



ВТОРАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ  
РОССИИ

7–11 ноября 2022 г.

# СБОРНИК ТЕЗИСОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
2022

Конференция проводится при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант на создание и развитие МЦФПМ, соглашения №075-15-2022-283, №075-15-2022-284, №075-15-2022-286; грант на создание и развитие МЦМУ МИАН, соглашение №075-15-2022-265)

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ:**

В. В. Козлов (сопредседатель)  
В. А. Садовничий (сопредседатель)  
Д. О. Орлов (заместитель председателя)  
А. П. Солодов (секретарь)

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:**

В. А. Садовничий (председатель)  
С. О. Горчинский (заместитель председателя)  
В. Е. Подольский (заместитель председателя)  
А. А. Шкаликов (заместитель председателя)

**Вторая конференция Математических центров России**  
В87 (7–11 ноября 2022 г.) : сборник тезисов. — Москва : Издательство Московского университета, 2022. — 292 с. : ил.

ISBN 978-5-19-011798-1

УДК 51  
ББК 22.1

# Содержание

<i>Н.Ф. Абузярова</i> , О нулевых множествах медленно убывающих функций . . . . .	11
<i>С.В. Агапов</i> , Об уравнениях типа Хопфа, возникающих в задаче об интегрируемых геодезических потоках . . . . .	13
<i>А.А. Акаев, В.А. Садовничий</i> , Мировое развитие и “пределы роста” в XXI веке: моделирование и прогноз . . . . .	14
<i>А.А. Алиев</i> , Новые оценки $d_{2,1}$ и $d_{3,2}$ . . . . .	15
<i>Х. Алхуссейн, П.С. Колесников, В.Е. Лопаткин</i> , Вычисление ко-гомологий конформной алгебры через соответствие Морса . .	17
<i>М.А. Анохина</i> , Предельная теорема для момента максимума слу-чайного блуждания, достигающего фиксированного уровня .	20
<i>И.В. Асташова</i> , Об асимптотической близости решений при раз-личных типах возмущений нелинейных дифференциальных уравнений высокого порядка . . . . .	22
<i>В.И. Афанасьев</i> , Условные предельные теоремы для случайных блужданий и их локальных времен . . . . .	24
<i>А.С. Баландин</i> , О точной оценке показателя решений линейного автономного дифференциального уравнения нейтрального типа	27
<i>М.К. Барينو</i> , Аносовский тор как гиперболический аттрактор многомерного А-диффеоморфизма . . . . .	29
<i>Н.П. Бондаренко</i> , Обратные задачи для дифференциальных опе-раторов высших порядков с коэффициентами-распределениями	31
<i>П.О. Буклемишев, В.В. Черник</i> , Численное решение двумерной за-дачи с подвижной границей и условиями типа Хеле-Шоу для моделирования активного движения клетки . . . . .	33
<i>Е.А. Барабанов, В.В. Быков</i> , Распределение значений показателя Перрона по решениям линейной системы . . . . .	35
<i>Н.Ф. Валеев, Я.Т. Султанаев</i> , Оптимизационная обратная спек-тральная задача для первого собственного значения матрич-ного оператора Штурма–Лиувилля . . . . .	37
<i>В.Б. Васильев</i> , Эллиптические уравнения, модельные области и краевые задачи . . . . .	39
<i>А.А. Васильева</i> , Поперечники по Колмогорову пересечения двух шаров в смешанной норме . . . . .	41
<i>В.В. Ведюшкина, А.Т. Фоменко</i> , Эволюционные бильярды как способ реализации интегрируемых случаев Эйлера и Лагранжа	43

