



СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Канальное кодирование в
стандарте GSM

Канальное кодирование в стандарте GSM

- Кодер канала - второй (и последний) элемент цифрового участка передающего тракта. Он следует после кодера речи и предшествует модулятору, осуществляющему перенос информационного сигнала на несущую частоту.
- Основная задача кодера канала - помехоустойчивое кодирование сигнала речи, т.е. такое его кодирование, которое позволяет обнаруживать и в значительной мере исправлять ошибки, возникающие при распространении сигнала по радиоканалу от передатчика к приемнику.
- Помехоустойчивое кодирование осуществляется за счет введения в состав передаваемого сигнала довольно большого объема избыточной (контрольной) информации. В английской терминологии такое кодирование носит наименование Forward Error Correcting coding (FEC coding), т.е. кодирование с опережающей коррекцией ошибок, или кодирование с коррекцией ошибок на проходе.

Канальное кодирование в стандарте GSM

В сотовой связи помехоустойчивое кодирование реализуется в виде трех процедур:

1. блочного кодирования (block coding);
2. сверточного кодирования (convolutional coding);
3. перемежения (interleaving).

Кроме того, кодер канала выполняет еще ряд функций:

- добавляет управляющую информацию, которая, в свою очередь, также подвергается помехоустойчивому кодированию;
- упаковывает подготовленную к передаче информацию и сжимает ее во времени;
- осуществляет шифрование передаваемой информации, если таковое предусмотрено режимом работы аппаратуры.

Канальное кодирование в стандарте GSM



Канальное кодирование в стандарте GSM

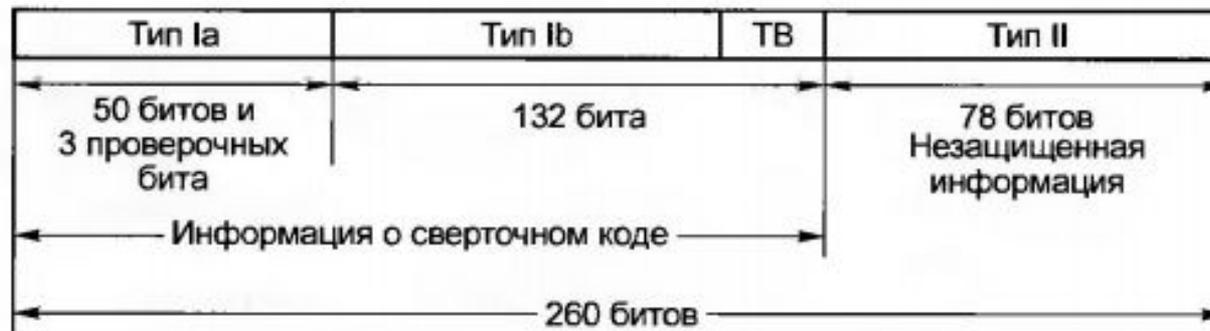
- При блочном кодировании входная информация разделяется на блоки, содержащие по k символов каждый, которые по определенному закону преобразуются кодером в n -символьные блоки, причем $n > k$. Отношение $R = k/n$ называется скоростью кодирования и является мерой избыточности, вносимой кодером. При рационально построенном кодере меньшая скорость кодирования (т.е. большая избыточность) соответствует более высокой помехоустойчивости.
- Повышению помехоустойчивости способствует также увеличение длины блока. Блочный кодер с параметрами n, k обозначается (n, k) . Если символы входной и выходной последовательностей являются двоичными (т.е. состоят из одного бита каждый), то кодер называется двоичным. Именно двоичные кодеры используются в сотовой связи.
- При сверточном кодировании K последовательных символов входной информационной последовательности, по k бит в каждом символе, участвуют в образовании n -битовых символов выходной последовательности, $n > k$, причем на каждый символ входной последовательности приходится по одному символу выходной. Каждый бит выходной последовательности получается в результате суммирования по модулю 2 нескольких бит (от двух до Kk бит) K входных символов, для чего используются n сумматоров по модулю 2.

