



Системы имитации ракет

Виктор Старостин, Евгений Ловков, Николай Васильев

В данной статье на примере конкретной разработки даётся краткое описание аппаратно-программного комплекса системы имитации ракет. Системы имитации ракет предназначены для проверки бортовых систем подготовки пуска, а также тренировки лётного состава и способны на этих этапах исключить необходимость применения дорогостоящих боевых ракет.

Назначение и особенности систем имитации ракет

Одним из новых направлений ЗАО «Элкус» является разработка и создание систем имитации ракет (ИР) для контроля и отладки систем носителя, а также для тренировки и обучения военного персонала, осуществляющего обслуживание и пуски ракет. Системы ИР представляют собой программно-аппаратные комплексы, которые реализованы не только в наземном конструктиве, но и в бортовом исполнении в составе ракеты. Их уникальным свойством является то, что они полностью подменяют системы боевых ракет таким образом, что бортовой вычислитель даже «не догадывается» о подстыковке к нему учебного образца. Вся работа с системой ИР, начиная с цифрового обмена, задания целеуказаний, опроса линий разовых команд и заканчивая имитацией реального токопотребления ракеты и обеспечения пуска, полностью аналогична работе с реальной боевой ракетой.

Хочется обратить особое внимание на системы ИР в бортовом исполнении. Система сконструирована таким образом, что может быть встроена в реальную ракету вместо её боевой части. Такой массогабаритный аналог боевой ракеты в отличие от систем, эмулирующих только цифровой обмен с носителем, позволяет полностью имитировать все возможные ситуации, возникающие в процессе боевой эксплуатации ракеты, а также при выполнении полётных заданий. Такой образец имитатора по своим характеристикам максимально приближен к боевой ракете и

обеспечивает наилучшую проверку всех систем аппаратуры подготовки пуска (АПП) носителя за счёт приближения условий учебных полётов к боевым.

Ещё одним положительным свойством систем ИР является их универсальность. Большой опыт в разработке процессорных, интерфейсных плат и плат ввода/вывода в ЗАО «Элкус», а также применение некоторых покупных аппаратных средств, отличающихся высокой надёжностью и широкой функциональностью, делают системы ИР легко модифицируемыми с точки зрения адаптации к различным ракетным системам.

Таким образом, комплексы ИР позволяют решать целый спектр важнейших задач без необходимости применения дорогостоящих боевых ракет.

Основные технические характеристики систем ИР на примере имитатора ИР-35

Кратко рассмотрим основные технические характеристики имитатора ИР-35.

Имитатор ИР-35 предназначен для проверки и реализации логико-временной диаграммы, а также электрической и информационной стыковки с носителями по двум независимым каналам.

В процессе стыковки обеспечиваются:

- имитация информационного обмена с аппаратурой носителя;
- трансляция цифровой информации в процессе обмена;
- индикация прохождения разовых команд и цифровой информации;

- имитация неисправностей и ошибок информационного обмена;
- проверка линий связи с носителем;
- имитация токопотребления ракеты;
- самоконтроль.

ИР-35 имеет два независимых канала имитации ракет с целью одновременного контроля двух точек подвески носителя и реализации режима одновременного старта.

Каждый канал включает в себя линии приёма-выдачи разовых команд и линии приёма-выдачи цифровой информации по ГОСТ 18977-79 (ARINC 429).

Информационный обмен между ИР-35 и аппаратурой носителя осуществляется в соответствии с протоколом информационного взаимодействия ракеты с аппаратурой носителя. Обмен цифровой информацией реализуется согласно ГОСТ 18977-79 и РТМ 1495-75 (ARINC 429) посредством интерфейсов разработки и производства ЗАО «Элкус».

Трансляция цифровой информации канала РКИО (радиальный канал информационного обмена) в процессе обмена осуществляется через внешний разъём контроллера Ethernet. ИР-35 также позволяет транслировать цифровую информацию канала РКИО реальной ракеты при её стыковке с носителем.

Важной характеристикой ИР-35 является возможность имитации ошибок цифрового обмена и выдачи разовых команд (разрываются соответствующие электрические цепи на бортовом разъёме). Данная возможность позволяет принудительно создавать различные нештатные ситуации для проверки адекватной реакции бортовых систем,

а также для тренировки пилотов в ситуациях, связанных с отказом оборудования.

Имитатор обеспечивает возможность проверки линий связи с носителем (режим ПЛС). Проверка осуществляется путём последовательного сканирования всех используемых контактов бортового разъёма, определения имеющихся на них значений напряжений сигналов и сравнения их с заданными в протоколе. Для решения этой задачи в ИР-35 имеется канал ПЛС. Сигналы с разъёма канала ПЛС проходят через модуль резистивных делителей, обеспечивающий уменьшение значений напряжения на каждой входной линии в 4 раза, и поступают на вход мультиплексора аналоговых сигналов производства компании Advantech. Мультиплексор обеспечивает последовательную коммутацию 16 входных каналов на один выходной канал в соответствии с управляющим кодом, выдаваемым процессорной платой по 8 линиям TTL-сигналов. Далее сигнал с мультиплексора поступает на модуль гальванической развязки и нормализации сигналов, обеспечивающий защиту входного каскада АЦП процессорного модуля от возможных перенапряжений. Текущее значение напряжения на линии

измеряется модулем АЦП производства компании Diamond Systems.

Также в состав ИР-35 входят два модуля управления узлом электронной нагрузки (МУ УЭН), выполненные в конструктиве стандарта РС/104. Модули управления осуществляют формирование управляющих сигналов УЭН, которые обеспечивают имитацию изделий по потребляемому току. Для управления МУ УЭН используются аналоговые сигналы, поступающие из ЦАП процессорного модуля. Значение сигнала, выдаваемого

ЦАП, пропорционально текущему значению потребляемого тока. Самоконтроль ИР-35 осуществляется с помощью специальной контрольной заглушки, которая подключается к стыковочному разъёму тестируемого канала ИР-35.

На рис. 1 и 2 показаны соответственно цифровой блок управления и блок имитатора нагрузок ракеты из состава оборудования системы ИР-35.

Функционирование всей системы осуществляется под управлением программного обеспечения, выполняющегося на процессорной плате собственной разработки. Оптимизированные алгоритмы реального времени, быстрая загрузка, наличие встроенных интерфейсов и флэш-памяти большого объёма позволяют решать сложные задачи, связанные с целеуказанием, сохранением полётной информации и анализом действий пилота.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность применения систем ИР обеспечена отсутствием необходимости изготовления специальной ракеты для проведения стыковок с носителями и обучения лётного состава, а также расширенными возможностями имитатора в части отработки АПП носителя.

Аппаратно-программные решения ЗАО «Элкус» для систем ИР показали свою способность надёжно работать и выполнять сложнейшие задачи в жёстких условиях эксплуатации.

Описанный в статье имитатор ИР-35 защищён патентом на полезную модель № 75079 «Устройство имитации электрического и информационного взаимодействия ракеты с аппаратурой носителя» в 2008 году. ●



Рис. 1. Цифровой блок управления имитатора ИР-35



Рис. 2. Блок имитатора нагрузок ракеты из состава оборудования системы ИР-35

максимальное значение напряжения на линии