

3 Обработка сигнала

3.1 Концепция обработки тестового файла

Обработка основана на гипотезе того, что в нашем мозге в процессе приема длинных сигналов (длительностью от 50 до 500 мс) происходит накопление информации и ее сравнение с некоторой группой образцов. Вполне вероятно, что накопление и сравнение происходит независимо в критических полосах, однако для реализации алгоритма цифровой обработки есть предположение начать с простого варианта – вычисления угла между опорным и принятым векторами.

Векторное представление сигналов является стандартным в цифровой обработке, где в качестве координат многомерного вектора выступают либо временные отсчеты (при представлении вектора во временной области), либо масштабированные базовые векторы того линейного пространства, в которое этот сигнал преобразован для удобства обработки (например, в частотную область). Мерность вектора определяется количеством его координат, поэтому обычно в цифровой обработке сигналов производится обработка многомерных векторов. Чем больше мерность вектора, тем более тонкие различия между векторами можно зафиксировать. Скорее всего, наш мозг так и делает. При обработке векторов справедливы все стандартные приемы и измерения, используемые в векторном анализе: норма, векторное сложение, масштабирование, поворот, проекция, измерение угла, модуля, и т.д.

В нашем случае, в качестве опорных векторов предлагается взять тестовые сигналы – короткий и длинный импульсы, записанные в опорном файле, а в качестве принятых векторов - выбранные из принятого файла фрагменты, содержащие искаженные короткий и длинный импульс и шумы с помехами. Метрологически предлагается вычислять угол между векторами (всего в предложенном тестовом файле можно вычислить 300 углов между короткими импульсами и 30 углов между длинными импульсами).

Первым важным моментом, на котором я хочу акцентировать внимание, является то, что для вычисления угла не требуется приводить опорный и принятый вектора к одному масштабу, а также, угол не зависит от фазы, направления, модуля векторов, при условии их синхронного изменения. Это позволяет отказаться от процедуры вычисления разности, содержащей продукты искажений и помех. Нам не важно соотношение уровней громкости опорного и записанного файлов. Также между файлами допускается произвольная задержка (обычно в пределах доли отсчета).

Вторым является то, что при возникновении в канале линейных искажений (с постоянными параметрами), процедура проецирования сигнального вектора на опорные приведет к постоянному смещению измеренного угла между векторами, а не увеличению его дисперсии, что делает предлагаемый метод малочувствительным к линейным искажениям в тракте (изменению АФЧХ).

Третьим является то, что при проецировании искаженного вектора (содержащего гармоники и имеющего широкий спектр) на опорный, не содержащий искажения и имеющего узкий спектр, см. рисунки 3 б), 4 б), автоматически формируется частотная фильтрация, что делает метод малочувствительным к «статическим» нелинейным искажениям и гармоникам сетевой частоты в тракте.

Таким образом, рассматриваемый метод предназначен для вылавливания всех отклонений искаженного вектора, которые непостоянны во времени. Для этого, исследуемый тракт «провоцируется» тем, что в тестовом сигнале постоянно изменяются параметры импульсов.

Но так как вместе с продуктами таких «динамических» искажений в тракте присутствуют шумы, то после проведения процедуры измерения дисперсии углов, производится нормировка результата под уровень шума в тракте в отсутствии полезного сигнала. Делается это следующим образом:

– из принятого файла извлекается финальный участок, содержащий только шум и помехи;

- этот шум приводится к уровню тестового файла (используя оценку амплитуды маркера);
- Формируется синтетический файл, состоящий из суммы опорного (неискаженного файла без шума) и принятого и приведенного шума;
- Для этого файла вычисляется дисперсия угла между векторами;
- К ранее полученному результату вычисляется поправка, подобная вычислению коэффициента шума в приемных устройствах.

При наличии недостатков в схеме и особенно конструкции устройства, оно больше подвержено влиянию шумов помех в тракте и цепях питания, и при подаче полезного сигнала, начинает интенсивно генерировать продукты (включая интермодуляционные продукты сигнала и входных шумов с помехами), приводящие к резкому возрастанию дисперсии угла между векторами. Из-за случайного характера помех, описанный механизм обычно плохо различим с помощью стандартных методов, и может проявляться лишь косвенно, быстро усредняясь при увеличении окна спектрального анализа (что является самой распространенной практикой).

Следующей операцией обработки сигнала является коррекция результатов, полученных отдельно для коротких и длинных импульсов в соответствии с психоакустикой (таблица 1), что приводит к дополнительной поправке на 8 и 24 дБ.

Наконец, финальным этапом является вычисление соответствия вычисленного результата данным, полученным при искусственном квантовании тестового файла. Понимая, что такое предложение может вызвать споры, тем не менее, я предлагаю сделать привязку именно к «негладким» искажениям (квантизация, переходные искажения разных родов, отсечка), которые субъективно воспринимаются нами даже на низком уровне, и интуитивно понятны.

Пока ни один из доступных нам каналов «ЦАП-АЦП» не добрался до границы в 18 бит, а среди усилителей были образцы с результатом < 7 бит.