Канальное кодирование в стандарте GSM

- Сверточный кодер с параметрами n, k, K обозначается (n, k, K) . Отношение $R=k/n$, как и в блочном кодере, называется скоростью кодирования. Параметр K называется длиной ограничения; он определяет длину сдвигового регистра (в символах), содержимое которого участвует в формировании одного выходного символа.
- Перемежение представляет собой такое изменение порядка следования символов информационной последовательности (т.е. перестановку), при которой стоявшие рядом символы оказываются разделенными несколькими другими символами. Такая процедура предпринимается с целью преобразования групповых ошибок (пакетов ошибок) в одиночные ошибки, с которыми легче бороться с помощью блочного и сверточного кодирования.
- Использование перемежения - одна из особенностей сотовой связи. Это является следствием неизбежных глубоких замираний сигнала в условиях многолучевого распространения. При этом группа следующих один за другим символов, попадающих на интервал замирания (провал) сигнала, с большей вероятностью оказывается ошибочной. Если перед выдачей информационной последовательности в радиоканал она подвергается процедуре перемежения, а на приемном конце восстанавливается прежний порядок следования символов, то пакеты ошибок с большей вероятностью разбиваются на одиночные ошибки. Известно несколько различных схем перемежения и их модификаций - диагональная, блочная, сверточная и др. В основе схем, применяемых в сотовой связи, лежат первые две из них.

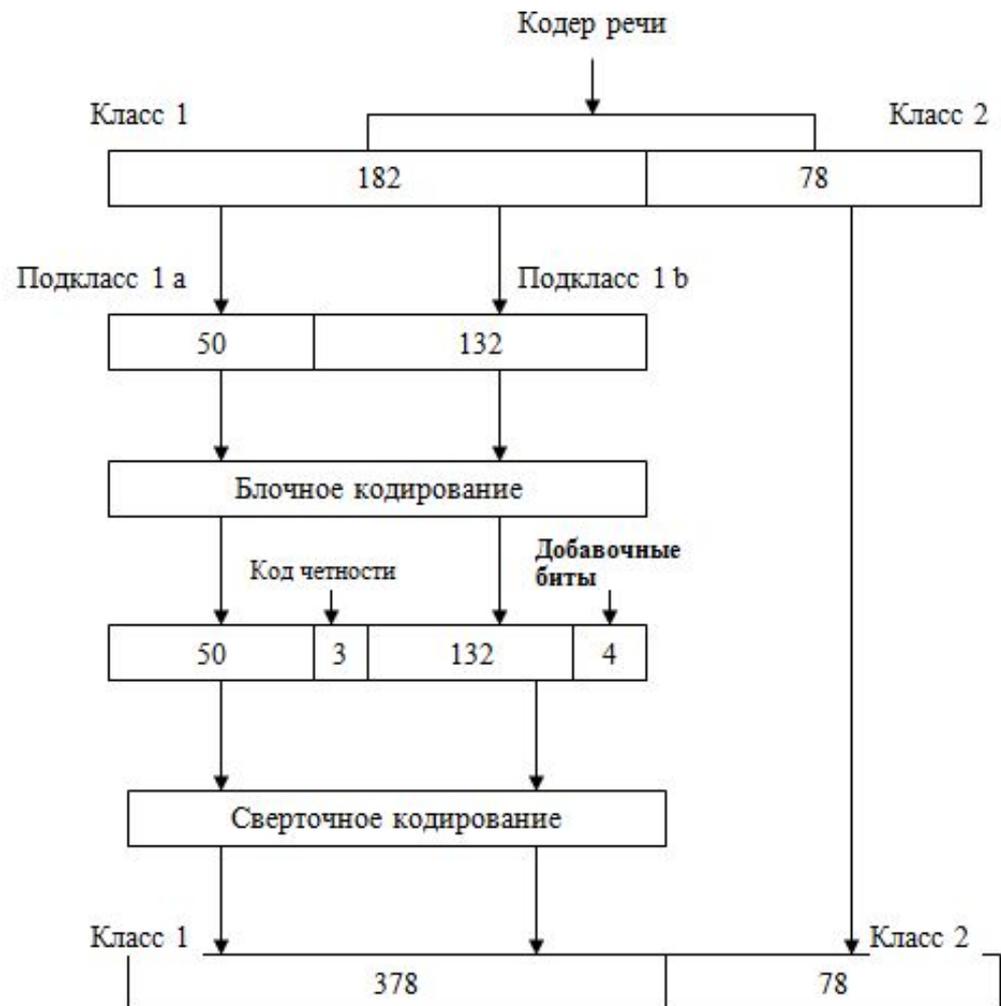
Канальное кодирование в стандарте GSM

- В стандарте GSM 260 бит информации, кодирующих параметры 20-мс сегмента речи разделяются на два класса:
 - класс 1 - 182 бита, защищаемые помехоустойчивым кодированием,
 - класс 2 - оставшиеся 78 бит, которые передаются без помехоустойчивого кодирования.
- 1 класс делится на подкласс 1a - 50 наиболее существенных бит, которые подвергаются более мощному кодированию, и подкласс 1b - 132 бита, которые кодируются слабее.



