**Содержание**

Введение

1. Линейная дельта–модуляция

2. Адаптивная дельта-модуляция

3. Адаптивно-разностная ИКМ (АРИКМ). Общие сведения

4. АРИКМ с адаптивным квантованием

5. АРИКМ с адаптивным предсказателем

6. Сравнение цифровых систем кодирования

Заключение

Список литературы

**Введение**

Радиосвязь - одно из самых простых и надежных средств связи. Рации полезны и удобны, их можно использовать там, где недоступен ни один другой вид связи, системы радиосвязи недороги по цене, легко развертываются и нетребовательны к условиям окружающей.

При дельта–модуляции частота дискретизации много выше, чем частота В.А. Котельникова, . В результате соседние отсчеты оказываются сильно коррелированными, т.е.:



( 1)



и можно более точно предсказать текущий отсчет по предшествующему. Т.к. в системе с дельта–модуляцией используется одноразрядный (двухуровневый) квантователь, то скорость передачи информации при этом равняется частоте дискретизации .



**1. Линейная дельта–модуляция**

радиосвязь дельта модуляция сигнал

В этом случае шаг квантования фиксирован, а порядок фильтра - предсказателя p=1. Квантователь имеет два уровня:

(2)



Коэффициент усиления при этом:

. ( 3)



При , коэффициент усиления , но этот результат качественный, практически же коэффициент усиления стремится к постоянному предельному значению .



Структурная схема системы с дельта–модуляцией имеет вид (рисунок 1).



Рисунок 1

Приемная часть схемы изображена на рисунке 2.



Рисунок 2

Рассмотрим сигналы в различных точках этой схемы (рисунок 3).

При дельта–модуляции в тактовых точках передается знак приращения текущего значения сигнала относительно предшествующего. При увеличении исходного сигнала формируется последовательность единиц, а при уменьшении – последовательность нулей. Квантованное значение в этом случае имеет вид:

. ( 4)



Рисунок 3

При это уравнение описывает работу дискретного интегратора, в котором осуществляется накопление шагов квантования .



Рассмотрим требования к характеристикам дельта – модулятора. Входной сигнал квантователя имеет вид:

, ( 5)



где - ошибка квантования.



Если пренебречь ошибкой квантования, то рассматривается как аппрокимация производной входного сигнала. Для того, чтобы последовательность отсчетов быстро возрастала как и последовательность отсчетов необходимо потребовать выполнение условия:



. ( 6)



Если это условие не удовлетворяется, то возникает ошибка перегрузки (пунктирная кривая на рисунке 3). Т.к. при перегрузке увеличение и уменьшение последовательности происходит по ступенчатой линии, то такую дельта – модуляцию называют линейной (ЛДМ).



Если в течение некоторого интервала времени входной сигнал меняется незначительно, то в линию связи поступает последовательность нулевых и единичных посылок, что приводит к флюктуациям восстановленного сигнала с размахом дельта, возникает шум дробления.



Рассмотрим вопрос выбора оптимального шага квантования. При большом динамическом диапазоне входного сигнала необходимо выбирать большой шаг квантования. Для точного описания малых уровней входного сигнала необходим меньший шаг квантования. Выбор шага квантования необходимо производить с условием максимизации отношения сигнал – шум квантования при заданной частоте дискретизации. Эти зависимости были исследованы для сигнала с гауссовской ФПВ и равномерным спектром. Они имеют вид (рисунок 4).



Рисунок 4

При некотором отношение сигнал – шум квантования достигает максимума. Значения левее соответствует перегрузке, а правее - - шуму дробления. Оптимальное значение отношения сигнал – шум квантования увеличивается на 9 дБ при удвоении , что увеличивает скорость передачи в 2 раза.



Достоинства линейной дельта – модуляции:

1. Простая реализация.
2. Низкие требования к синхронизации.

Недостаток линейной дельта – модуляции: грубое квантование погрешности предсказания.

