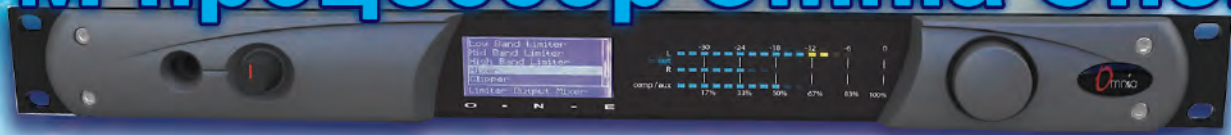


Испытываем вещательный FM-процессор Omnia One...



Михаил Сергеев

Введение

Современную радиостанцию нельзя себе представить без обработки сигналов. Одно из важнейших устройств обработки – FM-процессор. Этот аппарат решает две задачи: обеспечивает комфортность звучания и выполнение требований к параметрам сигнала в эфире.

В режиме стерео на модулятор подается комплексный стереосигнал (КСС), который формируется из сигналов левого и правого каналов. Тональная составляющая КСС представляет собой просто сумму левого и правого сигналов, стереоинформация передается в надтональной области частот КСС, от 23 до 53 кГц (38 ± 15 кГц).

Требования к сигналу в эфире вполне конкретны. Для обеспечения совместимости девиация частоты несущей не должна превышать ± 75 кГц. Для корректной работы стереодекодера приемника девиация несущей пилот-тоном 19 кГц должна составлять $6,8 \pm 0,7$ кГц.

С требованиями к качеству звука ситуация не столь простая. Кто-то просит сделать звук погромче (продавцы рекламы), другие хотели бы услышать звук почище (программный отдел), третьим требуется, чтобы «качало» и «радовало». Можно ли измерить громкость и чистоту звука? Вероятно, это сделать проще, чем измерить «качание» и «радость», но от этого не легче.

Можно ли дать объективную оценку характеристикам FM-процессора? Да, есть параметры, которые можно оценить количественно.

Надо только помнить, что измерение искажений не имеет большого смысла прежде всего потому, что до сих пор непонятно, что именно нужно измерять. Очевидно, что анализировать спектр синусоидального сигнала не имеет смысла, настолько далек этот сигнал от реального звукового. Надо помнить и про то, что нельзя сжать динамический диапазон сигнала, не внося искажений. И помнить про парадокс – в данном случае искажения сигнала повышают его качество.

В этой статье приведены результаты исследований объективных параметров FM-процессора Omnia One.

Методика испытаний

Для получения количественной оценки можно взять статистические параметры записанного сигнала. По пиковому значению комплексного стереосигнала можно судить о точности поддержания девиации. Усредненные значения (RMS) можно использовать как оценку громкости. По распределению спектральной плотности можно оценить степень «выравнивания звучания».

В качестве испытательных были использованы сигналы с диска «NAB Broadcast and Audio System Test CD», 1988: 1 - Трек 46. Белый шум. 2 - Трек 47. Розовый шум. 3 - Трек 48. USASI-взвешенный шум. 4 - Трек 49. CCIR-взвешенный шум. 5 - Трек 50. SPN (Partial Synthetic Program Noise).

Три последних трека представляют собой принятую научным сообществом имитацию звукового сигнала. Использование таких сигналов позволяет производить количественную оценку и обеспечивает воспроизводимость результатов исследований. Реальные музыкальные и речевые фонограммы имеют очень большой разброс параметров, что затрудняет сравнение и анализ.

Сигналы левого и правого каналов и КСС были записаны с помощью карты E-MU 0202 USB, частота дискретизации 192 кГц, разрядность 16 бит. Для записи радиостанций из эфира был использован тюнер, в котором сделан дополнительный выход для КСС.

Содержание испытаний

1. Обработка тестовых сигналов.

На вход процессора «Omnia One» были поданы испытательные сигналы и записан КСС (рис.1).

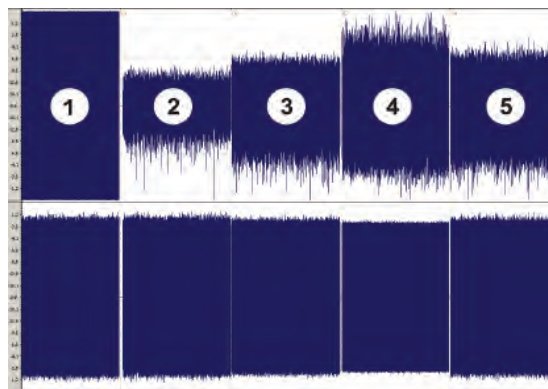
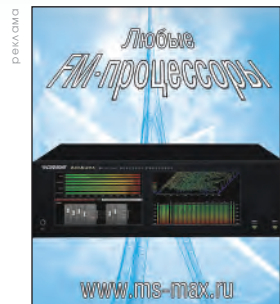


Рис.1. Испытательные сигналы до и после обработки: 1 - белый шум; 2 - розовый шум; 3 - USASI-взвешенный шум; 4 - CCIR-взвешенный шум; 5 - SPN

Анализ статистических параметров сигналов до и после обработки позволяет увидеть закономерности (табл.1).