<i>Г.В. Воскресенская</i> , Метод расщепления в пространствах модулярных форм . . . . .	45
<i>В.Д. Галкин, Е.В. Ноздринова, О.В. Починка</i> , Круговая схема Флейтас для градиентно-подобных потоков поверхности . . . . .	47
<i>А.Х. Галстян</i> , Устойчивость решения проблемы Ферма-Штейнера в гиперпространствах над конечномерными нормированными пространствами . . . . .	49
<i>А.А. Гальт</i> , О расщепляемости нормализатора максимального тора в группах Ли типа . . . . .	52
<i>А.К. Гиляси, И.П. Михайлов, В.Н. Чубариков</i> , О системах счисления и их обобщениях . . . . .	54
<i>М.Е. Гончаров</i> , Операторы Роты-Бакстера на алгебрах Хопфа . . . . .	57
<i>И.Б. Горшков</i> , Аксиальные алгебры Йорданова типа . . . . .	59
<i>С.А. Гриценко, А.К. Эминян</i> , Бинарная аддитивная задача с простыми числами специального вида . . . . .	60
<i>В.Ю. Губарев</i> , Алгебры Роты — Бакстера и двойные алгебры Ли . . . . .	61
<i>М.А. Гузев</i> , Построение неевклидовых моделей сплошной среды . . . . .	63
<i>А.Ф. Гундарева</i> , Примеры коммутирующих операторов в первой алгебре Вейля над $\mathbb{Q}$ . . . . .	65
<i>Е.Я. Гуревич</i> , О классификации градиентно-подобных систем с многомерным фазовым пространством . . . . .	67
<i>Н.А. Даурцева</i> , Квази-кэлеровы структуры на шестимерной сфере . . . . .	69
<i>А.Н. Кормачева, Н.Н. Добровольский, И.Ю. Реброва, Н.М. Добровольский</i> , Об оценках Быковского для меры качества оптимальных коэффициентов . . . . .	70
<i>Н.Н. Добровольский</i> , О двумерных решетках сравнений . . . . .	73
<i>М.А. Дородный, Т.А. Суслина</i> , Усреднение гиперболических уравнений с периодическими коэффициентами . . . . .	75
<i>М.А. Дородный, Т.А. Суслина</i> , Усреднение нестационарной периодической системы Максвелла в случае постоянной магнитной проницаемости . . . . .	78
<i>Ю.А. Дорофеева, А.С. Мамаева</i> , Моделирование динамики подавления мнений . . . . .	80
<i>М.К. Досполова</i> , Смешанный объем бесконечномерных выпуклых компактов . . . . .	82
<i>Д.А. Дроздов</i> , О пересечениях фрактальных кубов . . . . .	84
<i>А.Э. Дружинин</i> , Гладкие модели мотивных пространств и спектров . . . . .	86
<i>Н.И. Жукова, А.Г. Коротков</i> , Хаотические действия групп гомеоморфизмов и их произведений . . . . .	88
<i>В.Г. Журавлев</i> , Ядерные разбиения и многомерные цепные дроби . . . . .	90
<i>В.И. Звонилов</i> , Вещественные алгебраические многообразия, гомологичные нулю в комплексификации . . . . .	92
<i>А.В. Звягин</i> , Разрешимость одной модели нелинейно-вязкой среды . . . . .	94
<i>С.Х. Зинина</i> , Глобальная динамика регулярных гомеоморфизмов и топологических потоков на многообразиях . . . . .	96
<i>Е.А. Злобина, А.П. Киселев</i> , Коротковолновая дифракция на контурах с негладкой кривизной . . . . .	98

