

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского  
Уральского отделения Российской академии наук

**Теория оптимального управления  
и приложения (ОСТА 2022)**

Материалы Международной конференции

(Екатеринбург, 27 июня–1 июля 2022 г.)

**Optimal Control Theory and Applications  
(OCTA 2022)**

Proceedings of the International Conference

(Yekaterinburg, Russia, June 27–July 1, 2022)

Екатеринбург  
2022

УДК 517.977

ББК 22.161.8

Т33

**Теория оптимального управления и приложения (ОСТА 2022)**: материалы Международной конференции, (Екатеринбург, 27 июня–1 июля 2022 г.); — Екатеринбург: ИММ УрО РАН, ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2022. — 349 с.

Редакторы: А. М. Тарасьев, Т. Ф. Филиппова

Конференция организована в рамках исследований, проводимых в Уральском математическом центре при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (номер соглашения 075-02-2022-874).

---

UDC 517.977

LBC 22.161.8

T33

**Optimal Control Theory and Applications (OCTA 2022)**: Proceedings of the International Conference, Yekaterinburg, Russia, June 27–July 1, 2022.

Editors: T. F. Filippova, A. M. Tarasyev

Published by: Krasovskii Institute of Mathematics and Mechanics of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IMM UB RAS), Yekaterinburg, Russia

The Conference is organized as part of research conducted in the Ural Mathematical Center with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement number 075-02-2022-874).

---

ISBN 978-5-8295-0818-0

© ИММ УрО РАН / IMM UB RAS 2022

**Международная конференция  
«Теория оптимального управления  
и приложения» (ОСТА 2022)**

**Екатеринбург, 27 июня — 1 июля 2022 г.**

**Организатор конференции** — Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук (ИММ УрО РАН), Екатеринбург. Специальная сессия «Математическое моделирование динамических процессов» организована Уральским федеральным университетом (УрФУ), Екатеринбург.

**Соорганизатор конференции** — Уральское отделение Российской академии наук (УрО РАН).

**Научные направления:**

Оптимальное управление

Дифференциальные игры

Устойчивость и стабилизация

Теория уравнений Гамильтона — Якоби

Оценивание состояний

Обратные задачи динамики

Некорректный задачи

Теория приближенных вычислений

Дифференциальные уравнения

Приложения теории оптимального управления и численные методы

**Специальная сессия «Математическое моделирование динамических процессов»**

Нелинейная стохастическая динамика

Моделирование физико-химических процессов в многофазных средах

**Программный комитет**

**Сопредседатели программного комитета:**

Акад. РАН В.И. Бердышев (Россия)

Акад. РАН А.Б. Куржанский (Россия)

Акад. РАН Ю.С. Осипов (Россия)

**Заместители председателей программногo комитета:**

Чл.-корр. РАН В.В. Васин (Россия)

Чл.-корр. РАН В.Н. Ушаков (Россия)

Чл.-корр. РАН А.Г. Ченцов (Россия)

**Члены программногo комитета:**

Ц. Артштейн (Израиль)

С.М. Асеев (Россия)

Т. Башар (США)

В. Вельёв (Австрия)

Р. Винтер (Великобритания)

Х. Гао (КНР)

Е. Гюркович (Венгрия)

А. Дончев (США)

М. Квинкампуа (Франция)

Ф.М. Кириллова (Белоруссия)

П.В. Кокотович (США)

Ю.С. Ледаев (США)

Б.Ш. Мордухович (США)

М.С. Никольский (Россия)

С. Олару (Франция)

Т. Палокангас (Финляндия)

Ф.Л. Перейра (Португалия)

Л.А. Петросян (Россия)

Ш. Пикль (Германия)

Б. Поляк (Россия)

Н.Н. Субботина (Россия)

В. Турецкий (Израиль)

А. Турнау (Польша)

Г. Файхтингер (Австрия)

М. Фальконе (Италия)

А.Л. Фрадков (Россия)

