

АЛГОРИТМ СЖАТИЯ РАДИОГОЛОГРАММ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С РСА

Гусев С.И., д.т.н., доцент, проректор по научной работе и инновациям РГРТУ, e-mail: foton@rsreu.ru;

Еремеев В.В., д.т.н., профессор, директор НИИ «Фотон» РГРТУ, e-mail: foton@rsreu.ru;

Ушенкин В.А., с.н.с. НИИ «Фотон» РГРТУ, к.т.н., e-mail: foton@rsreu.ru;

Черный А.Н., с.н.с., к.в.н., НИИ КС им. А.А. Максимова – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

THE ALGORITHM FOR ON-BOARD COMPRESSION OF SPACEBORNE SAR RAW DATA

Gusev S.I., Ereemeev V.V., Ushenkin V.A., Cherny A.N.

The paper proposes a new algorithm for the compression of SAR raw data based on block adaptive quantization and entropy coding and characterized by low computational complexity, which makes it possible to use it on board of satellites. A distinctive feature of the algorithm is the optimal choice of quantization thresholds, due to which the maximum signal to quantization noise ratio is achieved on a radar image synthesized from a compressed raw data for a given compression ratio determined by the average pixel code length. The algorithm for calculating the optimal values of the quantization thresholds is proposed. The loss of the compression by the proposed algorithm has been estimated theoretically and experimentally in comparison with the known algorithms.

Key words: SAR, raw data, SAR image, compression, block adaptive quantization, satellite.

Ключевые слова: РСА, радиоголограмма, радиолокационное изображение, сжатие, блочно-адаптивное квантование, космический аппарат.

Введение

Радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны (РСА) в ходе съемки формируют не детальное изображение, а специфический сигнал – радиоголограмму, содержащую пространственно протяженные отклики на точечные объекты [1]. Детальное радиолокационное изображение (РЛИ) с компактными откликами на точечные цели синтезируют путем цифровой обработки радиоголограммы (РГ) в ходе ее фокусировки [2]. Синтез РЛИ является трудоемким процессом и в настоящее время выполняется в наземных пунктах приема, обработки и распространения космической информации (НКПОР). При этом с борта космического аппарата (КА) передается исходная РГ.

В связи с постоянно возрастающим объемом целевой информации, формируемой КА дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), и ограниченной пропускной способностью радиолиний «борт-Земля» актуальна сжатие целевой информации при ее передаче по радиолинии. В системах оптической съемки, сразу формирующих изображение если не целиком, то хотя бы в виде отдельных перекрывающихся сканов или кадров, могут быть применены классические алгоритмы сжатия изображений, например дифференциальная импульсно-кодовая модуляция или JPEG2000. В основу этих алгоритмов положено предположение, что значения сигнала в соседних пикселях изображения в большинстве случаев близки друг к другу. Однако при радиолокационной съемке это предположение не состоятельно, что делает классические алгоритмы сжатия изображений непригодными для сжатия РГ.

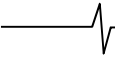
В зарубежных РСА в основу алгоритма сжатия РГ

Предлагается новый алгоритм сжатия радиоголограмм, основанный на блочно-адаптивном квантовании и энтропийном кодировании и характеризующийся малой вычислительной сложностью, позволяющей применять его на борту космических аппаратов. Отличительной чертой алгоритма является оптимальный выбор порогов квантования, позволяющий достичь максимума отношения сигнал-шум квантования на радиолокационном изображении, синтезированном из сжатой радиоголограммы, для заданной степени сжатия, определяемой средней длиной кода пикселя. Предложен алгоритм расчета оптимальных значений порогов квантования. Выполнены теоретическая и экспериментальная оценки потерь при сжатии предложенным алгоритмом в сравнении с известными алгоритмами.

положен принципиально иной подход, чем при сжатии изображений. Он заключается в блочно-адаптивном квантовании (БАК) комплексного сигнала радиоголограммы [3, 4]. В пределах каждого блока сигнал нормализуется, коэффициенты нормализации записываются в выходной поток, а нормализованный сигнал единообразно квантуется. Разрядность квантованных кодов выбирается небольшой, из-за чего отношение сигнал-шума на сжатой радиоголограмме оказывается относительно низким, однако оно существенно увеличивается в результате ее последующей фокусировки. В результате искажения на синтезированном РЛИ оказываются относительно невелики.