**2. Адаптивная дельта-модуляция**

Адаптивные схемы дельта-модуляторов (АДМ) позволяют значительно улучшить характеристики ЛДМ, в частности грубое квантование погрешности предсказания. Обычно при АДМ используется адаптация по выходному сигналу. В этом случае не требуется синхронизация по кодовым словам, т.к. шаг квантования в передатчике и приемнике перестраивается в одной и той же кодовой последовательности.

Структурная схема АДМ приведена на рисунке 5.

Шаг квантования в этой схеме подчиняется следующему правилу:

, ( 7)



,



где - функция текущего и предшествующего кодового слова. Алгоритм выбора множителя *М* имеет вид



, - перегрузка,



, - шумы дробления,



.



Действительно при перегрузке последовательности на выходе состоят только из нулей или единиц, а при шуме дробления - чередующейся последовательности нулей и единиц.



Рисунок 5

Исследована зависимость отношения сигнал/шум квантователя от (рисунок 6).



Рисунок 6

Сравним системы ЛДМ, АДМ и логарифмической ИКМ (рисунок 7) при и .



Рисунок 7

Проигрыш ЛДМ по сравнению с АДМ составляет 8 – 14 дБ:

т. е. дБ, при кбит/с , а при кБ/с .



Улучшение качества АДМ достигается путем ее незначительного усложнения, все достоинства ЛДМ при этом сохраняются. Использование предсказателя второго порядка в ЛДМ или АДМ дает выигрыш в отношении сигнал-шум квантования на 4 – 5 дБ.

**3. Адаптивно-разностная ИКМ (АРИКМ). Общие сведения**

Системы с РИКМ обеспечивают выигрыш в 6 – 12 дБ по сравнению с ИКМ с - компандером. Наибольший выигрыш достигается при переходе от системы без предсказателя к предсказанию 1-го порядка. Это означает, что заданное отношение сигнал-шум квантователя системы с РИКМ можно обеспечить при разрядности меньше на 1 - 2 единицы, чем при ИКМ. Использование квантователя по - закону в разностных схемах (РИКМ) увеличивает отношение сигнал-шум еще на 6 дБ. Характеристики такой системы будут слабочувствительны к уровню входного сигнала, а общая разрядность представления уменьшится на 2 - 3 единицы. Телеметрические и речевые сигналы являются нестационарными, поэтому необходимо использовать адаптивные предсказатели и квантователи. Такие системы называются адаптивно-разностными ИКМ (АРИКМ).



**4. АРИКМ с адаптивным квантованием**

Рассмотрим структурную схему АРИКМ с адаптацией по выходному сигналу (рисунок 8).



Рисунок 8

Систему АРИКМ с адаптивным квантованием можно построить с управлением по входу и выходу, при этом шаг квантования пропорционален среднеквадратическому значению сигнала на его входе и выходе. Можно управлять шагом квантования и по разностному сигналу. Общий выигрыш системы АРИКМ может составлять 18 – 24 дБ по сравнению с адаптивным квантователем с тем же числом уровней. Если применить - закон квантования к разностному сигналу, то выигрыш составит 24 – 30 дБ, что позволит уменьшить разрядность кодового слова на 4 – 5 единиц по сравнению с ИКМ. Дополнительным достоинством является возможность работы с входными сигналами, которые имеют большой динамический диапазон.



**5. АРИКМ с адаптивным предсказателем**

Все предыдущие схемы, кроме оптимальных и - квантователей принадлежат к параметрически адаптивным системам. При использовании предсказателей высокого порядка можно ожидать, что РИКМ даст выигрыш 10 – 12 дБ по сравнению с ИКМ. Величина выигрыша зависит от корреляционной формы сигнала, которая изменяется от реализации к реализации. Поэтому целесообразно использовать систему АРИКМ с адаптивным предсказанием, которая позволит дополнительно увеличить отношение сигнал-шум квантователя в случае нестационарных сигналов. При этом необходимо на блоке отсчетов определять оптимальный порядок предсказателя и коэффициенты предсказания . Адаптация предсказателя может осуществляться по входному или выходному сигналу.



