

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОПУЛЯРНОСТИ РАДИОПРОГРАММ

INFLUENCE OF PARAMETERS OF VOLUME SIGNALS ON CHANGE POPULARITY OF RADIO PROGRAMS

**O. Popov
T. Chernysheva
V. Abramov**

Summary. The criterion of «preferability» of sound is becoming increasingly popular in the creation of algorithms for audio processing and compact representation of the sound broadcasting signal, since ultimately the signal is assessed by the listener and this subjective assessment determines the popularity of the program as a whole. Along with such subjective assessments, it is necessary to study the results of objective measurements of a number of parameters of the sound broadcasting signal, which largely determine the popularity of broadcasting programs. Groups of such parameters that are characteristic of the most popular radio broadcasting stations have been determined: energy, spectral, cepstral and parameters of the shape of the analytical envelope of the signal. The obtained objective and subjective assessments of the statistical properties of radio programs preferred by listeners can be used as guidelines when processing the signal by sound engineers in studios and when selecting control parameters for audio processors.

Keywords: popularity forecasting, broadcasting stations, broadcast signal, relative average power, acoustic signal processing, distortion.

Попов Олег Борисович

*к.т.н., профессор, Московский технический университет связи и информатики
olegr45@yandex.ru*

Чернышева Татьяна Васильевна

*к.т.н., доцент, Московский технический университет связи и информатики
krba2012@yandex.ru*

Абрамов Валентин Александрович

*к.т.н., доцент, Московский технический университет связи и информатики
vbramov44@mail.ru*

Аннотация. Критерий «предпочтительности» звучания становится все более востребованным при создании алгоритмов аудиопроцессорной обработки и компактного представления сигнала звукового вещания, так как в конечном итоге оценку сигнала делает слушатель и эта его субъективная оценка определяет популярность программы в целом. Наряду с такими субъективными оценками необходимы исследования результатов объективных измерений ряда параметров сигнала звукового вещания, во многом определяющих популярность вещательных программ. Определены группы таких параметров, которые свойственны наиболее популярным радиовещательным станциям, это: энергетические, спектральные, кепстральные и параметры формы аналитической огибающей сигнала. Полученные объективные и субъективные оценки статистических свойств радиопрограмм, предпочитаемых слушателями, могут использоваться как ориентиры при обработке сигнала звукорежиссерами в студиях и при подборе параметров регулирования у аудиопроцессоров.

Ключевые слова: прогнозирование популярности, радиовещательные станции, вещательный сигнал, относительная средняя мощность, обработка акустических сигналов, искажения.

Введение

Для большинства слушателей программа звукового вещания позволяет создать комфортную окружающую обстановку и воспринимается интегрально на большой длительности. Число слушателей, их рейтинговая оценка предпочтительности программ во многом определяется воздействием на физиологические параметры слушателя [1]. Формируются рейтинги радиостанций, полученные в результате опроса представительной аудитории [2]. К настоящему времени появилась возможность дополнить эту субъективную оценку качества вещания объективной, связав её со статистическими свойствами СЗВ.

Все чаще в задачах оценки качества передачи исследователи обращаются к статистическим характеристикам звукового сигнала [3,4], общая методика которых

была предложено авторами в монографии «Цифровая обработка и измерения сигналов в трактах звукового вещания» в 2010 году. Формирование объективных оценок статистических параметров характеристик сигналов для СЗВ не тривиальная задача и потребовала разработки ряда оригинальных алгоритмов. При этом были разработаны алгоритмы: для точной оценки мощности дискретизированного реального сигнала и крутизны процесса нарастания амплитуды звуковых объектов этого сигнала [5], ритмичности появления звуковых объектов сигнала [6], оценки спектра сигнала с точностью, максимально приближенной к точности слухового анализатора [7,8]. Обсуждение алгоритмов и полученных результатов приведено в [9, 10]. Для реализации алгоритмов разработано ПО [11, 12].

Были сформированы группы параметров, которые, в основном, свойственны наиболее популярным ра-

диостанциям. Это: энергетические, спектральные, кепстральные и параметры формы аналитической огибающей сигнала.

В 2002 году было проведено исследование слушательских предпочтений к параметрам звучания определяемых его конкретными характеристиками. Результаты исследования были опубликованы в статье «Кто в эфире всех милее? Статистические портреты ряда известных радиостанций» Broadcasting. Телевидение и радиовещание. 2002. № 2.

В те годы рейтинг радиостанций во многом определялся авторитетом станции. На первых местах находились государственные радиостанции, а остальные старались обработать свой сигнал, чтобы быть похожими на них. Были сформированы рекомендации по величинам параметров, обеспечивающих «предпочтительность сигнала звукового вещания у слушателей. Как ни странно, отзывы на статью пришли только из глубинки, ведущие радиостанции сигнал которых был примером для остальных не отозвались. Судя по результатам изменений статистических характеристик популярных радиостанций в соответствии с рекомендациями жизнь расставила все по местам. Результаты оценки статистических свойств сигналов звукового вещания проведенное в наши дни приведены ниже.

Целью данной работы является исследование проблемы изменения во времени субъективно воспринимаемой популярности программ звукового вещания и ее связи с объективными параметрами сигнала.

Методика проведения исследований

Исследовался сигнал, записанный на выходе тракта формирования программ параметры которого определяются, в основном, работой звукорежиссера. Осуществлялось: подбор звукового материала, его последовательность, деформация амплитудно-частотной характеристики, регулирование уровней сигнала на различных участках программ, использование аудиопроекторной обработки. Все это определяет характер звучания и, в конечном итоге, предпочтительность программы в целом. Анализировались программы длительностью в 1 час. Поддерживалось соотношение речи и музыки от часа к часу, поэтому статистические данные менялись достаточно устойчиво и менялись в пределах 10–15 %.

Результаты исследований

Относительный уровень популярности (ОУП) или рейтинг радиостанций приведен в таблицах 1, 2.

В таблицах 1 и 2 относительный уровень популярности (ОУП) рассчитывается относительно программы, имеющей максимальное количество слушателей.

Таблица 1.

Рейтинг радиостанций в 2002 году

	Радиостанция	ОУП
1	Радио России	1
2	Маяк	0,95
3	Эхо Москвы	0,45
4	Говорит Москва	0,25
5	Радио Свобода	0,17
6	Народное Радио	0,1
7	Немецкая волна	0,05
8	Би-Би-Си	0,03

Таблица 2.

Рейтинг радиостанций в 2023 году

	Радиостанция	ОУП
1	Автораддио	1
2	Ретро ФМ	0,83
3	Дорожное радио	0,83
4	Европа +	0,8
5	Русское радио	0,78
6	Шансон	0,68
7	Радио Дача	0,68
8	Радио Energy	0,63
9	Радио Монте Карло	0,59

Первое, что бросается в глаза, низкий рейтинг государственных программ в 2023 году, по сравнению с 2002 годом (например, «Маяк» в 2023 году занял 19 место, вместо 2 места в 2002 году). Второе место в 2023 году занимает «Вести ФМ», но их чисто речевое содержание затрудняет сравнение с информационно развлекательными программами других радиостанций. Второе, что бросается в глаза — это достаточно равномерное распределение числа слушателей у программ. Конкретные величины параметров, определяющих популярность программ, рассмотрены для каждого параметра отдельно.

Исследование статистических параметров СЗВ

Для оценки энергетических параметров использовано понятие об относительной средней мощности. Это отношение относительной средней мощности реального сигнала к мощности гармонического с амплитудной номинальной для канала (ОСМк) или с амплитудой максимальной на каждой выборке (ОСМс). На рис. 1 приведена гистограмма, на которой показывается предпочитаемый для слушателей относительный уровень популярности некоторых программ в 2002 году и соответствующий им ОСМк.

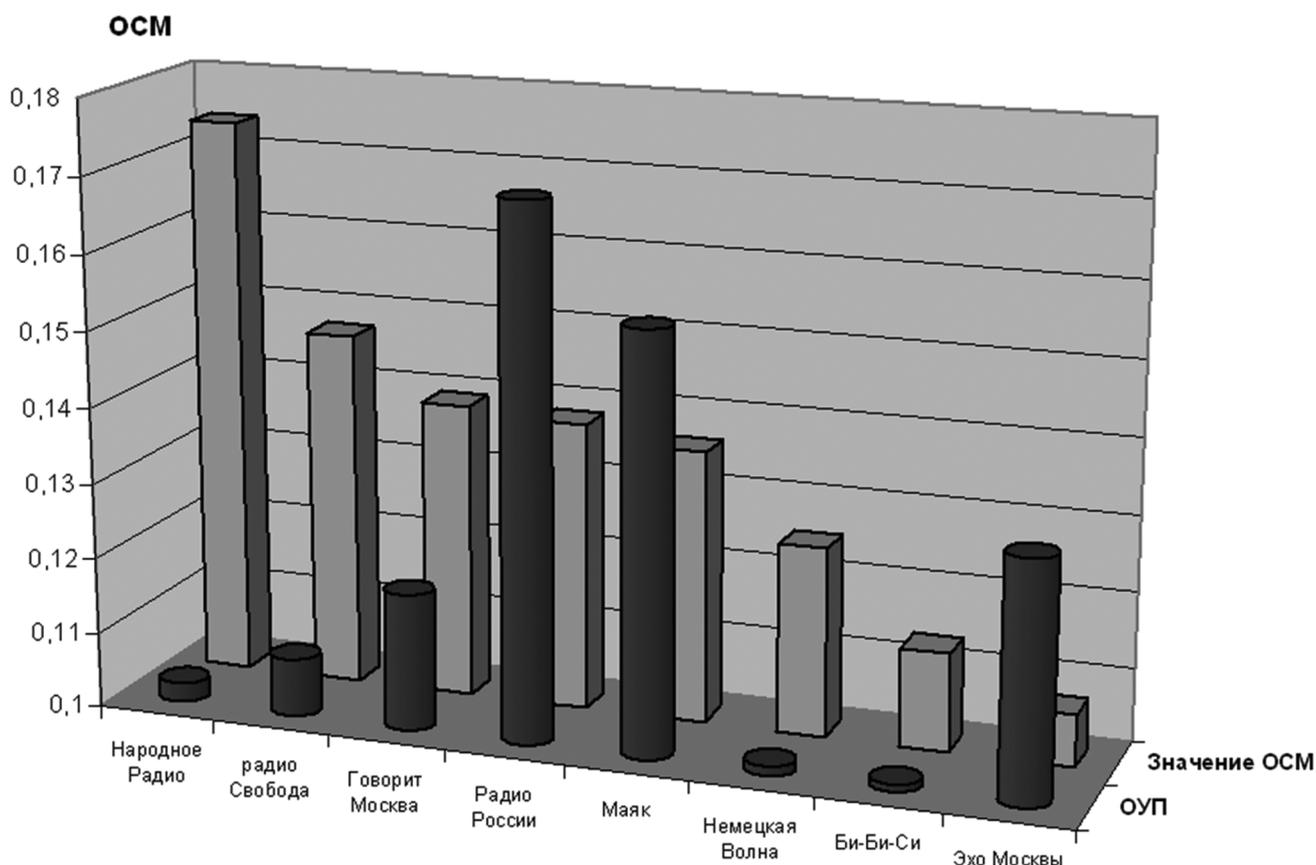


Рис. 1. OSMк сигналов и относительная популярность РВС в 2002 году

Схожесть исходного звукового материала и большая разница в OSMк, определяется звукорежиссерской работой в каждой студии, включая и подбор используемых аудиопроцессоров. Анализируя результаты оценки ОУП можно сделать вывод, что слушатели предпочитают сигнал с высокой OSMк, т.е. с высокой громкостью, но не чрезмерной, отвергая как слабые сигнала, так и чрезмерно накаченные звуковые сигналы. Как мы видим (табл.1), наиболее популярными в начале 2000 годов были государственные радиостанции со средними OSMк. К настоящему времени в практической работе регулирование СЗВ производится по громкости, но на момент нашего эксперимента эта шкала еще не использовалась, и для

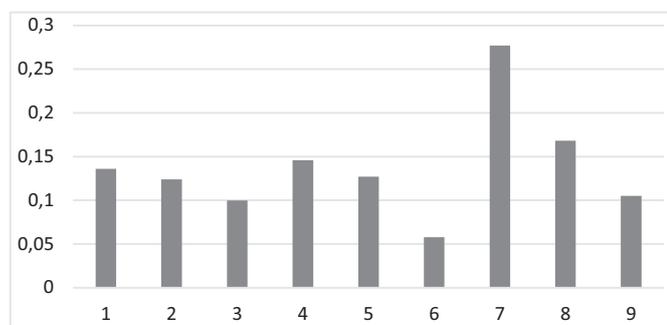


Рис. 2. Распределение OSMк сигналов в зависимости от относительного уровня популярности РВС за 2023 год

сравнения приведены результаты оценки OSMк сигналов, соответствующие относительному уровню популярности РВС за 2023 год, табл. 1. Результаты оценки даны на рис. 2.

В погоне за высокой громкостью сигнала «Радио Дача», используя низкую заметность искажений ограничения сверху, сигнал был введен в зону ограничения шкалы квантования, рис. 3.

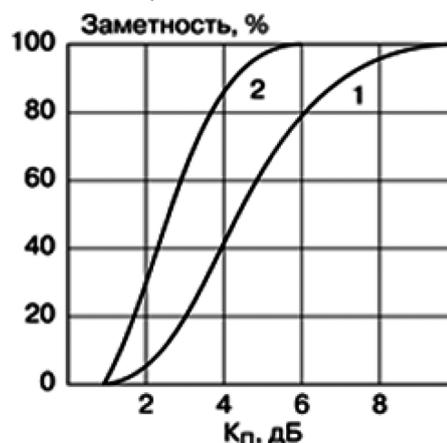


Рис. 3. Заметность перегрузки: 1 — усредненное значение для звуковых передач различного характера; 2 — для фрагмента женского сольного пения; $K_n = 20 \log |X_{\max}|/X$ — коэффициент перегрузки

Весь сигнал «Радио Дача» введен в зону перегрузки, что и позволяет обеспечить ОСМк около значения 0,27 (7 столбик на рис. 2), что почти вдвое выше чем у близких по рейтингу станций, рис. 2. Осциллограмма сигнала «Радио Дача» приведена на рис. 4.

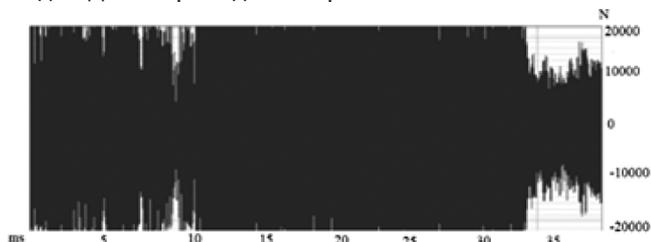


Рис. 4. Осциллограмма сигнала «Радио Дача»

Повышение ОСМк сигнала в современных аудио-процессорах достигается за счет сжатия динамического диапазона. Исключение составляют аудиопроцессоры, обрабатывающие аналитическую огибающую сигнала и не изменяющие его динамический диапазон [13]. Гистограмма динамических диапазонов (ДД) современных вещательных программ (2023 год) приведена на рис. 5.