Пороги квантования могут быть назначены с постоянным шагом (равномерное квантование), однако оптимальное отношение сигнал-шум квантования обеспечивает квантователь Ллойда-Макса, в котором шаг между порогами переменный.

БАК обычно независимо применяется к действительной и мнимой составляющим комплексного сигнала, значения которых в отсутствие шумов имеют нормальное распределение с нулевым средним. За счет неравно-



мерности распределения становится возможным дополнительное сжатие РГ с помощью энтропийного кодирования квантованного сигнала. При этом распределение значений квантованного сигнала, а, следовательно, и энтропия, и средняя длина кода существенно зависят от выбора порогов квантования.

Сочетание БАК и энтропийного кодирования было предложено в алгоритме FDBAQ, разработанном для КА «Sentinel-1» [5]. Однако в FDBAQ применяется равномерное квантование, и с использованием методов одномерной оптимизации лишь подбирается шаг такого квантования. Кроме того, применение квантователя Ллойда-Макса в сочетании с энтропийным кодированием перестает быть оптимальным по величине потерь для заданной степени сжатия.

Известно множество алгоритмов, дополняющих БАК другими операциями [3, 4], вычислительно более сложными, чем энтропийное кодирование. Однако с учетом высоких скоростей поступления данных в ходе высокодетальной радиолокационной съемки и ограниченных бортовых вычислительных мощностей КА ДЗЗ, такие алгоритмы реального применения при бортовом сжатии РГ не получили.

Тем не менее, задача усовершенствования алгоритмов сжатия РГ в части уменьшения потерь при заданной степени сжатия остается актуальной. При этом алгоритм сжатия РГ должен быть пригодным для реализации на борту КА ДЗЗ за счет своей невысокой вычислительной сложности. В этой связи предлагается модификация алгоритма сжатия радиолограмм на борту КА ДЗЗ на основе БАК и энтропийного кодирования в части выбора порогов квантования и построения деревьев префиксного кодирования по Хаффману (алгоритм МБАК).

Теоретическое обоснование целесообразности разработки МБАК

Как уже упоминалось выше, при достаточно большом размере блока и малом уровне шумов распределение значений действительной и мнимой составляющих сигнала радиолограммы подчинено нормальному закону. За счет околонулевого среднего значения каждой из составляющих нормализация сигнала заключается в делении на среднеквадратичное отклонение (СКО) независимо для каждой из составляющих. Таким образом, нормализованный сигнал имеет стандартное нормальное распределение значений.

При дальнейшем изложении будем рассматривать действительный сигнал x , который может быть как действительной, так и мнимой нормализованной составляющей комплексного сигнала радиолограммы. Для квантования числовая ось делится на N_{yp} частей с помощью пороговых значений t_k , $k = 0, N_{\text{yp}}$, причем $t_0 = -\infty$, $t_{N_{\text{yp}}} = \infty$ и $t_k < t_{k+1}$.

Значению сигнала x при сжатии ставится в соответствие k -й уровень квантования, если $t_k < x \leq t_{k+1}$. С учетом стандартного нормального распределения сигнала средний квадрат ошибки квантования равен:

$$D = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_{k=0}^{N_{\text{yp}}-1} \int_{t_k}^{t_{k+1}} (x - \bar{x}_k)^2 e^{-\frac{x^2}{2}} dx, \quad (1)$$

где \bar{x}_k – значение сигнала, сопоставляемое k -му уровню квантования при распаковке сжатой радиолограммы.

В качестве \bar{x}_k целесообразно взять математическое ожидание значений исходного сигнала, которым ставится в соответствие данный уровень квантования:

$$\bar{x}_k = \frac{\int_{t_k}^{t_{k+1}} x e^{-\frac{x^2}{2}} dx}{\int_{t_k}^{t_{k+1}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx}. \quad (2)$$

Вероятность, что значение исходного сигнала будет отнесено к k -му уровню квантования, равняется:

$$P_k = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_k}^{t_{k+1}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx. \quad (3)$$

Энтропия квантованного сигнала определяется как

$$H = - \sum_{k=0}^{N_{\text{yp}}-1} P_k \log_2 P_k. \quad (4)$$

Достижимая степень сжатия равняется отношению разрядности цифрового сигнала исходной РГ к энтропии квантованного сигнала H .

Выбор промежуточных пороговых значений t_k , $k = 1, N_{\text{yp}} - 1$ одновременно влияет на величины D , P_k и H , т.е. и на потери при квантовании, и на то, насколько сильно можно дополнительно сжать квантованный сигнал с помощью энтропийного кодирования.

