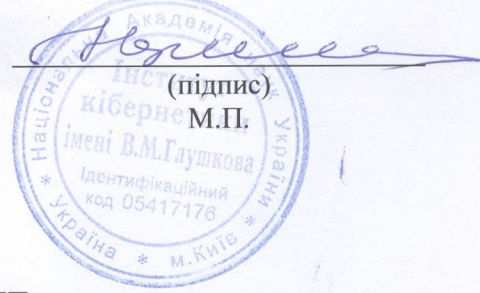


ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту кібернетики
ім. В.М. Глушкова НАН України
академік НАН України
Сергієнко І.В.



АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту
з виконання наукових досліджень і розробок
Аналітичні методи та машинне навчання в теорії керування і прийнятті рішень за умов
конфлікту та невизначеності

Назва конкурсу: Підтримка досліджень провідних та молодих учених
Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0121

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.02/0121 Аналітичні методи та машинне навчання в теорії керування і прийнятті рішень за умов конфлікту та невизначеності

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу Підтримка досліджень провідних та молодих учених протокол від « 06 « листопада 2020 року № 212/02.2020

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Тривалість виконання Проєкту:

Початок – дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок;
Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту, грн. 8219034 (вісім мільйонів двісті дев'ятнадцять тисяч тридцять чотири гривні)

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 1014834 (один мільйон чотирнадцять тисяч вісімсот тридцять чотири гривні);
2-й рік 3600200 (три мільйони шістьсот тисяч двісті гривень);
3-й рік 3604000 (три мільйони шістьсот чотири тисячі гривень).

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту буде залучено 10 виконавців, з них:

доктори наук 3;
кандидати наук 2;
інші працівники 5.

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ

Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова Національної академії наук України
03187 м. Київ, проспект Академіка Глушкова, 40
Тел. (+38) (044) 526-20-08, (+38) (044) 526-15-58
Сайт: <http://incyb.kiev.ua>

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту

Метою проекту є розробка комплексу математичних методів для аналізу, прийняття виважених рішень та керування динамічними процесами, які функціонують в умовах конфліктної взаємодії та невизначеності.

4.2. Основні завдання Проєкту

Для задачі уникнення сутічок та зближення за участю груп керованих об'єктів отримати достатні умови забезпечення гарантованого результату. Для задач машинного навчання розробити процедури глобальної оптимізації неопуклого функціоналу похибки. Для стохастичних систем розробити робастні методи оцінювання невідомих параметрів та застосувати їх до розв'язання прикладних задач керування, ідентифікації та машинного навчання.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

Проєкт стосується розв'язання ряду невирішених проблем прийняття рішень і керування в умовах конфлікту та невизначеності, зокрема проблем глобальної та розривної оптимізації за обмежень, проблем ідентифікації систем в умовах залежних спостережень, проблем керування рухомими об'єктами та групами об'єктів, коли не виконані класичні умови керованості Понтрягіна.

При виконанні проекту використовуються модифікації класичних та авторські методи керування, прийняття рішень та ідентифікації об'єктів в конфліктних ситуаціях та за умов невизначеності, причому значна увага приділяється задачам з групами учасників.

Базовим математичним апаратом для досліджень є методи нелінійного варіаційного аналізу, методи теорії випадкових процесів та полів з локальною взаємодією, теорії звичайних диференціальних та функціонально-диференціальних рівнянь, стохастичних рівнянь, рівнянь з частинними та дробовими похідними різних типів, керованих процесів, методи розв'язання неопуклих екстремальних задач, методи стохастичного програмування.

5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ в поточному році/ в рамках реалізації Проєкту, зокрема:

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проєкту

Розроблено метод послідовного стохастичного згладжування для локальної і глобальної оптимізації негладких і розривних функцій за обмежень. Розроблено новий метод точних штрафних функцій для еквівалентного зведення оптимізаційних задач з обмеженнями до задач без обмежень, який не припускає існування цільової функції за межами допустимої області та не потребує підбору штрафного коефіцієнта.

Досліджена проблема статистичного оцінювання невідомих параметрів стохастичних систем, де випадковим чинником є випадкове поле. Розглядаються дві моделі випадкового поля: випадкове дискретне поле із локальною взаємодією та випадкове однорідне поле, що спостерігається в деякій області на площині. Основна увага приділяється побудові статистичних оцінок невідомих параметрів та дослідженню їх асимптотичних властивостей. Розроблено чисельні алгоритми знаходження оцінок та знайдено швидкість збіжності оцінок до істинних значень.

