

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Муродовой Мадины Набиджановны «Задачи преследования и убегания в дифференциальных играх», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа М.Н.Муродовой посвящена задачам преследования и убегания в дифференциальных играх с запаздывающим аргументом в банаховом пространстве. Теория дифференциальных игр это интенсивно развивающееся направление в математической теории игр. Постановка задачи преследования и убегания которое является основным содержанием теории дифференциальных игр предполагает наличие противоборствующих сторон игроков, в котором каждый из них может влиять на движение управляемой ими системами.

Развитие теории дифференциальных игр связано с именами Л.С.Понтрягина, Н.Н.Красовского, Ю.С.Осипова, М.С. Никольского, Н.Ю.Сатимова и многих других.

В своих работах Мамадалиев Н. и Никольский М.С. рассматривали задачи преследования для дифференциальных игр с запаздывающим аргументом в конечномерном пространстве. Но на практике и в математической теории игр встречаются задачи о оптимальном управлении динамика которых описывается интегро-дифференциальными уравнениями, уравнениями с частными производными или более сложными функциональными уравнениями которых можно моделировать как дифференциальные игры с запаздывающим аргументом в соответствующих банаховых пространствах. Именно такой подход и рассматривается в данной диссертационной работе.

Учитывая все вышеизложенное можно считать, что тема данного исследования является вполне актуальной.

Структура и основные результаты диссертации

Данная диссертационная работа посвящена линейным и квазилинейным дифференциальным играм преследования и убегания с запаздывающим аргументом, рассматриваемых в различных банаховых и гильбертовых

пространствах. Работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы.

Первая глава диссертации состоит из четырёх параграфов. В первом параграфе приведены постановка задач преследования и убегания в смысле Л.С. Понтрягина и соответствующие 5 предположения в зависимости от вида рассматриваемого в диссертации задач. Во втором параграфе приведены необходимые сведения о многозначных измеримых отображениях, о существовании измеримого селектора, о свойствах абсолютно непрерывных отображениях, свойствах интеграла Бохнера. В третьем параграфе рассмотрена дифференциальная игра преследования с запаздывающим аргументом вида

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bx(t - h) - Cu(t) + Dv(t), \quad t \geq 0 \quad (1)$$

в гильбертовом пространстве X с начальным условием $x(s) = x_0(s)$, $-h \leq s \leq 0$, где $x \in X$, $h > 0$, $u \in Y$, $v \in Z$, Y, Z – гильбертовы пространства, A, B – линейные замкнутые операторы, имеющие плотную в X область определения, C и D – линейные ограниченные операторы, на управления преследователя $u = u(t)$ и убегающего $v = v(t)$ наложены интегральные ограничения. Получены достаточные условия о разрешимости задачи преследования. Аналогичная задача в евклидовом конечномерном пространстве, когда запаздывающий аргумент $h=0$, операторы A и B ограничены, рассмотрены Никольским М.С., Гусятниковым П.Б. и Азимовым А.Я. Полученные результаты диссертанта в этом параграфе являются обобщением результатов полученных выше указанными авторами, когда закон движения игры описывается дифференциальным уравнением с запаздывающим аргументом. В четвёртом параграфе исследованы два примера линейных дифференциальных игр с запаздывающим аргументом, когда на управления игроков наложены интегральные ограничения. При этом найдено время преследования и правило выбора допустимого управления преследователя.

Во второй главе рассматриваются линейные и квазилинейные дифференциальные игры преследования и убегания с запаздывающим аргументом, когда на управления игроков наложены геометрические ограничения. Она состоит из 6 параграфов. В первом параграфе приведены необходимые сведения о многозначных отображениях и многозначного

интеграла. Во втором параграфе исследованы линейные задачи вида (1) и квазилинейные задачи вида

$$\dot{x}(t) = Ax + Bx(t-h) + F(u, v), \quad t \geq 0, \quad (2)$$

с начальным условием $x(s) = x_0(s)$, $-h \leq s \leq 0$.

