

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИИ СВЕРХМАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

А. А. Спиридонов, В. А. Саечников, И. А. Шалатонин

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: sansan@tut.by

Для успешного выполнения программы полета сверхмалый космический аппарат (СМКА) собирает телеметрическую информацию о параметрах работы систем и по радиоканалу отправляет полученные данные на Землю. Данные телеметрии являются одним из главных элементов в системе управления СМКА, обеспечивая контроль состояния его отдельных узлов и всех параметров движения. Поэтому моделирование приема и обработки телеметрии играет важную роль при разработке СМКА.

В программно-аппаратном комплексе отработки СМКА, разрабатываемом в ходе выполнения программы Мониторинг-СГ в БГУ функцию моделирования приема и обработки телеметрии выполняет автоматизированное рабочее место (АРМ) приема и обработки информации телеметрии и целевой аппаратуры космического аппарата.

АРМ приема и обработки информации телеметрии и целевой аппаратуры космического аппарата подает заявку на выдачу управляющих команд для сброса телеметрии и целевой информации обрабатываемого оборудования с борта имитатора космического аппарата (КА) в АРМ оператора анализа и управления космическим аппаратом. На основании баллистических расчетов, моделирующих движение КА, полученными от АРМ оператора навигационно-баллистического обеспечения полета космического аппарата, формируется единый пакет управляющих команд. Заявка на выдачу команд представляет собой перечень требуемых команд (без ограничения количества) с указанием абсолютного времени выдачи команды на борту имитатора КА. Набор выдаваемых команд включал в себя возможность выдачи на аппаратуру в заданное время цифрового массива объемом до нескольких килобайт, что можно использовать постановщиками экспериментов для перепрограммирования бортовых контроллеров функциональных модулей и узлов бортовой и обеспечивающей аппаратуры СМКА при их отработке.

К полученному итоговому перечню команд добавляются рассчитанные автоматизированной системой команды включения/отключения бортовых передатчиков и приемников в соответствии с составленными расписаниями сеансов связи и моделируемой ориентацией КА в пространстве. Полученный перечень автоматически сортируется, привязывается ко

времени комплекса дистанционного управления (КДУ) и с помощью программного обеспечения (ПО) управления радиоаппаратурой передается по радиоканалу командной радиолинии на борт имитатора в защищенном режиме с контролем целостности информации и квитированием.

Обмен информацией имитатора КА с КДУ средой происходит по двум каналам: каналу передачи целевой информации на частоте 2.4 ГГц и каналу обмена командно-телеметрической информацией на частоте 440-445 МГц. Причем телеметрия передается двух видов: минимальный телеметрический пакет, характеризующий основные жизненно-важные параметры бортовой аппаратуры и обрабатываемого оборудования и расширенный телеметрический пакет, характеризующий в полном объеме работу бортовой аппаратуры и обрабатываемого оборудования.

В КДУ потоки квитанций о результате работы бортового и обрабатываемого оборудования, телеметрии и целевой информации принимаются и обрабатываются и передаются в виде кадров в АРМ оператора обработки информации телеметрии и целевой аппаратуры.

В АРМ оператора обработки информации телеметрии и целевой аппаратуры кадры полученной телеметрии и целевой информации проходят первичную обработку. Происходит первичная инициализация протокола обмена, валидация принятых пакетов, распознавание структуры пакетов, извлечение информации о работе датчиков и приборов, структурирование, привязка ко времени, запись в базу данных «сырой» телеметрии. Эту телеметрию можно извлечь из базы данных для проведения вторичной обработки, которая предполагает удобное представление данных для анализа, визуализацию, совместную обработку по соответствующим алгоритмам и последующий анализ для принятия решений по продолжению отработки и проведения эксперимента. Обработанная телеметрия структурируется, привязывается ко времени и записывается в базу данных. Кроме того она передается в АРМ оператора анализа и управления космическим аппаратом для оперативного анализа структурно-параметрических отклонений состояния бортовых систем, обрабатываемого оборудования и анализа выполнения плана эксперимента по отработке.

После проведения эксперимента по отработке формируется протокол испытаний и отчет, проводится анализ результатов телеметрии бортовых систем имитатора и целевой информации обрабатываемого оборудования, учет наработки бортовой аппаратуры и обрабатываемого оборудования. Происходит формирование и обновление базы данных планов, операций и экспериментов по отработке.