

ВЫЧИСЛЕНИЕ ДИСПЕРСИИ ШУМА КВАНТОВАНИЯ В ОПТИМАЛЬНОМ СРЕДНЕКВАДРАТИЧНОМ КВАНТОВАТЕЛЕ

Н. Н. Красильников

Как известно, при статистическом кодировании сигналов X и, в частности, изображений используется оптимальный среднеквадратичный квантователь Ллойда - Макса, который обеспечивает минимум дисперсии шума квантования $\sigma_{\text{КВ}}^2$. Достигается это за счет согласования шкалы квантования с квантуемым сигналом [1, 2]. Такое согласование, однако, возможно лишь при условии стационарности квантуемого сигнала. Большинство же сигналов (изображений), с которыми приходится иметь дело при статистическом кодировании, как показывает опыт, нестационарны, и в процессе квантования их дисперсия изменяется. Изменение дисперсии квантуемого сигнала приводит к его рассогласованию со шкалой квантования, в результате чего ухудшается отношение сигнала к шуму квантования. Несмотря на свою актуальность этот случай в литературе до сих пор не рассмотрен.

Переходя к исследованию влияния рассогласования шкалы квантования с дисперсией квантуемого сигнала на дисперсию шума квантования, будем вначале считать, что дисперсия квантуемого сигнала σ_c^2 равна некоторому значению $\sigma_{c_1}^2$ и что пороги квантования Θ_k , а также квантовые уровни V_k согласованы с этой дисперсией. В этом случае дисперсия шума квантования, как известно, будет равна

$$\sigma_{\text{КВ}1}^2 = \sigma_{c_1}^2 \sum_{k=0}^{m-1} \int_{\Theta_k/\sigma_{c_1}}^{\Theta_{k+1}/\sigma_{c_1}} \left(x - \frac{V_k}{\sigma_{c_1}}\right)^2 W(x) dx,$$

где $x = X/\sigma_{c_1}$, $W(x)$ - одномерная плотность распределения вероятности квантуемого сигнала, m - число уровней квантования.

Если теперь вследствие нестационарности квантуемого сигнала его дисперсия изменится и станет равной

$$\sigma_c^2 = b^2 \sigma_{c_1}^2,$$

произойдет рассогласование шкалы квантования с квантуемым сигналом, в результате чего изменится дисперсия шума квантования

$$\sigma_{\text{КВ}}^2 = \sigma_c^2 \sum_{k=0}^{m-1} \int_{\Theta_k \sigma_{c_1} / \sigma_{c_1} \sigma_c}^{\Theta_{k+1} \sigma_{c_1} / \sigma_{c_1} \sigma_c} \left(x - \frac{V_k \sigma_{c_1}}{\sigma_{c_1} \sigma_c}\right)^2 W(x) dx.$$

Обозначая

$$\frac{\theta_k}{\sigma_{c_1}} = \theta_k', \quad \frac{v_k}{\sigma_{c_1}} = v_k'$$

получим окончательно

$$\sigma_{KB}^2 = \sigma_c^2 \sigma_0^2(m, b), \quad (1)$$

где

$$\sigma_0^2(m, b) = \sum_{k=0}^{m-1} \int_{\theta_k/b}^{\theta_{k+1}/b} \left(x - \frac{v_k}{b}\right)^2 W(x) dx. \quad (2)$$

Здесь $\sigma_0^2(m, b)$ можно рассматривать как дисперсию шума, возникающего при квантовании сигнала с единичной дисперсией, рассогласованного со шкалой квантования. Выражения (1) и (2) позволяют вычислить значения дисперсии шума квантования при нарушении согласования дисперсии квантуемого сигнала со шкалой квантования. На рис. 1 в качестве примера приведены зависимости $\sigma_0^2(m, b)/\sigma_0^2(m, 1)$ от b , вычисленные в соответствии с (1) и (2) для случая, когда распределение квантуемого сигнала описывается нормальным законом.