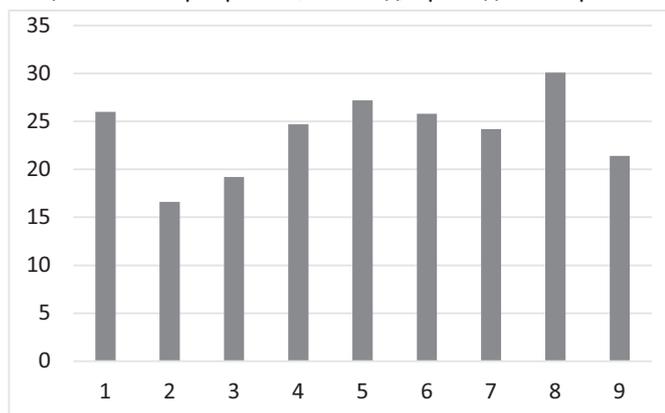


Рис. 5. Динамические диапазоны вещательных программ, соответствующие относительному уровню популярности РВС за 2023 год, табл. 2

Как мы видим претензии меломанов на широкий динамический диапазон необходимый для передачи СЗВ беспочвенны. Даже РВС «Ретро ФМ», передающая хиты прошлых лет, имеет динамический диапазон менее 20 дБ. Полученные величины совпадают с данными, полученными немецкими исследователями Института вещательной техники (IRT), при определении динамического диапазона СЗВ, предпочитаемого слушателями в системах с адаптивным регулированием воспроизводимого сигнала. По результатам исследования, большинство слушателей предпочитают динамический диапазон в пределах 25–35 дБ.

Критерий предпочтительности, использованный в работе непрерывно меняется в соответствии со вкусом слушателей, изменениями передающей и приемной аппаратуры, изменением бытовых условий, поэтому

оценка параметров сигнала, определяющих предпочтительность, должна проводиться регулярно.

Сравнение основных параметров сигналов радиопрограмм, предпочитаемых слушателями в 2002 и в 2023 годах, показано в таблице 3.

Таблица 3.

ОСМ	0,155	0,12	Уменьшилась аудиопроцессорная накачка СЗВ вместе с искажениями
D	25 дБ	20 дБ	Уменьшился динамический диапазон

Данные таблицы 3, показывающие усредненные изменения в параметрах звуковых сигналов с 2002 по 2023 годы, можно, в целом, оценить как имеющие негативную тенденцию. Так уменьшение динамического диапазона приводят к эмоциональному обеднению этого сигнала и увеличению «сухости», безжизненности вещательных программ.

Заключение

Показано, что для большинства слушателей программы звукового вещания позволяют создать комфортную обстановку, при этом рейтинговая оценка предпочтительности программ, во многом определяется их воздействием на психофизиологию слушателей

Проведенное исследование подтвердило связь объективных параметров сигнала и его популярности у слушателей. Определены группы параметров, которые свойственны наиболее популярным радиовещательным станциям, это: энергетические, спектральные, кепстральные и параметры формы аналитической огибающей сигнала.

Анализ изменения относительного уровня популярности звуковых программ показал, что в 2023 году по сравнению с 2002 годом снизился рейтинг государственных программ, например, «Маяк» в 2023 году занял 19 место, вместо 2 места в 2002 году. Кроме того, в 2023 году имело место достаточно равномерное распределение числа слушателей у разных вещательных программ.

Результаты оценки относительного уровня популярности звуковых программ выявили, что слушатели предпочитают сигнал с высокой относительной средней мощностью канала (ОСМк), то есть со сравнительно высокой громкостью, но не чрезмерной, отвергая как слабые сигналы, так и чрезмерно накаченные звуковые сигналы.

Из результатов исследования видно, что повышение ОСМк сигнала в современных аудиопроцессорах достигается за счет изменения его динамического диапазона, в связи с чем авторами статьи разработаны аудиопро-

цессоры, на основе выделения и обработки аналитической огибающей сигнала, которые не изменяют его динамический диапазон, что отражено, например, в [13].

Анализ изменений в параметрах звуковых сигналов с 2002 года по 2023 год, можно в целом оценить, как имеющих негативную тенденцию. Так уменьшение динамического диапазона сигнала приводят к эмоциональному обеднению этого сигнала и увеличению «сухости», безжизненности вещательных программ.

