**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ И МЕТРОЛОГИИ ЗВУКОВЫХ
ВЕЩАТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ****SOME FEATURES OF THE TRANSFER AND METROLOGY SOUND
BROADCASTING SIGNALS**

**АБРАМОВ В.А.
ПОПОВ О.Б.
ЧЕРНЫШЕВА Т.В.**

**ABRAMOV V.A.
POPOV O.B.
CHERNYSHEVA T.V.**

*Московский технический университет
связи и информатики*

*Moscow technical university of
communications and informatics*

vabramov44@mail.ru

vabramov44@mail.ru

doi: 10.18411/pivsn-25

idsp: pivsn-25

АННОТАЦИЯ

В статье показано, что практически в каждом звене канала звукового вещания, в том числе на входе радиопередатчика, сигнал адаптивно обрабатывается с искажением его формы и ухудшением качества. Обращается внимание на то, что в качестве параметра, хорошо отражающего искажения сигнала, желательно использовать относительную среднюю мощность (ОСМ) сигнала. Решение проблем эфирного радиовещания предлагается осуществлять на основе комплексного представления широкополосных звуковых сигналов, которое позволяет осуществлять объективный контроль качества сигналов у потребителя, а также осуществлять регулирование динамических характеристик сигнала, дающее возможность скомпенсировать часть нежелательных изменений, вносимых в сигнал существующими методами обработки и компактного представления. Предлагаемые решения позволяют сократить эксплуатационные расходы, повысить качество вещательных сигналов и исключить длительные перерывы в работе каналов передачи информации, что имеет высокую социальную значимость.

Ключевые слова: канал звукового вещания, искажения формы сигналов, компактное представление, системы радиовещания, комплексное представление широкополосных звуковых сигналов, модуляционные параметры

ABSTRACT

The aim of the article is to present the methods of evaluation and improvement of quality indicators of broadcasting programs. It is shown that practically in each link of the channel of sound broadcasting, including the input of the radio transmitter, the signal is adaptively processed with distortion of its shape and deterioration of quality. Attention is drawn to the fact that it is desirable to use the relative average power (RAP) of the signal in the quality of the parameter that reflects well the distortion of the signal. The solution to the problems of broadcasting is proposed to be carried out on the basis of a comprehensive representation of broadband audio signals, which allows for objective control of the quality of signals from the consumer, as well as to regulate the dynamic characteristics of the signal, which makes it possible to compensate for some of the non-desirable changes made to the signal by existing methods of processing and compact representation. The proposed solutions allow to reduce operating costs, improve the quality of broadcast signals and eliminate long interruptions in the operation of information transmission channels, which is of high social importance.

Keywords: channel audio broadcasting, the distortion of signals compact representation, broadcasting system, integrated presentation of broadband sound signals, modulation parameters.

ВВЕДЕНИЕ

Существенной проблемой каналов эфирного радиовещания являются искажения формы сигнала, вызванные как радиопередатчиком так и трактом эфирного распространения программ, которые существенно снижают эффект от предварительной обработки сигнала на входе передатчика. Подобные искажения приводят в итоге к изменению звучания у получателя вещательных программ. Одним из методов решения данной проблемы эфирного радиовещания с использованием разветвленной первичной сети подачи программ рассматривается предложение по осуществлению контроля и обработке модуляционных параметров сигнала - аналитической огибающей и мгновенной частоты, выделяемых на основе комплексного представления широкополосных звуковых вещательных сигналов.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изложение методов оценки и повышения качественных показателей программ эфирного радиовещания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В самом общем случае канал звукового вещания (ЗВ) состоит из трактов: формирования программ (ТФП), первичного распределения программ (ТПРП), вторичного распределения программ (ТВРП), эфирного распространения программ (ТЭРП) и приема программ (ТПМП). Последний, кроме собственно радиоприемного устройства, может содержать кабельную сеть распределения, например, внутри многоэтажного здания.

