

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000049

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-01-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Силенко Ілля Володимирович

2. Ilyya Sylenko

Кваліфікація: 113

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 113

Назва наукової спеціальності: Прикладна математика

Галузь / галузі знань: математика та статистика

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна математика

Дата захисту: 07-11-2023

Спеціальність за освітою: 113 Прикладна математика

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 1986

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Кієво-Могилянська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 16459396

**Місцезнаходження:** вул. Г. Сковороди, буд. 2, Київ, 04070, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Кієво-Могилянська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 16459396

**Місцезнаходження:** вул. Г. Сковороди, буд. 2, Київ, 04070, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 27, 28.29, 28.29.05, 27

**Тема дисертації:**

1. Марковська Ідеальна Рівновага у грі видобутку ресурсів зі степеневими перевагами агентів
2. Markov Perfect Equilibrium in a resource extraction game with power utilities of the agents

**Реферат:**

1. Силенко І. В. Марковська Ідеальна Рівновага у грі видобутку ресурсів зі степеневими перевагами агентів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 - Прикладна математика. – НаУКМА, Київ, 2023. Дисертаційна робота присвячена дослідженню виду стохастичної гри з ненульовою сумою, що є відомою в науковій літературі з теорії ігор як гра видобутку ресурсів або гра накопичення капіталу. Теоретичною особливістю цієї гри є незліченний простір станів та незліченні простори рішень її учасників. Маючи практичне значення, концепція гри моделює економічну задачу зі стратегічної взаємодії, що інтерпретується таким чином. Кілька агентів мають у спільній власності деякий відновлюваний актив (капітал, ресурс), що здатен генерувати певну вигоду від його використання. Протягом послідовності з дискретних моментів часу всі гравці одночасно приймають рішення щодо власної поточної кількості до споживання з цього ресурсу, згідно з якою визначається їхній миттєвий прибуток через особисту сталу функцію корисності. Кількість доступного для використання ресурсу в кожен момент часу з'ясується відповідно до відомого стохастичного закону

переходу, що залежить від попередньої кількості ресурсу та обсягів видобутку з нього. Загальний виграш кожного учасника гри обчислюється як дисконтована сума всіх його миттєвих прибутків, очікувану величину якої кожен гравець прагне максимізувати обираючи власну стратегію на початку гри. Основною метою дослідження є доповнити попередні результати з існування в цій грі (Стационарної) Марковської Ідеальної Рівноваги, яка вважається концепцією розв'язку в подібних некооперативних іграх. Проблематика її існування є відкритою проблемою в загальній постановці задачі гри видобутку ресурсів, проте становить науковий та практичний інтерес, і тому широко вивчається. У дисертації розглядається модель гри видобутку ресурсів з недослідженого досі класу, для якого характерна довільна кількість учасників, необмежений простір станів та необмежені функції корисності гравців, а також закон переходу між станами у вигляді стохастичного ядра, залежного від спільної інвестиції агентів. Запропонована модель будується набором особливих припущень стосовно переваг гравців та стохастичного закону переходу між станами, які мають широке застосування в економічному моделюванні. По-перше, припускається, що всі гравці володіють ізоеластичними функціями корисності (або CRRA згідно з економічною термінологією) у вигляді степеневих та строго опуклих вгору. По-друге, кожна наступна кількість доступного ресурсу (або стан гри) є лінійним перетворенням залишку від споживання агентів (тобто їхньої спільної інвестиції) з мультиплікативним випадковим збуренням, однаково розподіленим на кожному етапі гри. В економічному моделюванні та фінансовій літературі такий стохастичний процес є поширеним під назвою геометричне випадкове блукання. Запропоновану модель розглянуто як у симетричному, так і несиметричному форматі гри. У симетричній моделі методом зворотної індукції побудовано єдину Марковську Ідеальну Рівновагу в ситуації коли горизонт гри є скінченним. Завдяки монотонній збіжності положень рівноваг та відповідних їм цінних функцій агентів при спрямуванні значення горизонту до нескінченності, встановлено існування симетричної Стационарної Марковської Ідеальної Рівноваги в чистих стратегіях для гри з необмеженим горизонтом. Доведено, що отримане положення рівноваги не є оптимальним за Парето, та знайдено формулу для визначення соціально-оптимального профілю стратегій. Також підтверджено надмірне споживання ресурсу гравцями, що перебувають у ситуації рівноваги, порівняно з їхньою соціально-оптимальною поведінкою. Згідно з цим результатом, симетричній моделі гри властива «трагедія спільного поля». Для несиметричної моделі гри з нескінченним горизонтом іншим способом доведено існування Стационарної Марковської Ідеальної Рівноваги в чистих стратегіях, й додатково висвітлено її єдиність серед профілів лінійних стратегій. Причому метод доведення, будучи відмінним від випадку симетричності в моделі, так само забезпечує алгоритм побудови положення рівноваги, що особливо доречно для використання результатів на практиці. Ключові слова: стохастичні ігри з ненульовою сумою, видобуток ресурсів, накопичення капіталу, стационарна рівновага за Нешем, Марковська ідеальна рівновага, степенева функція корисності, геометричне випадкове блукання, дискретний час, дисконтований виграш, кооперативна теорія ігор.