Показано, что критерий предпочтительности непрерывно меняется в соответствии со вкусами слушателей,

изменениями передающей и приемной аппаратуры, изменением бытовых условий, поэтому оценка параметров сигнала, определяющих предпочтительность должна проводится регулярно.

Полученные оценки статистических свойств радиопрограмм, предпочитаемых слушателями, могут использоваться как ориентиры при обработке сигнала звукорежиссерами в студиях и при подборе параметров регулирования у аудиопроцессоров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалгин Ю.А. «Цифровое радиовещание: системы и технологии». Горячая линия — Телеком. 2021, 580 с.
2. <https://mediascope.net/>
3. V.A. Abramov, O.B. Popov, T.V. Chernysheva and V.O. Peruanskiy, «Increasing the Accuracy of Sound Signal Spectral Estimation According to the Properties of Hearing Analyzer», 2021 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED), Moscow, Russian Federation, 2021, pp. 1–4, doi: 10.1109/TIRVED53476.2021.9639186.
4. Recommendation ITU-R BS.1387-2 (05/2023) BS Series: Broadcasting service (sound) Method for objective measurements of perceived audio quality
5. Абрамов Валентин Александрович, Попов Олег Борисович, Тактакишвили Владимир Георгиевич, Овчинников Алексей Александрович «Способ и устройство измерения мощности и крутизны нарастания участков нестационарности акустических сигналов». Патент RU 2 731 339 С1, заявка: 2019.11.25, опубликовано: 2020.09.01.
6. Абрамов Валентин Александрович, Попов Олег Борисович, Власюк Игорь Викторович, Балобанов Андрей Владимирович, Способ и устройство измерения ритмических частот, мощности и длительности спадов участков нестационарности акустических сигналов. Патент RU 2773261 С1, заявка: 2021.06.02, опубликовано: 2022.06.01.
7. Абрамов Валентин Александрович, Попов Олег Борисович, Власюк Игорь Викторович, Балобанов Андрей Владимирович Способ и устройство измерения спектра информационных акустических сигналов с компенсацией искажений. Патент RU 2 756 934 С1, заявка: 2020.11.17, опубликовано: 2021.10.07
8. Абрамов Валентин Александрович, Попов Олег Борисович, Чернышева Татьяна Васильевна, Борисов Андрей Алексеевич, Способ и устройство высокоточного измерения спектра информационных акустических сигналов. Патент RU 2808156, опубликовано: 2023.11.24.
9. V.A. Abramov, T.V. Chernysheva, O.B. Popov, V.O. Peruanskiy and P.G. Kuznetsov, «Frequency Analysis of Sound Broadcasting Signal Parameters», 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russian Federation, 2022, pp. 1–7, doi: 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744387.
10. V.A. Abramov, O.B. Popov, T.V. Chernysheva, V.G. Taktakishvili and A.A. Ovchinnikov, «On-board Transmission Quality Assessment Using Short Audio Signal,» 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russia, 2021, pp. 1–6, doi: 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416085.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019667523 Российская Федерация. Комплексное представление сигналов ПО «Комплекс». Версия 2019 : № 2019666665 : заявл. 12.12.2019 : опубл. 24.12.2019 / В.А. Абрамов, О.Б. Попов, В.Г.Тактакишвили, Т. В. Чернышева, Овчинников.
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022616423 РФ. Программа для высокоточного спектрального анализа звукового сигнала ПО «ДКП-Спектр» Версия 2022 : № 2022616310 : заявл. 11.04.2022 : опубл. 19.04.2022 / В.А. Абрамов, О.Б. Попов.
13. Попов Олег Борисович, Рихтер Сергей Георгиевич, Способ автоматического регулирования пиковых значений электрических вещательных сигналов на заданный уровень при стабилизации относительной средней мощности и устройство для его реализации. Патент RU 2 408 976 С2, заявка: 2009.03.24, опубликовано: 2010.09.27.

© Попов Олег Борисович (olegp45@yandex.ru); Чернышева Татьяна Васильевна (krba2012@yandex.ru);

Абрамов Валентин Александрович (vabramov44@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»