

Антонов С.Ю., С.А. Бутырин С.А., Залялова Р.Г., Платонов С.Н., Сучков Б.К.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Описываемый программный комплекс позволяет создавать имитационные модели (ИМ) систем управления движением (СУД) космических аппаратов (КА), логика функционирования которых описывается в виде асинхронного протокола поведения – временной диаграммы (ВД), включая логику развития аварийных ситуаций при возникновении отказов бортовой аппаратуры (БА) и последующих реконфигурациях системы для восстановления ее работоспособности

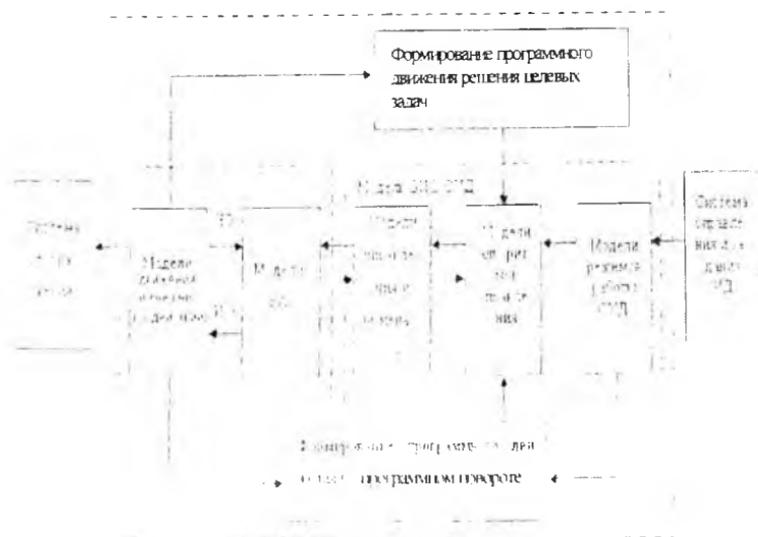


Рис 1

Функциональная схема ИМ СУД КА, показанная на рис 1, включает модели: движения КА с учетом упругих свойств конструкции и внешних возмущающих факторов, бортовой аппаратуры (чувствительных элементов (ЧЭ) и исполнительных органов (ИО)) с учетом возможных отказов, формирования программного движения, модели бортового программного обеспечения (БПО) – том числе модели режимов функционирования, алгоритмов управления, контроля и диагностирования СУД

Моделирующий комплекс создан в среде программирования на языке МАТФОР с использованием метода моделирования процессов, управляемых событиями.

Программная архитектура комплекса показана на рис.2. Модуль main считывает файл начальных условий и параметров и вызывает в цикле интегрирования основную сборку модели, которая в свою очередь вызывает модели компонентов СУД КА, модули пользовательского интерфейса, модули вывода графической информации и модули имитационного (управляемого событиями) моделирования процессов. Чтение ВД осуществляется из модуля EVENT. Выводятся файлы: протокол исполнения ВД и таблица результатов моделирования. Пользователь управляет процессом моделирования через клавиатуру и «мышь» персонального компьютера, перехват сигналов с которых выполняют модули пользовательского интерфейса.

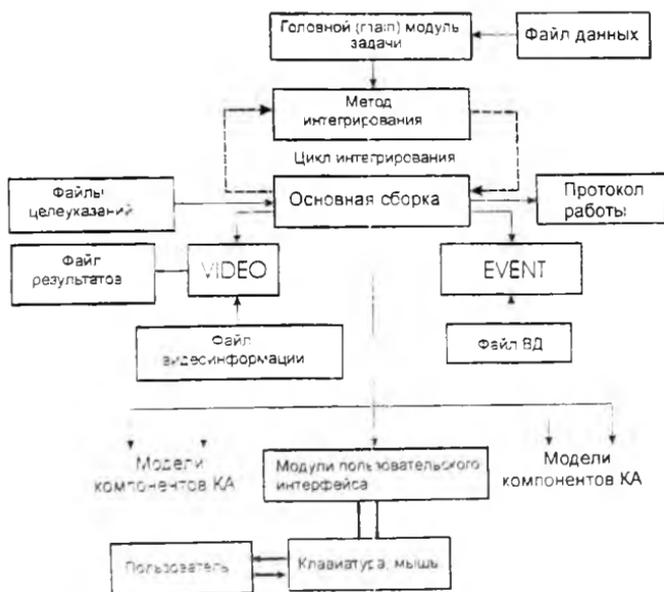


Рис 2

Вид пользовательского интерфейса ИМ СУД показан на рис 3. На рисунке обозначены: 1 – окно графического вывода переходных процессов; 2 – окно состояния СУД, 3 – окно отображения выполнения сценария (режимов ВД), 4 – индикатор выполнения участков текущего режима; 5 – окно отображения диапазона измерения угловых скоростей, 6 – кнопка выхода из ДС; 7 – кнопка меню; 8 – окно вывода текущего модельного времени в секундах, 9 – индикатор Стоп/Счет.

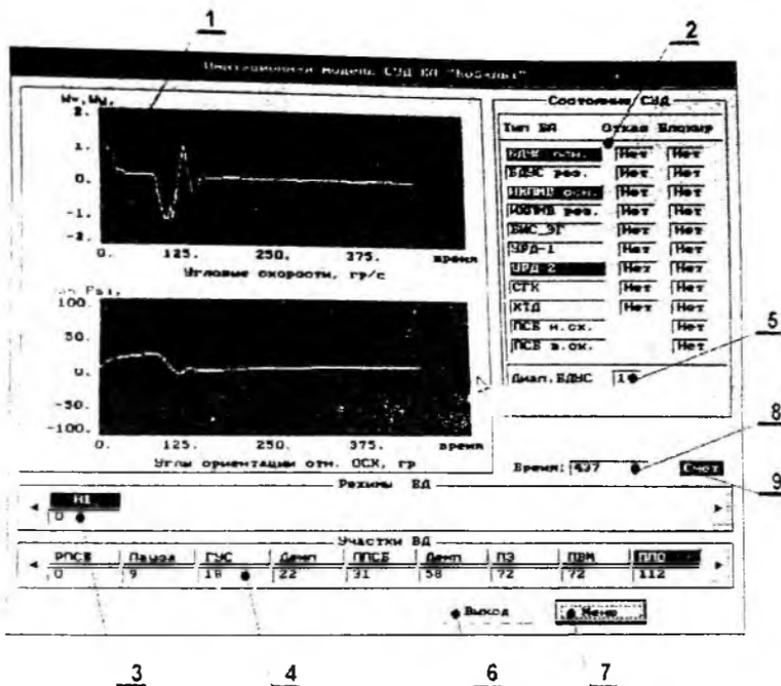


Рис. 3

ИМ включает более 100 моделей компонентов (в том числе моделей БА различной степени детальности описания и моделей - аналогов алгоритмов БПО), используется для анализа динамических процессов в СУД КА и как эталон для контроля функционирования БПО на наземном комплексе отладки (НКО) БПО в штатных и резервных режимах функционирования СУД, включая режим приведения изделия в ориентированное в орбитальной системе координат положение, выдачу корректирующего и тормозного импульса, работу целевой аппаратуры, сброс кинетического момента, астрокоррекцию и др.

В ИМ реализовано получение по локальной сети из НКО параметров программного движения КА и результатов функционирования БПО СУД, что позволяет проводить моделирование при одинаковом составе исходных данных.