А.Н. ЧЕРНОДУБ, И.В. МОКРОВ, М. В. КАРАВАЕВ, А.А. ЖДАНОВ

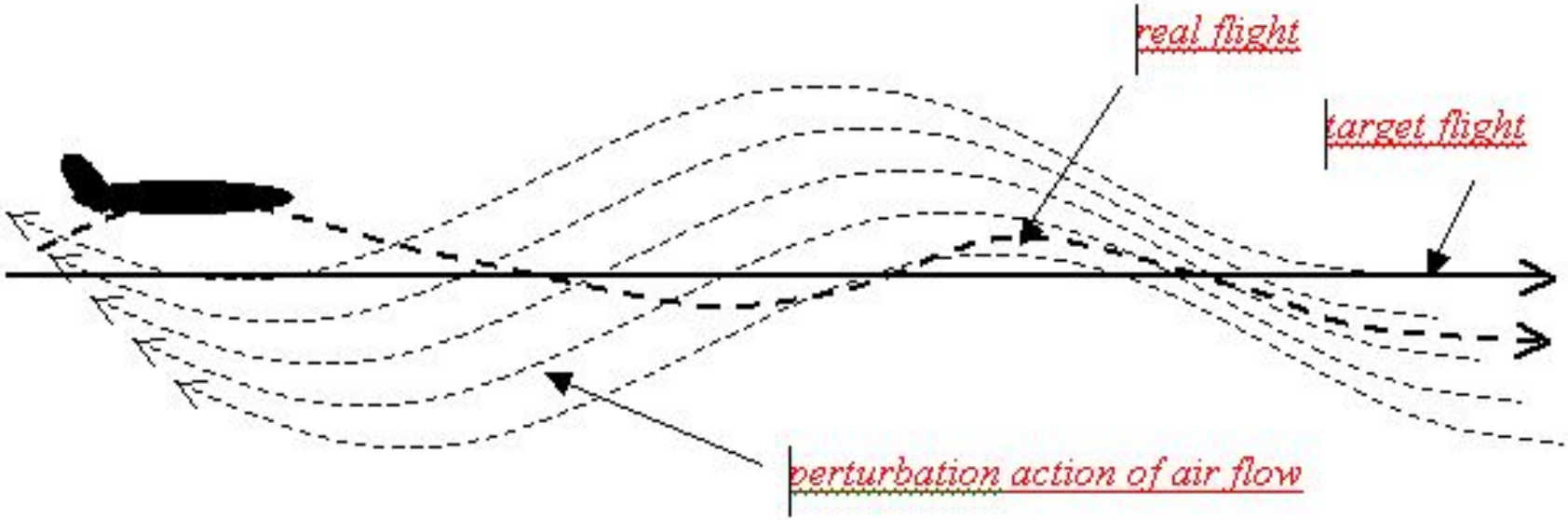
Институт Системного Программирования РАН, Москва
Web-site: http://www.aac-lab.com
E-mail: alexander.zhdanov@ispras.ru

Прототип аварийно-устойчивого автопилота на основе бионического метода «Автономного Адаптивного Управления»

Докладчик: А. Н. Чернодуб

Москва, 2006

Постановка задачи моделирования



- target flight – целевая траектория полёта
- perturbation action of airflow – восходящие и нисходящие потоки воздуха
- real flight – скорректированная автопилотом траектория полёта

