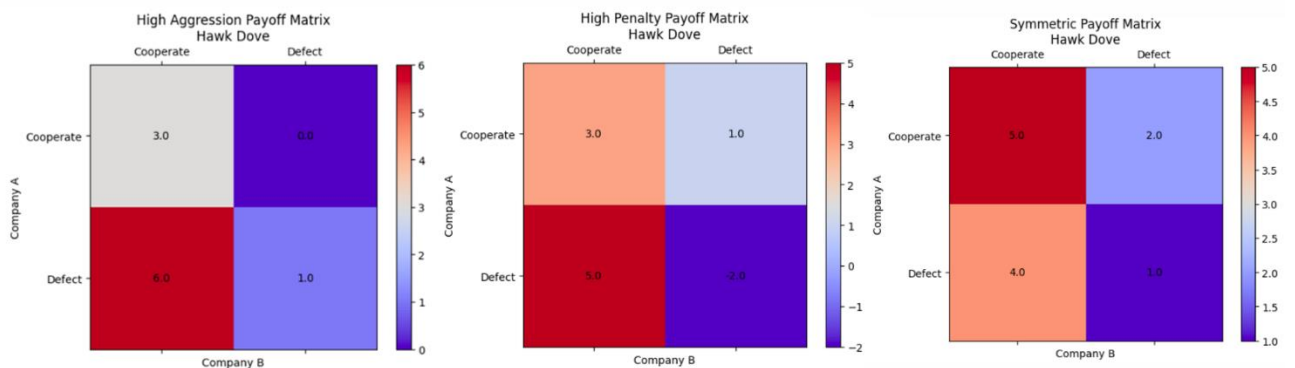


СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ДІЛОВА ДИЛЕМА УВ'ЯЗНЕНОГО

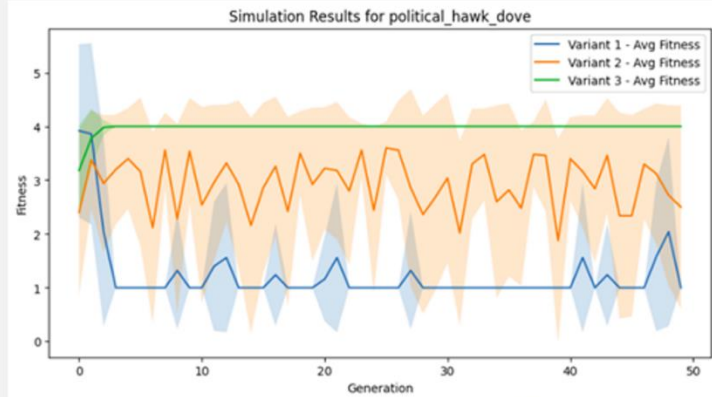


Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ПОЛІТИЧНА ГРА ЯСТРУБА ТА ГОЛУБА

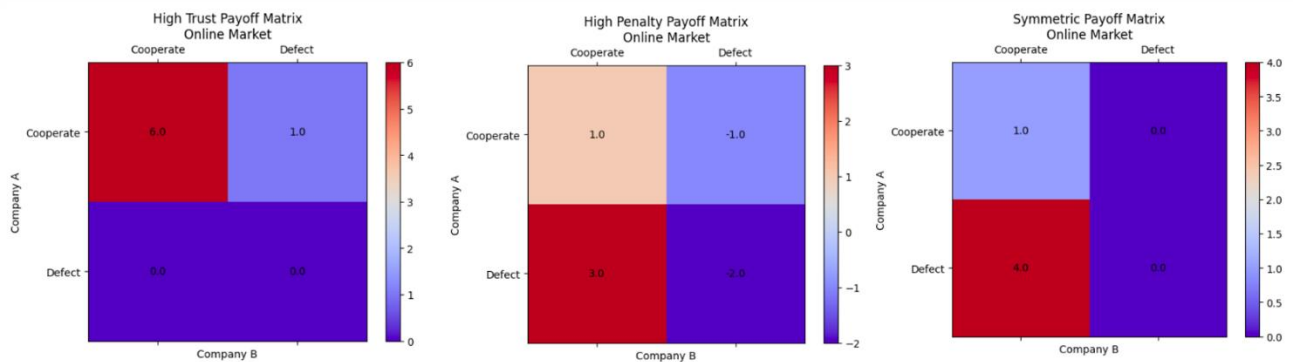


СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ПОЛІТИЧНА ГРА ЯСТРУБА ТА ГОЛУБА

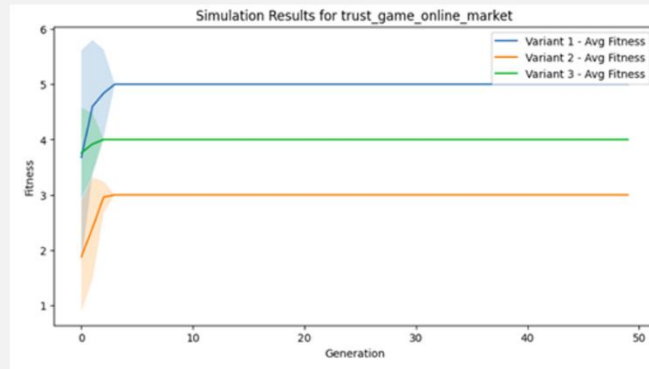


Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ГРА НА ДОВІРУ В ІНТЕРНЕТ-РИНКАХ



СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ГРА НА ДОВІРУ В ІНТЕРНЕТ-РИНКАХ



Еволюція середньої оцінки за 50 поколінь

СИМУЛЯЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Вплив різних умов на стратегії учасників:

Розглянуті стратегії стосовно економічних умов:

- У стабільних економічних умовах учасники схильні до кооперативних стратегій, що веде до загального зростання добробуту.
- В умовах економічної нестабільності зростає кількість конкурентних стратегій, що призводить до підвищених витрат на конфлікти та зниження загального виграшу.

Розглянуті стратегії стосовно політичних умов:

- У стабільних політичних умовах та ефективному правовому регулюванні спостерігається підвищена схильність до дотримання кооперативних стратегій.
- В умовах політичної нестабільності та корупції учасники частіше обирають агресивні стратегії.

Розглянуті стратегії стосовно соціальних умов:

- В суспільствах з високим рівнем довіри та соціального капіталу учасники частіше обирають стратегії співпраці.
- В умовах низької довіри та соціальної фрагментації зростає кількість конфліктних взаємодій.

НАУКОВА НОВИЗНА РОБОТИ:

1. Інтеграція симуляційних моделей та теорії ігор:

- Створення нових симуляційних моделей, які враховують різні економічні, соціальні та політичні умови.
- Аналіз динаміки зміни стратегій поведінки в умовах нестабільності та різних рівнів довіри.

2. Аналіз даних:

- Визначення ключових факторів, що впливають на вибір стратегій у різних соціальних контекстах.

ВИСНОВКИ

Різні умови впливають на вибір стратегій поведінки:

- В стабільних та прозорих умовах домінують кооперативні стратегії.
- В умовах нестабільності та низької довіри частішають конкурентні та агресивні стратегії.

Важливість довіри та соціального капіталу:

- Високий рівень довіри сприяє підвищенню загального добробуту та стабільності у суспільстві.
- Низька довіра веде до підвищених соціальних витрат та конфліктів.

Застосування теорії ігор для прогнозування соціальних процесів:

- Теорія ігор є ефективним інструментом для аналізу та прогнозування соціальних взаємодій.
- Симуляційні моделі дозволяють досліджувати динаміку поведінки та вплив різних умов на соціальні процеси.



Дякую за увагу!