

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЙ

Тезисы Международной (51-й Всероссийской) молодёжной школы-конференции
3 — 7 февраля 2020 г.

Екатеринбург
2020

УДК 51

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЙ: тезисы Международной (51-й Всероссийской) молодёжной школы-конференции. Екатеринбург: Институт математики и механики УрО РАН, 2020.

Настоящее издание включает тезисы Международной (51-й Всероссийской) молодёжной школы-конференции, прошедшей с 3 по 7 февраля 2020 года в г. Екатеринбурге.

Представлены работы по следующим направлениям: алгебра и комбинаторика (теория групп, алгебраическая теория графов, алгебра и ее приложения); компьютерные науки, анализ данных и искусственный интеллект; математическая биология; математическое программирование, некорректные задачи и анализ данных; оптимальное управление и дифференциальные игры; теория вероятностей и случайные процессы; теория функций. Сборник представляет интерес для специалистов по указанным областям науки.

Ответственный редактор
д.ф.-м.н. Н.Ю. Антонов.

Ответственный за выпуск:
Н.А. Минигулов.

© Институт математики и механики УрО РАН,
авторы тезисов, 2020

**МЯГКАЯ ПОИМКА В ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧЕ
ПРЕСЛЕДОВАНИЯ
SOFT CAPTURE IN A NONLINEAR PURSUIT PROBLEM**

Щелчков К.А.¹

Ижевск, Удмуртский Государственный Университет

Рассматривается дифференциальная игра $\Gamma(x_0)$ двух лиц, описываемая системой вида

$$\dot{x} = f(x, u) + g(x, v), \quad u \in U, \quad v \in V, \quad x(0) = x_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0,$$

где $x \in \mathbb{R}^k$ — фазовая переменная, $u, v \in \mathbb{R}^k$ — управляющие воздействия. Множество $U = \{u_1, \dots, u_m\}$, $u_i \in \mathbb{R}^l$, $i = 1, \dots, m$, Множество $V \in \mathbb{R}^s$ — компакт. Функция $f : \mathbb{R}^k \times U \rightarrow \mathbb{R}^k$ — для каждого $u \in U$ липшицева по x , функция $g : \mathbb{R}^k \times V \rightarrow \mathbb{R}^k$ — липшицева по совокупности переменных, то есть существуют положительные числа $\bar{L}_1, \dots, \bar{L}_m, L_2$ такие, что

$$\|f(x^1, u_i) - f(x^2, u_i)\| \leq \bar{L}_i \|x^1 - x^2\|, \quad x^1, x^2 \in \mathbb{R}^k, \quad i = 1, \dots, m,$$

$$\|g(x^1, v^1) - g(x^2, v^2)\| \leq L_2(\|x^1 - x^2\| + \|v^1 - v^2\|), \quad x^1, x^2 \in \mathbb{R}^k, \quad v^1, v^2 \in V.$$

Целью преследователя является приведение траектории системы и значения производной в любую наперед заданную окрестность нуля за конечное время. Преследователь использует кусочно-постоянную стратегию, для построения которой разрешается использовать только информацию о значении фазовых координат и скорости в точках разбиения временного интервала. Получены достаточные условия на параметры игры для существования окрестности нуля, из которой происходит мягкая ε -поймка. Кроме того, доказано, что, независимо от действий убегающего, время, необходимое преследователю для приведения состояния системы и скорости в сколь угодно близкую окрестность нуля, стремится к нулю с приближением начального положения к нулю. Основой для решения данной задачи является понятие положительного базиса [1]. Данное исследование является продолжением исследования [2].

Справедлива следующая теорема.

Теорема 1. Пусть $f(0, u_1), \dots, f(0, u_m)$ образуют положительный базис и $-g(0, V) \subset \text{Int}(\text{co}\{f(0, u_1), \dots, f(0, u_m)\})$. Тогда существуют $\delta > 0$, $\theta > 0$ и $T > 0$ такие, что для любых начальных положений x_0, \dot{x}_0 таких, что $\|x(0)\| + \theta\|\dot{x}(0)\| \leq \delta$, в игре $\Gamma(x_0, \dot{x}_0, T)$ происходит мягкая ε -поймка.

Литература

- [1] Петров Н.Н. Об управляемости автономных систем // Дифференц. уравнения. 1968. Т. 4. № 4. С. 606–617.
- [2] Щелчков К.А. Об одной нелинейной задаче преследования с дискретным управлением и неполной информацией // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2018. Т. 28. № 1. С. 111–118. DOI: 10.20537/vm180110.

¹Работа поддержана грантом РФФИ 18-51-41005_Узб.