Принцип действия традиционных автопилотов

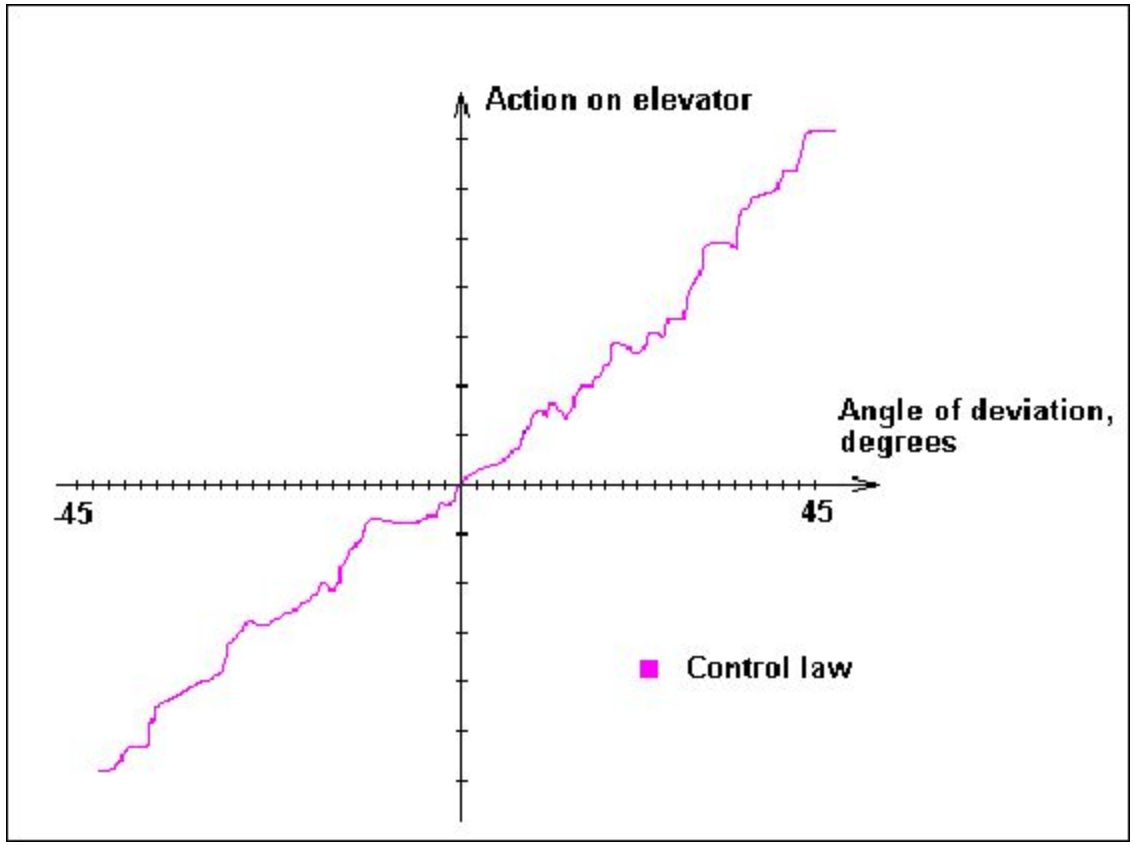
$$\delta = k_1 \Delta\phi + k_2 \frac{d\Delta\phi}{dt} + \ldots$$