2. Sylenko I. V. Markov Perfect Equilibrium in a resource extraction game with power utilities of the agents. -- Qualification scientific work in the form of manuscript. Thesis for doctor of philosophy degree in speciality 113 -- Applied mathematics. -- NaUKMA, Kyiv, 2023. The thesis is devoted to researching a class of nonzero-sum stochastic games, which is referred to in the scientific game theory literature as a game of resource extraction or a game of capital accumulation. From a theoretical standpoint a noteworthy characteristic of the game lies in uncountability of both its state space and the players' action spaces. Being motivated by practical applications, the game concept models an economic problem of strategic interaction with the following interpretation. Several agents commonly possess a certain renewable asset (a capital or a resource), which generates advantage from its utilization. Throughout a sequence of discrete time moments all players simultaneously decide on the resource quantity for the current personal consumption, according to which an instantaneous payoff is received by means of evaluating a constant individual utility function. The quantity of the resource available for consumption in each moment of time is determined accordingly to a known stochastic law of motion, which depends on the previous resource amount and the extraction values of the players. The total reward of every participant equals to a discounted sum of all received instantaneous payoffs, the expected value of which each of them aims to maximize when choosing a personal strategy at the beginning of the game. The main purpose behind the research is to

enrich the available results of the (Stationary) Markov Perfect Equilibrium existence in the game, which is considered a solution concept in this type of noncooperative games. The equilibrium existence in a general framework of resource extraction games is an open problem, yet due to having a scientific and practical interest it is being investigated extensively. The resource extraction game model considered in the thesis belongs to a previously unexamined class, which is characterized by an arbitrary number of participants, an unbounded state space, unbounded utility functions and a transition probability in form of a stochastic kernel dependent on a joint investment of the players. The model is constructed with a pair of special assumptions concerning the players' utility functions and the stochastic law of motion between states, both of which are commonly applied in economic modelling. First, it is assumed that the players' preferences are isoelastic (or CRRA according to the economic terminology) in the shape of strictly concave power functions. Second, every subsequent quantity of the available resource (i. e. a state of the game) is a linear transformation of the amount left after the players' consumption (i. e. their joint investment ) influenced by a multiplicative random shock, which is identically distributed at each stage of the game. Such stochastic process is exploited in economic modelling and financial literature under the term geometric random walk. The proposed model is studied in both symmetric and nonsymmetric game settings. For the symmetric game model a unique Markov Perfect Equilibrium is constructed using the method of backward induction in the case when the horizon of the game is finite. By showing that the equilibrium policy functions and the corresponding value functions of the players are monotonically convergent as the time horizon goes to infinity, a symmetric Stationary Markov Perfect Equilibrium existence in non-randomized strategies is established for the infinite horizon game model. It is then proven that the obtained equilibrium is not Pareto optimal, and a formula for calculating the socially optimal strategy profile is revealed. It is also confirmed that the players tend to overconsume when being in the equilibrium comparing to their socially optimal behaviour. According to this result, the symmetric game model admits the presence of "the tragedy of the commons". In the non-symmetric infinite horizon game model a Stationary Markov Perfect Equilibrium existence in pure strategies is concluded via a different approach, and is additionally deduced to be unique among the strategy profiles, consisting of linear policy functions. The employed proving method, while being distinct from the one used in the case of a symmetric game model, similarly provides an algorithm for constructing the equilibrium strategy profile, which is especially useful for applying the results in practice. Keywords: nonzero-sum stochastic games, resource extraction, capital accumulation, stationary Nash equilibrium, Markov perfect equilibrium, power utility, geometric random walk, discrete time, discounted payoff, cooperative game theory.

### **Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Не застосовується

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

### **Публікації:**

- Sylenko, I. (2021). «On a special case of non-symmetric resource extraction games with unbounded payoffs». An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA), 12(1):1-7
- Силенко, І. В. (2021). «Рівновага Неша в особливому випадку симетричних ігор видобутку ресурсів». Кібернетика та системний аналіз, 57(5):156-167
- Силенко, І. В. (2021). «Стійкість у симетричній моделі гри видобутку ресурсів з коаліційною структурою». Могилянський Математичний журнал, 4:41-47

### **Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впровадження не планується

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Чорней Руслан Костянтинович

2. Ruslan Chornei

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.05.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-3866-8893

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Кієво-Могилянська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 16459396

**Місцезнаходження:** вул. Г. Сковороди, буд. 2, Київ, 04070, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Клесов Олег Іванович

2. Oleg Klesov

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.01.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0365-7716

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кошманенко Володимир Дмитрович
2. Volodymyr Koshmanenko

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.01.01**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7108-4964**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Інститут математики Національної академії наук України**Код за ЄДРПОУ:** 05417207**Місцезнаходження:** вул. Терещенківська, буд. 3, Київ, 01024, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Національна академія наук України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Олецкий Олексій Віталійович
2. Oleksiy Oletsky

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.13.12**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0553-5915**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Кієво-Могилянська академія"**Код за ЄДРПОУ:** 16459396**Місцезнаходження:** вул. Г. Сковороди, буд. 2, Київ, 04070, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Крюкова Галина Віталіївна
2. Galyna Kriukova

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.01.06**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5558-0976**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Кієво-Могилянська академія"**Код за ЄДРПОУ:** 16459396**Місцезнаходження:** вул. Г. Сковороди, буд. 2, Київ, 04070, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Глибовець Микола Миколайович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Глибовець Микола Миколайович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Басенко Олена Едуардівна

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна