

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Кондратьев К. В., Сергеевич В. Н.

**научный руководитель канд. техн. наук Непомнящий О. В.
Сибирский федеральный университет (Железногорский филиал)**

На современном этапе развития систем звукоусиления и звуковоспроизведения, особенно остро стоят проблемы подавления помех возникающих вследствие акустической обратной связи, возникающей при возбуждении приемников акустического сигнала от внешних источников паразитного излучения. Здесь под паразитным излучением понимается те составляющие сигнала, которые повторно поступают из звуковоспроизводящих устройств на сенсор - приемник. На рисунке 1 показана классическая схема возникновения помехи в сигнале. Подобные помехи выражаются в виде эха, когда поданный в сенсор приемник сигнала пройдя через воздушную среду озвучиваемого пространства, повторно приходит на приемник, снова проходит через среду, и так до тех пор, пока не рассеется вся его мощность, и эхо постепенно не затихнет. Такой вариант развития событий характерен для системы с коэффициентом усиления < 1 , в противном случае сигнал, повторно пришедший на сенсор приемник, будет каждый раз усиливаться, в результате из источников сигнала будет слышен неприятный свист.

Существует целый класс подавителей в программном или аппаратном представлении, основанных на вырезании узких полос частот, на которых чаще всего происходит возбуждение, из общего спектра сигнала. При нарушении целостности диапазона частот сигнала, на высоком уровне усиления, сигнала получается не четким и звук, на слух, воспринимается с некоторым дрожанием. Другие устройства, основанные на использовании регулируемой линии задержки сигнала от минимально допустимой задержки до возвращения в собственную фазу, также направлены на решение этой проблемы. Недостатками таких устройств, являются искажения, вносимые в выходной сигнал, задержками сигнала во избежание появления резонанса, и то, что такая схема предотвращения обратной связи срабатывает только на определенных частотах. Также существуют устройства, основанные на прекращении подачи звукового сигнала на усилитель во время пауз между предложениями и словами говорящего. Недостатком этого устройства является то, что фильтрация сигналов способствующих возникновению акустической обратной связи происходит только в том случае, когда образуются паузы в речи оратора, тогда фильтр срабатывает и не пропускает в усилительный тракт ни какого сигнала. Во время затяжной, не отдельной речи с уровнем коэффициента усиления больше 1, велика вероятность появления акустической обратной связи. Также отсутствие пауз можно получить в случае пения или музыкального сопровождения говорящего, в этом варианте такой алгоритм не работает.

Так или иначе, все существующие методы подавления акустической обратной связи, можно разделить на две большие группы, в первую очередь те которые, фильтруя сигнал от помех АОС, нарушают его целостность или вносят негативные изменения в спектральную картину [1], что безусловно негативно отражается на четкости и восприятии сигнала. Ко второй группе можно отнести методы, которые не влияют на целостность сигнала, как правило, эти методы лежат в основе фильтров, которые в автоматическом режиме удерживают петлевой коэффициент усиления системы < 1 . Безусловно, те методы подавления акустической обратной связи, не

искажающие сигнал вызывают особый интерес, так сохранение четкости и разборчивости сигнала является главной задачей всех систем передачи, усиления и воспроизведения сигнала. В моменты времени, когда начинает образовываться петля обратной связи, происходит понижение коэффициента усиления. Известны также различные критерии определения наличия достаточного уровня помех в сигнале для возбуждения всей системы [2].

