

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЛЬТА - МОДУЛЯТОРА КВАЗИСТАЦИОНАРНОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

к.т.н. А. М. Богданов
(представил д.т.н., проф. В.И. Долгов)

В статье приводятся данные экспериментальных исследований дельта - модуляторов квазистационарных случайных сигналов.

Экспериментальное исследование дельта - модуляторов проведено методом имитационного моделирования процесса обработки реального сигнала на ЭВМ. Определялась зависимость нормированного отношения мощности полезного сигнала к мощности шумов квантования – отношения $(C/Ш)_н$ от дисперсии обрабатываемого процесса (т.е. от уровня передаваемого сигнала). Исследовалось несколько алгоритмов адаптивной дельта - модуляции (АДМ) и производилось их сравнение по двум характеристикам: величине динамического диапазона и степени неравномерности отношения $(C/Ш)_н$ в пределах этого диапазона. Величина динамического диапазона модуляторов определялась из условия, что в его пределах отношение $(C/Ш)_н$ не должно быть меньшим, чем 0,9.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1. На нем кривая 1 соответствует разработанному в [1] алгоритму преобразования, кривая 2 - алгоритму линейной или классической ДМ с постоянным шагом квантования. Кривые 3 и 4 характеризуют наиболее известные алгоритмы соответственно инерционной [2] и мгновенной [3] адаптации. По оси абсцисс отложено значение рассогласования дисперсий

$$h_{\Delta} = 20 \lg \frac{\sigma_S}{\sigma_0},$$

где σ_S^2 - реальная дисперсия сигнала; σ_0^2 - расчетное значение дисперсии. Проанализируем полученные результаты. Современные телефонные аппараты (П - 171, АТ - 3031) способны передавать с высоким качеством речевой сигнал в динамическом диапазоне порядка 50 дБ. В предположении, что уровень речи изменяется симметрично относительно своего номинального значения, определим соответствующие такому динамическому диапазону пределы изменения h_{Δ} на рис.1. В данном случае речевой сигнал занимает область h_{Δ} от - 25 до 25 дБ с номинальным уровнем

в точке $h_{\Delta} = 0$.

По графикам рисунка можно определить, как будет передаваться сигнал различными типами модуляторов. Видно, что метод линейной ДМ не подходит для качественной передачи речи. При использовании мгновенной адаптации по алгоритму [3] возможны снижения отношения С/Ш до величины, составляющей 55% от максимального значения (при $h_{\Delta} = 25$ дБ). При передаче методом инерционной АДМ с алгоритмом [2] отношение С/Ш может уменьшаться до величины $0,85(C/Ш)_{\text{макс}}$. Модулятор, реализованный по разработанной методике, обеспечивает передачу со снижением отношения С/Ш не хуже $0,92(C/Ш)_{\text{макс}}$.

Разработанная в [1] методика расчета модулятора уменьшает неравномерность зависимости нормированного отношения С/Ш от дисперсии передаваемого сигнала в 1,1 ... 1,7 раза по сравнению с известными алгоритмами адаптации. При необходимости работы в еще большем динамическом диапазоне преимущества разработанного метода еще более ощутимы.

Величина динамического диапазона модуляторов оценивалась при условии, что в пределах этого диапазона отношение С/Ш должно быть не меньшим, чем $0,9(C/Ш)_{\text{макс}}$. Выигрыш в динамическом диапазоне модулятора, рассчитанного по разработанной методике, по сравнению с динамическим диапазоном известных устройств составил для выбранных условий моделирования величину от 1,8 до 14 раз в зависимости от алгоритма ДМ.

Сравнение графиков (рис. 1), полученных для различных значений частоты дискретизации, показывает, что на частоте дискретизации 16 КГц разработанный алгоритм дельта - модуляции обеспечивает такой же динамический диапазон преобразования, что и алгоритм [3] на частоте 20 КГц, или алгоритм [2] на частоте дискретизации 24 КГц. Отсюда следует вывод о том, что разработанный алгоритм преобразования позволяет получить выигрыш в снижении частоты дискретизации до 1,5 раз по сравнению с известными решениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов А.М. Дельта - модуляция квазистационарных случайных процессов. – К.: Наукова думка, 1997.– 152 с.
2. 88. Greefkes J.A., Riemens K. A Variable-Slop Delta Modulation Encoder with Digitaly Controlled Compression. –Mem.Conf. Int.IEEE Sobre Sist.; Redes y Comput., Сaxepec, Мор.(Мех.)– 1971, 2. – P. 965 - 970.
3. 75. Jayant N.S. Adaptive Delta - Modulation with One-Bit Memory // BSTJ.– 1970, 49.– N3.– P. 321 - 342.