Х. Франковска (Франция)

Ф.Л. Черноусько (Россия)

Д. Чо (Южная Корея)

## **Организационный комитет**

### **Председатель организационного комитета:**

Чл.-корр. РАН Н.Ю. Лукоянов

### **Заместители председателя организационного комитета:**

Н.Ю. Антонов

А.М. Тарасьев

Т.Ф. Филиппова

### **Секретари организационного комитета:**

Б.В. Дигас

А.А. Усова

### **Члены организационного комитета:**

А.Л. Агеев

А.Г. Бабенко

М.И. Гомоюнов

М.И. Гусев

И.Н. Кандоба

А.И. Короткий

А.В. Макаров

В.И. Максимов

О.Г. Матвийчук

В.Г. Пименов

А.Р. Плаксин

А.Н. Сесекин

П.Г. Сурков

А.А. Успенский

Е-mail: [ОСТА@uran.ru](mailto:ОСТА@uran.ru)

Сайт конференции: <http://octa2022.uran.ru>

# Содержание

<i>Е.Д. Антипина.</i> Дискретизационный метод решения интегрального уравнения I рода типа Вольтерра . . . . .	12
<i>Е.И. Атамасъ, А.В. Ильин.</i> О приведении систем с несоизмеримыми запаздываниями к форме с выделением нулевой динамики . . . . .	15
<i>А.Л. Багно, А.М. Тарасъев.</i> Аппроксимационная сеточная схема построения функции цены для модели экономического роста	18
<i>В.Р. Барсегян.</i> Задачи граничного управления и оптимального управления колебаниями струны с многоточечными промежуточными условиями на функции состояния . . . . .	23
<i>В.А. Бойченко.</i> Спектральный метод анализа дискретных стохастических систем управления . . . . .	27
<i>Г.А. Бочаров, А.В. Ким.</i> Применение позиционных стратегий теории дифференциальных игр в задачах управления динамикой ВИЧ инфекции . . . . .	31
<i>М.В. Булатов, С.В. Солодуша.</i> Об одном классе нелинейных интегро-алгебраических уравнений I рода . . . . .	35
<i>В.В. Васин.</i> Фейеровские отображения и решение некорректных задач с априорной информацией . . . . .	38
<i>А.М. Волков, Ю.В. Авербух.</i> Решение наименьшего сожаления задачи планирования для марковской игры среднего поля . . . . .	41
<i>М.И. Гомоюнов.</i> Теорема единственности для вязкостных решений уравнений Гамильтона — Якоби с дробными коинвариантными производными . . . . .	45
<i>М.И. Гомоюнов, Н.Ю. Лукоянов, А.Р. Плаксин.</i> О минимаксных решениях уравнений Гамильтона — Якоби для наследственных систем . . . . .	49
<i>А.А. Давыдов, Е.В. Винников.</i> Оптимальная циклическая эксплуатация распределенного возобновляемого ресурса . . . . .	53
<i>А.А. Давыдов, Е.В. Винников.</i> Существование оптимальных стационарных состояний распределенных популяций при смешанной эксплуатации . . . . .	57
<i>Н.И. Денисова, В.В. Фомичёв.</i> Построение асимптотических наблюдателей для линейных квазистационарных систем при наличии помех . . . . .	62