<i>А.В. Зорин</i> , Система обслуживания ветвящихся потоков с разделением времени . . . . .	100
<i>Д.А. Илюхин</i> , Проблема Ферма–Торричелли для трёх точек в нормированных плоскостях . . . . .	102
<i>И.Д. Кан</i> , Гипотеза Зарембы и круговой метод . . . . .	104
<i>С.А. Кащенко</i> , <i>А.О. Толбей</i> , О динамике полностью связанной пространственно–распределенной цепочки из логистических уравнений с запаздыванием . . . . .	107
<i>В.А. Кибкало</i> , Некомпактные слоения механических систем в псевдо-евклидовых пространствах . . . . .	109
<i>А.В. Кислицын</i> , Условия конечной базирюемости тождеств мультипликативных векторных пространств и совпадения $T$ - и $L$ -идеалов . . . . .	112
<i>А.П. Ковалевский</i> , <i>М.Г. Чебунин</i> , Предельные теоремы для сумм регрессионных остатков при множественном упорядочении регрессоров . . . . .	114
<i>Д.В. Коледа</i> , О распределении вещественных алгебраических чисел, целых и нецелых . . . . .	116
<i>А.О. Кондюков</i> , Анализ систем Осколкова в магнитогидродинамике	119
<i>А.В. Коптев</i> , Метод решения 3D уравнений Навье – Стокса . . . . .	121
<i>М.А. Королёв</i> , О некоторых арифметических свойствах дробей Фарея . . . . .	123
<i>А.П. Косарев</i> , Спектральные задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка . . . . .	127
<i>Е.И. Костенко</i> , Исследование слабой разрешимости одной дробной модели с бесконечной памятью . . . . .	129
<i>А.В. Костин</i> , Обобщения задачи о тени и поверхности постоянной кривизны . . . . .	131
<i>А.В. Костин</i> , <i>Н.Н. Костина</i> , Об обобщениях теоремы Фурмана . . . . .	133
<i>Р. А. Козлов</i> , Об универсальных ассоциативных конформных обертывающих для квадратичных конформных алгебр . . . . .	134
<i>Е.В. Константинова</i> , <i>А.В. Кравчук</i> , Спектр транспозиционного графа . . . . .	136
<i>О.И. Криворотько</i> , Математическое моделирование распространения COVID-19 в регионах РФ: идентифицируемость, регуляризация и программный комплекс . . . . .	138
<i>В.Е. Круглов</i> , Алгоритмы различения топологических инвариантов поверхностных градиентно-подобных потоков . . . . .	140
<i>В.А. Куценко</i> , Асимптотика моментов численностей частиц в ветвящемся случайном блуждании в случайной среде . . . . .	142
<i>В.Л. Литвинов</i> , Поперечные колебания консоли переменной длины, лежащей на упругом основании . . . . .	144
<i>А.С. Макин</i> , О структуре спектра несамосопряженных краевых задач для оператора Дирака . . . . .	147
<i>В.В. Малыгина</i> , Об устойчивости дифференциальных уравнений нейтрального типа . . . . .	149
<i>О.В. Маркова</i> , Описание алгебр длины 1 . . . . .	151

<i>И.И. Матвеева</i> , Устойчивость решений нелинейных дифференциальных уравнений с запаздыванием . . . . .	153
<i>А.Д. Медных</i> , Методы комплексного анализа в теории узлов . . . . .	155
<i>И.А. Медных</i> , Спектральные инварианты циркулянтных графов . . . . .	157
<i>К.А. Мирзоев</i> , Лакунарные рекуррентные соотношения для многочленов Бернулли и Эйлера . . . . .	159
<i>А.О. Мокроусова</i> , Асимптотическая относительная эффективность статистических критериев проверки соответствия регрессионной модели . . . . .	161
<i>А.К. Мотовилов</i> , Оптимальные оценки на скорость шредингеровской эволюции подпространств . . . . .	163
<i>А.О. Мыслюк</i> , Свойства выпуклых оболочек случайных блужданий . . . . .	165
<i>Е.В. Ноздринова</i> , Устойчивая изотопическая связность диффеоморфизмов Палиса . . . . .	167
<i>А.А. Панин, М.О. Корпусов, И.К. Каташева</i> , Мгновенное разрушение versus локальная разрешимость задачи Коши для уравнения полупроводника в магнитном поле . . . . .	169
<i>В.В. Паньшин</i> , О распознавании групп по множеству размеров классов сопряженности . . . . .	172
<i>У.М. Пачев</i> , О диофантовых системах с квадратичной и линейной формами удовлетворяющих конгруэнциальному условию . . . . .	173
<i>М.В. Платонова</i> , Вероятностная аппроксимация оператора эволюции $e^{-itH}$ , где $H = \frac{(-1)^m}{(2m)!} \frac{d^{2m}}{dx^{2m}} + V$ . . . . .	175
<i>М.Г. Плотников</i> , Восстановление и приближение интегрируемых функций . . . . .	178
<i>Г.М. Полотовский</i> , Топология распадающихся вещественных алгебраических кривых . . . . .	180
<i>А.Ю. Попов, Т.Ю. Семенова</i> , Уточнение оценки скорости равномерной сходимости ряда Фурье непрерывной периодической функции ограниченной вариации . . . . .	182
<i>С.Н. Попова</i> , О задачах назначения асимптотики решений линейных систем . . . . .	185
<i>О.В. Починка, Д.Д. Шубин</i> , Неособые потоки Морса–Смейла с тремя периодическими орбитами на ориентируемых 3-многообразиях . . . . .	187
<i>А.В. Резлер, М.Г. Чебунин</i> , Стабильность и нестабильность систем случайного множественного доступа с механизмом энергетической подпитки . . . . .	190
<i>Ю.Г. Рыков</i> , Процессы концентрации в двумерной системе уравнений газовой динамики без давления . . . . .	192
<i>Т.Л. Сабатулина</i> , О точной оценке показателя решений линейного автономного дифференциального уравнения с распределенным запаздыванием . . . . .	194
<i>Ю.В. Садовничий, С.Д. Ильядис</i> , Размерность, произведение пространств и универсальность . . . . .	196