Отметим, что в евклидовом конечномерном пространстве, когда линейные операторы A и B ограничены, а запаздывающий аргумент $h=0$ задача преследования для линейной дифференциальной игры с геометрическими ограничениями изучены С.М. Понтрягиным, П.Б. Гусятниковым, Н.Ю.Сатимовым а для квазилинейных дифференциальных игры изучены С.М. Понтрягиным, М.С.Никольским и Н.Ю.Сатимовым. В третьем параграфе найдены условия, позволяющие определить множество начальных точек, из которых преследование можно завершить за оптимальное время (теоремы 2.3.1 и 2.3.2). В четвёртом параграфе рассмотрены ряд примеров задачи преследования, для которых найдены условия разрешимости, правила нахождения времени преследования и выбора управления.

В пятом параграфе исследуется разрешимость задачи убегания для дифференциальных игр, описываемых нелинейным дифференциальным уравнением с запаздывающим аргументом, вида

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + F(x(t-h), u, v), \\ x(s) &= x_0(s), \quad -h \leq s \leq 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Доказаны достаточные условия о возможности убегания, когда терминальное множество является линейным замкнутым подпространством гильбертова пространство. Результаты полученные в этой главе обобщают соответствующие конечномерные результаты Н.Ю.Сатимова, когда закон движения описывается дифференциальным уравнением с запаздывающим аргументом в гильбертовом пространстве.

В шестом параграфе исследуются примеры линейных дифференциальных игр с запаздывающим аргументом, когда закон движения описывается интегро-дифференциальным уравнением и уравнением с ограниченным оператором в пространствах $L_2[-\pi, \pi]$ и l_2 соответственно.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертация М.Н. Муродовой представленная на соискание ученой степени кандидата наук, обладает внутренним единством и представляет собой законченное научное исследование. Работа носит новые научные результаты по теории дифференциальных игр с запаздывающим аргументом.

Основное содержание диссертации опубликовано в 12 работах, в том числе 5 из перечня в изданиях из списка ВАК при Президенте РТ.

В целом диссертация написано грамотным математическим языком и автореферат правильно отражает основное содержание диссертации.

Полученные М.Н. Муродовой результаты можно применять в математической теории управляемых процессов, протекающих в условиях конфликта и неопределенности, в теории и технике автоматического управления для систем с запаздывающим аргументом, а также при решении прикладных задач, которые можно моделировать как дифференциальные игры преследования и убегания в подходящих банаховых пространствах. Кроме, того эти результаты могут быть использованы в научных учреждениях и вузах, в которых ведутся исследования по теории дифференциальных уравнений в банаховом пространстве, по теории дифференциальных игр преследования и убегания, например, в Воронежском государственном университете Российской Федерации, в Таджикском национальном университете, в Институте математики имени А.Джураева АН РТ, в национальном университете Узбекистана, в Бохтарском, Худжандском госуниверситетах и в Таджикском государственном университете права, бизнеса и политики.

В работе имеются грамматические, стилистические и технические неточности. Например:

1. на стр.41 в третьем условии леммы 2.1.4. нужно подынтегральное выражение написать в квадратной скобке;

2. на стр.40 в формулировки следствия 2.1.1 в отображении $[a, b] \rightarrow [0, \infty]$ скобка после « ∞ » должна быть полукруглой, т.е. $[a, b] \rightarrow [0, \infty)$

Высказанные замечания не снижают научных достоинств диссертации и не могут существенно повлиять на её общую оценку.

Заключение

Данная диссертация «Задачи преследования и убегания в дифференциальных играх» представленная на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук, полностью соответствует всем требованиям ВАК при Президенте РТ о присуждении ученых степеней, а её автор Муродова Мадина Набиджановна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Официальный оппонент:

Саттаров Абдуманон Саттарович, доктор физико-математических наук, профессор по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, профессор кафедры высшей математики Таджикского национального университета

Подпись:

Саттаров Абдуманон Саттарович

Подпись:



(заверенная)

(печать организации)

Дата: 20.08 2020 г.

Контактная информация:

Таджикский национальный университет,
734027, г. Душанбе, улица Буни-Хисорак,
корпус 17

сайт: [http:// www.tnu.tj](http://www.tnu.tj)

e-mail.ru: satarov1940@mail.ru