<i>Н.М. Дмитриук.</i> Многократно замыкаемая стратегия управления в линейной терминальной задаче оптимального гарантированного управления . . . . .	66
<i>Ю.Ф. Долгий.</i> Уравнение Риккати в задаче оптимальной стабилизации периодической линейной системы с последствием	70
<i>В.А. Дыхта, С.П. Сорокин.</i> О множестве необходимых условий оптимальности с позиционными управлениями, порожденном слабо убывающими решениями неравенства Гамильтона — Якоби . . . . .	74
<i>Д.В. Злобин.</i> Алгоритмы автоматического анализа структуры задачи нелинейного программирования при численном решении задач оптимального управления . . . . .	79
<i>И.В. Зыков.</i> Приближенное вычисление множеств достижимости линейных управляемых систем при изопериметрических и других типах ограничений . . . . .	83
<i>А.О. Иванов.</i> Математическое моделирование коллективных эффектов в ансамблях взаимодействующих магнитных наночастиц . . . . .	86
<i>А.Л. Казаков, А.А. Лемперт.</i> О решениях типа диффузионных волн для нелинейных параболических уравнений . . . . .	90
<i>М.А. Каменщиков, В.В. Фомичев.</i> Синтез субоптимальных фильтров для многосвязных стохастических систем . . . . .	94
<i>Л.В. Камнева.</i> Построение множеств разрешимости в линейных дифференциальных играх сближения “к моменту” с вогнутым терминальным множеством . . . . .	97
<i>А.И. Короткий, И.А. Цепелев.</i> Восстановление вязкости в гравитационной модели движения двухфазной вязкой несжимаемой жидкости . . . . .	100
<i>Е.К. Костоусова.</i> О полиэдральном синтезе управлений в задаче уклонения в линейных многошаговых системах . . . . .	104
<i>Н.А. Красовский, А.М. Тарасьев.</i> Сдвиг траекторий в направлении паретовских точек на основе гарантирующих стратегий	108
<i>Е.А. Крупенников.</i> О развитии вариационного подхода к решению задачи динамической реконструкции управлений . . . . .	113
<i>О.А. Кувшинов.</i> О геометрии овала Кассини . . . . .	117

<i>В.В. Куликов, Н.Н. Куцый.</i> Градиентный алгоритм параметрической оптимизации матричного ПИ-регулятора с полупостоянным интегрированием . . . . .	123
<i>С.И. Кумков, С.Г. Пятко.</i> Быстрые алгоритмы обнаружения конфликтных ситуаций между воздушными судами . . . . .	126
<i>А.Б. Куржанский, А.А. Усова.</i> Приложение теории группового управления к робототехническим системам . . . . .	131
<i>Б.А. Лаговский, Е.Я. Рубинович.</i> Обнаружение и идентификация объектов на основе оптимизации сигналов . . . . .	136
<i>П.Д. Лебедев, А.А. Успенский.</i> Аналитико-численный подход к построению решения пространственной задачи быстродействия на основе выделения рассеивающей поверхности . . . . .	140
<i>В.Л. Литвинов, К.В. Литвинова.</i> Резонансная амплитуда нелинейных колебаний балки с движущейся границей . . . . .	144
<i>А.Р. Матвийчук, О.Г. Матвийчук.</i> Об одном методе численного построения множества достижимости управляемой системы с неопределенностью . . . . .	147
<i>Д.А. Новиков.</i> О решении простейшей задачи быстродействия с фазовыми ограничениями . . . . .	151
<i>Н.Г. Новоселова.</i> Алгоритм построения множества выживаемости в задаче химиотерапии злокачественной опухоли . . . . .	154
<i>В.С. Павленко, А.Н. Сесекин.</i> Устойчивость по Уламу — Хайерсу линейных дифференциальных уравнений $n$ -го порядка с обобщенным воздействием в правой части . . . . .	158
<i>В.С. Пацко, А.А. Федотов.</i> Симметрия трехмерного множества достижимости для машины Дубинса . . . . .	161
<i>Н.Н. Петров, А.И. Мачтакова.</i> К линейной задаче группового преследования с дробными производными . . . . .	165
<i>С.Н. Попова, М.В. Федорова.</i> О локальных свойствах спектра Ляпунова линейных дифференциальных систем . . . . .	169
<i>С.С. Постнов.</i> Об использовании метода моментов для оптимального оценивания состояния систем дробного порядка . . . . .	172
<i>А.С. Родин.</i> Необходимые и достаточные условия существования сингулярной характеристики минимаксного решения уравнения Гамильтона — Якоби в случае, когда гамильтониан зависит от времени и импульсной переменной . . . . .	176



