



Н.С. Черный, Е.В. Сопченко

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАКРОПРОГРАММ ИНТЕГРАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королёва)

В настоящее время космические аппараты имеют множественное применение, будь то метеорологическая, военная, навигационная, научно-исследовательская и другие сферы деятельности. Функционирование космического аппарата невозможно представить без использования вычислительной техники. Компьютеры осуществляют расчеты и контроль заданных параметров по множеству контуров управления, расчеты прочности, решают задачи навигации, баллистики и многие другие. Перечисленные операции выполняются с помощью нескольких ЭВМ, объединяемых в бортовую вычислительную систему. В памяти бортовой системы размещаются специальные программы, осуществляющие управление отдельными приборами и системами, входящими в комплекс бортовой аппаратуры. Данные управляющие программы (макропрограммы автономного интегрального управления) являются одной из ключевых составляющих комплекса бортового программного обеспечения. Написание макропрограмм зачастую осуществляется программистами, полагающимися на подготовленные специалистами (проектантами) материалы по логике управления бортовой аппаратурой, на языках ассемблерного уровня. Такая практика чревата большими затратами средств и времени, связанными как со сложностью написания, так и с возможным недопониманием между разработчиком и проектантом.

В связи с указанными выше проблемами, а также в связи с возрастающей необходимостью в разработке переносимого бортового программного обеспечения (по ряду экономических, технических и политических причин) и возрастающей сложностью изделий и логики их функционирования, актуальной становится задача о проведении комплекса работ по созданию методов и средств интеллектуальной поддержки процессов проектирования и верифицирования макропрограмм интегрального управления (СИПР МП).

На рисунке 1 представлена структурная схема СИПР МП.

Данные хранятся в текстовых файлах со строго заданной структурой, интерпретируемой средой программного управления для выдачи команд на необходимые устройства бортового комплекса. *Средства визуализации* используются для графического отображения макропрограмм в виде ДРАКОН-схем. *Средства генерации тестов* позволяют получать для макропрограмм наборы отладочных заданий, покрывающих все возможные пути на управляющем графе программы. *Средства документирования* позволяют организовать автоматизированное документирование макропрограмм в формате MS Word.



Рис. 1. Структурная схема СИПР МП

Остановимся подробнее на средствах табличного проектирования макропрограмм.

Средства табличного проектирования предоставляют возможность проектанту работать с макропрограммами в удобном и понятном для него табличном виде. Данный модуль получает на вход адрес проекта базы данных, и в соответствии с выбранным типом макропрограмм отображает необходимые проектанту формы, позволяя модифицировать текущий проект и сохранять изменения в базе данных. Таким образом, после сохранения работы, проект может быть передан в другие модули для генерации покрывающих тестов, графической визуализации или создания документации.

Перед началом работы с модулем, проектанту необходимо выбрать тип управляющих программ, с которыми он будет работать. Макропрограммы типа СЕАНС используются для организации автономного управления бортовыми системами путем формирования и выдачи временной последовательности команд управления, определяемой выданной макрокомандой, и значениями ряда параметров, характеризующих текущее состояние изделия или отдельной системы. Макрокомандой является любая команда, включающая в себя программные действия по определению группы логических последовательностей, которые необходимо обработать программе СЕАНС для формирования набора выдаваемых команд. На рисунке 2 представлена визуализация алгоритма группы логических последовательностей управляющей программы СЕАНС.



The screenshot shows the 'СИПР МП. Редактор СЕАНС. Проект: ТестоваяБД' window. It features a menu bar with 'Выбор БД', 'Просмотр БД', and 'Новый проект'. Below the menu is a tabbed interface with 'Проекты "СЕАНС"', 'Условия', and 'Группы - ЛПГ'. The main area is divided into two tables. The left table lists groups with columns: 'Номер группы', 'Задача', 'Номер команды', and 'Наименование...'. The right table lists LPPs with columns: 'Имя ЛПГ' and 'Описание'. Below these tables are buttons for 'Новая группа', 'Изменить группу', 'Удалить группу', 'Новая ЛПГ', 'Изменить ЛПГ', and 'Удалить ЛПГ'. At the bottom, the 'Алгоритм группы:' section contains a detailed table of logic conditions and actions.

№ гр...	Кол. ЛП...	Условие, Реко...	Время, с	Код команды	Значение, Контроль	Название команды
№ 01	7					Выбор резервного ДУС2
0162	00	У04(4)			ФКПРОЖ=1	Признак конца прожиг
		У04(6)			1НПРОЖ=0	Начало прожиг
		У05(6)			1КПРОЖ=0	Конец прожиг
		У08(6)			РБП1-2=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У09(6)			РБП3-2=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У11(6)			РБП1-4=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У12(6)			РБП3-4=0	Раскрытие боковых панелей БС
		У00(7)			call(123)	
		У06(3)			6<=ТРАБ2А<=9	ток разряда АБ2 измеренный основным датчиком (А)
		КТ,РИ+	0.0	С2471	Вкл ВИП1 ДУ	Включение ВИП1 ДУ
			1.0	К5635	Заявка ПРОЖИГ	Заявка ПРОЖИГ
			481.0	С1003	Контроль прожиг (гр.1)	Контроль прожиг (ГРУППА 1)
01		У04(4)			ФКПРОЖ=1	Признак конца прожиг

Рис. 2. Алгоритм группы логических последовательностей макропрограммы СЕАНС

Макропрограммы типа ДКД (дежурный контроль и диагностика) обеспечивают функции автономного контроля и управления системами изделия. Программы дежурного контроля следят за значениями аналоговых и сигнальных параметров устройств, выбранных в качестве дежурных. В случае выхода хотя бы одного значения за допустимые пределы, программы контроля немедленно запускают диагностику и отключаются. Программа диагностики осуществляет снятие значений аналоговых и сигнальных каналов, формирует векторы текущих состояний, отчетную информацию, а также, в случае необходимости, выполняет отработку заданных рекомендаций для аномальных ситуаций. На рисунке 3 представлен процесс заполнения массива диагностических границ для выбранного параметра телеметрии управляющей программы ДКД.