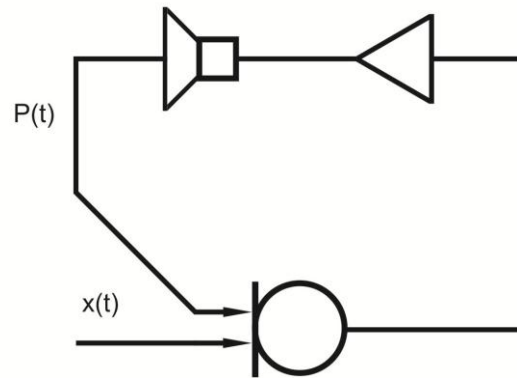


Рисунок 1. Схема возникновения помехи в усилительном тракте в результате АОС

Для реализации алгоритма фильтрации [3], суть которого заключается в предварительном вычислении модели помехи и последующие вычитание ее из входящего сигнала. Для реализации такого фильтра требуется мощный вычислитель, так как для вычисления модели помехи необходимо для каждого входного отсчета вычислять свертку массива коэффициентов фильтра с такой же по размерности выборкой текущего сигнала. Размер массива коэффициентов фильтра вычисляется из расчета времени реверберации озвучиваемого пространства. Так как происходит вычитание смоделированной помехи из зашумленного сигнала, очень важным является точность сопоставления модели и самой помехи в сигнале, другими словами если мы будем отнимать значения помехи для каждого отсчета не из тех входных значений сигнала, то в результате вычитания получится абсолютно не разборчивый сигнал. Следовательно, не зависимо при программной или аппаратной реализации данного метода подавления акустической обратной связи, необходим подстрочный регулятор, для корректировки фильтрации в режиме реального времени. Конечно, коэффициенты фильтра содержат информацию о том, как и с какими задержками, сигнал приходит повторно на сенсор приемник, однако как показали эксперименты, для частных случаев необходима корректировка вычитания массива значений помехи $\pm 1-2$ отсчета.

Для нахождения коэффициентов обратной связи, авторами данной статьи, предлагается вычисление взаимно – корреляционной функции, идущих последовательно интервалов входящего сигнала. Экспериментальным путем доказано, что во входящем сигнале содержится достаточно информации о том, как и с какими задержками, сигнал повторно попадает в сенсор приемник. С подробным описанием алгоритма нахождения коэффициентов для фильтра подавления АОС, вы можете ознакомиться в иных статьях за той же группой авторов.

Стоит отметить, что основной акцент разработчиков метода предварительной фильтрации сигнала, ставится на то чтобы на момент возникновения помехи, массив коэффициентов был актуален. Математическая модель фильтрации работала бы на

100%, если бы озвучиваемое пространство было бы статичным, переходные коэффициенты – константы. Тогда, единожды вычислив, коэффициенты, можно было бы настроить фильтр, таким образом, что бы он определял значения помехи до ее возникновения, в любой момент времени и регулировался только уровнем усиления. К сожалению, физические характеристики озвучиваемой среды не постоянны, в частном случае при озвучивании комнаты можно выделить несколько основных факторов изменяющих импульсную переходную характеристику пространства. Колыхание штор, передвижение мебели, перемещение людей и т. д. в общем, любое изменение положения физических объектов в пространстве, для акустического сигнала является перемещением поверхностей отражения и поглощения звука. Для фильтра подавления АОС это значит что вычисление коэффициентов, которые используются при моделировании помехи, должны происходить как можно чаще. В идеале адаптация фильтра для новых условий прохождения сигнала через воздушное пространство, должна происходить в самом начале подачи сигнала на сенсор приемник (человек начал петь или говорить в микрофон). Тогда в памяти фильтра будут находиться актуальные коэффициенты озвучиваемого пространства. Исключения оптимальной работы фильтра составят те ситуации, когда во время затяжной, не отдельной речи, будет меняться ИПХ озвучиваемого пространства, коэффициенты фильтра станут не актуальными, он ведь и возбуждения происходят не ежесекундно. Можно полагать, что эти два условия с лихвой компенсируются, на длинной дистанции эксплуатации фильтра.

Список литературы:

- 1) А. Е. Аношенко, А. А. Петровский. Перцептуальный метод повышения качества частотно - ограниченного речевого сигнала: одноканальный вариант, комбинированная система, частотный подход // Минск, 2003, 10 с.
- 2) Галиев А. Л, Шишкина А. Ф, Устройство ослабления акустической обратной связи с компандированием огибающей речевого сигнала. // Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. № 6. С. 48-50.
- 3) Непомнящий О. В., Кондратьев К. В., Сергеевич В. Н., Матюха Н. В., Дрыжак В. Б. Метод подавления акустической обратной связи на основе цифрового фильтра предварительного вычисления сигнала коррекции // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. № 3. С. 19-22.