



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ЗЕРКАЛО ПОЛЕТА

Рассказ о том, как информация из космоса обрабатывается на Земле

В СООБЩЕНИЯХ об очередных запусках на орбиту привычными стали завершающие слова: «Координационно-вычислительный центр ведет обработку поступающей информации». Что кроется за этой короткой фразой?

Естественно, обработка колоссального количества информации, поступающей с борта космического аппарата, производится с помощью ЭВМ.

Наиболее сложные и многообразны задачи, решаемые наземными ЭВМ, при управлении полетом пилотируемых космических систем, таких, как созданные в январе этого года комплексы «Салют-6—Союз-26—Союз-27» и «Салют-6—Союз-27—Прогресс-1», а также только что летавший «Салют-Е—Союз-27—Союз-28» с интернациональным экипажем.

При полете таких комплексов приходится решать целый ряд информационно-вычислительных проблем, главные из которых: баллистические расчеты, обработка телеметрической информации, автоматизированное радиоуправление и математическое моделирование полетных операций.

Прежде всего необходимо контролировать движение станции и корабля по орбите, прогнозировать прохождение их над станциями слежения, рассчитывать маневры корабля и станции, в том числе для осуществления сближения и сборки космического комплекса, выдавать на станции указания для разворотов и ориентации на заданные районы земной поверхности или небесной сферы при проведении экспериментов. Весь этот перечень задач называется «баллистическим обеспечением полета».

Для расчета и прогноза движения с космического аппарата на Землю передаются сигналы бортовых радиомаяков, которые принимаются станциями слежения. По каналам связи эти сигналы передаются в Центр управления полетом. Здесь в электронно-вычислительных машинах они трансформируются в параметры орбиты космического аппарата. Фактические значения элементов орбиты позволяют прогнозировать движение космического аппарата, а при выполнении маневров путем сравнения этих данных с расчетными оценивается точность их выполнения.

Все эти расчеты необходимо выполнить за считанные минуты, а если учесть, что операции слежения за космическим аппаратом и передачи траекторных измерений происходят на фоне перемещения космического аппарата по орбите со скоростью почти 8 километров в секунду, то очевидно, сколь серьезные задачи возложены на вычислительные средства и математическое обеспечение баллистических расчетов.

На комплексе «Салют-6—Союз» установлено более 3.500 телеметрических датчиков, каждый из которых опрашивается с частотой от раза в минуту до ста раз в секунду. Вся эта информация принимается наземными станциями и кораблями слежения и передается в Центр управления полетом. Общий объем телеметрической информации,

принимаемой в Центре управления за один сеанс связи с орбитальным комплексом, может превышать сто миллионов двоичных единиц. Для того чтобы оценить эту величину, можно привести простой пример: дословная передача текста газетной страницы требует около ста тысяч двоичных единиц информации. Таким образом, за один сеанс связи ЭВМ Центра управления должны «прочитать» информацию, эквивалентную по объему тысяче газетных страниц. Космический комплекс «Салют-6—Союз» находится на орбите уже более трех месяцев, и за каждые сутки с ним проводится по 16 сеансов связи — значит на Землю передана уже целая «библиотека».

Примерно треть принятых телеметрических данных характеризует работу жизненно важных систем космического комплекса: терморегулирования, поддержания газового состава атмосферы в жилых отсеках, электроснабжения, двигательных установок, систем контроля герметичности и медико-биологического контроля состояния экипажа.

Следующую треть данных составляет информация по научным, техническим и народнохозяйственным экспериментам. Для «Салюта-6» сюда относятся измерения, полученные с бортового субмиллиметрового телескопа с автономной системой охлаждения; данные по технологической установке «Сплав», по функционированию многоканального фотоаппарата «МКФ-6М», информация о динамических характеристиках конструкции космического комплекса, полученная в эксперименте «Резонанс», и др.

И, наконец, последняя треть общего объема телеметрии — данные по работе бортовых систем и конструкции комплекса, которые могут быть использованы и не в темпе их передачи на Землю (например, тепловой режим внешних элементов конструкции, данные по работе системы автономной навигации «Дельта»).

Расстояние, которое проходят сигналы телеметрии от бортового передатчика до приемных устройств Центра управления, может составлять десятки тысяч километров. Так, при передаче данных в Центр управления при пролете космического комплекса над морским кораблем слежения, расположенным в районе острова Куба, сигнал проходит путь: космический аппарат — корабль слежения — спутник связи «Молния» — наземный приемный пункт — Центр управления полетом. Эта трасса составляет более 70.000 километров спутниковых и наземных каналов связи. Естественно, что при передаче больших потоков информации на такие расстояния к полезным сигналам неизбежно добавляются помехи. Так вот, первой задачей математического обеспечения обработки телеметрической информации в Центре управления является выделение из принятых данных достоверной информации, отсеивание помех.

Информация, передаваемая с борта космического аппарата, конечно, не изменяется в каж-

дый момент времени по всем из 3.500 телеметрических датчиков — давление и температура в рабочих отсеках станции стабильны, практически не изменяются параметры двигательной установки между маневрами и т. д. Поэтому второй задачей математического обеспечения обработки телеметрии является выделение из принятых данных существенной информации, т. е. отличающейся от ранее переданной. А третья задача математического обеспечения — преобразование принятых электрических сигналов в физические значения контролируемых параметров.

По жизненно важным системам космического комплекса, помимо обработки каждого принятого сигнала в отдельности, осуществляется еще и автоматический анализ их совокупностей, т. е. анализ состояния отдельных бортовых систем и космического аппарата в целом. Таким образом, специалисты Центра управления полетом в темпе приема телеметрии получают «машинный диагноз» состояния жизненно важных систем космического комплекса.

По результатам баллистических расчетов и анализа телеметрии Центр управления занимается подготовкой и автоматизированной передачей на станции слежения, а оттуда на борт космического аппарата радиоконанд и программ.

Для решения перечисленных задач Центр управления полетом оснащен многомашинным информационно-вычислительным комплексом универсальных и специализированных ЭВМ большой производительности.

Крупная математическая задача решается в процессе подготовки к полету при создании комплексного моделирующего стенда космического корабля и станции. Дело в том, что при возникновении в полете непредвиденных нештатных ситуаций необходимо иметь на Земле инструмент, на котором можно быстро «проиграть» возникшую ситуацию и выработать требуемые управляющие воздействия или рекомендации экипажу. Эта задача может решаться двумя путями — создание на Земле физического аналога летящего космического аппарата и создание его математической модели.

Комплексный моделирующий стенд включает в себя аналого-цифровой комплекс, имитаторы внешней обстановки (Солнца, Земли и звезд в иллюминаторах космического корабля) и кабину корабля или станции, управляющие органы которых работают в этом случае как периферийные устройства аналого-цифрового комплекса.

При подготовке к полету моделирующий стенд привлекается для тренировок групп управления полетом и экипажей космических кораблей и станций. Таким образом, еще задолго до реального полета с помощью математической модели космического аппарата производятся «полеты» на Земле. Именно этому мы во многом обязаны успехам в космосе.

В. КРАВЕЦ,
кандидат технических наук, заместитель руководителя полетом.