Структурная схема системы АРИКМ с адаптивным предсказанием изображена на рисунке (рисунок 9).

При адаптации по входу для восстановления сигнала в приемнике необходимо передавать , и . Пусть коэффициент предсказания и порядок предсказания зависит от времени. При этом предсказанное значение имеет вид:



. ( 8)



При определении коэффициентов предполагают, что свойства сигнала не изменяются во времени в течение определенного интервала времени. Для речевого сигнала этот интервал составляет 50 – 100 мс.



Рисунок 9

Рассмотрим зависимости отношения сигнал-шум для адаптивных (АП) и фиксированных (ФП) предсказаний (рисунок 10).



Рисунок 10

Верхняя граница отношения сигнал-шум при фиксированном предсказании составляет 10 дБ, а при адаптивном предсказании составляет 14 – 15 дБ. При этом чувствительность адаптивного предсказателя к изменению свойств сигнала значительно ниже, чем у фиксированного предсказателя.



**6. Сравнение цифровых систем кодирования**

Сравнение различных систем кодирования производилось при речевых сигналах [4]. Рассмотрим систему:

1. Неадаптивной ИКМ с - законом квантования.



1. Адаптивной ИКМ с оптимальным Гауссовским квантованием и управлением по входному сигналу.
2. РИКМ с неадаптивным предсказателем первого порядка и адаптивным квантователем с управлением по выходному сигналу.
3. АРИКМ с адаптивным предсказателем первого порядка и адаптивным квантователем с управлением по входному сигналу.
4. АРИКМ с предсказателем четвертого порядка и адаптивным квантователем с управлением по входному сигналу.
5. АРИКМ с предсказателем двенадцатого порядка и адаптивным квантователем с управлением по входному сигналу.



Рисунок 11

Кривые отстают друг от друга на 6 дБ. На практике субъективное качество речи сигнала в системе с АРИКМ оказывается лучше, чем с ИКМ при том же отношении сигнал – шум. Обычно 4-х разрядная АРИКМ с адаптивным квантованием оказывается лучше 8-ми разрядной ИКМ с - компандером. Если применять - квантователь для разностного сигнала, то выигрыш АРИКМ дополнительно увеличится на 6 дБ по сравнению с ИКМ и - законом квантования.



**Заключение**

Телекоммуникации являются одной из наиболее быстро развивающихся областей современной науки и техники. Жизнь современного общества уже невозможно представить без тех достижений, которые были сделаны в этой отрасли за немногим более ста лет развития. Отличительная особенность нашего времени - непрерывно возрастающая потребность в передаче потоков информации на большие расстояния. Это обусловлено многими причинами, и в первую очередь тем, что связь стала одним из самых мощных рычагов управления экономикой страны. Одновременно, претерпевая значительные изменения, становясь многосторонней и всеобъемлющей, электросвязь каждой страны становится все более интегрированной в мировое телекоммуникационное пространство.

**Список литературы**

1. Кириллов С.Н., Поспелов А.В. Дискретные сигналы в радиотехнических системах. Учебное пособие. Рязань. РГРТА, 2003. 60с.
2. Кириллов С.Н., Виноградов О.Л., Лоцманов А.А. Алгоритмы адаптации цифровых фильтров в радиотехнических устройствах. Учебное пособие. Рязань. РГРТА, 2004. 80с.
3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Алгоритмы защиты речевой информации в телекоммуникационных системах. Учебное пособие с грифом УМО. Рязань. РГРТА, 2005. 128с.
4. Тепляков И.М., Рощин Б.В., Фомин А.И., Вейцель В.А. Радиосистемы передачи информации: Учебное пособие для вузов / М.: Радио и связь. 1982. 264с.

Размещено на http://www.