



## ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

По оценке Ученого совета Института к числу важнейших научных результатов отнесены следующие результаты 2008 г.

1. Исследована сходимость по Моско интегральных функционалов, определенных на пространстве интегрируемых с квадратом функций со значениями в гильбертовом пространстве. Интегрантами у этих функционалов являются зависящие от времени собственные, выпуклые, полунепрерывные снизу функции, определенные на гильбертовом пространстве. Полученные результаты включают в себя известные и применяются к изучению зависимости от параметра решений эволюционных уравнений с зависящими от времени субдифференциальными операторами. В качестве примера рассмотрено параболическое включение, в правую часть которого входит сумма  $p$ -лапласиана и субдифференциала индикаторной функции зависящего от времени выпуклого, замкнутого множества. Исследована сходимость решений этого включения при  $p \rightarrow +\infty$ .

*Автор результата: чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.*

2. Для исследования поля скоростей плазмы в установках типа сферический токамак (рис. 1) по известным из эксперимента спектральным данным (доплеровским измерениям) разработан и реализован в виде комплекса программ метод обращения лучевого преобразования, основанный на представлении векторного поля в виде ряда по векторным сферическим гармоникам. На модельных примерах продемонстрирована эффективность метода (рис. 2, 3).

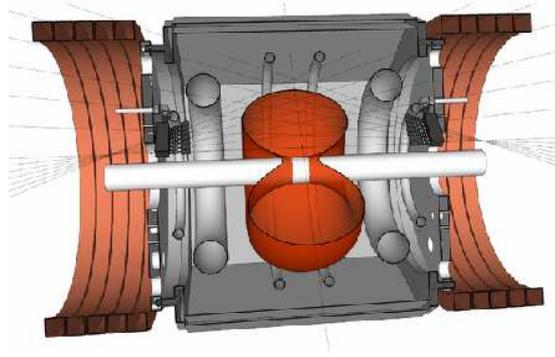


Рис. 1. Томографическая диагностика плазмы на установке сферомак. Показана геометрия регистрации излучения в сечении установки

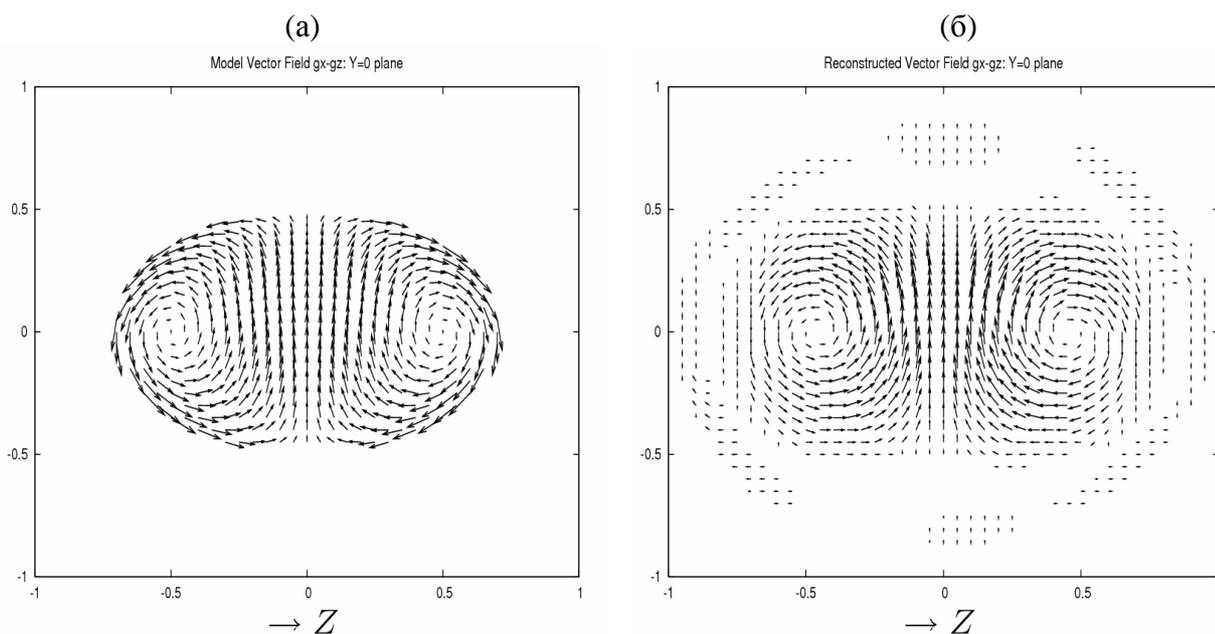


Рис. 2. Поле скоростей в плазме:

(а) точное, полученное из аналитического решения Л.С. Соловьева для уравнений Грета-Шафранова;

(б) восстановленное по модельным измерениям с использованием предложенного метода

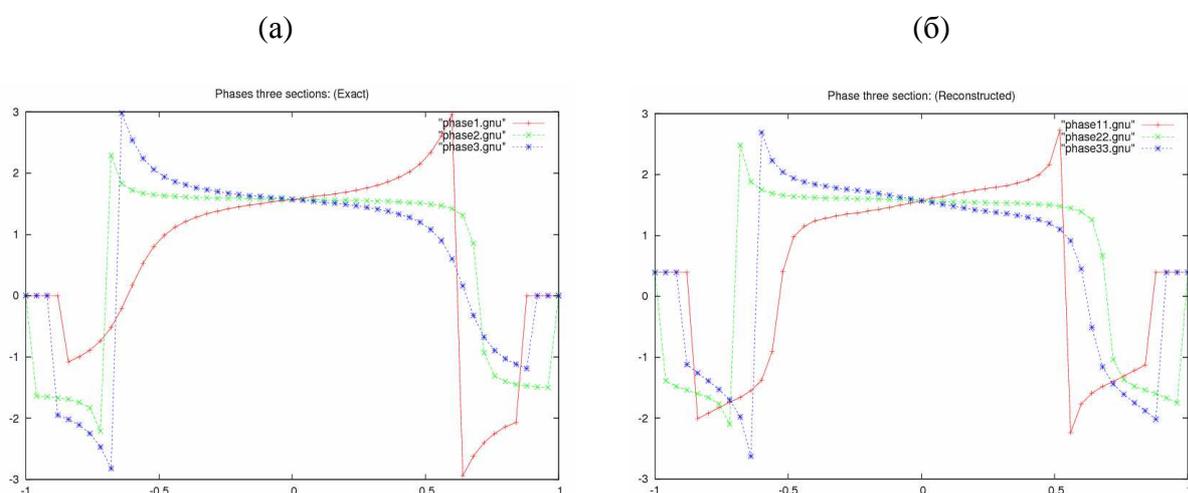


Рис. 3. Распределение фазы поля скоростей в плазме для сечений  $z_1 = -0.49$  (- + -),  $z_2 = 0.02$  (- × -),  $z_3 = 0.36$  (- \* -) :

(а) для точной модели;

(б) для восстановленной модели

Автор результата: к.ф.-м.н. А.Л. Баландин.



3. В обобщение результатов В.В. Румянцева, В.В. Болотина, Ф.Л. Черноусько, В.Г. Вильке, Ф. Кларка и др. предложено представление математических моделей сложных механических систем, содержащих как подсистемы с конечным числом степеней свободы, так и звенья с распределенными параметрами, в виде абстрактных дифференциальных уравнений Лагранжа (субдифференциальных включений при негладких функционалах диссипативных и потенциальных сил) в банаховом пространстве, сопряженном к банахову пространству обобщенных конфигураций, вложенному в гильбертово пространство скоростей. Это позволяет формализовать вывод уравнений движения широкого класса гетерогенных управляемых механических систем, в том числе с разрывными силами, придать большую универсальность исследованиям их устойчивости, полнее учитывать особенности лагранжевой структуры моделей. Дано приложение к задаче стабилизации деформируемого спутника на эллиптической орбите.

*Автор результата: к.ф.-м.н. Р.И. Козлов.*

4. Разработан способ стабилизации до равномерной асимптотической устойчивости положения равновесия нелинейной механической системы при заданном нестационарном поле позиционных сил за счет присоединения однородных потенциальных, специальным образом выбранных гироскопических и линейных диссипативных сил. При этом неконсервативная компонента силового поля в замкнутой системе не компенсируется, хотя и учитывается при конструировании управления. Полученные результаты открывают новые возможности управления движением объектов в нестационарных нелинейных силовых полях.

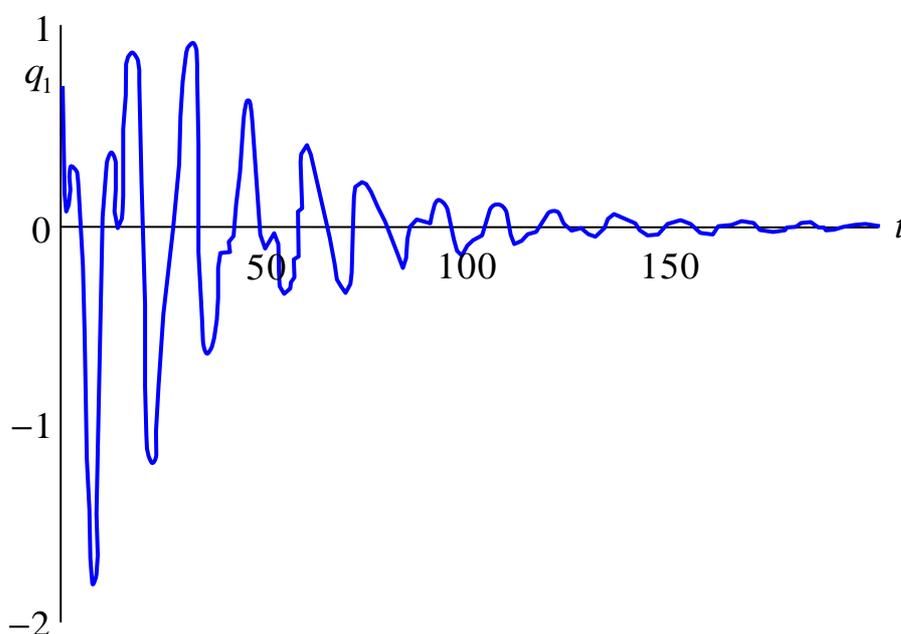
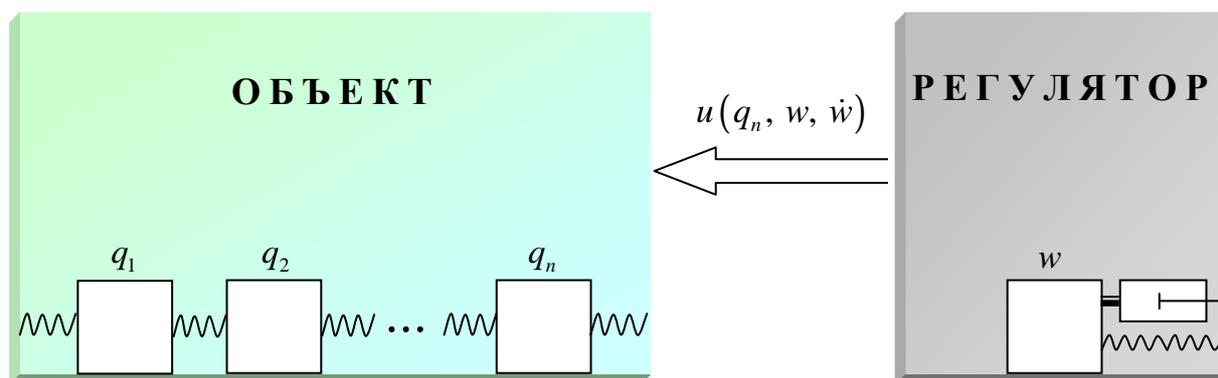


Рис. 4. Стабилизация положения равновесия механической системы

Автор результата: к.ф.-м.н. А.А. Косов.

5. Выделен класс нелинейных алгебро-дифференциальных систем (АДС), которые могут наследовать качественные свойства, присущие линейной системе первого приближения. Этот класс включает в себя АДС, обладающие так называемой эквивалентной формой, в которой разделены «дифференциальная» и «алгебраическая» части. Впервые предложена методика исследования по первому приближению качественных свойств существенно нелинейных АДС произвольно высокого индекса неразрешенности, которая послужила основой для получения критериев локальной управляемости. Применение этого подхода позволит исследовать и другие качественные свойства общих нелинейных АДС и в конечном



итоге построить отсутствующую в настоящее время локальную качественную теорию таких систем.

*Автор результата: д.ф.-м.н. А.А. Щеглова.*

6. Дано полное описание поведения множеств достижимости при больших временах для линейных периодических систем с импульсным управлением. Получены асимптотические формулы для множеств достижимости и их форм. Найден масштабирующий матричный множитель, который определяется по матрице системы. Дано явное описание нормализованного множества достижимости. Построена модель аттрактора предельных форм множеств достижимости.

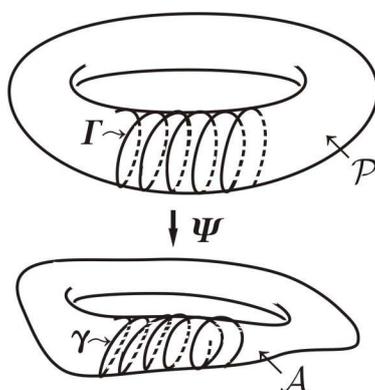


Рис. 5. Аттрактор  $A$  параметризуется гладким многообразием  $P$  специальной структуры, являющимся расслоением над окружностью с торическим слоем. Имеется непрерывное отображение  $\Psi$  из  $P$  на  $A$ . При этом кривая  $\gamma$  форм множеств достижимости асимптотически близка образу при отображении  $\Psi$  выделенной кривой  $\Gamma$ , плотной в  $P$ .

*Автор результата: к.ф.-м.н. Е.В. Гончарова.*

7. Разработан точный алгоритм отделения для многогранника задачи о рюкзаке. Особенность метода заключается в поиске отсекающей гиперплоскости на проекции многогранника задачи в пространство дробных переменных и ее дальнейшее расширение в исходное пространство. Алгоритм применен для решения обобщенной задачи о назначениях и задачи о  $p$ -медиане с ограничениями на ресурсы методом ветвей и отсечений. Вычислительный эксперимент (рис. 6) демонстрирует эффективность предложенного подхода по сравнению с известными методами, как по времени счета, так и по качеству полученного решения.

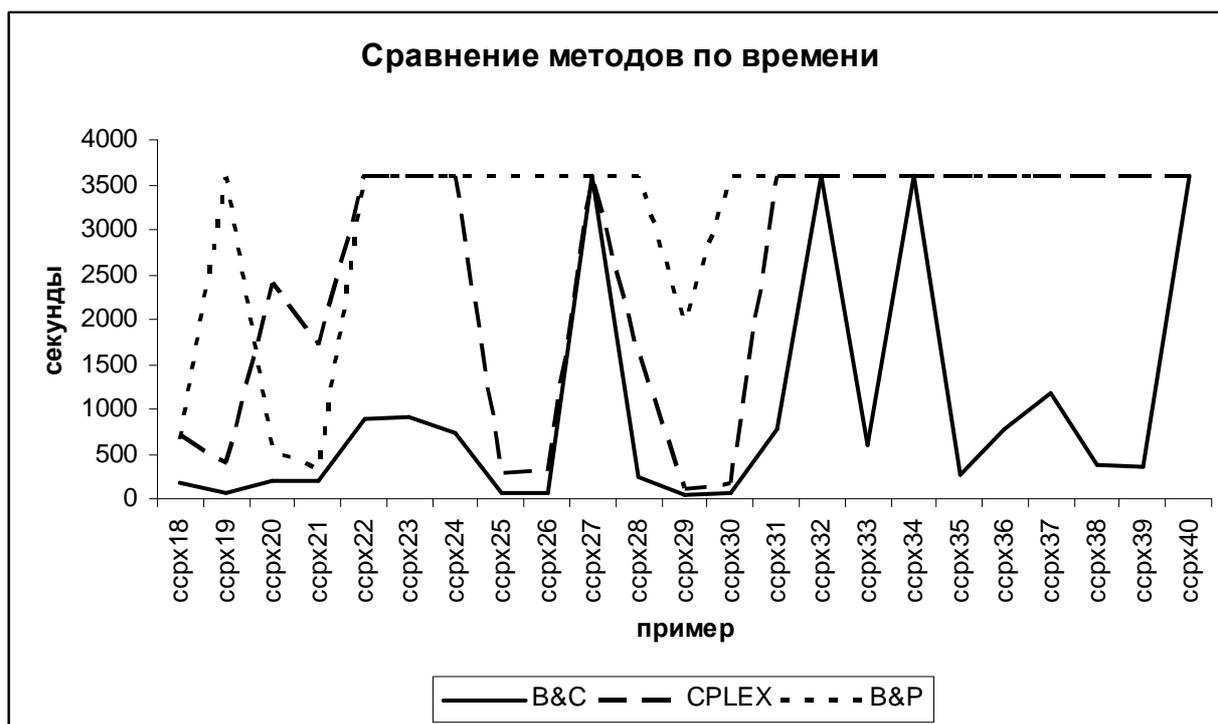


Рис. 6. V&C – предложенный метод, CPLEX – коммерческий решатель ILOG CPLEX, V&P – метод ветвей и оценок

Автор результата: к.ф.-м.н. И.Л. Васильев.

8. Разработана новая методика отыскания оптимальных решений в задачах двухуровневого программирования, основанная на теории глобального поиска. Используется сведение двухуровневых задач к семейству невыпуклых задач математического программирования с билинейной структурой, обладающие большим количеством локальных решений, не являющихся глобальными. Для отыскания решения невыпуклых задач предложены новые методы локального и глобального поиска. Разработанные методы протестированы на сериях специально сгенерированных линейно-линейных и квадратично-линейных двухуровневых задач различной сложности и достаточно большой размерности (до 150x150).

Авторы результата: д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский, к.ф.-м.н. А.В. Орлов, асп. А.В. Малышев.

9. Создана система извлечения табличной информации из документов всех широко используемых форматов (DOC, XLS, PDF, HTML, ASCII - текст). Система на основе метафайлов обеспечивает, в отличие от существующих, автоматическое



обнаружение таблиц, сегментацию таблицы на отдельные ячейки, функциональный анализ таблицы – выделение заголовков и значений, структурный анализ таблицы, определение связей между ячейками таблицы. Система показала высокую эффективность предложенных технологий при обработке таблиц в научно-технических изданиях, медицинских статистических сборниках, финансовых документах.

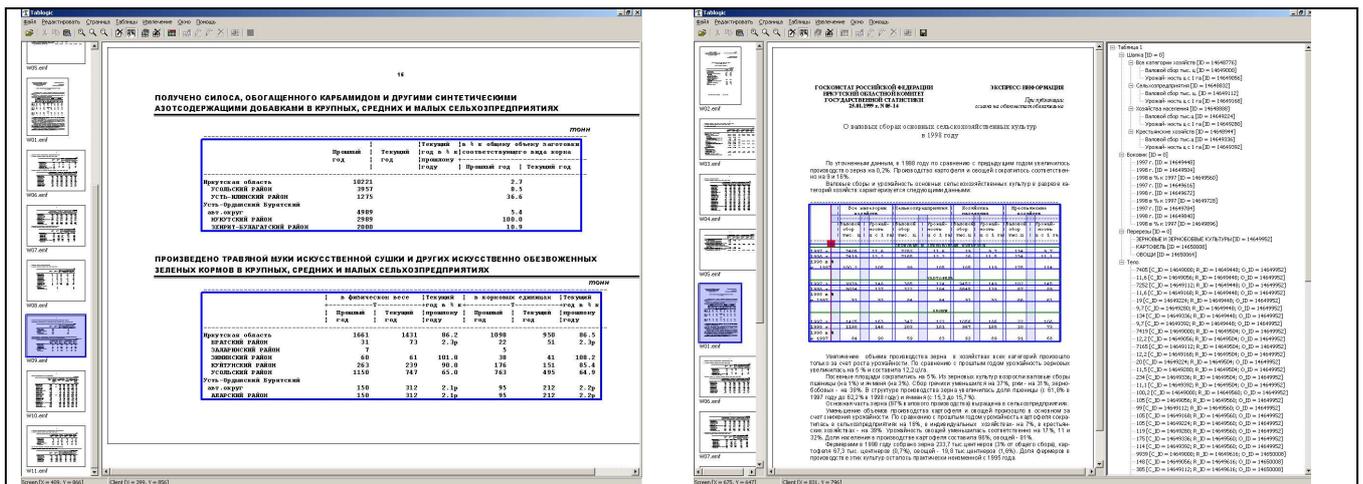


Рис. 7. Система извлечения табличной информации из документов разных форматов

Авторы результата: чл.-к. РАН И.В. Бычков, к.т.н. Г.М. Ружников, к.т.н. А.Е. Хмельнов, А.О. Шигаров.

10. Разработана и реализована в виде пакета прикладных программ технология крупноблочного распараллеливания SAT-задач, кодирующих проблемы обращения дискретных функций. Особенностью предложенного подхода является прогнозирование параметров оптимальной в смысле вычислительных затрат декомпозиции исходной SAT-задачи. Технология успешно применена в криптоанализе генераторов поточного шифрования: порогового, суммирующего и генератора Гиффорда.

Автор результата: асп. О.С. Заикин.