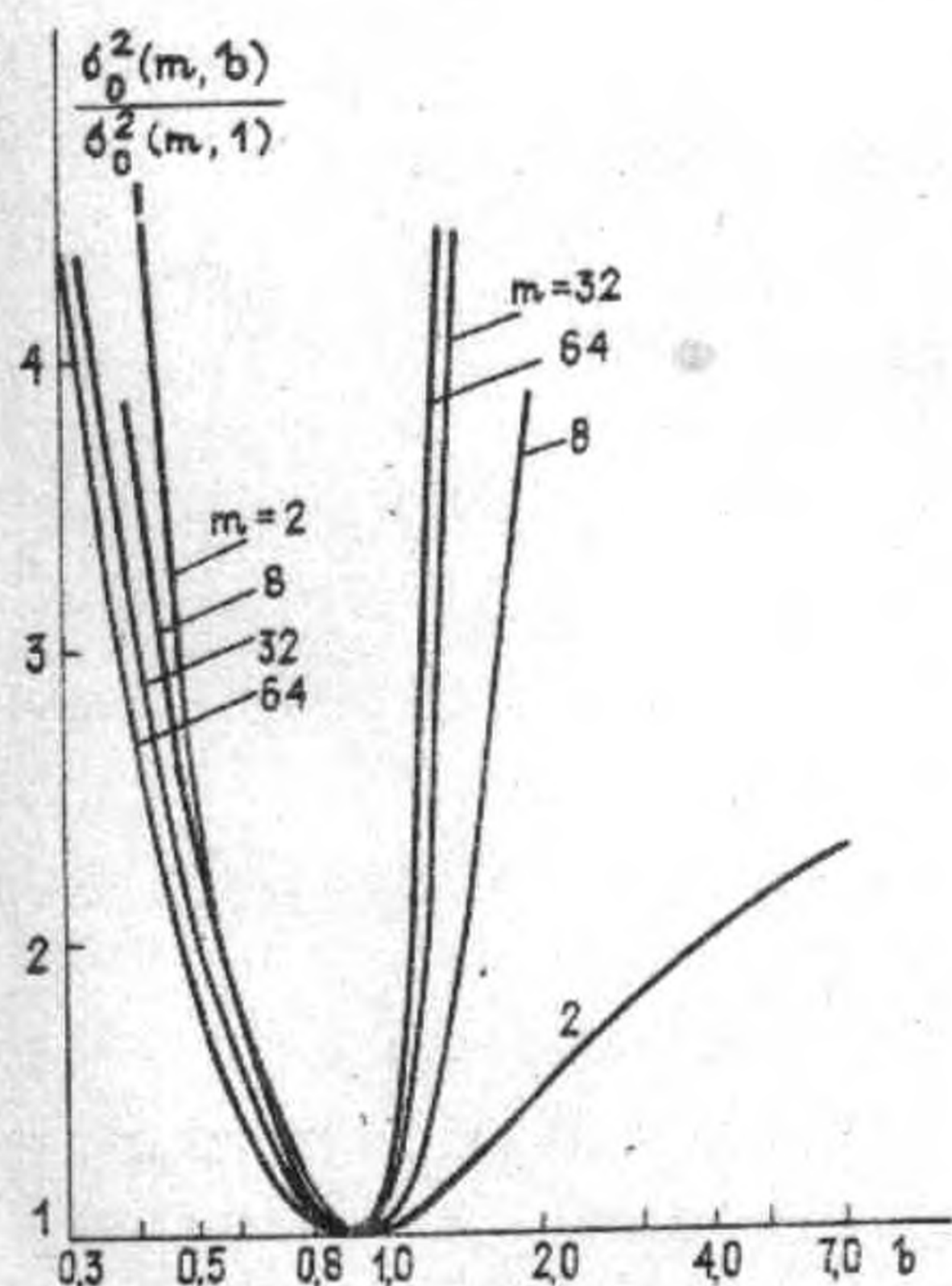


Рис. 1.

Зависимости $\sigma_0^2(m, b)/\sigma_0^2(m, 1)$ от b при распределении квантуемого сигнала в соответствии с нормальным законом.

Численный анализ, выполненный по формулам (1) и (2), позволяет сделать следующие выводы.

1. Дисперсия шума квантования и ее зависимость от величины рассогласования шкалы квантования с дисперсией квантуемого сигнала в сильной степени зависят от плотности вероятности сигнала $W(x)$. Чем больше "размыта" плотность вероятности $W(x)$ вдоль оси сигнала x , тем больше значение $\sigma_0^2(m, 1)$ и тем меньше зависимость $\sigma_0^2(m, b)/\sigma_0^2(m, 1)$ от параметра рассогласования b .

2. В тех случаях, когда нестационарность квантуемого

сигнала приводит к изменению его дисперсии более чем на 40%, т.е. b

изменяется более чем на 20%, проектируемые системы, в которых используется оптимальный среднеквадратичный квантователь Ллойда - Макса, следует делать адаптивными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. - М.: Мир, 1982. Т. 1. - 310 с.
2. Красильников Н. Н. Теория передачи и восприятия изображений. - М.: Радио и связь, 1986. - 247 с.

Санкт-Петербургский институт
авиационного приборостроения

Поступила в редакцию
17 декабря 1990 г.

УДК 537.86:539.1

ГИРОТРОНЫ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

А. Н. Куфтин, В. Н. Мануилов, Б. В. Райский, В. А. Флягин, Ш. Е. Цимринг

1. Гиротроны пока занимают монопольное положение как источники большой энергии в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн. Помимо традиционного применения - нагрев плазмы в установках управляемого термоядерного синтеза - складываются новые, и в том числе - технология новых материалов. В связи с этим одной из актуальных задач является выбор экономичных схем питания и управления. Использование криомагнитных соленоидов и обычных "теплых" соленоидов не является, по-видимому, лучшим вариантом. Ниже рассматривается в качестве альтернативы возможность создания гиротронов на постоянных магнитах.

2. Известен ряд перспективных материалов для постоянных магнитов, обладающих значительной коэрцитивной силой и большой удельной энергией. Среди них, по-видимому, наилучшими являются соединения самария с кобальтом. Кольцевые магниты, как показывают оценки, позволяют получить в объемах, необходимых для гиротронов умеренной мощности, магнитные поля с индукцией 5 - 8 кГс. Этого в принципе достаточно для гиромонотронов на второй гармонике