

УДК 528.851

Компьютерная модель совместного функционирования бортовых комплексов регистрации и передачи данных наблюдения космических аппаратов дистанционного зондирования Земли

Е.В. Бородулин¹, Д.А. Павлюков¹

Научный руководитель: д.т.н., доцент И.А. Козин¹

¹Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, г. Санкт-Петербург

Совершенствование современных космических систем (КС) дистанционного зондирования (ДЗЗ), оснащенных высокоинформативной оптико-электронной аппаратурой (ОЭА) связано с необходимостью разрешения ряда противоречий, сдерживающих их развитие, среди которых в настоящее время на первый план выходит противоречие между большими объемами получаемых бортовой ОЭА КС ДЗЗ видеоданных и ограниченной пропускной способностью радиоканалов передачи информации на наземные приемные пункты. Задачу согласования информационной производительности современной ОЭА наблюдения с пропускной способностью радиоканалов передачи данных с космического (КА) целесообразно решать за счет применения различных алгоритмов компрессии видеоданных, снижающих объемы передаваемых данных, а также за счет использования в радиоканале различных спектрально-эффективных сигнально-кодовых конструкций, реализуемых на этапе канального кодирования данных, позволяющих обеспечить высокую скорость передачи.

Компрессия видеоданных и канальное кодирование реализуются различными подсистемами системы формирования и передачи данных КА ДЗЗ и соответствующие алгоритмы преобразования видеоданных при сжатии и канальном кодировании разрабатываются отдельно, без учета специфики совместной работы. С одной стороны, при выборе алгоритма компрессии не рассматривается устойчивость сжатых данных к появляющимся ошибкам и сбоям при передаче по радиолинии. С другой стороны, все известные алгоритмы помехоустойчивого кодирования разрабатываются без учета особенностей кодируемого конечного массива данных и могут быть применены для кодирования любых цифровых данных. Более того, при сжатии видеоданных и канальном кодировании не учитывается характер проявления на приемной стороне необнаруженных и неисправленных ошибок и сбоев, которые могут привести при различных условиях как к несущественным искажениям видеоданных, так и к существенным искажениям вплоть до их полной потери.

Поэтому при разработке высокоинформативных КС ДЗЗ для обеспечения высокой оперативности доставки видеоданных высокого качества необходимо моделирование процесса функционирования бортовых комплексов регистрации и передачи данных наблюдения с проработкой вопроса настройки совместной работы алгоритмов сжатия и формирования сигнально-кодовых конструкций при передаче данных ДЗЗ по радиоканалам с ограниченной пропускной способностью.

С этой целью в среде программирования LabVIEW разработана компьютерная модель совместного функционирования бортовых комплексов регистрации и передачи данных наблюдения КА ДЗЗ позволяющая осуществить выбор и настройку алгоритма компрессии видеоданных по критерию уровень сжатия данных – качество восстановленных после декомпрессии принятых видеоданных.

Основными факторами, определяющими пропускную способность радиоканала передачи данных, является ширина полосы пропускания канала и отношение сигнал/шум. Отношение сигнал/шум тесно связано с энергетическим бюджетом радиолинии между КА ДЗЗ и наземной приемной системой. Выбор сигнально-кодовой конструкции необходимо осуществлять в условиях ограниченной полосы частот с использованием сигнально-кодовых конструкций с *M*-арной передачей сигналов и применением различных методов помехоустойчивого кодирования, что даёт возможность получать энергетический выигрыш до 6 дБ (что эквивалентно уменьшению диаметра зеркала наземной приемной антенны в 2 раза). Хороший результат дает использование методов восьмикратной фазовой манипуляции 8PSK

и 16-позиционной амплитудно-фазовой манипуляции 16APSK, к наиболее эффективным методам обеспечения высокого уровня достоверности передачи информации в радиоканале можно отнести алгоритмы сверточного кодирования, коды Рида-Соломона, каскадные схемы кодирования, алгоритмы турбо-кодов.

Уровень компрессии данных, как правило, ограничен характеристиками пропускной способности радиоканала передачи данных с учетом появления дополнительной избыточности передаваемых данных из-за применения различных сигнально-кодовых конструкций. Коэффициент сжатия выбирается таким, чтобы обеспечить минимальные потери качества принятых видеоданных при их декомпрессии. Многие методы сжатия основаны на разбиении изображения на блоки для дальнейших математических операций (например, дискретное косинусное преобразование, квантования, кодирование длин серий), размер блока при этом необходимо выбирать с учетом качества восстановленного изображения и с учетом помехоустойчивости сигнально-кодовой конструкции.

Таким образом, совместный выбор и настройка алгоритмов помехоустойчивого кодирования и сжатия видеоданных приводит к выбору алгоритмов помехоустойчивого кодирования с оптимальной степенью избыточности, что позволяет исключить потерю информации из-за сбоев и ошибок в радиоканале, а также к выбору алгоритмов сжатия с максимальным значением коэффициента сжатия.