При равномерном квантовании шаг между промежуточными пороговыми значениями выбирается постоянным. Такой квантователь наиболее простой, но не обеспечивает ни минимум D в отсутствие энтропийного кодирования, ни минимум искажений на РЛИ при заданной степени сжатия радиолограммы.

Квантователь Ллойда-Макса обеспечивает минимум D , но с учетом влияния значений порогов на энтропию минимум искажений на изображении при заданной степени сжатия радиолограммы не достигается.

Из вышеизложенного вытекает целесообразность разработки МБАК, обеспечивающего минимум искажений на изображении при заданной степени сжатия РГ и учитывающего влияние значений порогов как на потери D , так и на энтропию H .

Критерий выбора порогов квантования в МБАК

В качестве критерия выбора пороговых значений в МБАК предлагается максимизация частного отношения сигнал-шум квантования на РЛИ и средней длины кода пикселя после энтропийного кодирования.

Отношение сигнал-шум квантования на РГ определяется средним квадратом ошибки квантования:

$$SQNR_{\text{pr}} = -10 \lg D. \quad (5)$$

В ходе синтеза РЛИ из РГ отношение сигнал-шум повышается. Степень повышения зависит от параметров

фокусировки РГ, а именно от размеров (в пикселях) фильтров сжатия по дальности и по азимуту (N_d и $N_{аз}$ соответственно) и эквивалентного числа некогерентных накоплений сигнала ENL . Аппроксимирующая зависимость отношения сигнал-шум квантования на синтезированном РЛИ от аналогичного отношения на РГ может быть записана в виде:

$$SQNR \approx 10 \lg ENL + 0,5 \lg(N_d N_{аз}) + SQNR_{пр} = \\ = 10 \lg ENL + 0,5 \lg(N_d N_{аз}) - 10 \lg D. \quad (6)$$

Значения N_d , $N_{аз}$ и ENL определяются характеристиками и режимом съемки РСА. Значение N_d зависит от длительности излучаемых радиоимпульсов и частоты дискретизации сигнала строки РГ. Значение $N_{аз}$ зависит от длительности синтеза апертуры антенны и частоты повторения радиоимпульсов. Значение ENL обычно определяется отношением пространственных разрешений РСА по дальности и азимуту. Если пространственные разрешения по обоим измерениям равны, то некогерентного накопления обычно не происходит и $ENL = 1$. Если пространственные разрешения отличаются, то ENL принимается равным результату деления худшего разрешения на лучшее.

В качестве энтропийного кодирования, по аналогии с алгоритмом FDBAQ, используемым в КА «Sentinel-1», предлагается кодирование по Хаффману как наиболее простое и, тем самым, наиболее приемлемое для бортовой реализации. Поскольку значения порогов t_k однозначно определяют вероятности P_k уровней квантования, для каждой комбинации значений t_k может быть построено дерево кодирования по Хаффману и получены коды длиной l_{Xk} для каждого уровня квантования. Средняя длина кода Хаффмана равняется:

$$\bar{l}_X = \sum_{k=0}^{N_{ур}-1} P_k l_{Xk}. \quad (7)$$

При этом энтропия H является нижней границей возможного значения \bar{l}_X , т.е. $\bar{l}_X \geq H$.

Таким образом, критерий выбора значений порогов квантования принимает следующий вид:

$$F = \frac{10 \lg ENL + 0,5 \lg(N_d N_{аз}) - 10 \lg D}{l_X} \rightarrow \max. \quad (8)$$

Алгоритм расчета оптимальных порогов квантования

Для квантователя Ллойда-Макса и критерия оптимизации $D \rightarrow \min$ имеются алгоритмы, позволяющие с относительно низкой вычислительной сложностью найти оптимальные значения порогов квантования. Однако при замене критерия оптимизации эти алгоритмы становятся неработоспособными.

Применительно к МБАК для нахождения значений порогов квантования, оптимальных по предложенному критерию F (см. формулу (8)), предлагается следующий итерационный алгоритм многомерной оптимизации, являющийся адаптацией метода покоординатного спуска к решаемой задаче и ограничениям вида $t_k < t_{k+1}$.

Шаг 1. Выбирается точность Δt определения величин t_k .

Шаг 2. Назначаются начальные значения t_k , например, с помощью равномерного квантования на отрезке $[-3, 3]$.