Розроблена методика розв'язуючих функцій для аналізу конфліктних ситуацій, прийняття рішень та керування рухомими об'єктами в умовах протидії, враховуючи специфіку, динамічні можливості, обмеження на керування та доступну інформацію. В єдиній схемі надається можливість розглядати та оптимізувати конфліктно-керовані процеси з групами рухомих керованих об'єктів з обох протидіючих сторін. Універсальність методу дозволяє охопити процеси з різною динамікою, що описуються функціонально-диференціальними системами, системами з дробовими та частинним похідними, дескрипторними та імпульсними системами.

5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами

Одержані результати є новими, для їх обґрунтування використано сучасні наукові досягнення у цій галузі та оригінальні наукові результати авторів проекту.

Авторами проекту створено математичний апарат теорії оптимального керування та ідентифікації для стохастичних систем з локальною взаємодією. За достатньо загальних припущень знайдено умови існування оптимальних керувань та алгоритми їх знаходження, що засновані на методах математичного програмування. Для пошуку оптимальних керувань стохастичними процесами та полями пропонується новий підхід: спершу задача зводиться до пошуку аналітичних параметричних форм керування, а для знаходження оптимальних значень невідомих параметрів застосовуються методи стохастичної оптимізації, зокрема новий метод глобальної оптимізації - метод послідовного стохастичного згладжування.

Розроблені схеми в рамках методики розв'язуючих функцій для аналізу конфліктних ситуацій, прийняття рішень та керування рухомими об'єктами є новими і мають ряд принципів переваг у порівнянні з іншими ігровими моделями за рахунок використання сучасних нових математичних методів. В них закладений накопичувальний принцип, що є цілком природним. Він дозволяє отримувати ефективні гарантовані результати в тих ситуаціях, коли інші методи не працюють на основі введення нових об'єктів, таких як функції зсуву, верхні та нижні розв'язуючі функції.

В єдиній схемі надається можливість розглядати та оптимізувати конфліктно-керовані процеси з групами рухомих керованих об'єктів з обох протидіючих сторін. Універсальність методу дозволяє охопити процеси з різною динамікою, що описуються функціонально-диференціальними системами, системами з дробовими та частинним похідними, дескрипторними та імпульсними системами.

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проекту для економіки та суспільства (стосується проєктів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

Отримані результати мають як теоретичне, так і прикладне значення при вирішенні важливих економічних, технічних, біологічних та багатьох інших проблем, де виникає необхідність приймати оптимальні рішення за умов ризику та невизначеності. Однією із сучасних прикладних проблем є застосування одержаних результатів для аналізу динаміки інфікування коронавірусом та інших просторовочасових епідемічних процесів.

В напрямку прийняття рішень та побудови керування в умовах конфліктної взаємодії рухомих об'єктів існують інженерні та математичні методи досліджень, що тісно між собою пов'язані. Серед перших – методи погонної кривої, зближення за променем та паралельного переслідування, пропорційної навігації. Теоретичне підґрунтя визначають методи Айзекса, Л. Понтрягіна, Н. Красовського та метод розв'язуючих функцій, які функціонують при різних інформаційних умовах. Останній зі згаданих методів, що є предметом досліджень і розвивається в рамках даного проекту, зокрема дає повне теоретичне обґрунтування правила паралельного переслідування та зближення за променем. Розроблений метод дозволяє приймати виважені рішення, на їх основі будувати керування рухомими об'єктами та забезпечувати гарантований результат при конфліктній взаємодії в умовах невизначеності.

5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проекту в суспільній практиці.

Автори мають великий досвід при вирішенні важливих проблем економічної безпеки та безпечного функціонування складних технічних систем. Тому планується подальше використання одержаних наукових результатів при вирішенні нових важливих техніко-економічних та наукових проблем. Планується застосувати розроблені методи до прикладних задач керування, ідентифікації та машинного навчання, а також використати отримані наукові результати при викладанні сучасної теорії керування у вищих освітніх закладах країни.

Науковий керівник Проєкту
провідний науковий співробітник
Норкін Володимир Іванович

(підпис)