<i>И.А. Самыловский, А.А. Филиппов.</i> Задача кооперативного уклонения динамических объектов от космического мусора . . . . .	180
<i>Д.А. Серков.</i> Трансфинитные итерации в задаче сближения . . . . .	183
<i>Е.С. Слепущина, Л.Б. Ряшко.</i> Индуцированные шумом переходы между пачечными предельными циклами в модели нейрона Хиндмарш — Роуз . . . . .	186
<i>В.А. Срочко, А.В. Арзучинцев.</i> Регуляризация билинейных задач оптимального управления на основе конечномерной модели . . . . .	191
<i>И.С. Стародубцев, Ю.В. Стародубцева, И.А. Цепелев.</i> Моделирование течения вязкой несжимаемой жидкости методом сглаженных частиц . . . . .	195
<i>Н.Н. Субботина.</i> Слабые* аппроксимации в задачах реконструкции скользящих режимов . . . . .	199
<i>В.И. Сумин.</i> Вольтерровы функциональные уравнения в теории оптимизации распределенных систем . . . . .	203
<i>М.И. Сумин.</i> Метод возмущений, субдифференциалы негладкого анализа и регуляризация правила множителей Лагранжа в нелинейном оптимальном управлении . . . . .	207
<i>П.Г. Сурков.</i> О динамическом восстановлении возмущения в системе дробного порядка при измерении части координат . . . . .	212
<i>Г.А. Тимофеева, Д.Ж. Сайфутдинов.</i> Методы уменьшения размерности матрицы корреспонденций транспортной сети . . . . .	216
<i>А.А. Толстоногов.</i> Теоремы сравнения для эволюционных включений с максимально монотонными операторами . . . . .	218
<i>А.А. Усова, А.М. Тарасьев.</i> Стабилизация гамильтоновой системы в моделях экономического роста для производственной функции с постоянной эластичностью замещения . . . . .	223
<i>В.Н. Ушаков, А.А. Ершов, А.В. Ушаков.</i> Свойство стабильности в игровой задаче о сближении с нефиксированным моментом окончания . . . . .	228
<i>В.Н. Ушаков, А.А. Ершов, А.А. Ершова.</i> Линейная интерполяция программного управления по двумерному параметру . . . . .	232
<i>А.С. Фурсов, Ю.М. Мосолова.</i> Нейросетевой подход при построении стабилизирующего регулятора для переключаемых систем . . . . .	236

<i>Е.Н. Хайлов, Э.В. Григорьева.</i> Оптимальные протоколы комбинированного лечения для управляемой модели ракового заболевания крови . . . . .	240
<i>Д.В. Хлопкин.</i> О необходимых условиях обгоняющей оптимальности . . . . .	244
<i>А.Г. Ченцов.</i> Дифференциальная игра: альтернативная разрешимость и релаксации . . . . .	248
<i>И.А. Чистяков, П.А. Точилин.</i> Приближённое решение нелинейной задачи целевого управления с использованием разрывных кусочно-квадратичных функций цены . . . . .	254
<i>С.В. Чистяков.</i> К задаче синтеза оптимальных стратегий в дифференциальных играх . . . . .	258
<i>Л.Г. Шагалова.</i> О решении начально-краевых задач для уравнения Гамильтона — Якоби с экспоненциально зависящим от импульсной переменной гамильтонианом . . . . .	262
<i>А.Ф. Шориков.</i> О минимаксной оценке фазовых состояний дискретной управляемой динамической системы . . . . .	266
<i>К.А. Щелчков.</i> О задаче группового преследования в нелинейных дифференциальных играх с дискретным управлением . . . . .	270
<i>П.А. Юровских.</i> О построении информационного множества дискретной системы . . . . .	273
<i>В.И. Ananyev.</i> Averaged and Output Controllability of Retarded Systems in a Long Time Horizon . . . . .	277
<i>В.М. Arystanbekov, N.B. Melnikov.</i> Generalized Galerkin Method for an Infinite Time-Horizon Economic Growth Problem . . . . .	281
<i>Yu. Averboukh.</i> An Approximation of the Mean Field Type Control Problems . . . . .	285
<i>A.A. Bondarev, Th. Upmann.</i> Differential Game of Renewable Resources with Sliding Modes and Hybrid Limit Cycles . . . . .	289
<i>F.L. Chernousko.</i> Control of Body Reorientation by Means of Auxiliary Moving Masses . . . . .	293
<i>T.F. Filippova.</i> Models of Dynamics of Interacting Populations: State Estimation under Uncertainty and Constraints . . . . .	297
<i>M.I. Gusev, I.O. Osipov.</i> Asymptotics of Small-Time Reachable Sets and a Problem of Local Control Synthesis . . . . .	300