Шаг 3. Выбирается одна из точек t_k , перемещение которой влево или вправо на величину Δt обеспечивает наибольшее увеличение F . Обозначим выбранную точку $t_{k_{max}}$. Если перемещение ни одной из точек не обеспечивает увеличение F , работа алгоритма завершается.

Шаг 4. Выполняется последовательное перемещение точки $t_{k_{max}}$ на величину Δt в выявленном на предыдущем шаге направлении увеличения F , до тех пор пока величина F уменьшается в выбранном направлении перемещения $t_{k_{max}}$, с дополнительным ограничением, что в результате перемещения должно сохраняться условие $t_{k_{max}-1} < t_{k_{max}} < t_{k_{max}+1}$.

Шаг 5. Выполняется переход к шагу 3.

Поскольку расчет F является вычислительно сложной задачей, требующей многократного численного интегрирования, а затем построения дерева кодирования по Хаффману, при большом числе уровней квантования $N_{ур}$ оптимизация может выполняться до нескольких часов.

В интересах применимости МБАК в качестве бортового алгоритма сжатия РГ предлагается такие вычисления выполнять однократно при наземной обработке РСА, а на борт КА ДЗЗ заложить уже рассчитанные оптимальные значения порогов и деревья кодирования, что позволяет выполнять сжатие радиоголограмм с вычислительной эффективностью не хуже чем в алгоритме FDBAQ.

Теоретическая оценка потерь при сжатии радиоголограмм с использованием МБАК

Расчетным путем построим зависимость потерь в сигнале радиоголограммы и синтезированного из нее РЛИ от средней длины кода (а следовательно, и степени сжатия) для равномерного квантования, квантователя Ллойда-Макса и предлагаемого квантователя с учетом последующего кодирования по Хаффману.

Поскольку в МБАК критерий оптимального выбора порогов квантования учитывает размеры фильтров сжатия по дальности и азимуту, квантователь должен строиться отдельно для каждого режима съемки РСА. При теоретической оценке потерь, вносимых предлагаемым квантователем, возьмем типовые размеры фильтров для маршрутного режима съемки с разрешением порядка 2 м: $N_{аз} = 2500$ и $N_d = 5000$.

В рамках теоретической оценки для каждого квантователя и различного числа уровней квантования $N_{ур}$ рассчитаны значения порогов t_k , средний квадрат ошибки D (по формуле (1)), отношений сигнал-шум

Таблица 1. Потери при сжатии и средняя длина кода для различных квантователей

$N_{ур}$	Равномерный квантователь			Квантователь Ллойда-Макса			Предлагаемый квантователь		
	\bar{l}_X , бит	$SQNR_{РГ}$, дБ	$SQNR$, дБ	\bar{l}_X , бит	$SQNR_{РГ}$, дБ	$SQNR$, дБ	\bar{l}_X , бит	$SQNR_{РГ}$, дБ	$SQNR$, дБ
4	1,7	7,9	11,4	1,99	9,3	12,8	1,79	8,6	12,2
8	2,59	13,3	16,8	2,88	14,6	18,1	2,45	12,9	16,4
16	3,48	19,1	22,6	3,81	20,2	23,7	3,39	18,7	22,3
32	4,48	24,8	28,3	4,76	26,0	29,5	4,39	24,7	28,3

квантования $SQNR_{РГ}$ и $SQNR$ на радиоголограмме и синтезированном изображении (по формулам (5) и (6)) и средней длины кода \bar{l}_X (по формуле (7)).

Результаты расчетов приведены в табл. 1, а на рис. 1 приведены графики зависимости потерь (в виде отношения сигнал-шум на РЛИ) от средней длины кода. Если разрядность отсчетов исходной РГ равна 8, то достигнутая степень сжатия равняется $8/\bar{l}_X$, а объем РГ уменьшается на $(1-\bar{l}_X/8) \cdot 100\%$.

Из рис. 1 видно, что предлагаемый квантователь для фиксированной средней длины кода обеспечивает наименьшие потери на РЛИ (наибольшее отношение сигнал-шум квантования). По сравнению с квантователем Ллойда-Макса применение МБАК выигрывает в отношении сигнал-шум для фиксированной средней длины кода (и степени сжатия РГ) составляет от 0,7 до 1,1 дБ, а по сравнению с равномерным квантователем – от 0,25 до 0,5 дБ.