Типовой вариант подачи звуковых программ к радиовещательным станциям (РВС) регламентируется ГОСТ [1]. Согласно этому стандарту, электрический канал звукового вещания (КЗВ) состоит из ТФП и ТПРП. Тракт вторичного распределения программ ЗВ объединяет две сети: радиовещания (РВ) и проводного вещания (ПВ). Помимо этого, в соответствии с «Регламентом радиосвязи» [2], частью ТВРП является *радиовещательная спутниковая служба* (РВСС), которая ретранслирует сигналы, предназначенные для непосредственного (индивидуального и коллективного) приема населением.

Нередко от студии до вещательного передатчика пролегает “дистанция огромного размера”. Но здесь важно обратить внимание не на протяженность КЗВ, а на *качественные* характеристики каналов. Так, каналов, пригодных для передачи программ CD-качества практически нет, да и штатных каналов с полосой до 15 кГц немного. Реально, практически в каждом звене междугороднего КЗВ (МКЗВ), сигнал адаптивно обрабатывается с изменением формы – с целью приведения в соответствие его свойств и объема пропускной способности канала. Для обеспечения такой коррекции сигнала применяются автоматические регуляторы уровня (АРУР), частотные корректоры, ограничители уровня, системы шумоподавления и другие устройства.

Типичные искажения широкополосных сигналов ЗВ в звеньях ТПРП иллюстрируют два следующих рисунка. Они выполнены однотипно - сверху вниз расположены, как минимум, по три осциллограммы звуковых файлов: исходного неискаженного сигнала; сигнала, прошедшего устройство преобразования или регулирования, и разностного сигнала (ошибки), полученного путем вычитания первого из второго. Подчеркнем, что для соблюдения корректности все построения выполнены в одном масштабе.

Первый из этой серии – рис. 1 иллюстрирует последствия авторегулирования уровня в аналоговом звене тракта. Здесь разностные сигналы показаны во врезках, причем кроме сигнала с выхода АРУР (средняя осциллограмма), используется нижняя осциллограмма, показывающая выходной сигнал реального тракта (“завалы” АЧХ на 5-6 дБ на краях диапазона частот 50-10000 Гц + гауссовский шум с уровнем –45 дБ), содержащего АРУР.

Рис. 1. Иллюстрация искажений, вносимых в звуковой сигнал АРУР.

В качестве параметра, отражающего среднюю мощность сигнала, на каждой осциллограмме указаны значения ОСМ – относительной средней мощности конкретного сигнала. Использование ОСМ как важного параметра вещательного сигнала аргументировано во многих работах специалистов-вещателей (см., например, [3-7]).

Из рассмотрения этого рисунка можно заключить, что:

- АРУР способствует значительному увеличению ОСМ сигнала (как результат уменьшения его динамического диапазона или изменения громкостных соотношений между отрезками сигнала);
- значительная величина сигнала ошибки свидетельствует об изменении формы сигнала, что, в свою очередь, приведет к изменению звучания;
- реальная АЧХ канала вносит незначительные – по сравнению с АРУР - дополнительные искажения.

На рис. 2 иллюстрируются последствия сжатия (компактного представления) звукового сигнала.

Наличие значительного разностного сигнала (ошибки) свидетельствует о существенном изменении формы сигнала в процессе его компактного представления. Заметим, что подобный результат имеет место при использовании практически всех известных алгоритмов сжатия вещательных сигналов – при любых коэффициентах сжатия.

Выше речь шла об искажениях сигнала в ТПРП. В канале звукового вещания (от студии до абонентского приемника), кроме ТПРП, источником основных искажений является сам радиопередатчик (прежде всего его амплитудная характеристика, а также АЧХ и ФЧХ). Деструктивную роль играет и тракт эфирного распространения программ – в определенных случаях он может существенно снизить эффект от предварительной (как правило, аудиопроцессорной) обработки сигнала на входе передатчика

Рис. 2. Иллюстрация искажений, вносимых в звуковой сигнал алгоритмом сжатия.

