

А.О. ЧИКРІЙ

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

Й.С. РАППОРТ

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: jeffrapoport@gmail.com.

**ПРЯМИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ІГРОВИХ ЗАДАЧ
ЗБЛИЖЕННЯ КЕРОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ¹**

Анотація. Досліджено проблему зближення керованих об'єктів у ігрових задачах динаміки. Отримано достатні умови завершення гри за скінченний гарантований час у випадку, коли не виконується класична умова Понтрягіна. Замість селектора Понтрягіна, якого не існує, розглядається деяка функція зсуву, за допомогою якої вводиться спеціальне багатозначне відображення, що генерує нижню розв'язувальну функцію. Остання відіграє ключову роль у формулюванні результату і дає змогу реалізувати побудову керування на основі теорем типу Філіппова–Кастена. Запропоновано модифіковану схему першого прямого методу Понтрягіна, яка гарантує успішне завершення конфліктно-керованого процесу в класі контркерувань. Для порівняння гарантованих часів введено верхню розв'язувальну функцію та подано відповідну схему методу. Теоретичні результати проілюстровано на модельному прикладі.

Ключові слова: квазілінійна диференціальна гра, багатозначне відображення, вимірний селектор, стробоскопічна стратегія, розв'язувальна функція.

ВСТУП

Динамічні ігри або конфліктно-керовані процеси — це розділ математичної теорії керування, в якому вивчається керування об'єктами в умовах конфлікту або постійно діючих збурень, стосовно яких відсутній статистичний опис, а відомі лише межі зміни. Теорія динамічних ігор, поєднуючи в собі риси теорії керованих процесів, теорії ігор та оптимізації, має важливе практичне значення для прийняття рішень щодо складних ситуацій конфліктної взаємодії рухомих об'єктів, у тому числі груп керованих об'єктів. Ігрові задачі, в яких динаміка задається системою звичайних диференціальних рівнянь, прийнято називати диференціальними іграми. Поштовх до їхнього розвитку дали реальні прикладні задачі у військовій справі, економіці, техніці, біології, медицині тощо. Такими є, зокрема, задачі перехоплення цілей, уникнення сутичок з супротивником.

Теорія конфліктно-керованих процесів має у своєму розпорядженні широкий спектр фундаментальних математичних методів для дослідження різних ситуацій протистояння. З певною часткою суб'єктивізму їх можна поділити на два типи. Перший охоплює конструкції, для яких характерна спроба побудувати оптимальні стратегії гравців та встановити необхідні і достатні умови завершення гри. Це методика, що пов'язані з оберненими процедурами Понтрягіна–Пшеничного [1, 2], альтернативами Красовського [3] та ідеологією Айзекса, яка стосується основного рівняння диференціальних ігор — рівняння Гамільтона–Якобі–Беллмана–Айзекса [4–6]. Кожен з цих підходів так чи інакше пов'язаний з динамічним програмуванням. Інший тип — це методи, що забезпечують гарантований результат. У цьому випадку питання щодо оптимальності не є першорядним. Важливою обставиною є досягнення мети і розв'язання задачі за заданих умов, що з практичної точки зору цілком виправдано. Такими є правило екстремального прицілювання Красовського [7, 8], перший прямий метод Понтрягіна [1] і метод розв'язувальних функцій [9].

¹Роботу виконано за часткової підтримки Національного фонду досліджень України. Грант № 2020.02/0121.