<i>В.М. Садовский, О.В. Садовская</i> , Математическое моделирование неустойчивого состояния жидкого кристалла в неоднородном электрическом поле . . . . .	198
<i>С.А. Саженков</i> , Импульсное уравнение теплопроводности с инфинитезимальным переходным слоем Вольтерры . . . . .	200
<i>Т.А. Сафонова</i> , Вокруг теоремы Гаусса о значениях дигамма-функции Эйлера в рациональных точках . . . . .	202
<i>Д.А. Сбоев</i> , Ограниченные операторы композиции $BV$ -пространств на группах Карно . . . . .	205
<i>Н.К. Семенова</i> , Решето Виноградова и короткие суммы Клоостермана . . . . .	206
<i>И.Н. Сергеев</i> , Исследование различных видов устойчивости по первому приближению . . . . .	209
<i>А.С. Смирнова</i> , $L_p$ -аппроксимации решений параболических дифференциальных уравнений на многообразиях . . . . .	211
<i>Н.В. Смородина</i> , О существовании ядер некоторых случайных операторов . . . . .	215
<i>Е.В. Соколов</i> , Об аппроксимируемости фундаментальных групп некоторых графов групп . . . . .	217
<i>А.М. Старолетов</i> , Группы Йорданова типа . . . . .	219
<i>А.Х. Сташ</i> , О спектрах показателей колеблемости линейных однородных дифференциальных уравнений третьего порядка . . . . .	221
<i>Н.Н. Субботина, Е.А. Крупенников</i> , О решении обратных задач теории управления с помощью гамильтоновых конструкций . . . . .	223
<i>М.Д. Сурначёв</i> , Оценки решений некоэрцитивных эллиптических задач . . . . .	225
<i>Д.В. Талалаев</i> , Положительные матрицы и электрические сети . . . . .	227
<i>Т.К. Талипов</i> , Расстояние Нромова – Хаусдорфа между множествами вершин правильных многоугольников, вписанных в одну окружность . . . . .	229
<i>А.А. Тараненко</i> , Совершенные раскраски гиперграфов и их спектры . . . . .	232
<i>И.В. Тихонов, В.Б. Шерстюков</i> , Из теории полиномов Бернштейна . . . . .	234
<i>И.А. Тлюстангелов</i> , Циклические симметрии многомерных цепных дробей . . . . .	236
<i>В.В. Ульянов</i> , Предельные теоремы для взвешенных сумм и их применения . . . . .	237
<i>А.В. Устинов</i> , Тропические последовательности Сомоса . . . . .	239
<i>И.В. Филимонова</i> , Об асимптотическом поведении положительных решений полулинейного параболического уравнения в цилиндре . . . . .	240
<i>А.В. Филиновский</i> , О краевых задачах Робена с большим параметром . . . . .	242
<i>Е.М. Филликина</i> , Ветвящиеся случайные блуждания с одним центром генерации частиц и бесконечным числом поглощающих источников . . . . .	244
<i>О.Д. Фролкина</i> , Ответ на вопрос Дж. Кэннона и С. Уэймента . . . . .	246
<i>Д.В. Фуфаев</i> , Некоторые экзотические свойства топологических пространств и соответствующих $C^*$ -алгебр . . . . .	249