δ - нужный угол отклонения руля высоты

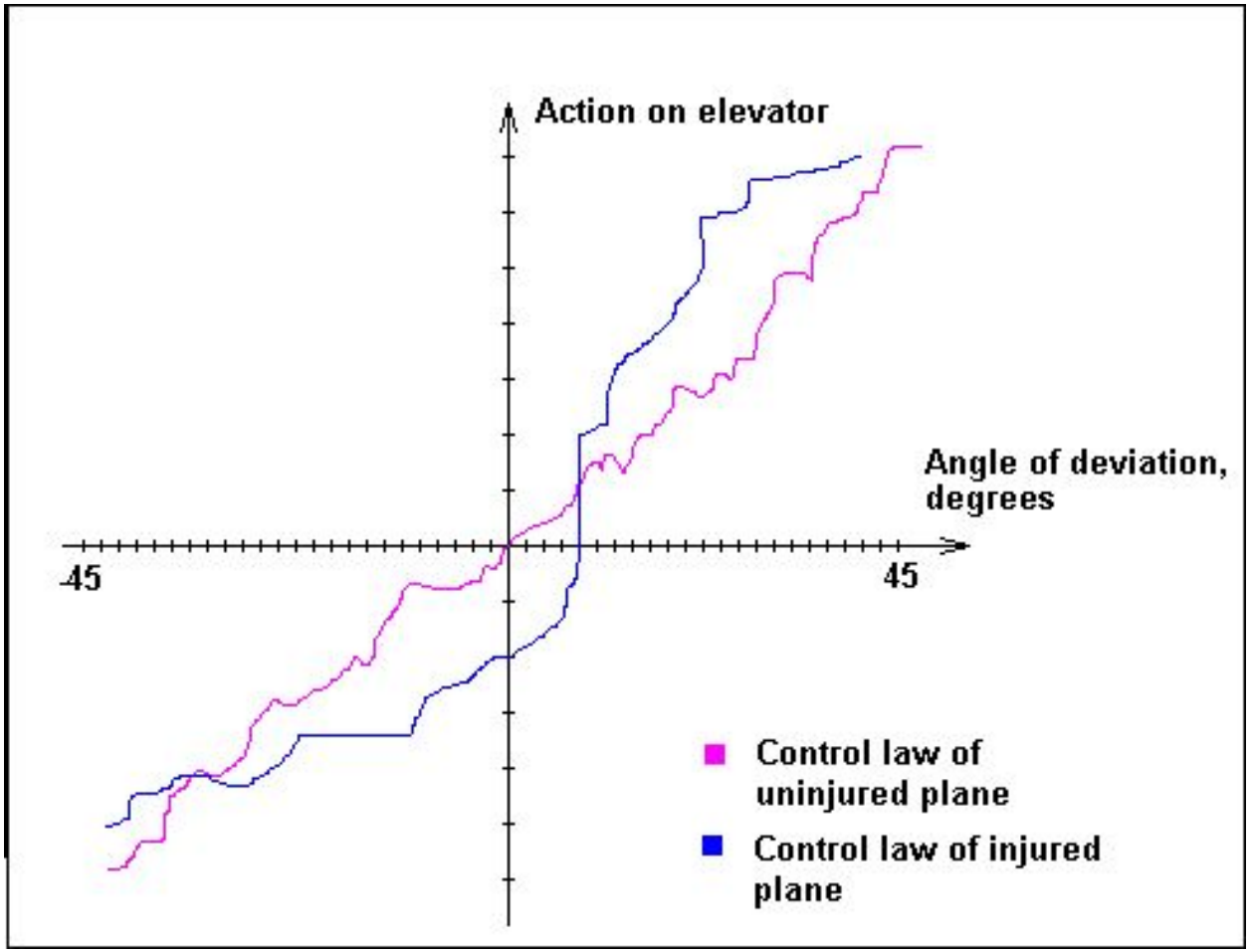
ϕ - текущий угол тангажа

$k_1, k_2, \ldots, k_n$ - передаточные числа

Вид закона управления ЛА



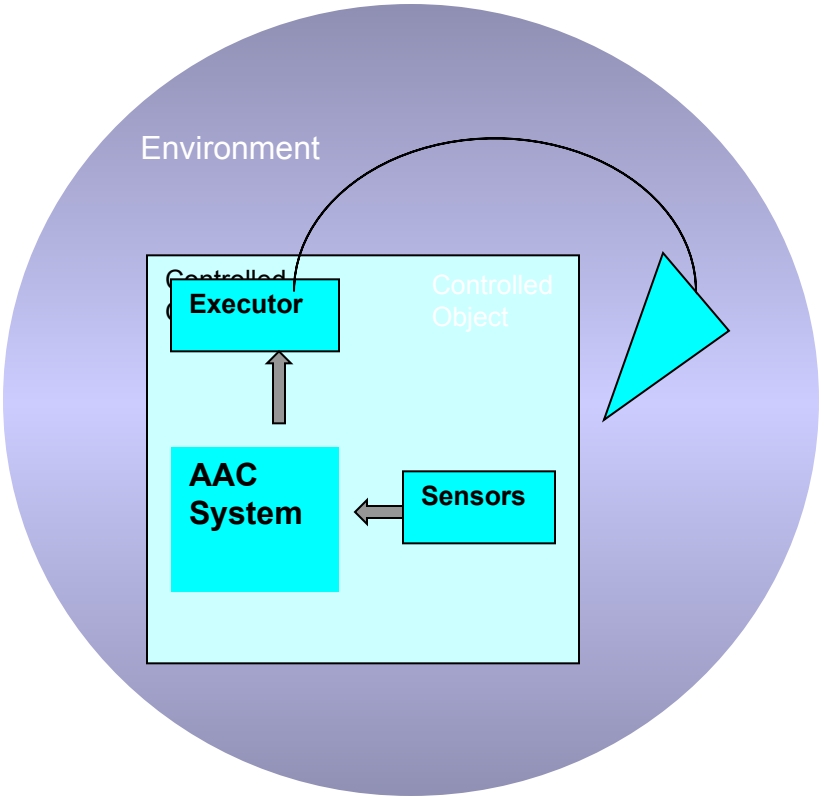
Фактическое изменение закона управления вследствие возникшей нештатной ситуации



