

Здесь равенство достигается только при использовании идеальной фильтрации Найквиста. Поскольку цифровая телефонная система использует (двоичные) сигналы РСМ, каждое слово РСМ преобразовывается в  $l = \log_2 L = \log_2 256 = 8$  бит. Следовательно, полоса, необходимая для передачи речи с использованием РСМ, равна следующему выражению:

$$W_{\text{РСМ}} \geq (\log_2 L) \frac{R_c}{2} \text{ Гц} \geq \\ \geq \frac{1}{2} (8 \text{ бит/символ}) (8000 \text{ символов/с}) = 32 \text{ кГц} .$$

Описанный аналоговый канал передачи речи (3 кГц) обычно требует полосы порядка 4 кГц, включая некоторые разделительные полосы между каналами, называемые *защитными* (guard band). Следовательно, при использовании формата РСМ, 8-битового квантования и двоичной передачи с сигналами РСМ требуется примерно в 8 раз большая полоса, чем при использовании аналогового канала.

### 3.3.3. Демодуляция/детектирование сформированных импульсов

#### 3.3.3.1. Согласованные и обычные фильтры

Обычные фильтры отсекают нежелательные спектральные компоненты принятого сигнала при поддержании некоторой точности воспроизведения сигналов в выбранной области спектра, называемой *полосой пропускания* (pass-band). В общем случае эти фильтры разрабатываются для обеспечения приблизительно одинакового усиления, линейного увеличения фазы в зависимости от частоты в пределах полосы пропускания и минимального поглощения в остальной части спектра, именуемой *полосой заграждения* (stop-band). Согласованный фильтр имеет несколько иные “проектные приоритеты”, направленные на максимизацию отношения сигнал/шум известного сигнала при шуме AWGN. В обычных фильтрах используются случайные сигналы, и результат фильтрации определяется только полосами сигналов, тогда как согласованные фильтры предназначены для *известных сигналов*, имеющими случайные параметры (такие, как амплитуда и время). Согласованный фильтр можно рассматривать как *шаблон*, который согласовывает обрабатываемый сигнал с известной формой. Обычный фильтр сохраняет временную или спектральную структуру сигнала. Согласованный фильтр, наоборот, в значительной степени модифицирует временную структуру путем сбора энергии сигнала, которая согласовывается с его шаблоном, и в завершение каждого интервала передачи символа представляет результат фильтрации в виде значения максимальной амплитуды. Вообще, в цифровой связи приемник обрабатывает поступающие сигналы с помощью фильтров обоих типов. Задачей обычного фильтра является изоляция и извлечение высокоточной аппроксимации сигнала с последующей передачей результата согласованному фильтру. Согласованный фильтр накапливает энергию принятого сигнала, и в момент взятия выборки ( $t = T$ ) на выход фильтра подается напряжение, пропорциональное этой энергии, после чего следует детектирование и дальнейшая обработка сигнала.

#### 3.3.3.2. Импульсы Найквиста

Рассмотрим последовательность информационных импульсов на входе передатчика и последовательность импульсов, получаемую на выходе согласованного фильтра с характеристикой типа приподнятого косинуса (перед дискретизацией). На рис. 3.21 переданные данные представлены импульсными сигналами, которые появляются в мо-