Проведенное обсуждение имеет своей целью обратить внимание на следующие обстоятельства:

- параметры качества радиовещательного сигнала в значительной степени определяются характеристиками реального КЗВ;
- уместна целенаправленная обработка звукового вещательного сигнала с целью минимизации возможных искажений при его передаче по разнохарактерным каналам и трактам;
- необходимо адекватное метрологическое обеспечение современных систем радиовещания, обеспечивающее возможность объективного контроля качества реальных сигналов у потребителя, то есть на аналоговом выходе системы.

Решение упомянутых проблем предлагается осуществлять, в частности, на основе комплексного представления широкополосных звуковых вещательных сигналов, позволяющего проводить раздельное описание, контроль и обработку таких модуляционных параметров сигнала как его аналитическая огибающая, мгновенная фаза и ее первая производная мгновенная частота.

Эти выделенные модуляционные параметры предлагается использовать для оценок и объективного контроля качества реальных сигналов у потребителя. Кроме того сигнал, содержащий данные модуляционные параметры предлагается обрабатывать с целью повышения качественных показателей восприятия слушателями звуковых программ, а также реализации компактного представления звукового сигнала. На основе использования комплексного представления звукового сигнала разработан новый способ регулирования динамических характеристик сигнала звукового вещания, позволяющий повысить скорость регулирования и эффективность воздействия на параметры сигнала по сравнению с существующими аналогами [4]. Такое регулирование позволяет скомпенсировать часть нежелательных изменений, вносимых в сигнал КЗВ и существующими методами обработки и компактного представления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В современных условиях функционирование эфирного радиовещания предполагает использование разветвленной первичной сети подачи программ звукового вещания практически студийного качества на удаленные передатчики,

однако существующие сети не предусматривают передачу вещательных сигналов с таким качеством.

2. Сжатие (устранение избыточности) высококачественных вещательных сигналов получило чрезвычайно широкое распространение, последствием чего являются существенные искажения формы сигналов, уровень которых зависит от степени и алгоритма сжатия и характеристик компрессирования.

3. В канале звукового вещания (от студии до абонентского приемника) источником основных искажений является радиопередатчик, а также тракт эфирного распространения программ, которые – в определенных случаях могут существенно снизить эффект от предварительной обработки сигнала на входе передатчика.

4. Решение проблем эфирного радиовещания с использованием разветвленной первичной сети подачи программ предлагается осуществлять, в частности, на основе комплексного представления широкополосных звуковых вещательных сигналов, позволяющего проводить раздельное описание, контроль и обработку таких модуляционных параметров сигнала как его аналитическая огибающая, мгновенная фаза и ее первая производная мгновенная частота.

5. На основе использования комплексного представления звукового сигнала разработан способ регулирования динамических характеристик сигнала звукового вещания, позволяющий повысить эффективность воздействия на его параметры, когда такое регулирование дает возможность скомпенсировать часть нежелательных изменений, вносимых в сигнал КЗВ и существующими методами обработки и компактного представления.

***

1. ГОСТ Р 52742 2007 Каналы и тракты звукового вещания. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений.
2. Регламент радиосвязи Российской Федерации. Вып.1. Утв. Госкомиссией по радиочастотам, М.: 1999.
3. Иванчин А.Н., Литвин С.А., Попов О.Б., Рихтер С.Г. Эффективность обработки сигналов звукового вещания / Электро-связь, 2002, №6, с.7-10
4. Литвин С.А. Попов О.Б. Чернышева Т.В. Аудиопроекторная обработка сигналов звукового вещания. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая ли-ния – Телеком, 2016. – 232 с.
5. Попов О.Б.,Рихтер С.Г. Цифровая обработка и измерения сигналов в трактах звукового вещания. М.: Инсвязьиздат, 2010. - 320 с.
6. Попов О.Б., Рихтер С.Г., Терехов А.Н., Чернышева Т.В. Методы оценки ка- чества в каналах телерадиовещания. Учебное пособие для вузов .- М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 232 с.
7. Радиовещание и электроакустика: Учебник для вузов / Под ред. Ю.А. Ковалгина. - М.: Радио и связь, 1998. – 792 с.