<i>Б.Н. Хабибуллин</i> , Теоремы типа Лиувилля с ограничениями вне исключительных множеств . . . . .	251
<i>А. Ханан</i> , Отсутствие нетривиальных решений полулинейных эллиптических неравенств 2-порядка в $\mathbb{C}^n$ . . . . .	253
<i>В.Р. Хачатуров</i> , Стабилизация вложенных регулярных кривых на нормированных плоскостях . . . . .	255
<i>В.В. Четыжов</i> , Об усреднении аттракторов систем реакции-диффузии в пористой области . . . . .	257
<i>М.М. Чернавских</i> , Изучение поверхностей Зейферта с помощью прямоугольных диаграмм . . . . .	259
<i>Е.В. Чижонков</i> , О двух моделях для плазменных колебаний: постановки задач и численный анализ . . . . .	261
<i>К.М. Чудинов</i> , Об условиях осцилляции решений линейного дифференциального уравнения первого порядка с последствием общего вида . . . . .	263
<i>Б. Чужин</i> , Кластерные алгебры и объемы гиперболических узлов	265
<i>А.В. Шкляев</i> , Случайные блуждания, сопровождающие рекуррентные последовательности . . . . .	266
<i>А.В. Шутов</i> , О числах с заданным окончанием разложения в обобщенные системы счисления Фибоначчи . . . . .	269
<i>Т. Ыскак</i> , Устойчивость решений систем нелинейных дифференциальных уравнений с распределенным запаздыванием . . . . .	271
<i>В.В. Юделевич</i> , Проблема делителей Карацубы и родственные задачи . . . . .	272
<i>Е.Б. Яровая</i> , О методах исследования ветвящихся случайных блужданий . . . . .	276
<i>П.А. Яськов</i> , О теореме Марченко-Пастура для случайной тензорной модели . . . . .	278
<i>V.G. Bardakov, D.A. Fedoseev</i> , Multiplication of Quandle Structures .	280
<i>V.Z. Grines, A.I. Morozov, O.V. Pochinka</i> , Determination of the homotopy type of a Morse-Smale diffeomorphism on an orientable surface by a heteroclinic intersection . . . . .	282
<i>T.A. Kozlovskaya</i> , Representations of the Singular Braid Group and Subgroups of Camomile Type . . . . .	284
<i>E.V. Martynov</i> , Inverse problems for the generalized Kawahara equation	286
<i>V.S. Medvedev, E.V. Zhuzhoma</i> , Codimension one basic sets of A-flows	288
<i>A.I. Nazarov</i> , Spectrum of fractional Laplacian in domains with cylindrical outlets to infinity . . . . .	289
<b>Указатель авторов</b> . . . . .	290



# О ЗАДАЧАХ НАЗНАЧЕНИЯ АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

С.Н. Попова

*udsu.popova.sn@gmail.com*

УДК 517.926, 517.977

Рассматривается задача назначения спектра показателей Ляпунова линейной управляемой системы под действием линейного по фазовым переменным управления. Получены достаточные условия, которые гарантируют возможность построения управления, обеспечивающего совпадение спектра показателей замкнутой системы с произвольным допустимым набором чисел. Для получения необходимых условий применена концепция оболочки Бebutова управляемой системы, то есть замыкания (в топологии равномерной сходимости на отрезках) множества сдвигов этой системы.

*Ключевые слова:* линейная управляемая система, показатели Ляпунова, оболочка Бebutова

## On the problems of assigning the asymptotics of solutions of linear systems

We consider the problem of assignment of the Lyapunov spectrum of a linear control system under the action of a linear in phase variables control. We obtain sufficient conditions that guarantee the possibility of constructing a control that ensures the coincidence of the Lyapunov spectrum of a closed-loop system with an arbitrary admissible set of numbers. To obtain the necessary conditions we apply the concept of the Bebutov hull of a control system, i.e. the closure (in the topology of uniform convergence on segments) of the shift set of this system.