Один отсчет речевого сигнала

Структурная схема канального кодирования

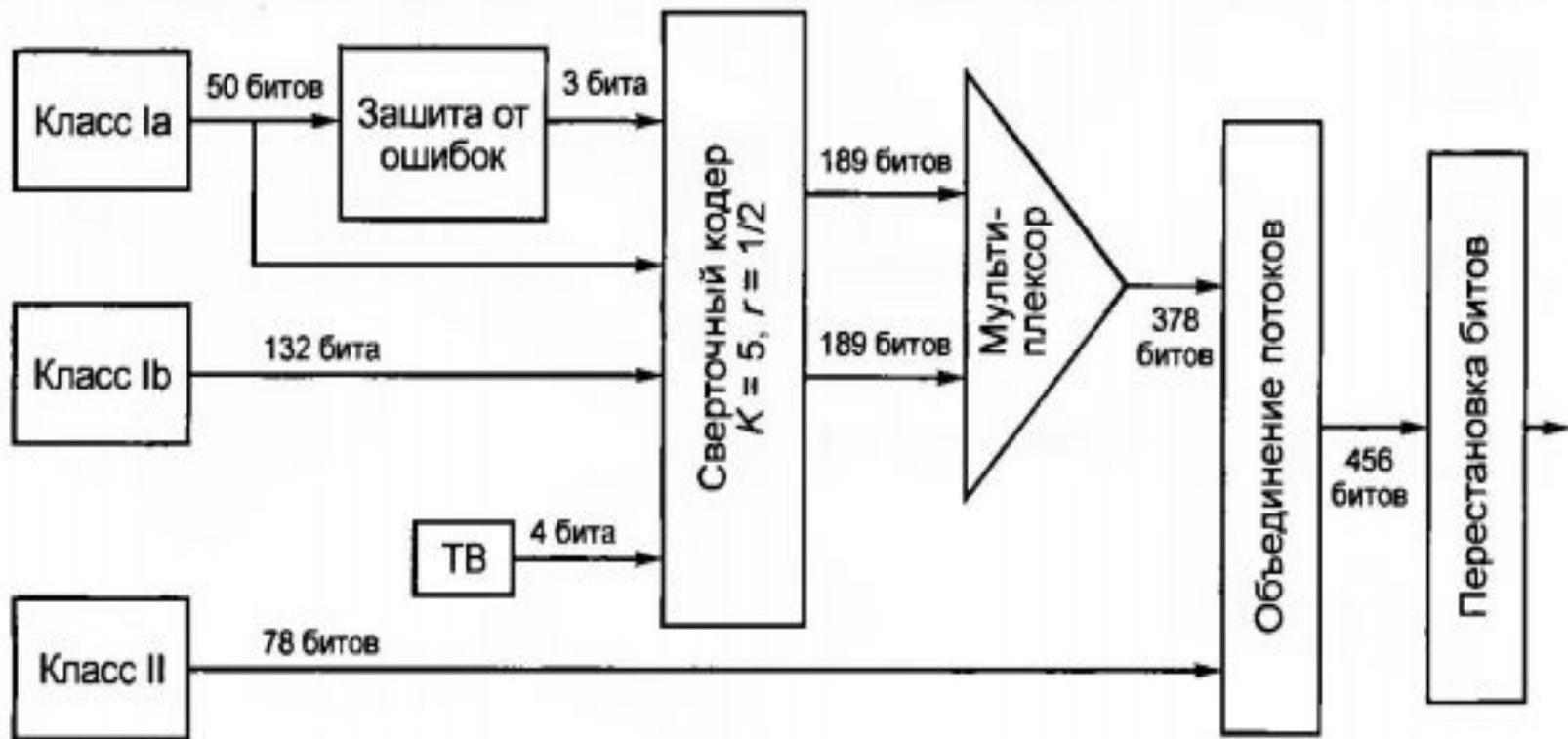


Канальное кодирование в стандарте GSM

- Информация подкласса 1a кодируется блочным кодом, обнаруживающим ошибки, - укороченным систематическим циклическим кодом (53, 50), дающим 3-битовый код четности.

Затем вся информация класса 1 переупаковывается, располагаясь в следующей последовательности: биты с четными индексами, код четности подкласса 1a, биты с нечетными индексами в обратной последовательности, четыре добавочных нулевых бита - всего 189 бит.

Принцип кодирования пакета трафика



Канальное кодирование в стандарте GSM

- Далее проводится первый шаг перемежения: биты с четными индексами собираются в первой части информационного слова, затем идут 3 бита проверки на четность, затем собираются биты с нечетными индексами и переставляются. Затем следуют 4 нулевых бита, которые нужны для формирования кода, исправляющего случайные ошибки в канале.



Структура формирования сигнала

Канальное кодирование в стандарте GSM

- Эти 189 бит подаются на сверточный кодер (2, 1, 5) со скоростью кодирования $R=1/2$ и длиной ограничения $K=5$. Параметр K называется длиной ограничения; он определяет длину сдвигового регистра (в символах), содержимое которого участвует в формировании одного выходного символа. В результате 378 бит с выхода сверточного кодера вместе с 78 битами класса 2 составляют 456 бит, т.е. поток информации речи на выходе кодера равен 456 бит/20 мс, или 22,8 кбит/с

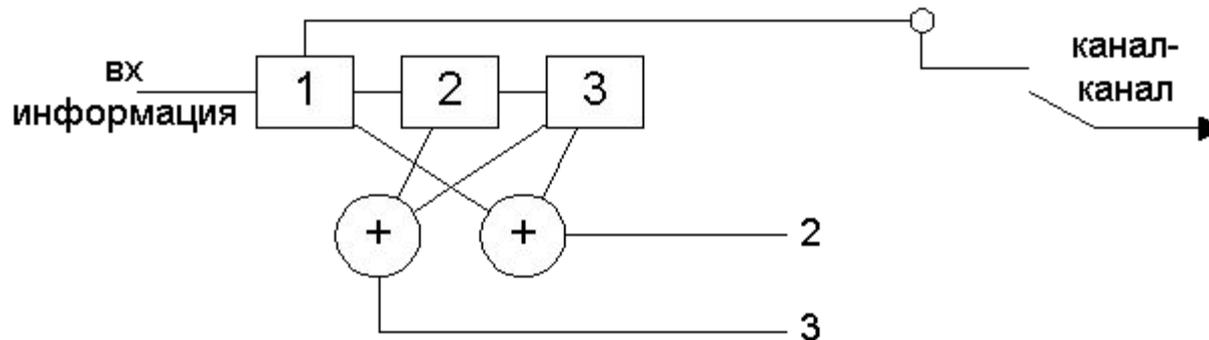


Схема сверточного кодера