<i>A. Huseyin, N. Huseyin, Kh.G. Guseinov.</i> On the Properties of the Set of Trajectories of the Nonlinear Control Systems with Limited Control Resources . . . . .	304
<i>H. Kaise.</i> Zero-Sum Games with Intermediate Hamiltonians in Path-Dependent Deterministic Systems . . . . .	307
<i>A.V. Kim.</i> Linear Quadratic Stabilization of Systems with Delays. Theory, Algorithms, Software . . . . .	308
<i>A.Ya. Krasinskiy.</i> On Three Types of Conditional Stability of Steady-State Motions of Mechanical Systems with Differential Constraints . . . . .	310
<i>A.B. Lozhnikov, V.G. Pimenov.</i> Numerical Method for a System of Diffusion Type Equations with Delay and Neumann Boundary Conditions . . . . .	311
<i>V.I. Maksimov.</i> On Stable Solutions of Dynamical Inverse Problems for a System of Ordinary Differential Equations . . . . .	315
<i>V.V. Mazalov.</i> Competitive Opinion Dynamics in Social Network . .	319
<i>B.M. Miller.</i> Representation of Generalized Solutions for Systems of Differential Equations with Lie Algebra Structure . . . . .	320
<i>S.W. Pickl.</i> Command & Control and OR Challenges and Perspectives on Energy Security and Complex Resource Conflicts . . .	322
<i>V.L. Rozenberg.</i> Input Reconstruction Problem for a Nonlinear System: the Case of Incomplete Measurements . . . . .	324
<i>B.T. Samatov, B.I. Juraev, A.Kh. Akbarov.</i> Pursuit-Evasion Problems in a Differential Game when a Constraint is Imposed on Expenditure Velocity of Energy . . . . .	328
<i>B.T. Samatov, M.A. Turgunboyeva, U.B. Soyibboyev.</i> The $l$ -Capture Problem for Inertial Move Objects under Integral Constraints	331
<i>A.S. Strekalovskiy.</i> State-DC Optimal Control Problems . . . . .	335
<i>E.V. Tabarintseva.</i> Approximate Solving a Nonlocal Inverse Problem for a Nonlinear Equation with Fuzzy a Priori Information . . .	339
<i>V.A. Zaitsev, I.G. Kim.</i> Kharitonov Theorem on the Asymptotic Stability of a Family of linear Differential Equations Revisited .	344
Author Index . . . . .	348

# On the Minimax Estimation of the Phase States of a Discrete-Time Controlled Dynamical System

Andrey F. Shorikov

IMM UB RAS, IE UB RAS, Yekaterinburg, Russia, afshorikov@mail.ru

**Abstract:** On a given integer time interval a linear discrete-time controlled dynamical system is considered in which the values of the control action in each time period are bounded by the corresponding nonempty convex compact polyhedron, and the realizations of the phase vector are bounded by the corresponding finite joint system of linear algebraic equations and inequalities. The problem of minimax estimation of the final phase states of the considered dynamical system is formulated and the proposed algorithm for its solution is described. The results of numerical calculations on model examples are presented.