*Keywords:* linear control system, Lyapunov spectrum, Bebutov hull

Рассмотрим линейную управляемую систему

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad t \in \mathbb{R}, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad u \in \mathbb{R}^m, \quad (1)$$

с равномерно непрерывными и ограниченными на  $\mathbb{R}$  матрицами коэффициентов  $A(\cdot)$  и  $B(\cdot)$ . Полный спектр показателей Ляпунова [1] свободной системы (то есть системы (1) с нулевым управлением)

$$\dot{x} = A(t)x, \quad t \in \mathbb{R}, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad (2)$$

обозначим  $\lambda_1(A) \leq \dots \leq \lambda_n(A)$ . Управление  $u(\cdot)$  в системе (1) выберем в виде линейной обратной связи  $u = U(t)x$ , получим замкнутую систему вида

$$\dot{x} = (A(t) + B(t)U(t))x, \quad t \in \mathbb{R}, \quad x \in \mathbb{R}^n. \quad (3)$$

---

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

Попова Светлана Николаевна, д.ф.-м.н., зав. кафедрой дифференциальных уравнений, Удмуртский государственный университет (Ижевск, Россия); Svetlana Popova (Udmurt State University, Izhevsk, Russia)

Будем называть  $U(\cdot)$  *матричным управлением* для системы (3). Будем говорить, что матричное управление  $U(\cdot)$  *допустимо* для системы (3), если матрица  $U(\cdot)$  кусочно непрерывна и ограничена на  $\mathbb{R}$ . Пусть зафиксировано некоторое допустимое для системы (3) матричное управление  $U(\cdot)$ . Тогда для замкнутой системы (3) с выбранным управлением  $U(\cdot)$  определен полный спектр показателей Ляпунова  $\lambda_1(A + BU) \leq \dots \leq \lambda_n(A + BU)$ .

**Определение 1** [2]. Будем говорить, что система (3) обладает свойством: *локальной управляемости полного спектра показателей Ляпунова*, если для любого  $\varepsilon > 0$  найдется такое  $\delta > 0$ , что для любого набора чисел  $\mu_1 \leq \dots \leq \mu_n$ , удовлетворяющих неравенству  $\max_{i=1, \dots, n} |\mu_i - \lambda_i(A)| \leq \delta$ , существует допустимое для системы (3) матричное управление  $U(\cdot)$  такое, что  $\sup_{t \in \mathbb{R}} \|U(t)\| \leq \varepsilon$  и

$$\lambda_i(A + BU) = \mu_i, \quad i = 1, \dots, n; \quad (4)$$

*глобальной управляемости полного спектра показателей Ляпунова*, если для любого набора чисел  $\mu_1 \leq \dots \leq \mu_n$  существует допустимое для системы (3) матричное управление  $U(\cdot)$  такое, что выполнены равенства (4).

**Теорема 1.** Пусть  $n = 2$ . Если система (1) равномерно вполне управляема [3], то полный спектр показателей Ляпунова системы (3) локально управляем и глобально управляем.

**Теорема 2.** Пусть полный спектр показателей Ляпунова системы (2) устойчив [1]. Если система (1) равномерно вполне управляема, то полный спектр показателей Ляпунова системы (3) локально управляем.

Заметим, что утверждения, обратные теоремам 1 и 2, в общем случае неверны. Для доказательства необходимых условий управляемости полного спектра показателей Ляпунова введем понятие оболочки Бebutова линейной управляемой системы (1). Систему (1) отождествим с функцией  $t \mapsto \sigma(t) \doteq (A(t), B(t)) \in \mathbb{R}^{n \times (n+m)}$ . Обозначим  $\sigma_s(t) \doteq \sigma(t+s)$  — сдвиг  $\sigma$  на  $s \in \mathbb{R}$  и рассмотрим множество  $\mathfrak{R}(\sigma)$  — замыкание множества  $\{\sigma_s(\cdot) : s \in \mathbb{N}\}$  в топологии равномерной сходимости на отрезках. Метрика в  $\mathfrak{R}(\sigma)$  может быть задана равенством  $\rho(\tilde{\sigma}, \hat{\sigma}) = \sup_{t \in \mathbb{R}} \min\{\|\tilde{\sigma}(t) - \hat{\sigma}(t)\|, |t|^{-1}\}$ . Пространство  $(\mathfrak{R}(\sigma), \rho)$  компактно. Оно называется *оболочкой Бebutова* системы  $\sigma$ . Каждую функцию  $\hat{\sigma}(\cdot) = (\hat{A}(\cdot), \hat{B}(\cdot)) \in \mathfrak{R}(\sigma)$  отождествим с линейной управляемой системой  $\dot{x} = \hat{A}(t)x + \hat{B}(t)u$ ,  $t \in \mathbb{R}$ ,  $x \in \mathbb{R}^n$ ,  $u \in \mathbb{R}^m$ , и рассмотрим соответствующую замкнутую систему