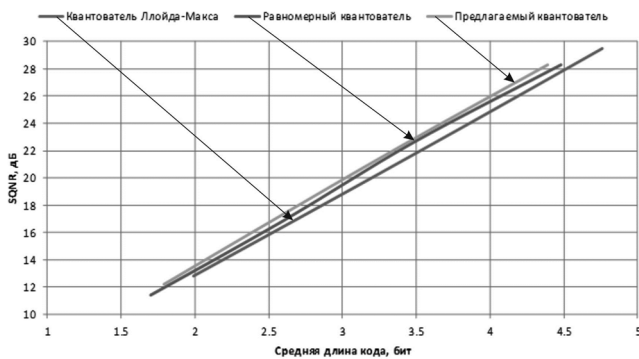


Рис. 1. Зависимость отношения сигнал-шум квантования на изображении от средней длины кода при сжатии радиоголограммы для различных типов квантователя

Экспериментальные исследования МБАК

Для проверки теоретических расчетов проведем экспериментальную проверку потерь при сжатии радиоголограмм с использованием предложенного и традиционных квантователей.

Ввиду отсутствия в открытом доступе несжатых радиоголограмм будем выполнять проверку на модельных данных, полученных путем обратного синтеза радиоголограмм из реальных радиолокационных изображений от КА «RadarSat-2». Чтобы полученная тестовая радиоголограмма не была сжатой, синтез обращается с несколько иными параметрами модуляции сигнала по дальности и/или азимуту. Строгое же обращение синтеза не позволяет получить пригодную для экспериментальных исследований несжатую радиоголограмму, поскольку изображение формируется в НКПОР из РГ, уже

сжатой на борту КА ДЗЗ.

Сформированная тестовая радиоголограмма содержит 8-разрядные знаковые коды действительной и мнимой составляющих комплексного сигнала каждого пикселя. Количество разрядов кодов выбрано в соответствии с разрядностью аналого-цифровых преобразователей, применяемых в большинстве современных космических РСА.

8-разрядная тестовая радиоголограмма подвергается блочно-адаптивному квантованию, а затем выполняется синтез двух изображений: одного – из 8-разрядной тестовой радиоголограммы, а другого – из сжатой. Первое изображение считается эталонным, а второе – искаженным. Под потерями понимаются различия амплитуды и фазы комплексного сигнала искаженного и эталонного изображений.

Фактическое значение отношения сигнал-шум квантования на РЛИ рассчитывается по формуле:

$$SQNR = 10 \lg \frac{\sum_{mn} |s_{эт}(m, n)|^2}{\sum_{mn} (|s_{сж}(m, n)| - |s_{эт}(m, n)|)^2}, \quad (9)$$

где (m, n) – координаты пикселя на изображении, $s_{эт}$ – комплексный сигнал эталонного изображения, $s_{сж}$ – комплексный сигнал искаженного изображения, синтезированного из сжатой радиоголограммы.

Дополнительно вычисляется среднеквадратичная фазовая ошибка:

$$\sigma_\varphi = \sqrt{\frac{\sum_{mn} \arg^2(s_{сж}(m, n)\bar{s}_{эт}(m, n))}{N_{пикс} - 1}}, \quad (10)$$

где \bar{s} – операция комплексного сопряжения, $N_{пикс}$ – число пикселей изображения.

Результаты экспериментальных исследований для различного числа уровней квантования сигнала приведены в табл. 2. Результаты получены при $N_{аз} = 2500$, $N_d = 5000$ и размере блока для квантования 1×128 пикселей. Небольшие отличия экспериментальных данных от результатов теоретических расчетов обусловлены тем, что реальный закон распределения значений сигнала в пределах блока данных несколько отличается от нормального.

Из рис. 2 видно, что по результатам экспериментальных исследований предлагаемый квантователь для фиксированной средней длины кода обеспечивает наименьшие потери на радиолокационном изображении (наибольшее отношение сигнал-шум квантования). По сравнению с квантователем Ллойда-Макса выигрывает в отношении сигнал-шум для фиксированной средней

Таблица 2. Потери при сжатии и средняя длина кода для различных квантователей по данным экспериментальных исследований

$N_{ур}$	Равномерный квантователь			Квантователь Ллойда–Макса			Предлагаемый квантователь		
	\bar{l}_X , бит	σ_φ , °	$SQNR$, дБ	\bar{l}_X , бит	σ_φ , °	$SQNR$, дБ	\bar{l}_X , бит	σ_φ , °	$SQNR$, дБ
4	1,73	44,29	11,5	2,00	39,48	12,9	1,81	41,76	12,2
8	2,62	27,66	17,0	2,91	24,68	18,3	2,47	29,04	16,5
16	3,51	16,24	22,7	3,83	14,72	23,7	3,41	17,09	22,2
32	4,51	9,69	28,0	4,79	8,76	29,0	4,42	9,94	27,8

длины кода составляет от 0,5 до 0,9 дБ, а по сравнению с равномерным квантователем – от 0,1 до 0,3 дБ.

