



Общероссийский математический портал

Н. Н. Субботина, А. И. Короткий, Труды Международной конференции “Актуальные проблемы теории устойчивости и управления” (APSCT’2009), *Тр. ИММ УрО РАН*, 2010, том 16, номер 5, 3–7

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением  
<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.9.168

10 декабря 2024 г., 18:30:40



**ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
“АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ УСТОЙЧИВОСТИ  
И УПРАВЛЕНИЯ” (APSCST’2009)**

В данном дополнительном выпуске журнала “Труды Института математики и механики УрО РАН” представлены статьи участников международной конференции “Актуальные проблемы теории устойчивости и управления” (APSCST’2009), прошедшей с 21 по 26 сентября 2009 г. в Екатеринбурге. Подробная информация о конференции помещена в упомянутом журнале в № 1 за 2010 г. Статьи некоторых участников конференции опубликованы также в № 3 за 2009 г. и № 1 за 2010 г.

Конференция была посвящена уральской научной школе по теории устойчивости и управления. Она была организована Институтом математики и механики УрО РАН совместно с Уральским государственным университетом им. А.М. Горького. Конференция проходила в рамках и при поддержке программы президиума РАН “Математическая теория управления”, координатором которой является академик Н.Н. Красовский, основатель и глава уральской научной школы по теории управления. Конференция была также поддержана Российским фондом фундаментальных исследований и президиумом Уральского отделения РАН. Председатель международного программного комитета — президент РАН академик Ю.С. Осипов. Сопредседатель — академик А.Б. Куржанский. Сопредседатели организационного комитета — члены-корреспонденты РАН В.И. Бердышев и В.Е. Третьяков.

В конференции приняли участие более 100 ученых из России, США, Австрии, Болгарии, Германии, Италии, Израиля, Турции, Польши, Беларуси, Молдовы, Украины. Тематика конференции была связана с основными направлениями исследования динамических систем, которые активно развиваются уральской научной школой по математической теории управления: с теорией устойчивости и стабилизации движения, теорией управления и оценивания для динамических систем в условиях неопределенности, дифференциальными играми, управлением системами с распределенными параметрами, обобщенными решениями уравнений Гамильтона-Якоби, а также с различными приложениями указанных направлений. Все эти направления составляют важные области науки и практики, привлекают пристальное внимание различных специалистов.

Важным итогом конференции стало дальнейшее развитие и укрепление сложившихся научных контактов и связей ведущих специалистов России и других стран. Полезными достижениями стали установление новых научных контактов и знакомство с новыми задачами математической теории управления и устойчивости. Плодотворным и полезным был обмен информацией о новых результатах в теоретической и прикладной областях. Намечены перспективы дальнейшего развития и сотрудничества.

В трудах представлены статьи участников по разным направлениям тематики конференции.

В статье Н.Н. Красовского и А.Н. Котельниковой “О дифференциальной игре на перехват” рассматривается задача о перехвате объекта, стремящегося минимизировать минимум расстояния до заданного множества при движении в течение ограниченного промежутка времени. Задача формализуется в позиционную дифференциальную игру в рамках теоретико-игрового

подхода, предложенного и развиваемого в уральской научной школе по теории управления. Дана геометрическая интерпретация игры в бесконечномерном фазовом пространстве, в соответствии с которой для игры справедлива теорема об альтернативе. Установлен функциональный характер цены игры как функции от текущей истории процесса. Обоснован позиционный характер оптимальной для преследователя и асимптотически оптимальной для преследуемого стратегий как функций от текущего состояния процесса. Проведена редукция исходной игры к унифицированной форме, которая смыкает дескриптивные результаты о существовании цены и седловой точки игры, базирующиеся на общих закономерностях теории дифференциальных уравнений, с формализмом уравнений Гамильтона — Якоби и определяет выход к обобщенным минимаксным решениям таких уравнений в смысле А.И. Субботина. Отмечается сходство унифицированной формы игры с концепцией дифференциальной игры как совокупности двух самодостаточных задач, предложенной Л.С. Понтрягиным. На базе подходящей краевой задачи для параболического уравнения с исчезающим диффузионным членом, которое вырождается в уравнение Гамильтона — Якоби, развит и обоснован метод минимаксного и максиминного управлений процессом в схеме обратной связи со стохастическим поведением. Проведена критическая оценка возможности построения универсального эффективного алгоритма для вычисления цены игры и формирования оптимальных стратегий в общем случае рассматриваемой игры.

В статье Т.А. Burton “Six integral equations and a flexible Liapunov functional” (Т.А. Бартон “Шесть интегральных уравнений и гибкий функционал Ляпунова”) рассмотрены прикладные задачи, которые моделируются интегральными уравнениями с выпуклыми ядрами. Поведение решений таких уравнений можно описать с помощью функционалов ляпуновского типа. Доказано, что возможно добавить к ядру некоторое подходящее возмущение, такое, что возмущенная задача имеет то же самое фундаментальное решение, что и невозмущенная. Это обуславливает правомерность исследований, базирующихся на анализе невозмущенных уравнений. Анализ основан на построении функционалов Ляпунова для интегральных уравнений.

Статья К. Malanowski “Stability and sensitivity analysis for optimal control problems. A survey” (К. Малановский “Анализ устойчивости и чувствительности для задач оптимального управления. Обзор”) представляет собой обзор результатов анализа устойчивости и чувствительности параметризованных экстремальных задач и задач оптимального управления. Анализ опирается на локальные свойства решений, рассматриваемых как функции параметров (липшицева непрерывность, дифференцируемость по направлениям). Основная трудность при исследовании задачи связана с присутствием ограничений типа неравенств, вследствие чего неприменима классическая теорема о неявных функциях, являющаяся основным инструментом в исследовании чувствительности гладких экстремальных задач. Первая часть статьи посвящена методологии, используемой при исследовании абстрактных экстремальных задач в гильбертовом пространстве с ограничениями типа равенства и с коническими ограничениями. Вторая часть статьи посвящена исследованию аналогичных вопросов для задач оптимального управления нелинейными обыкновенными дифференциальными системами с фазовыми ограничениями и ограничениями на управление. В обоих случаях анализ устойчивости и чувствительности негладкой задачи сводится к анализу другой подходящей линейно-квадратичной задачи. В заключительной части статьи описаны возможные практические приложения результатов по анализу устойчивости и чувствительности.

Статья Ф.Л. Черноусько и Н.Н. Болотника “Мобильные роботы, управляемые движением внутренних тел” посвящена исследованию нового класса мобильных роботов, способных передвигаться в среде с сопротивлением без специальных движителей с помощью периодических движений внутренних тел. Рассматриваются задачи оптимального управления, состоящие в нахождении законов движения внутренних тел, приводящих к максимизации средней скорости движения системы в целом. В ряде конкретных прикладных задач найдены соответствующие оптимальные законы управления. Работа носит обзорный характер и описывает с единых пози-

ций результаты в рассматриваемой области, полученные в Институте проблем механики РАН.

В статье В.Ф. Демьянова и Г.Ш. Тамасяна “О прямых методах решения вариационных задач” рассматривается основная задача вариационного исчисления — задача на условный экстремум гладкого интегрального функционала в классе непрерывных функций с кусочно-непрерывной ограниченной производной. С помощью теории точных штрафных функций задача сводится к задаче на безусловный экстремум негладкого функционала. В работе обсуждаются новые прямые методы решения негладких вариационных задач. С помощью субдифференциального отображения негладкого интегранта определяется направление наискорейшего спуска. Отмечено, что процесс наискорейшего субградиентного спуска может не привести к стационарной точке, так как субдифференциальное отображение не является непрерывным. Предлагается модификация метода, которая обеспечивает его сходимость. Для негладкого интегранта вводится также гиподифференциальное отображение, которое является непрерывным. Разработан метод гипоградиентного спуска. Приведены результаты численного решения ряда интересных задач вариационного исчисления как с помощью новых методов, так и с помощью известных методов Ритца и Галеркина. Обсуждаются новые возможности, которые дает использование предложенных авторами подходов.

В статье А.Ю. Колесова, Е.Ф. Мищенко, Н.Х. Розова “Многочастотные автоколебания в двумерных решетках связанных осцилляторов” разработаны асимптотические методы, позволившие изучить уникальное явление буферности, возникающее в теории нелинейных колебаний распределенных систем. В статье рассматривается двумерный массив связанных осцилляторов, динамика которого описывается автономной конечномерной нелинейной системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Системе обыкновенных дифференциальных уравнений ставится в соответствие нелинейное гиперболическое уравнение, которое получается в результате предельного перехода, когда размерность системы обыкновенных дифференциальных уравнений стремится к бесконечности. Исследуется важная задача о связи качественного поведения непрерывной модели и ее дискретной аппроксимации. Получен неожиданный результат, согласно которому аттракторы гиперболического уравнения существенно отличаются от аттракторов их дискретных аппроксимаций. Причем отличие носит не только количественный, но и качественный характер. Аттракторами гиперболического уравнения являются предельные циклы, а в аппроксимационных моделях появляются ложные аттракторы — устойчивые инвариантные торы различных размерностей. Показано, что с ростом размерности аппроксимирующей системы количество ложных аттракторов неограниченно увеличивается. Полученные результаты математически обоснованы для непрерывной и дискретных моделей с малыми нелинейностями. Доказательства используют асимптотический метод Крылова — Боголюбова — Митропольского.

В работах, относящихся к **секции 1 “Проблемы устойчивости и стабилизации”**, представлены следующие результаты. Получено обобщение теоремы Барбашина — Красовского на нестационарные включения с замкнутозначными (не обязательно компактнозначными) правыми частями, причем в качестве положения равновесия выступает слабо инвариантное или статистически слабо инвариантное заданное множество. Доказано обращение теоремы об асимптотической устойчивости Н.Н.Красовского для линейных автономных систем с последствием в классе ограниченных квадратичных функционалов в гильбертовом пространстве, для которых ослаблены требования определенной положительности. Исследована устойчивость процесса деформирования плоского образца с использованием трехмерного дискриминантного конуса матрицы Гессе потенциальной функции при фиксированных свойствах упругих элементов нагружающей среды.

В работах, относящихся к **секции 2 “Задачи управления и оценивания для динамических систем в условиях неопределенности”**, проведены исследования по широкому спектру вопросов. Изучены свойства множеств достижимости управляемых систем. Рассмотрены вопросы конструирования и обоснования алгоритмов для решения задач приближенного

построения множеств достижимости для нелинейных управляемых систем с интегральными ограничениями на управление; получены оценки точности алгоритмов. Для абстрактной задачи управления в классе конечно-аддитивных мер с ограничениями на моменты изучена устойчивость множеств достижимости, связанная с точным и приближенным соблюдением ограничений. Рассмотрено решение двух задач синтеза оптимального управления с подвижной целью: задачи сближения и задачи наведения для линейных систем при различных видах доступной информации о поведении управляемого объекта и подвижной цели. Дан краткий обзор эффективных методов решения рассматриваемых задач, основанных на подходах теории гарантированного управления и оценивания. Для модели линейной стационарной дискретной системы со скалярными входом и выходом в рамках L1-теории робастного управления исследована задача оценки робастного качества номинальной модели управляемого объекта при неизвестных верхних границах возмущений.

В работах, относящихся к **секции 3 “Дифференциальные игры”**, проведены разнообразные исследования, посвященные задачам управления в условиях конфликта и неопределенности. К основным вопросам, обсуждаемым в работах, относятся исследования свойств решений дифференциальных игр, исследования влияния информированности на результаты игроков, задачи построения стабильных мостов и альтернированных интегралов, алгоритмы конструирования оптимальных процедур управления по принципу обратной связи. Другой круг вопросов связан с анализом решений кооперативных игр в новых постановках, в частности с проблемами конфликтного взаимодействия в сетевых играх.

В работах, относящихся к **секции 4 “Управление распределенными системами”**, обсуждаются задачи управления, наблюдения и идентификации для динамических систем с распределенными параметрами. Представлены результаты исследований задачи о наблюдаемости упругих колебаний сети с распределенными и сосредоточенными параметрами по свободным границам. Представлены результаты исследований задачи об оптимальном управлении тепловыми источниками стационарной тепловой конвекции высоковязкой неоднородной несжимаемой жидкости. Рассматривается задача о конструировании оптимального управления плотностью выброса загрязняющего вещества, которое обеспечивает максимальный объем выброса при соблюдении “технологических” ограничений на допустимые размеры плотности выброса и концентрацию загрязняющего вещества.

В работах докладчиков **секции 5 “Обобщенные решения уравнений Гамильтона — Якоби”**, представленных в труды конференции APSCТ, рассматриваются актуальные проблемы этой теории. Развита вязкостная концепция обобщенных решений в бесконечномерных пространствах для уравнений типа Гамильтона — Якоби, имеющих источником дифференциальные игры для систем с запаздыванием. Обосновано применение классических характеристик уравнения Гамильтона — Якоби — Беллмана для анализа и конструирования минимаксных решений и одномерных законов сохранения. Разработан гамильтонов формализм монотонных функций Ляпунова в задачах импульсного управления и задачах управления с фазовыми ограничениями. Развита приложения теории гамильтоновых систем для анализа и синтеза экономических моделей. Разработаны численные методы построения асимптотик сингулярно возмущенных уравнений Гамильтона — Якоби на торе.

В работах, представленных докладчиками **секции 6 “Численные методы теории управления и приложения”**, обсуждаются результаты решения ряда прикладных задач. Разработан новый алгоритм построения оптимального управления ракетой-носителем для вывода максимальной полезной нагрузки на заданную эллиптическую орбиту; предложен субоптимальный по быстродействию алгоритм обхода “автомобилем” заданного числа точек на плоскости; получены формулы оптимальных программных управлений в задаче оптимизации качества для процесса добычи и переработки ископаемых; предложена вычислительная схема моделирования процессов, происходящих в живых клетках при их замораживании и размораживании; создан алгоритм управления температурой клетки при размораживании, способом,

---

наиболее безопасным с точки зрения биологии клетки; приведены результаты исследований влияния агрегирования потребителя в динамических играх общего равновесия с функциями полезности постоянной эластичности замещения; получены аналитические решения для оптимального периода пользования кредитом и описан квантовый эффект в модели производства с дефицитом оборотных средств и торговой инфраструктуры. Представлены также работы, направленные на разработку общих численных методов. Предложены разностные схемы численного моделирования нелинейных эволюционных управляемых систем с последействием, а также гладкая аппроксимация липшицевой функции как база для эффективного метода поиска локальных экстремумов.

Представленные в трудах конференции статьи будут интересны широкому кругу специалистов по теории устойчивости и управления и их приложениям.

*Редакторы трудов APSCT'2009:  
Н.Н. Субботина, А.И. Короткий.*