

Реализация устройства сжатия данных PCA на FPGA

И.М. Нестеров^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²НПП «САИТ»

Данная работа посвящена реализации устройства сжатия данных радиолокатора с синтезированной апертурой (РСА) космического базирования. РСА позволяет получать снимки земной поверхности независимо от уровня естественной освещенности и метеорологических условий. В разрабатываемом радиолокаторе с синтезируемой апертурой скорость потока данных, поступающих с четырех групп подрешеток, достигает 5.12 Гбит/с, после суммирования сигналов групп подрешеток и выбора динамического диапазона - составляет 640 Мбит/с (по 8 бит синфазной и квадратурной компонент на частоте 40 МГц). Применение устройства сжатия данных на основе алгоритма блочного адаптивного квантования (БАК) [1] позволяет достичь коэффициентов сжатия от 2 до 8 раз, что облегчает дальнейшую обработку, хранение и передачу данных на Землю.

Основной сложностью данной задачи является обработка высокоскоростных потоков данных в режиме реального времени. Реализация устройства сжатия данных выполнена на программируемой логике FPGA Xilinx. Устройство сжатия разбивает входной поток выборок на блоки. Размеры блока отсчетов выбирают таким образом, чтобы статистика данных была близка к нормальному распределению, но при этом снимаемая сцена была достаточно однородной [2]. В реализованном устройстве коэффициент сжатия и размер блока динамически задаются в управляющем регистре. Возможные значения коэффициента сжатия: 1 (без сжатия), 2, 8/3, 4, 8 раз; размеры блока: 64, 128, 256, 512, 1024 выборки. Для каждого блока данных вычисляются пороговые значения квантователя Макса [3], посредством подачи на умножители коэффициентов Макса и среднеквадратического отклонения (СКО) абсолютных значений выборок данного блока отсчетов.

Реализация в железе вычисления СКО выборок для каждого блока отсчетов в режиме реального времени требует значительных затрат логических ресурсов FPGA, что может сказаться на быстродействии системы. Альтернативным способом нахождения СКО, реализованным в устройстве сжатия, является связь между средними значениями амплитуд квадратур и значениями СКО, показанная в статье [4]. При этом значения СКО

для каждого возможного значения среднего амплитуд (в зависимости от количества разрядов) вычисляется заранее и хранится в блочной памяти ROM FPGA. Среднее значение амплитуд используется в качестве адреса ROM, а данные хранимые по этому адресу и есть СКО амплитуд выборок, подаваемое на умножители для вычисления пороговых значений квантователя. Выборки и пороговые значения квантователя подаются на компараторы, где в соответствие выборкам ставится новый набор битов - значение выборок после сжатия.

Данная реализация устройства сжатия в FPGA способна работать на частотах до 250 МГц, с потоками данных до 4 Гбит/с (из расчета по 8 бит в синфазном и квадратурном каналах, в разрабатываемом РСА 640 Мбит/с). Такие потоки данных возникают в перспективных РСА с разрешением порядка 1 м.

Литература

1. *Нестеров И.М., Трунов А.Н.* Влияние сжатия данных на ошибку определения высоты в радиолокационной интерферометрии РСА космического базирования - "ЖУРНАЛ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ" – 2015 - №6
2. *R.Kwok [et al.]* Block Adaptive Quantization of Magellan SAR Data. - IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING. – 1993. - VOL.27 – N4– p.375-383.
3. *J. Max* Quantizing for minimum distortion. - Information Theory, IRE Transactions on. - March 1960 – VOL.6 – p.7-12
4. *N. Agrawal [et al.]* Saturation Adaptive Quantizer Design for Synthetic Aperture Radar Data Compression. – International Journal on Computer Science and Engineering - 2010 - Vol. 02 – N.01S – p.76-81.