Содержание

Алгебра и комбинаторика: теория групп (председатель д.ф.-м.н. Н.В. Маслова)

- 1 Кондратьев А.С., Минигулов Н.А. О конечных 4-примарных неразрешимых группах без элементов порядка 6..... 4

Алгебра и комбинаторика: алгебраическая теория графов (председатель к.т.н. Е.В. Константинова)

- 1 Kaushan K.A., Rukhlyada N.O. Classification of 4-regular integral graphs 6
- 2 Makhnev A.A., Golubyatnicov M.P. Nonexistence of some Q-polynomial graphs 7
- 3 Валуженич А.А. Минимальные носители собственных функций в графе Хэмминга..... 8
- 4 Кабанов В.В. Спектральная теория графов Деза 9

Алгебра и комбинаторика: алгебра и ее приложения (председатель д.ф.-м.н. В.А. Баранский)

- 1 Casas Torres D.F. Decomposition of aperiodic automata and their shortest reset word 10
- 2 Pyenko K.A., Maslova N.V. Coincidence of Gruenberg-Kegel graphs of non-isomorphic finite groups whose Gruenberg-Kegel graphs are disconnected 12
- 3 Shabana H. Complexity of synchronization in partial finite automata 13
- 4 Башмаков С.И. Полные наборы унификаторов в предтабличных логиках РМ2 и РМ3..... 15
- 5 Волков А.М. Существование экстремально простых замкнутых кривых, разделяющих множества на плоскости 16
- 6 Волков М.В., Китов Н.В. Тожества некоторых диаграммных моноидов..... 18
- 7 Галкин А.А., Матвеев С.В. Электрический инвариант узлов 19
- 8 Зверева Т.Ю. Унификация в нетранзитивной временной логике знаний с универсальной модальностью 20
- 9 Кузьмин О.В., Погодаева Е.Н. Полиномы Тушара и их приложения..... 21
- 10 Циовкина Л.Ю. Транзитивные на дугах группы автоморфизмов антиподальных дистанционно регулярных графов диаметра 3 в афинном случае..... 23

Компьютерные науки, анализ данных и искусственный интеллект (председатель М.А. Черноскутов, ведущий заседания Е.Ю. Куклин)

- 1 Kagan M.V., Pushko S.V., Samylovskaya A.K., Sazonov V.V., Samyslovskiy I.A., Sapelkin A.S. Shadow thermal cycling and its effect on predicted time of EOL of SA 26
- 2 Дунаевская К.В. Новый метод оценки ошибок координат по геофизическому профилю ... 28
- 3 Мангилева Д.В., Докучаев А.Д., Хамзин С.Ю., Лебедев С.Ю., Любимцева Т.А., Зубарев С.А., Соловьева О.Э. Устранение артефактов на изображениях компьютерной томографии сердца при помощи нейронной сети со слоями частичной свертки 29
- 4 Марков П.В. Ремасштабирование моделей поровых сетей на основе методов кластеризации для оценки фильтрационных параметров на масштабе месторождений нефти и газа..... 31

Математическая биология

(председатель к.ф.-м.н. С.Ф. Правдин)

- 1 Abu-Bakr A.F., Zubarev A.Yu. Mathematical modeling of magnetic hyperthermia in a system of aggregation particles 32
- 2 Нестерова Т.М., Шмарко Д.В., Ушенин К.С. Сочетание факторов нормального старения кардиомиоцитов и патологических изменений при фибрилляции предсердий 33
- 3 Шмарко Д.В., Нестерова Т.М., Ушенин К.С., Соловьева О.Э. Персонализация математических моделей кардиомиоцитов крысы на основе экспериментальных данных методом популяционного моделирования 34

Математическое программирование, некорректные задачи и анализ данных (председатель д.ф.-м.н. М.Ю. Хачай)

- 1 Беляев В.В. Раздельное восстановление компонент решения для линейных некорректных задач 35
- 2 Борбунов А.Н., Лаврова М.А. Методы анализа влияния темперамента младенцев и особенностей детско-родительского взаимодействия на уровень социально-эмоционального развития и навыки саморегуляции этих детей в раннем возрасте (лонгитюдное исследование) 36
- 3 Сороковиков П.С. Численное исследование свойств алгоритмов невыпуклой оптимизации различного генезиса 37
- 4 Спиридонов А.А., Кумков С.С. Применение методов линейного программирования к нелинейной формализации задачи бесконфликтного слияния потоков воздушных судов .. 39
- 5 Храмова А.П., Черных И.Д. О полиномиально разрешимых подслучаях задачи open shop с маршрутизацией 41
- 6 Чистяков П.А. Восстановление вертикального профиля метана в атмосфере Земли методом Левенберга-Марквардта и его модификациями с помощью программного обеспечения FIRE-ARMS 42

