

Бабкин В. В., Ланнэ А. А., Шаптала В. С.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЕ ВОКОДЕРЫ ДЛЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОЙ РАДИОСВЯЗИ В КВ И УКВ ДИАПАЗОНАХ

Государственный Университет Телекоммуникаций, Санкт-Петербург

vb@dsp-sut.spb.ru, arturlan@robotek.ru

В настоящее время в системах речевой радиосвязи связи в КВ и УКВ диапазонах доминирующее положение начинают занимать цифровые системы, построенные на основе использования вокодеров, обеспечивающих устранение избыточности речевого сигнала, представленного в цифровой форме, и радиомодемов, образующих дискретный канал связи, характеризуемый в первом приближении скоростью передачи W_0 (бит/с) и процентом битовых ошибок P_0 .

При проектировании такой системы (рис. 1) возникает задача рационального выбора способов и скоростей речевого (W_{sc}) и помехоустойчивого канального кодирования (W_{cc}) и распределения между ними ограниченного ресурса скорости дискретного канала (обычно $W_0 \leq 10$ кбит/с) в условиях высокого уровня ошибок P_0 , достигающего до 10%.



Рис.1. Блок-схема цифровой системы речевой связи.

При наличии количественного критерия качества Q синтетической речи на выходе системы можно сформулировать две оптимизационные задачи выбора способов кодирования, связанные друг с другом: определение максимально достижимого качества Q при заданных характеристиках канала $P \leq P_0$ и $W_{cc} \leq W_0$, или определение минимально допустимой скорости в канале W_{cc} при заданных $P \leq P_0$ и $Q \geq Q_0$, где предельные значения P_0 и Q_0 определяются каналом связи и заданными минимальными требованиями к качеству речи.

Квазиоптимальные решения указанных задач возможны на основе построения аналитических и эмпирических оценок исправляющей способности

помехоустойчивых кодов и чувствительности качества синтетической речи вокодеров к битовым ошибкам, возникающим в различных позициях в пакете данных на выходе вокодера, содержащем параметры речи для текущего кадра. Задачу совместной оптимизации выбора речевого и канального кодирования можно сформулировать как задачу выравнивания чувствительности качества синтетической речи на выходе системы связи к битовым ошибкам, возникающим в различных позициях в пакете данных, передаваемом в канале связи.

На основании изложенного метода в Центре ЦОС СПб ГУТ (www.dsp.sut.ru) разработано несколько вариантов помехоустойчивых вокодеров, объединяющих в себе схемы речевого и канального кодирования, со скоростями в канале связи 2400, 4400, 4800 и 7200 бит/с. Вокодеры реализованы для работы в реальном масштабе времени на цифровых процессорах обработки сигналов (ЦПОС) фирмы Texas Instruments семейств TMS320VC5400/5500.

Например, разработанный помехоустойчивый вокодер RMELP на скорость 7200 бит/с сопоставим по качеству речи в канале без ошибок со стандартной комбинацией вокодера и помехоустойчивого кодирования в системе связи TETRA с аналогичной скоростью в канале, и значительно лучше ее по помехозащищенности при большом количестве ошибок. Полученные результаты сравнений вокодеров на основе оценок качества речи PESQ-MOS по рекомендации ITU-T P.862 для различных уровней ошибок представлены в таблице.

Алгоритм	W _{cc} кбит/с	Вероятность битовой ошибки P					
		0%	5%	7%	9%	12%	15%
RMELP 7200	7.2	2.896	2.881	2.875	2.846	2.756	2.536
ETSI TETRA (ACELP+CC)	7.2	3.236	2.271	1.845	1.206	-	-
RMELP 4800	4.8	2.831	2.584	2.547	2.457	2.008	-
FS-1016 CELP	4.8	3.032	1.487	1.273	1.168	-	-
RMELP 4400	4.4	2.843	2.568	2.493	2.416	-	-
ETSI TETRA ACELP	4.567	3.236	1.267	-	-	-	-
RMELP 2400	2.4	2.474	2.412	2.011	-	-	-
Mil Std MELP	2.4	2.829	1.724	1.450	-	-	-

Аналогичные результаты получены и для случая группирования ошибок.