---

УДК 517.977

## О задаче группового преследования в нелинейных дифференциальных играх с дискретным управлением

К.А. Щелчков

УдГУ, Ижевск, Россия, incognitobox@mail.ru

**Аннотация:** Рассматривается нелинейная задача преследования с участием группы преследователей и одного убегающего. Множество значений управления каждого преследователя является конечным. Множество значений управления убегающего — компакт. Начальным положением убегающего является ноль. Целью преследователей является сближение хотя бы одного из преследователей с убегающим на сколь угодно малое наперед заданное расстояние за конечное время. Преследователи используют кусочно-постоянные стратегии. Убегающий использует кусочно-программную стратегию. Преследователи могут пользоваться только информацией о значении фазовых координат игроков в точках разбиения временного интервала. Убегающий дополнительно обладает информацией о стратегиях преследователей. Предполагается, что векторы скоростей каждого преследователя в нуле образуют одностороннюю совокупность. Для данной задачи получены достаточные условия существования начальных положений преследователей, из которых происходит поимка.

**Ключевые слова:** дифференциальная игра, преследование, нелинейная система, односторонняя совокупность.

## 1. Основной результат

В пространстве  $\mathbb{R}^k$  ( $k \geq 2$ ) рассматривается дифференциальная игра  $n + 1$  лиц:  $n$  преследователей  $P_1, \dots, P_n$  и убегающий  $E$ .

Законы движения игроков имеют вид

$$\begin{aligned} \dot{x}_j &= f_j(x_j, u_j), \quad u_j \in U_j, \quad x_j(0) = x_j^0, \\ \dot{y} &= g(y, v), \quad v \in V, \quad y(0) = 0, \end{aligned}$$

где  $x_1, \dots, x_n, y \in \mathbb{R}^k$  — фазовые векторы,  $u_1, \dots, u_n, v$  — управляющие воздействия. Множества  $U_j = \{u_j^1, \dots, u_j^{m_j}\}$ ,  $u_j^i \in \mathbb{R}^{l_j}$ ,  $i = 1, \dots, m_j$ . Множество  $V \subset \mathbb{R}^s$  — компакт. Функция  $f_j: \mathbb{R}^k \times U_j \rightarrow \mathbb{R}^k$  — для каждого  $u \in U_j$  липшицева по  $x_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ . Функция  $g: \mathbb{R}^k \times V \rightarrow \mathbb{R}^k$  — липшицева по совокупности переменных.

Под разбиением  $\sigma$  промежутка  $[0, T]$  будем понимать конечное разбиение  $\{\tau_q\}_{q=0}^n$ , где  $0 = \tau_0 < \tau_1 < \tau_2 < \dots < \tau_n = T$ .

**Определение 1.** *Кусочно-постоянной стратегией  $W_j$  преследователя  $P_j$  называется пара  $(\sigma_j, W_{\sigma_j}^j)$ , где  $\sigma_j$  — разбиение промежутка  $[0, T]$ , а  $W_{\sigma_j}^j$  — семейство отображений  $d_r, r=0, 1, \dots, \eta_j-1$ , ставящих в соответствие величинам  $(\tau_r, x_j(\tau_r), y(\tau_r))$  постоянное управление  $\bar{u}_r(t) \equiv \bar{u}_r \in U_j, t \in [\tau_r, \tau_{r+1})$ .*

Стратегия убегающего — кусочно-программная на интервале  $[0, \infty)$ . Разбиение данного интервала — строго возрастающая неограниченная последовательность моментов. На каждом интервале разбиения управление убегающего является измеримой функцией. Убегающему известны стратегии преследователей и фазовые координаты всех игроков в моменты разбиения. Обозначим данную игру  $\Gamma(X_0)$ , где  $X_0 = \{x_1^0, \dots, x_n^0\}$ .