Метод Автономного Адаптивного Управления (ААУ)

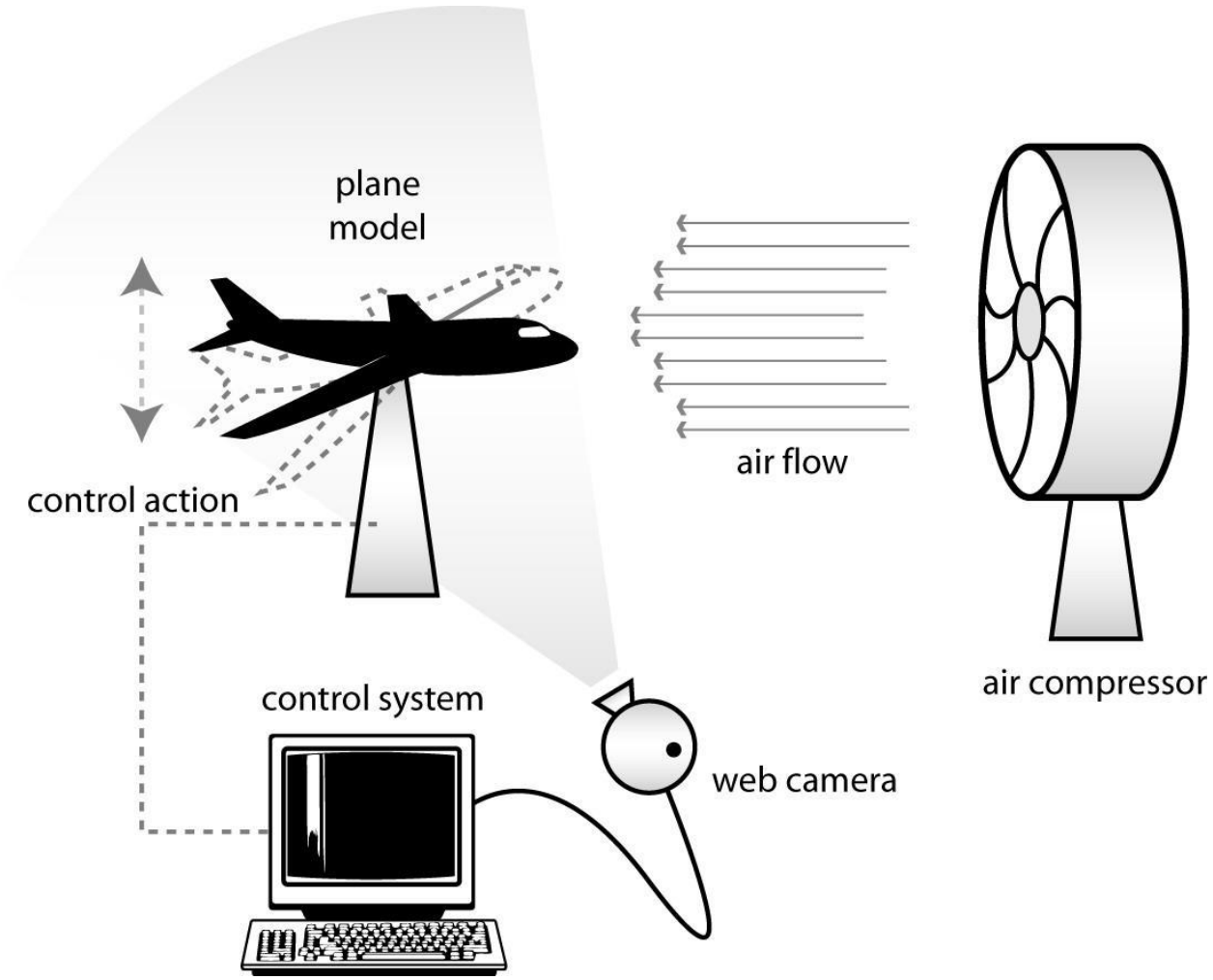
Управление объектом осуществляется без использования математической модели объекта.

