

УДК 629.78

Трусов В.С.

ВИЗУАЛЬНОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ

Современные летательные аппараты (ЛА) являются характерным примером сложных технических систем, состоящих из большого числа разнообразных подсистем, приборов и агрегатов. Каждый из этих приборов имеет свою степень автоматизации. Некоторые полностью саморегулируемы и, таким образом, не нуждаются ни в каких внешних управляющих воздействиях, но для нормального функционирования системы необходима информация об их состоянии. Однако большинство из имеющихся технических средств взаимодействуют с управляющим микропроцессором. Организуется прием данных от приборов, выдача на них управляющих сигналов, контроль работоспособности, тестирование.

Управление ЛА осуществляется бортовым вычислительным комплексом (БВК), имеющим управляющие и информационные связи со всеми приборами и подсистемами. Он должен обеспечивать согласованную работу всех датчиков, приборов и агрегатов в различных режимах функционирования с целью обеспечения работоспособности аппарата и выполнения им своих задач. Все эти функции реализуются загруженным в память БВК управляющим алгоритмом (УА).

Проектирование бортовых УА является достаточно сложной задачей. Учитывая большое число агрегатов и узлов ЛА, становится очевидным трудоёмкость написания УА. Поэтому актуальным остается вопрос простого и удобного его описания и автоматического формирования.

В связи с этим ставится задача разработать систему визуального конструирования бортовых УА, которая позволяет конструировать алгоритмы в виде временных диаграмм. Требуется разработать средства графического описания УА, ориентированные на разработчика алгоритмов и позволяющие автоматически формировать временные диаграммы. Выходными данными системы должно быть электронное описание временной диаграммы в формате многоходовой модели.

Временная диаграмма УА состоит из множества входов, каждый из которых представляет собой отдельную программу со своим временем запуска. На основе анализа УА выделены следующие графические средства описания алгоритма: функциональные задачи, операто-

ры ветвления, входные и выходные элементы, а также уставки временных интервалов. Пример временной диаграммы приведен на рисунке 1.

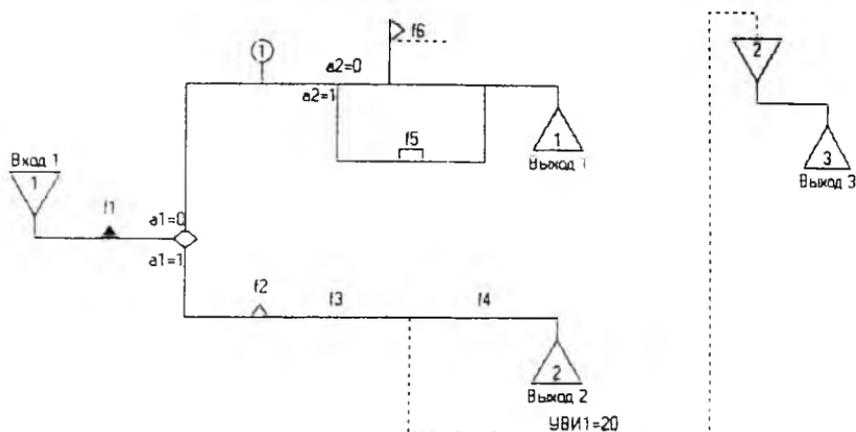


Рисунок 1

В общем случае временная диаграмма управляющего алгоритма может включать в себя 14 различных графических примитивов (рисунок 2), называемых элементами временной диаграммы.

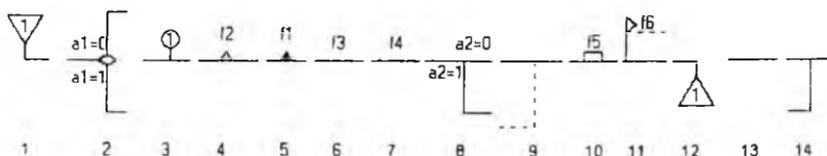


Рисунок 2

Анализируя смысловую нагрузку элементов, все множество графических элементов можно представить в виде объединения шести непересекающихся множеств: входных элементов, операторов ветвления, функциональных задач, временных уставок, закрывающих элементов и выходных элементов:

$$E = I \cup A \cup F \cup U \cup C \cup O.$$

Для каждого элемента определим внешние точки, соответствующие точкам пересечения линии элемента с его контуром. Точки, принадлежащие левой стороне контура, будем называть входными внешними точками, а точки, принадлежащие правой стороне, - выходными.

