

## НИЗКОСКОРОСТНОЕ ЦИФРОВОЕ КОДИРОВАНИЕ РЕЧИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЛИНЕЙНОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ

Сидорова Н. А.

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

В работе рассмотрены принципы функционирования и практическая реализация перспективных алгоритмов низкоскоростного кодирования речевых сигналов. Показано, что в цифровых системах связи со скоростью передачи информации 8000-13200 бит/с эффективным оказывается применение речепреобразующих устройств, спроектированных на основе метода линейного предсказания с возбуждением от кода (CELP-вокодеров). При этом использование предложенного CELP-вокодера, совместимого со стандартом IS-96-A, обеспечивает отношение сигнал/шум для синтезируемой речи не менее 15 дБ (при скорости передачи данных 8000 бит/с), а CELP-вокодера, совместимого со стандартом IS-733, – не менее 20 дБ (при скорости передачи данных 13200 бит/с). Данные показатели позволяют охарактеризовать качество синтезируемой речи как близкое к коммерческому и коммерческое соответственно.

Для понижения скорости передачи информации до 2400 бит/с целесообразной оказывается разработка речевых кодеков на основе метода линейного предсказания со смешанным возбуждением (MELP-вокодеров). Данные вокодеры могут обеспечивать словесную разборчивость речи не менее 95% при сохранении узнаваемости и интонационной окраски голоса диктора, если число ошибок в канале связи не превышает 1%.

Для каналов с высоким процентом ошибок может быть рекомендовано применение вокодера, спроектированного на основе модифицированного MELP-алгоритма, скорость передачи данных в котором без существенной деградации речи может быть понижена до 1200 бит/с. Суть модификации состоит в замене некоторых речевых параметров на интерполированные значения параметров предыдущих фреймов. Данный прием в совокупности с использованием корректирующих кодов позволяет получить приемлемое качество синтезированной речи в каналах с ошибками до пяти процентов. В качестве корректирующих кодов наилучшим образом зарекомендовали себя коды Хемминга, в частности, код (8,4). Суммарная скорость потока информационных и проверочных бит при этом составила 2400 бит/с.

Для каналов с весьма высоким процентом ошибок в качестве корректирующих кодов рекомендуется применение сверточных кодов со скоростью 1/3. В этом случае при использовании схемы декодера Витерби с мягким решением приемлемое качество речи может обеспечиваться при вероятности канальной ошибки до 10%. Дальнейшее повышение эффективности речепреобразующих устройств может быть достигнуто за счет использования модифицированных кодовых книг, отражающих возможные сочетания линейных спектральных пар, и техники суммарного векторного кодирования речевых параметров. Это позволяет получить скорость битового потока вокодера до 600 бит/с при словесной разборчивости речи не менее 90%.

Все предложенные речепреобразующие устройства могут быть реализованы на современной элементной базе. Работоспособность и эффективность данных вокодеров подтверждены программным (с помощью языка С) и аппаратным (на базе цифрового процессора обработки сигналов) моделированием их работы в реальном масштабе времени.

Результаты работы внедрены на ОАО «Электросигнал» и в НТЦ «Юрион» при разработке систем связи промышленного и военного назначения.