Способ управления получается на основе знаний, эмпирически накопленных во время работы системы.

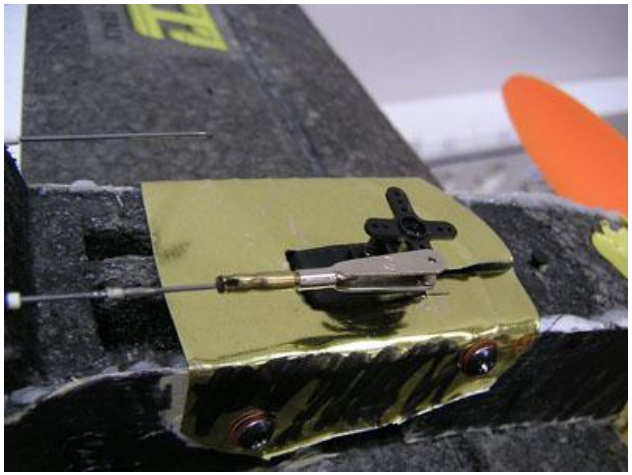


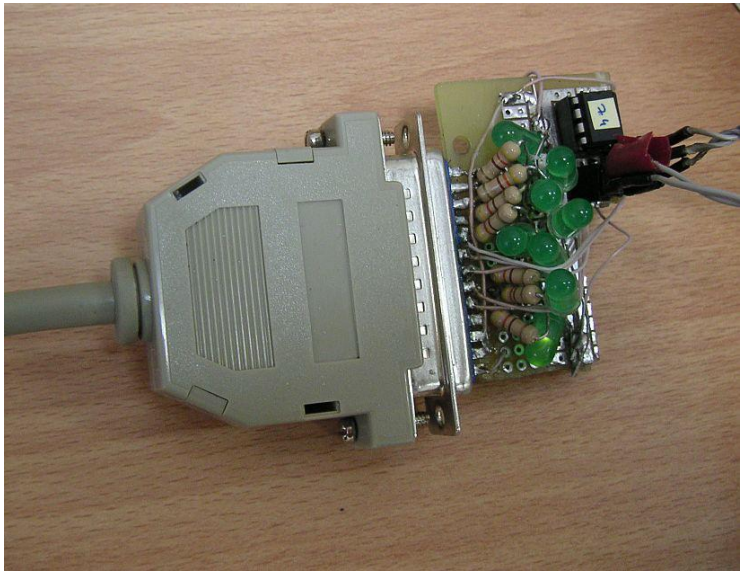
- большая независимость системы управления от свойств объекта управления (самолета)
- способность системы управления приспосабливаться к потенциально меняющимся свойствам объекта управления