Макропрограммы типа ФОТИ предназначены для сбора и накопления заданной информации в отчетном поле. Данные программы при каждом включении формируют информацию о состоянии одной группы параметров, которые задаются для каждой подсистемы или прибора, характеризуя ее. Программа ФОТИ считывает адрес набора данных, содержащего информацию о группе параметров и паспорте отчетного поля, и проверяет ее. В случае корректности заданных данных, формируется вектор информации, содержащий снятые значения, номер группы, текущее время в секундах и длину вектора. В противном случае длина вектора обнуляется, и формируется фраза о некорректных входных данных. На рисунке 4 представлена визуализация макропрограммы ФОТИ с хранимой ею информацией.

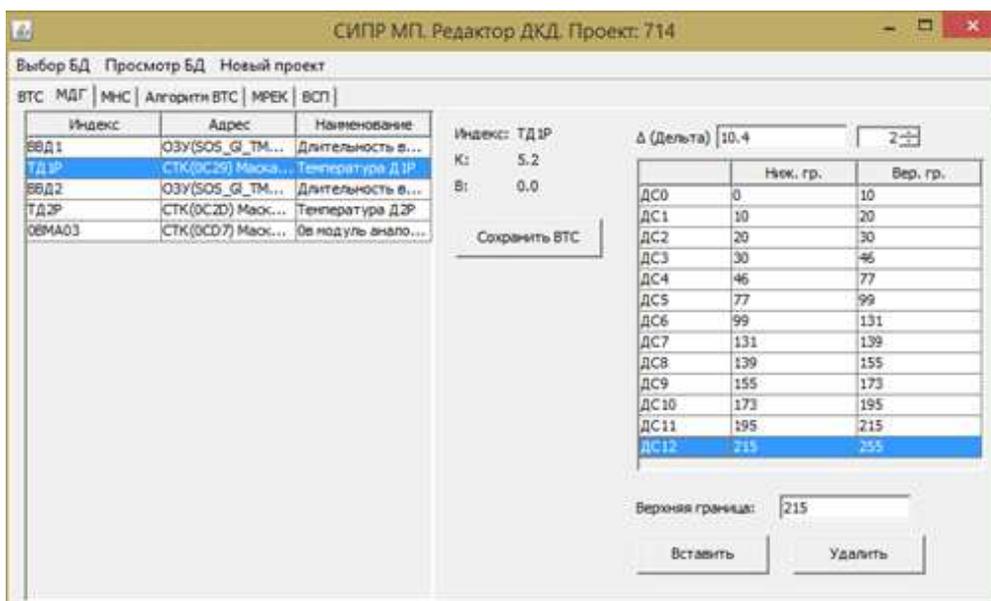


Рис. 3. Заполнение массива диагностических границ телеметрии макропрограммы ДКД

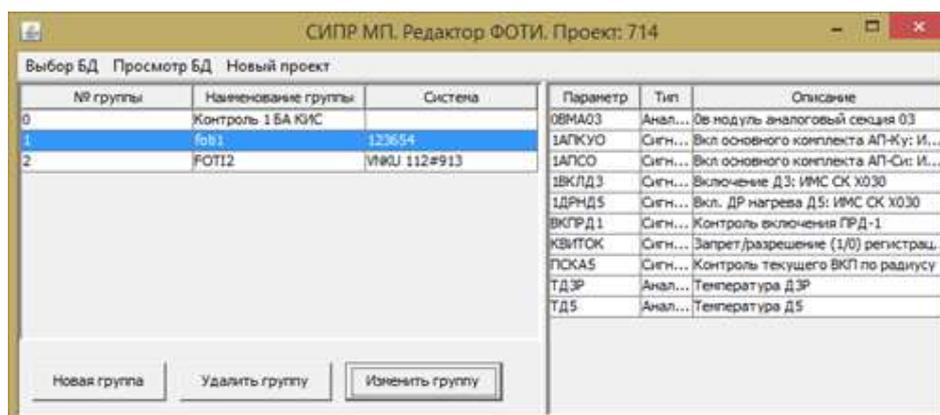


Рис. 4. Визуализация макропрограммы ФОТИ

Таким образом, разработанные табличные средства генерирования управляющих программ интегрального управления позволяют полностью исключить программистов из процесса формирования управляющих алгоритмов для бортовых вычислительных систем.

Ввиду требования переносимости разрабатываемого программного обеспечения, при разработке использовался язык программирования Java, а также среда разработки с открытым исходным кодом NetBeans IDE версии 8.1.

Данная система успешно внедрена и эксплуатируется в составе опытного образца средств интеллектуальной поддержки процессов проектирования и верифицирования макропрограмм интегрального управления в АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнёва».