

**Г.Ц. ЧИКРІЙ**

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,  
e-mail: [g.chikrii@gmail.com](mailto:g.chikrii@gmail.com).

**А.О. ЧИКРІЙ**

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,  
e-mail: [g.chikrii@gmail.com](mailto:g.chikrii@gmail.com).

**ПРИНЦИП РОЗТЯГУВАННЯ ЧАСУ В ІГРОВИХ ЗАДАЧАХ ДИНАМІКИ<sup>1</sup>**

**Анотація.** Запропоновано метод розв'язання ігрової задачі зближення траєкторії квазілінійної нестационарної системи з циліндричною термінальною множиною, що змінюється з часом. Розглянуто ситуацію, коли умова Понтрягіна (умова переваги першого гравця) не виконується. Уведено функцію розтягування часу, яка відтерміновує час закінчення гри, і з її допомогою — модифіковану умову Понтрягіна, яка надає змогу здійснити вимірний вибір керування. Базовим є метод розв'язувальних функцій. З використанням техніки багатозначних відображень та їхніх селекторів побудовано стратегії, які гарантують розв'язання задачі. Процес зближення траєкторії з термінальною множиною складається з двох ділянок: активної та пасивної, де обирається керування першого гравця з використанням керування другого гравця з певним запізненням у часі, що залежить від функції розтягування часу. Описано схему методу та отримано достатні умови закінчення гри за скінченний час.

**Ключові слова:** конфліктно-керований процес, багатозначне відображення, модифікована умова Понтрягіна, функція розтягування часу, вимірний вибір.

**ВСТУП**

Математична теорія конфліктно-керованих процесів (диференціальних ігор, динамічних ігор) має широкий спектр фундаментальних методів дослідження процесів різної природи, що функціонують в умовах конфлікту і невизначеності.

Спроби побудувати оптимальну поведінку протидіючих сторін в ігрових задачах динаміки пов'язані з ідеологією динамічного програмування і з рівнянням Гамільтона–Якобі–Беллмана–Айзекса — основного рівняння з теорії диференціальних ігор [1]. У дещо іншій множинній формі ці ідеї відображено в обернених процедурах Понтрягіна–Пшеничного [2, 3], наприклад метод альтернованого інтеграла і метод напівгрупових  $T_\varepsilon$ -операторів.

Згідно зі згаданою ідеологією в процесі конфліктного протистояння одна зі сторін максимізує, а інша мінімізує функціонал якості в кожний момент часу, отже, оптимізація конфліктно-керованого процесу зводиться до знаходження континуального мінімаксу або максимуму функціонала в залежності від поточної інформованості.

Пошук оптимальних стратегій протидійних сторін пов'язаний з великими труднощами математичного характеру. Тож для прийняття рішень в ігрових динамічних задачах запропоновано низку ефективних математичних методів, які забезпечують гарантований результат і дають достатні умови розв'язання задачі без урахування оптимальності, що для практичного застосування цілком виправдано. Такими методами є перший прямий метод Л.С. Понтрягіна [2], правило екстремального прицілювання М.М. Красовського [4, 5], метод програмних ітерацій [6], а також метод розв'язувальних функцій [7]. Близькими за тематикою є роботи [8, 9]. Різні застосування ігрових методів до розв'язання прикладних задач досліджено в [10, 11].

---

<sup>1</sup> Робота виконана за часткової підтримки Національного фонду України. Грант № 2020.02/0121.