**Определение 2.** *В игре  $\Gamma(X_0)$  происходит  $\varepsilon$ -поймка, если существует  $T > 0$  такое, что для любого  $\varepsilon > 0$  существуют кусочно-постоянные стратегии  $W_1, \dots, W_n$  преследователей  $P_1, \dots, P_n$  такие, что для любой допустимой стратегии убегающего выполнено неравенство  $\|x_j(\tau) - y(\tau)\| < \varepsilon$  для некоторых  $j, \tau \in [0, T]$ .*

**Определение 3 [2].** *Совокупность векторов  $a_1, \dots, a_n \in \mathbb{R}^k$  называется односторонней совокупностью если существует вектор  $p \in \mathbb{R}^k, \|p\| \neq 0$  такой, что  $\langle a_i, p \rangle > 0$  для всех  $i = 1, \dots, n$ .*

Обозначим:  $D_\varepsilon(x)$  — замкнутый шар радиуса  $\varepsilon$  с центром в точке  $x$ ;  $K(p, \beta) = \{x \mid \langle x, p \rangle \geq \|x\|\beta\}$ , где  $\|p\| = 1$ ,  $0 < \beta < 1$ .

Предполагается что для каждого  $j$  векторы  $f_j(0, u_j^1), \dots, f(0, u_j^{m_j})$  образуют одностороннюю совокупность. В данной задаче получены достаточные условия существования начальных положений преследователей, при которых происходит  $\varepsilon$ -поймка. Условия накладываются на характеристику множеств  $\{f_j(0, u_j^1), \dots, f(0, u_j^{m_j})\}$ ,  $j = 1, \dots, n$  и их соотношение со множеством  $g(0, V)$ . Множество начальных положений для каждого игрока  $P_j$  оказывается пересечением некоторого выпуклого конуса  $K(-p_j, \beta_j)$  и шара  $D_{\varepsilon_0}(0)$ .

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № 075-01265-22-00, проект FEWS-2020-0010 «Развитие теории и методов управления и стабилизации динамических систем» и гранта РФФИ (проект 20-01-00293).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Н.Н. Об управляемости автономных систем // Дифференц. уравнения, 1968. Т. 4. № 4. С. 606–617.
2. Петров Н.Н. Плоские задачи теории управляемости // Вестн. ЛГУ, 1969. № 13. С. 69–78.
3. Щелчков К.А. Об одной нелинейной задаче преследования с дискретным управлением и неполной информацией // Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки, 2018. Т. 28. № 1. С. 111–118. DOI: 10.20537/vm180110

## On the Problem of Group Pursuit in Nonlinear Differential Games with Discrete Control

Kirill A. Shchelchkov

UdSU, Izhevsk, Russia, incognitobox@mail.ru

**Abstract:** We consider a nonlinear pursuit problem involving a group of pursuers and an evader. The set of control values of each pursuer is finite. The set of control values of the evader is compact. The initial position of the pursuer is zero. The goal of pursuers is to bring at least one pursuer closer to the evader by any small predetermined distance for a finite time. The pursuers use piecewise-constant strategies. The evader uses a piecewise open-loop strategy. The pursuers can only use information about the value of the state coordinates of the players at the points of the time interval partition. The evader additionally has information about the pursuers' strategies. It is assumed that the velocity vectors of each pursuer at zero form a one-sided set. Sufficient conditions for the existence of initial positions of pursuers, from which the capture takes place, are obtained for this problem.