Стенд для моделирования эксперимента

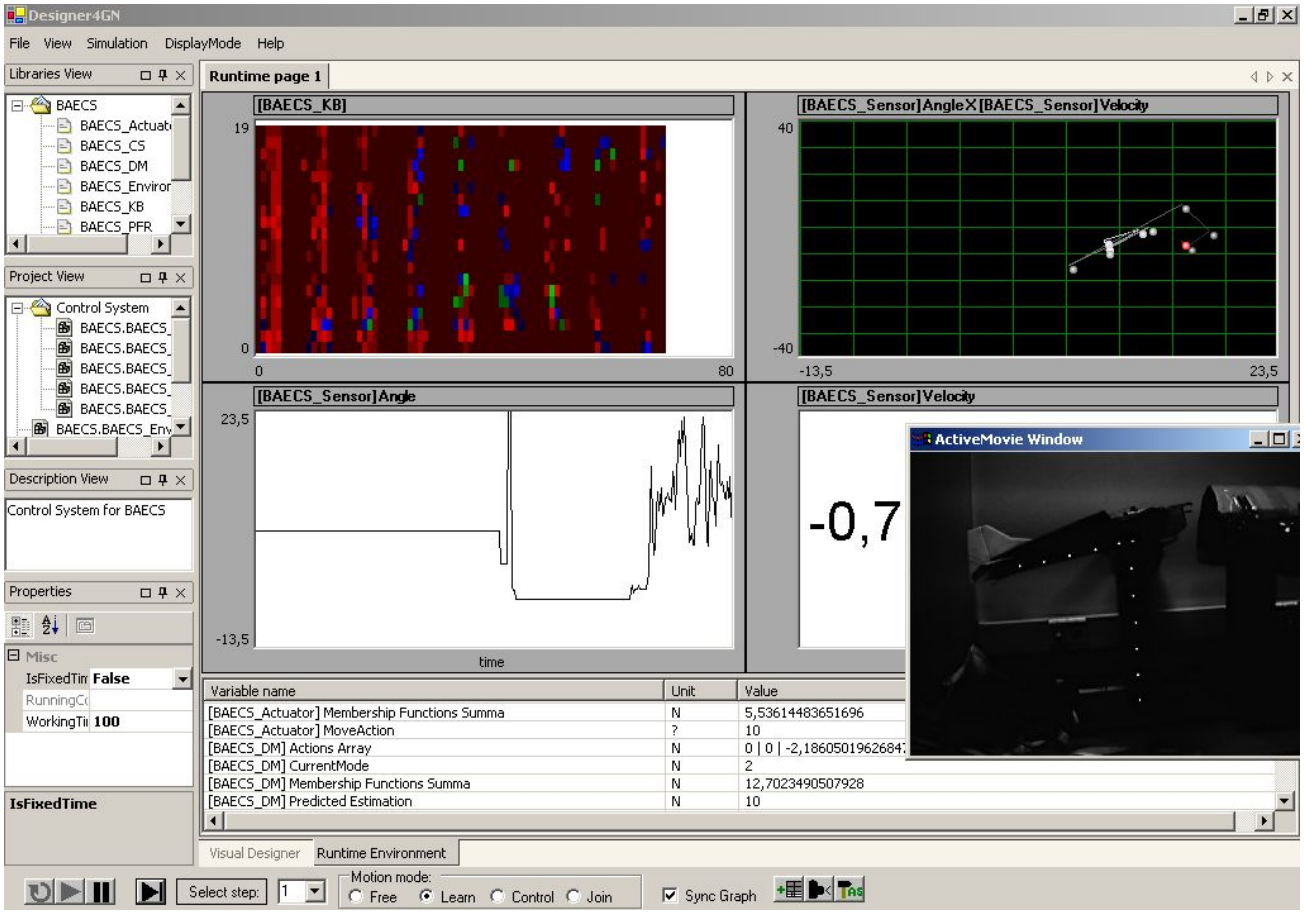


Стенд для моделирования эксперимента / 2





Использование инструмента 4GN



- ускорение времени разработки
- наличие базовых библиотек компонентов управляющих систем
- визуальный интерфейс разработки
- удобство в отладке системы
- возможность работы с hardware