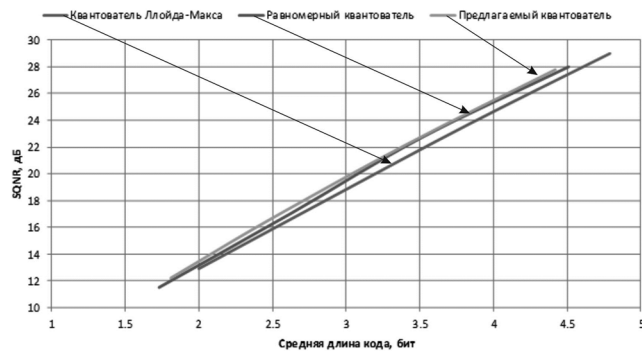


Рис. 2. Зависимость отношения сигнал-шум квантования на изображении от средней длины кода при сжатии радиоголограммы для различных типов квантователя, построенная по экспериментальным данным

Таким образом, экспериментальные исследования показали, что из-за отклонения реального закона распределения значений составляющих комплексного сигнала блока радиоголограммы от идеального случая, реальный выигрыш от применения предлагаемого квантователя оказывается примерно в 2 раза ниже, чем предсказанный теоретически. Тем не менее, его применение позволяет примерно на 1-3 % уменьшить величину потерь для фиксированной степени сжатия по сравнению с равномерным квантователем, применяемым в алгоритме FDBAQ, реализованном для КА «Sentinel-1».

Заключение

В статье предложен бортовой алгоритм сжатия радиоголограмм на основе модификации алгоритма блочно-адаптивного квантования. Модификация заключает

ся в применении неравномерного блочно-адаптивного квантования, пороги которого заранее рассчитываются по критерию (8), и последующего энтропийного кодирования по Хаффману.

Применение МБАК позволяет примерно на 0,1-0,3 дБ улучшить отношение сигнал-шум квантования или, что эквивалентно, на 1-3 % уменьшить потери информации для фиксированной степени сжатия по сравнению с алгоритмом FDBAQ, реализованным для КА «Sentinel-1».

Статья написана по результатам исследований, проведенных в рамках выполнения составной части НИР «Интеграция-СГ».

Литература

- Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Обработка информации от современных космических систем радиолокационного наблюдения Земли. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. 320 с. + 32 с. цв. вкл.
- Ушенкин В.А. Математическая модель синтеза радиолокационных изображений дециметрового разрешения из радиоголограмм от космических РСА // Цифровая обработка сигналов, 2018. № 3. С. 21–25.
- Benz U., Strodl K., Moreira A. A Comparison of Several Algorithms for SAR Raw Data Compression // IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, 1995, vol. 33, no. 5, pp. 1266-1276.
- Kuduvalli G., Dutkiewicz M., Cumming I. Synthetic Aperture Radar Signal Data Compression Using Block Adaptive Quantization // 1994 Science Information Management and Data Compression Workshop, 1994, pp. 43-57.
- Attema E., Cafforio C., Gottwald M. et al. Flexible Dynamic Block Adaptive Quantization for Sentinel-1 SAR Missions // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2010, vol. 7, no. 4, pp. 766-770.

Уважаемые коллеги!

В связи с ликвидацией АО «Роспечать» подписка на журнал «Цифровая обработка сигналов» открыта в офисе РНТОРЭС им. А.С. Попова. Заявки можно подать в любое время Карпушкиной Галине Ивановне по нашему электронному адресу: vznos-rntores@mail.ru на **2022** год. Стоимость одного номера **800 руб.** Годовой выпуск – **4 номера**. Подписка оформляется по Договору или выставлением счёта на оплату для юридических и физических лиц. Готовые тиражи журнала будут доставлены в наш офис. Их можно будет получить по адресу: ул. Авиамоторная, д. 8 «Научный центр» МГУСИ или по почте на адрес, указанный при подписке, при предварительной оплате почтовых услуг на наш расчётный счёт (200,0 руб.).