## Author Index

- Akbarov, A.Kh., 328  
Ananyev, B.I., 277  
Antipina, E.D., 12  
Arguchintsev, A.V., 191  
Arystanbekov, B.M., 281  
Atamas, E.I., 15  
Averboukh, Yu.V., 41, 285
- Bagno, A.L., 18  
Barseghyan, V.R., 23  
Bocharov, G.A., 31  
Boichenko, V.A., 27  
Bondarev, A.A., 289  
Bulatov, M.V., 35
- Chentsov, A.G., 248  
Chernousko, F.L., 293  
Chistyakov, I.A., 254  
Chistyakov, S.V., 258
- Davydov, A.A., 53, 57  
Denisova, N.I., 62  
Dmitruk, N.M., 66  
Dolgi, Yu.F., 70  
Dykhta, V.A., 74
- Ershov, A.A., 228, 232  
Ershova, A.A., 232
- Fedorova, M.V., 169  
Fedotov, A.A., 161  
Filippov, A.A., 180  
Filippova, T.F., 297  
Fomichev, V.V., 62, 94  
Fursov, A.S., 236
- Gomoyunov, M.I., 45, 49
- Grigorieva, E.V., 240  
Guseinov, Kh.G., 304  
Gusev, M.I., 300
- Huseyin, A., 304  
Huseyin, N., 304
- Ilin, A.V., 15  
Ivanov, A.O., 86
- Juraev, B.I., 328
- Kaise, H., 307  
Kamenshchikov, M.A., 94  
Kamneva, L.V., 97  
Kazakov, A.L., 90  
Khailov, E.N., 240  
Khlopin, D.V., 244  
Kim, A.V., 31, 308  
Kim, I.G., 344  
Korotkii, A.I., 100  
Kostousova, E.K., 104  
Krasinskiy, A.Ya., 310  
Krasovskii, N.A., 108  
Krupennikov, E.A., 113  
Kuciy, N.N., 123  
Kulikov, V.V., 123  
Kumkov, S.I., 126  
Kurzanski, A.B., 131  
Kuvshinov, O.A., 117
- Lagovsky, B.A., 136  
Lebedev, P.D., 140  
Lempert, A.A., 90  
Litvinov, V.L., 144  
Litvinova, K.V., 144  
Lozhnikov, A.B., 311

- Lukoyanov, N.Yu., 49
- Machtakova, A.I., 165  
Maksimov, V.I., 315  
Matviychuk, A.R., 147  
Matviychuk, O.G., 147  
Mazalov, V.V., 319  
Melnikov, N.B., 281  
Miller, B.M., 320  
Mosolova, Yu.M., 236
- Novikov, D.A., 151  
Novoselova, N.G., 154
- Osipov, I.O., 300
- Patsko, V.S., 161  
Pavlenko, V.S., 158  
Petrov, N.N., 165  
Pickl, S.W., 322  
Pimenov, V.G., 311  
Plaksin, A.R., 49  
Popova, S.N., 169  
Postnov, S.S., 172  
Pyatko, S.G., 126
- Rodin, A.S., 176  
Rozenberg, V.L., 324  
Rubinovich, E.Ya., 136  
Ryashko, L.B., 186
- Saifutdinov, D., 216  
Samatov, B.T., 328, 331  
Samylovskiy, I.A., 180  
Serkov, D.A., 183  
Sesekin, A.N., 158  
Shagalova, L.G., 262  
Shchelchkov, K.A., 270  
Shorikov, A.F., 266  
Slepukhina, E.S., 186
- Solodusha, S.V., 35  
Sorokin, S.P., 74  
Soyibboev, U.B., 331  
Srochko, V.A., 191  
Starodubtsev, I.S., 195  
Starodubtseva, Yu.V., 195  
Strekalovsky, A.S., 335  
Subbotina, N.N., 199  
Sumin, M.I., 207  
Sumin, V.I., 203  
Surkov, P.G., 212
- Tabarintseva, E.V., 339  
Tarasyev, A.M., 18, 108, 223  
Timofeeva, G.A., 216  
Tochilin, P.A., 254  
Tolstonogov, A.A., 218  
Tsepelev, I.A., 100, 195  
Turgunboeva, M.A., 331
- Upmann, Th., 289  
Ushakov, A.V., 228  
Ushakov, V.N., 228, 232  
Usova, A.A., 131, 223  
Uspenskii, A.A., 140
- Vasin, V.V., 38  
Vinnikov, E.V., 57  
Volkov, A.M., 41
- Yurovskikh, P.A., 273
- Zaitsev, V.A., 344  
Zlobin, D.V., 79  
Zykov, I.V., 83