Управление неповрежденной моделью ЛА

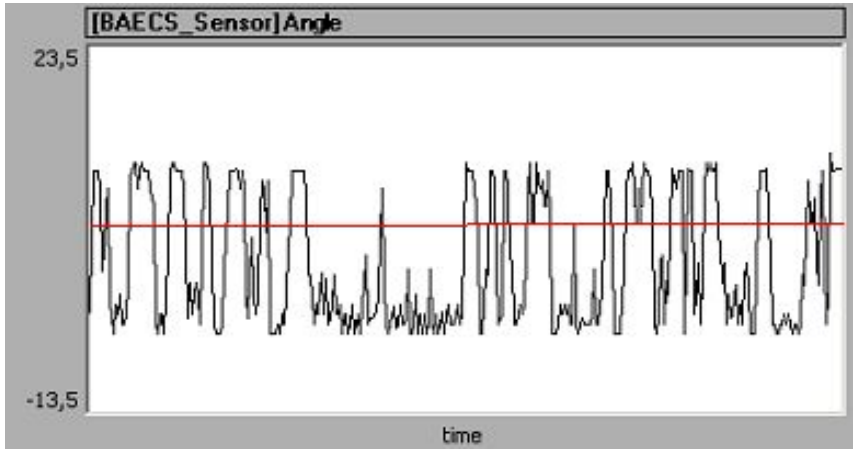


Рис. 1. Режим обучения и управления неповрежденной модели самолета

Адаптация к изменившимся свойствам объекта управления

Рис. 2. Режим управления поврежденной модели самолета

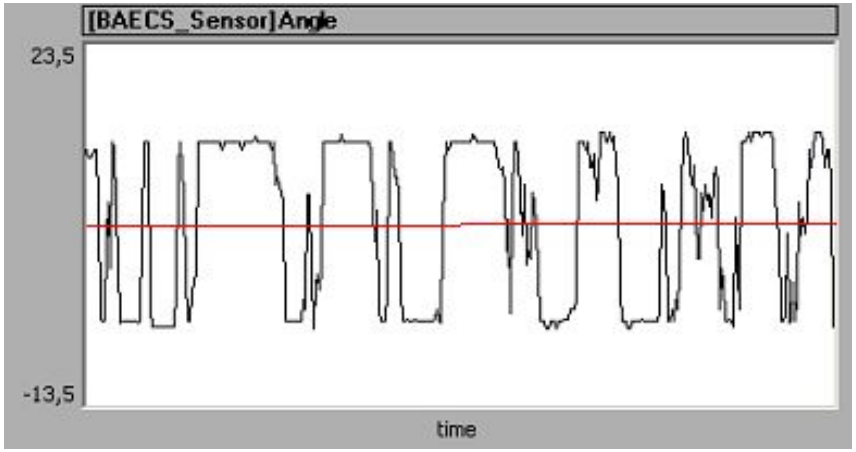


Рис. 3. Режим управления поврежденной модели до-обучившейся системой

Основные полученные результаты:

1. Разработана и изготовлена физическая модель самолёта и окружающей среды.

2. На основе метода автономного адаптивного управления разработана адаптивная система управления самолетом (адаптивный автопилот).

3. Исследована возможность применения метода ААУ к разработке прикладных адаптивных систем автопилотирования ЛА.

4. Смоделирована аварийная ситуация и показан процесс выработки нового стереотипа поведения, улучшающий качество управления.

Список литературы:

1. Савельев В. В., Основные элементы системы стабилизации самолет-автопилот. Законы управления автопилотов: Учеб. Пособие. Тул. политехн. ин-т. - Тула: ТулПИ. - 1990. - 63 с
2. Журнал “Signal Magazine” # 2, 1991, с. 19.
3. Жданов А.А. Метод автономного адаптивного управления // Известия Академии Наук. Теория и системы управления, 1999, № 5, с. 127-134.
4. Жданов А.А., Беляев Б.Б., Мамаев В.В., "PILOT" - адаптивная система стабилизации углового движения космического аппарата. Использование принципа автономного адаптивного управления в системе угловой стабилизации космического аппарата "Спектр РГ": Сборник "Информационная бионика и моделирование" (п.ред. акад.Лупичева Л.Н.), Изд-во ГосИФТП, 1995, с.87-114. 27 стр.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
6. Jyh-Shing Roger Jang, Chuen-Tsai Sun, Eiji Mizutani. Neuro-fuzzy and soft computing. Prentice-Hall, 1997.
7. Жданов А.А. О методе автономного адаптивного управления (лекция). Сб. научн. тр. Всероссийской научн.-техн. конференции "Нейроинформатика-2004". М.: МИФИ.