Оптимальное управление и дифференциальные игры (председатель к.ф.-м.н. В.С. Пацко)

- 1 Mustafayeva N.A. Bifurcation from zero and infinity in nonlinear eigenvalue problems for ordinary differential equation of fourth order 43
- 2 Алероев М.Т., Алероева Х.Т. О положительно определенных ядрах интегральных операторов, сопутствующих краевым задачам для дробных дифференциальных уравнений 45
- 3 Антипина Е.Д., Солодуша С.В. Об устойчивом алгоритме решения одного класса думерных интегральных уравнений Вольтерра I рода 46
- 4 Банников А.С. Множество достижимости линейной системы дробного порядка 47
- 5 Васёв П.А., Пацко В.С., Федотов А.А. Визуализация трехмерного множества достижимости для машины Дубинса 48
- 6 Гомоюнов М.И. Задачи оптимального управления с фиксированным моментом окончания для линейных систем дробного порядка 50
- 7 Ершов А.А., першаков М.В. К задаче о нахождении максимального выпуклого подмножества 51
- 8 Зыков И.В. О внешних оценках множеств достижимости линейных управляемых систем с интегральными ограничениями 53
- 9 Ким И.Г. О стабилизации билинейных систем с запаздыванием 54
- 10 Костюкевич Д.А. Оптимальное управление линейными системами по данным наблюдений 56

11 Кумков С.С., Мунц Н.В. Численное исследование задач управления и дифференциальных игр, включающих динамику «машина Дубинса».....	57
12 Лебедев П.Д., Ушаков В.Н., Успенский А.А. Методы оптимизации хаусдорфова отклонения компакта от набора подвижных выпуклых множеств.....	58
13 Новоселова Н.Г. Множество выживаемости в задаче химиотерапии злокачественной опухоли, растущей по обобщенному логистическому закону	61
14 Орлов С.М. Ровенская Е.А. Оптимальная пропорция использования экономически чистой и грязной технологий в одной двухсекторной модели экономического роста.....	64
15 Родин А.С. Точки бифуркации кусочно-гладкого решения уравнения Гамильтона-Якоби-Беллмана и их классификация	65
16 Романенко А.Д. Использование сеточных схем с переменными шагами по времени для решения задачи с дробной производной по пространству	68
17 Самошкин М.А., Кумков С.И. Управление мягкой посадкой космического аппарата «Казачок» (программа ЭКЗО-МАРС-2020)	70
18 Сазонов В.В., Самысловский И.А., Соловьев С.В., Будзинский С.С., Заваротный А.Ю. Применение метода Левенберга-Марквардта в задачах пассивной навигации межпланетных космических аппаратов	71
19 Самысловский И.А., Самысловская А.К. Об условиях стационарности в задаче о выведении наборов автономных объектов объектом-носителем.....	73
20 Сороковиков П.С. Численное решение двух задач оптимального управления роботами с фазовыми ограничениями	75
21 Усова А.А., Тарасьев А.М. Безусловная стабилизируемость гамильтоновых систем в моделях роста	77
22 Щелчков К.А. Мягкая поимка в одной нелинейной задаче преследования	78

Теория вероятностей и случайные процессы (председатель к.ф.-м.н. Ю.В. Авербух)

1 Kolinichenko A.P. Analysis of stochastic sensitivity of Turing patterns in distributed reaction-diffusion systems	79
2 Абрамова Е.П., Перевалова Т.В. Анализ стохастической модели взаимодействия трех популяций.....	80
3 Беляев А.В., Перевалова Т.В. Стохастическая дискретная модель Лотки-Вольтерры	81
4 Медведева М.В. Роль риск-нейтральных мер в дискретной и непрерывной моделях европейского опциона-call.....	83
5 Насырова В.М., Ряшко Л.Б. Вариативность осцилляций в дискретной модели нейронной активности.....	84

Теория функций (председатель к.ф.-м.н. Р.Р. Акопян)

1 Berestova E.V. Plancherel-Polya inequality for entire function of exponential spherical type in $L^2(\mathbb{R}^n)$	86
2 Горячева Ю.С. Неравенство Турана для интегральной нормы на компактном множестве .	88
3 Липин А.Е. Разложимость в точке и топологические свойства.....	90
4 Марковский А.Н. Дискретное равновесие плоского компакта	92
5 Паюченко Н.С. Неравенство колмогоровского типа на оси с односторонним ограничением на старшую производную.....	95