$$\dot{x} = (\hat{A}(t) + \hat{B}(t)U(t))x, \quad t \in \mathbb{R}, \quad x \in \mathbb{R}^n. \quad (5)$$

**Теорема 3.** Если для каждой функции  $\hat{\sigma}(\cdot) = (\hat{A}(\cdot), \hat{B}(\cdot)) \in \mathfrak{R}(\sigma)$  замкнутая система (5) обладает свойством глобальной управляемости спектра Ляпунова, то система (1) равномерно вполне управляема.

**Теорема 4.** Пусть полный спектр показателей Ляпунова системы (2) устойчив. Если для каждой функции  $\hat{\sigma}(\cdot) = (\hat{A}(\cdot), \hat{B}(\cdot)) \in \mathfrak{R}(\sigma)$  замкнутая система (5) обладает свойством локальной управляемости спектра Ляпунова, то система (1) равномерно вполне управляема.

## Литература

1. *Былов В.Ф., Виноград Р.Э., Гробман Д.М., Немыцкий В.В.* Теория показателей Ляпунова и ее приложения к вопросам устойчивости. — М.: Наука, 1966.
2. *Макаров Е.К., Попова С.Н.* Управляемость асимптотических инвариантов нестационарных линейных систем. — Мн.: Белорусская наука, 2012.
3. *Kalman R.E.* Contribution to the theory of optimal control // *Boletin de la Sociedad Matematica Mexicana*, 5:1 (1960), 102-119.

## НЕОСОБЫЕ ПОТОКИ МОРСА – СМЕЙЛА С ТРЕМЯ ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ОРБИТАМИ НА ОРИЕНТИРУЕМЫХ 3-МНОГООБРАЗИЯХ

О.В. Починка, Д.Д. Шубин

*olga-pochinka@yandex.ru, schub.danil@yandex.ru*

УДК 517.518

Топологической эквивалентности неособых потоков Морса–Смейла в предположениях различной общности посвящен целый ряд статей. Однако, в случае малого числа орбит известные инварианты можно значительно упростить и, главное, довести задачу классификации до реализации, описав допустимость полученных инвариантов. В недавней работе была получена исчерпывающая классификация потоков с двумя орбитами на произвольных замкнутых  $n$ -многообразиях. В настоящей статье полная топологическая классификация получена для потоков с тремя периодическими орбитами, заданных на ориентируемых 3-многообразиях.

*Ключевые слова:* потоки Морса–Смейла, неособые потоки, топологическая классификация

### Non-singular morse-smale flows with three periodic orbits on orientable 3-manifolds

The topological equivalence of non-singular Morse-Smale flows under assumptions of various generalities is considered in a number of papers. However, in the case of a small number of orbits, the known invariants can be significantly simplified and, most importantly, the classification problem can be brought to realization by describing the admissibility of the obtained invariants. In a recent paper, an exhaustive classification of flows with two orbits on arbitrary closed  $n$ -manifolds was obtained. In this talk, a complete topological classification is obtained for flows with three periodic orbits given on orientable 3-manifolds.

*Keywords:* Morse-Smale flows, nonsingular flows, topological classification

---

Работа выполнена при поддержке Лаборатории динамических систем и приложений НИУ ВШЭ, грант Министерства науки и высшего образования РФ соглашение №075-15-2022-1101.

Починка Ольга Витальевна, д.ф.-м.н., профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Нижний Новгород, Россия); Olga Pochinka (National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia)

Шубин Данила Денисович, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Нижний Новгород, Россия); Danila Shubin (National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia)