

### **ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ 3.10.**

#### **ТЕОРИЯ СИСТЕМ; ОБЩАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ И ДРУГИМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, ВЫЧИСЛЕНИЙ И СЕТЕВЫХ СВЯЗЕЙ; ТЕОРИЯ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ; ГРУППОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ; РАСПРЕДЕЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

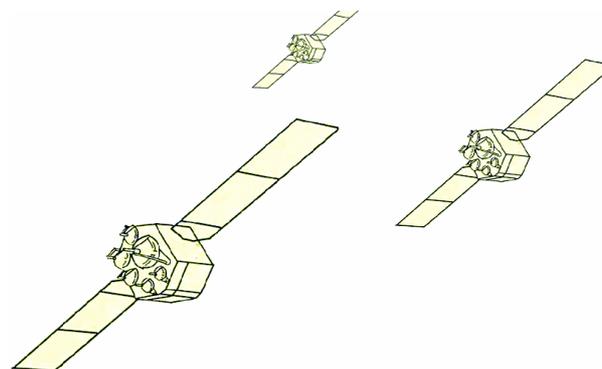
##### **Программа 3.10.1. Математическая теория управления при возмущениях и неопределенности**

В Институте динамики систем и теории управления развит метод редукции в качественном анализе устойчивости и других динамических свойств нелинейных и разнородных (гетерогенных) по своему математическому описанию динамических систем, в том числе с приложениями к прецизионному управлению космическими аппаратами наблюдения и другими движущимися объектами. При этом допускается наличие в модели различных параметрических и других неопределенностей и возмущений, а нелинейности, в том числе по управлению и измерениям, предполагаются монотонно ограниченными. Преложены конструктивные алгоритмы редукции (уменьшения сложности исследуемых моделей) путем построения вспомогательных (редуцированных) моделей в классе непрерывно-дискретных по времени, а редукторов (аналогов функции Ляпунова) — в форме «векторных норм». Рассмотрены приложения к актуальным задачам группового управления (рис. 8) и показана эффективность использования этого подхода в новых задачах устойчивости взаимного расположения движущихся объектов группировок (агентов) и построения оценок качества управления группировки в условиях различных внутренних и внешних неопределенностей и неполноты измерений параметров собственного и взаимного движения агентов.

В том же Институте получены условия асимптотической устойчивости и неустойчивости положения равновесия механических систем при нестационарном доминировании диссипативных сил. Условия имеют вид обычных требований к потенциальной энергии и ограничений на скорость роста коэффициента при диссипативных силах. Для неавтономных механических систем с полным набором сил получены условия экспоненциальной устойчивости положения равновесия, формулируемые в

терминах границ собственных и сингулярных чисел матричных коэффициентов уравнений возмущенного движения; при задаваемых отдельных нестационарных потенциальных или неконсервативных позиционных силах предложены способы стабилизации до экспоненциальной устойчивости за счет прочих сил. Полученные результаты открывают новые возможности управления движением объектов в нестационарных силовых полях и с нестационарными законами сопротивления среды.

Для нелинейных алгебро-дифференциальных моделей общего вида, возникающих в актуальных технических и других видах приложений, разработаны алгоритмы их преобразования к эквивалентным формам, в которых разделены «алгебраическая» и «дифференциальная» части. На этой основе получены результаты о существовании решения начальной задачи для вырожденной линейной непрерывно-дискретной по времени системы, а также найдены описания многообразий решений (гиперповерхностей в евклидовом пространстве, которым принадлежат согласованные начальные данные).



**Рис. 8.** Задача группового управления — задача устойчивости взаимного расположения движущихся объектов (агентов).



**Рис. 9.** Система имитационного моделирования в управлении надежностью и безопасностью уникальных механических систем.

Для задач оптимального управления логико-динамическими системами, представляющими класс смешанных дискретно-непрерывных по времени динамических управляемых систем, где дискретная компонента — целочисленная функция с конечным числом скачков, на основе достаточных условий оптимальности Кротова разработаны численные методы последовательных улучшений управления первого и второго порядков, в том числе приводящие к скользящим режимам. Такие задачи часто встречаются при описании технологических, социально-экономических и других процессов. Разработан метод глобального поиска и создан программный комплекс для решения невыпуклых задач оптимального уп-

равления линейной по состоянию системой с целевым терминальным функционалом, представленным в виде разности двух выпуклых функций.

Разработана имитационная модель динамики состояний сложных технических систем, находящихся под воздействием механофизико-химических факторов (рис. 9). Разработана технология автоматизации исследований на модели с использованием компонентной сборки требуемой системы из функциональных компонентов. Для реализации прецедентного компонента предложена гибридная модель, включающая модели прецедентов, продукционную модель и математические модели.