На множестве элементов $E = \{e_1, \dots, e_n\}$ вводятся следующие отношения:

1. Отношение смежности: $e_j \rightarrow e_i$, если выходная внешняя точка элемента e_i совпадает с входной внешней точкой элемента e_j .
2. Отношение следования: $e_i > e_k$, если существует такая последовательность элементов e_1, \dots, e_m , что $e_1 = e_i$, $e_m = e_k$ и $e_{k+1} \rightarrow e_k \forall k \in (1, \dots, m-1)$. Отношение следования есть отношение строгого частичного порядка.
3. Отношение связности: $e_i \leftrightarrow e_j$, если существует элемент (оператор ветвления) $e_k \in A$ такой, что $e_i > e_k$ и $e_j > e_k$. Отношение связности является отношением эквивалентности.

Смежные элементы объединяются в деревья. Деревом элементов будем называть множество элементов $E_D = \{e_1, e_2, \dots, e_N\}$, содержащее один входной элемент, для которого все остальные элементы дерева будут последующими. Множество элементов дерева может содержать один или более выходных элементов. Для каждого элемента должны существовать предшествующие и следующие элементы. Для любых двух различных элементов e_i и e_j одного дерева справедливо хотя бы одно из следующих утверждений:

1. $e_i > e_j$;
2. $e_j > e_i$;
3. $e_i \leftrightarrow e_j$.

Деревья могут быть связаны друг с другом временными уставками. Таким образом, представление временной диаграммы на графическом языке можно описать следующим образом: $\Gamma(\text{ВД}) = \langle D, P \rangle$, где D – множество деревьев, P – бинарное отношение связности между деревьями.

На временной диаграмме введем следующие операции: добавление элемента, удаление элемента, добавление пустого дерева, разбиение дерева на два и удаление дерева. Процесс построения временной диаграммы в визуальном конструкторе можно представить в виде индуктивной последовательности: $\Gamma(\text{ВД})_0, \Gamma(\text{ВД})_1, \dots, \Gamma(\text{ВД})_t$, где $\Gamma(\text{ВД})_{i+1} = \langle \Gamma(\text{ВД})_i, \text{Op}_i \rangle$, $i=0, \dots, t-1$, где Op_i – какая-либо операция визуального конструктора.

Система визуального конструирования позволяет пользователю конструировать комплексные временные диаграммы с помощью введенного набора операций. Пользователь визуально конструирует временную диаграмму из отдельных элементов, видя их положение на диаграмме и положение диаграммы на листе. Таким образом, пользователь уже во время конструирования сразу видит конечный результат – временную диаграмму управляющего алгоритма.

Основные достоинства системы визуального конструирования:

- графическая оболочка, наглядно отображающая временную диаграмму и позволяющая пользователю распечатывать полученный результат в законченном виде;
- отсутствие текстового входного языка, вместо которого пользователь оперирует различными графическими элементами;
- возможность наглядного редактирования временных диаграмм;
- возможность сохранения данных в формате других систем для дальнейшего преобразования данных.

На рисунке 3 приведен фрагмент тестового примера, используемого для проверки работоспособности программы.

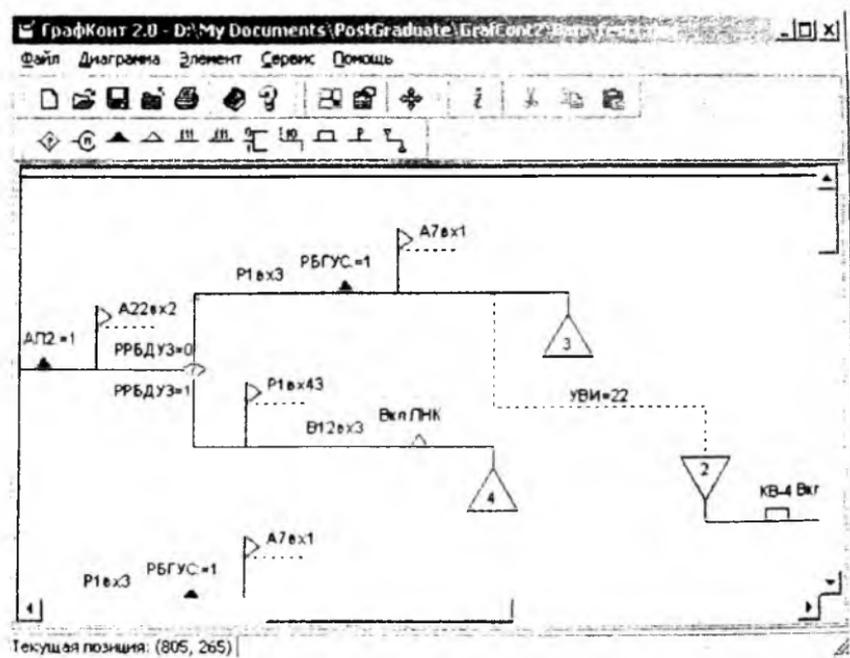


Рисунок 3

Версия системы визуального конструирования находится в эксплуатации в ГНП РКЦ «ЦСКБ - Прогресс» (г.Самара).