

**Имитационная модель функционирования радиотехнического комплекса космического аппарата дистанционного зондирования Земли**

Е.В. Бородулин<sup>1</sup>

Научный руководитель: д.т.н., доцент И.А. Козин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Специализированные радиотехнические системы передачи видеоданных с космических аппаратов (КА) ДЗЗ представляют собой высокотехнологичные изделия электроники, к которым предъявляются повышенные требования к качеству функционирования в различных условиях эксплуатации. Получаемая на борту КА информация должна быть передана потребителю посредством проведения сеанса связи КА ДЗЗ с наземным приемным пунктом приема, обработки и распространения информации (НПП). Этот процесс может осуществляться в режиме непосредственной передачи, а также с промежуточным запоминанием. Возможности передачи изображений в том или ином режиме зависят, с одной стороны, от таких характеристик бортового запоминающего устройства (БЗУ), как его емкость, наличие системы предварительной обработки информации, число каналов, скорость передачи информации и др. С другой стороны, возможность передачи изображения определяется параметрами системы передачи видеоданных, числом и местоположением НПП и их информационными характеристиками. Если для передачи информации в качестве ретрансляторов используются КА связи, то их характеристики также могут играть весомую роль. В конечном итоге от всех этих характеристик зависит оперативность и достоверность передачи видеоданных от КА к потребителю.

Сложность задач, решаемых современными КА ДЗЗ, различные условия передачи данных по радиоканалу, разнородность физических процессов, имеющих место при регистрации и передаче данных наблюдения, создают серьезные трудности в проведении достаточно информативных и достоверных натуральных (физических) экспериментов при исследовании условий применения КА ДЗЗ. Для этого разработана компьютерная имитационная модель бортовых радиотехнических комплексов передачи видеоданных КА ДЗЗ, позволяющая при моделировании учесть наиболее значимые факторы, влияющие на процесс функционирования бортовой аппаратуры КА, связанные с реализацией алгоритмов сжатия и помехоустойчивого кодирования при передаче данных по радиоканалу.

Имитационная компьютерная модель бортового радиотехнического комплекса КА ДЗЗ разработана в среде моделирования LAbVIEW на графическом языке программирования «G». В модели программно реализованы алгоритмы работы системы формирования и сжатия регистрируемых КА ДЗЗ изображений, системы формирования сигнально-кодовых конструкций с помехоустойчивым кодированием и системы формирования транспортных кадров для передачи по радиоканалу. В модели на аппаратном уровне на базе 3-х USRP SDR National Instrument трансиверов с диапазоном частот от 50 МГц до 6 ГГц реализованы элементы радиолинии передачи видеоданных с КА ДЗЗ.

Модель позволяет проводить исследования влияния параметров алгоритмов сжатия изображений и формирования сигнально-кодовых конструкций в радиолинии информационного обмена с КА на качество принятых и восстановленных после декомпрессии видеоданных, на оперативность и достоверность передачи данных по радиоканалам информационного обмена с КА ДЗЗ в различных условиях.

Компьютерная модель бортового радиотехнического комплекса КА ДЗЗ состоит из:

программно реализованной модели функционирования бортовой аппаратуры КА ДЗЗ, которая позволяет регистрировать изображения с помощью видеокамеры, сжимать зарегистрированное изображение одним из стандартных алгоритмов сжатия (JPEG, JPEG2000, RAR, ZIP), формировать сигнально-кодовые конструкции, основанные на помехоустойчивых кодах и различных видах фазовой манипуляции, позволяет осуществить выбор и настройки алгоритма компрессии видеоданных по критерию, максимальный уровень сжатия данных при заданном качестве восстановленных после декомпрессии принятых видеоданных и заданной

сигнально-кодовой конструкции;

аппаратно реализованного передатчика радиотехнического комплекса КА ДЗЗ, на основе передающего модуля USRP SDR трансивера;

аппаратно реализованного приемника наземной станции НПП, на основе приемного модуля USRP;

программно реализованной модели функционирования аппаратуры наземной станции приема данных с КА ДЗЗ, которая позволяет осуществить демодуляцию и декодирование видеоданных, осуществить декомпрессию и отображение принятого изображения;

программно реализованной модели радиоканала с возможностью моделирования различных условий передачи (запрограммированы различные аддитивные и мультипликативные помехи);

аппаратно реализованного источника помех на основе передающего модуля USRP SDR трансивера.

Разработанная модель радиотехнического комплекса КА ДЗЗ дает возможность проводить широкий спектр исследований по влиянию параметров алгоритмов сжатия изображений и формирования сигнально-кодовых конструкций в радиолинии информационного обмена с КА на качество принятых изображений, исследовать характеристики оперативности и достоверности передачи данных по радиоканалам информационного обмена КА ДЗЗ в различных условиях, в том числе в условиях воздействия помех. Проводить исследования по взаимному влиянию параметров алгоритмов сжатия и сигнально-кодовых конструкций на достоверность приема полученного изображения с КА ДЗЗ.