Таблица 1. Пиковое значение уровня сигнала до и после обработки

	Пиковое значение, дБFS				
Трек	1	2	3	4	5
Сигнал	Белый шум	Розовый шум	USASI-шум	CCIR-шум	SPN
До обработки	0	0	0	0	-0,03
После обработки	-0,85	-0,85	-1,08	-1,63	-0,88





Р.В. КОСКИН

Входной исходный сигнал аккуратно нормирован под 0 дБFS, только на последнем фрагменте уровень немного меньше. 0,03 дБ соответствует отклонению амплитуды на 0,35%, такое практически невозможно заметить на живом сигнале.

Различие пиковых значений выходного сигнала процессора на разных фрагментах фонограммы выглядит большим: максимум равен -0,85, минимум -1,63 дБFS, разница равна 0,78 дБ, или 9,4%. Изменение пикового значения на 9,4% может привести к увеличению девиации несущей на те же 9,4%, – то есть вместо допустимых 75 кГц мы получим 82 кГц?

Не совсем так. Надо рассматривать не максимум и минимум, а отклонение от среднего значения. Среднее значение амплитуды на выходе составляет -1,1 дБFS, то есть на фрагментах 1 и 2 амплитуда сигнала будет всего на 1,1 - 0,85 = 0,25 дБ выше среднего, а на «тихом» фрагменте 4 – на 0,53 дБ, или на 6,3% ниже среднего, то есть девиация составит 70,6 кГц. На пике мы получим превышение 3% или 77,2 кГц. И даже самый строгий надзор не будет иметь оснований для претензий по девиации.

Пиковое значение ограничено нормами, допускается 75 кГц+10%, это требование процессор Omnia One выполняет. Но пиковое значение – это еще не все. При одинаковом пиковом значении сигнала можно иметь разную громкость.

Мерой громкости в первом приближении можно считать среднеквадратичное значение сигнала, вот здесь и обнаруживаются различия (табл.2).

Таблица 2. Среднеквадратичное значение уровня сигнала до и после обработки, предвысказания включены

Трек	Среднеквадратичное значение RMS, дБFS				
	1	2	3	4	5
Сигнал	Белый шум	Розовый шум	USASI-шум	CCIR-шум	SPN
До обработки	-4,77	-18,62	-14,85	-12,53	-14,64
После обработки	-7,37	-7,18	-6,92	-7,42	-7,18

Трек 1 до обработки имеет самую большую мощность: -4,77 дБFS, остальные – меньше. Самый «тихий» трек 2 – здесь мы видим RMS = -18,62 дБFS, остальные треки – недалеко.

Обработка позволила заметно повысить мощность сигнала на треках 3–5, которые представляют собой техническую имитацию звукового сигнала. Выигрыш составляет 7 дБ.

Необходимо отметить еще одно важное обстоятельство: предвысказания сигнала в радиовещании, подъем АЧХ составляет 10 дБ на частоте 10 кГц. Амплитуда белого шума (трек 1) после такой коррекции существенно возрастет. Чтобы исключить перемодуляцию, придется понизить уровень такого сигнала на 10...15 дБ, при этом пиковое значение после введения предвысказаний будет равно 0 дБFS, а RMS уменьшится.

Для конкретного сигнала (трек 1) среднеквадратичное значение уменьшается с -4,88 дБFS до -10,46 дБFS, то есть на 5,6 дБ. Таким образом даже на белом шуме получается выигрыш по средней мощности около 3 дБ: 10,46 - 7,37 дБ.

Влияние обработки в процессоре Omnia One можно увидеть на спектрограммах. Исходные сигналы (рис.2) имеют разные спектры, спектральная плотность на средних частотах различается на 10 дБ и более.

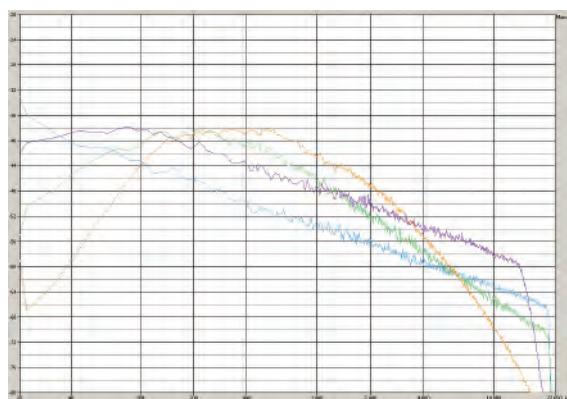


Рис. 2. Спектр исходных сигналов: синий – розовый шум; зеленый – USASI-шум; желтый – CCIR-шум; сиреневый – SPN

Обработка нивелирует различия (рис.3).

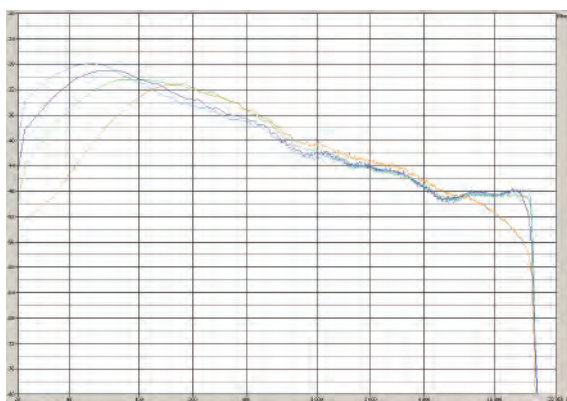


Рис.3. Спектр сигналов после обработки: синий – розовый шум; зеленый – USASI-шум; желтый – CCIR-шум; сиреневый – SPN

Обратите внимание на спектральную плотность сигналов в среднечастотной области, которая определяет громкость звучания, выигрыш за счет обработки сигнала в процессоре Omnia One превышает 10 дБ – это очень заметно на слух.

Обработка реальных звуковых сигналов

Для анализа была произведена запись КСС с выхода процессора четырех фрагментов фонограмм, представляющих разные жанры: современная эстрадная музыка, кантри, рок и симфоническая музыка (рис.4).

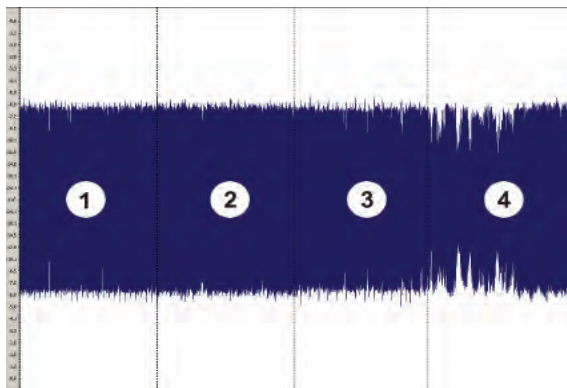


Рис.4. КСС на выходе процессора при обработке музыки разных жанров: 1 - современная эстрадная музыка; 2 - кантри, 3 – рок, 4 - симфоническая музыка

По сигналограмме видно, что современная эстрадная музыка и кантри дают нам ровную «полоску». На рок-музыке виден ритм, а классическая музыка имеет явно выраженную динамику. В цифрах картина получается следующая (табл.3).

Таблица 3. Параметры сигнала на выходе процессора Omnia One

Трек	Уровень, дБ			
	1	2	3	4
Сигнал	современная эстрадная музыка	кантри	рок	симфоническая музыка
Пиковое значение	-5,30	-5,23	-5,01	-5,34
RMS	-13,03	-12,95	-13,92	-15,35

Пиковые значения имеют разброс от -5,34 до -5,01 дБ, то есть 0,3 дБ, или около 3,5%, если говорить о девиации, иными словами, отклонение составляет $\pm 1,3$ кГц при номинальном значении 75 кГц – более чем приемлемо.

Естественно, симфоническая музыка будет звучать тише эстрадной, ее RMS ниже на 2,5 дБ. Различие между другими фрагментами составляет всего 1 дБ – сигнал существенно скомпрессирован. Естественно, при такой компрессии неизбежны нелинейные искажения, и они имеются. Зато соотношение пик/RMS лежит в пределах от 10 до 7 дБ, если есть желание уменьшить искажения, то можно ослабить компрессию, благо запас имеется.

Дополнительную информацию дает спектр КСС (рис.5) – спектры фрагментов оказываются разными, и обработка не лишает звук индивидуальных признаков.

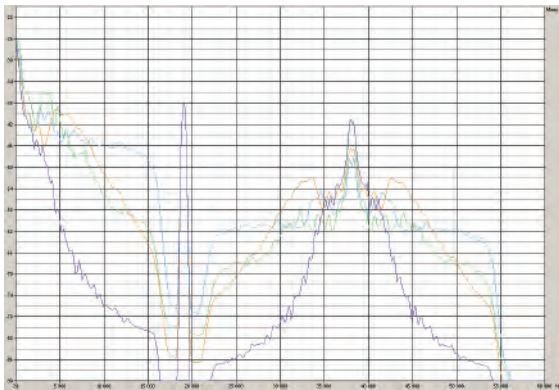


Рис.5. Спектр КСС фонограмм разных жанров (FFT 1024 отчета, фрагменты продолжительностью 10 с): голубой – современная эстрадная музыка; зеленый – кантри; желтый – рок; синий – симфоническая музыка

Интерпретация результатов

Технические возможности процессора Omnia One показывает сравнение (рис.6). На рисунке представлен КСС шести станций, работающих в эфире Санкт-Петербурга и области. Уровень -6 дБFS соответствует девиации 75 кГц.

Норму на девиацию безукоризненно выполняют станции 3 и 4. Девиация несущей станции 5 превышает 90 кГц, но на фоне станции 6 с пиками до 150 кГц такое нарушение не выглядит существенным. Количественные данные сигналов приведены в табл. 4.

Станция 1 явно не использует предоставленные возможности, при такой девиации звук будет заметно тише, чем у соседей, и в зоне неуверенного приема быстро начнет тонуть в шум.

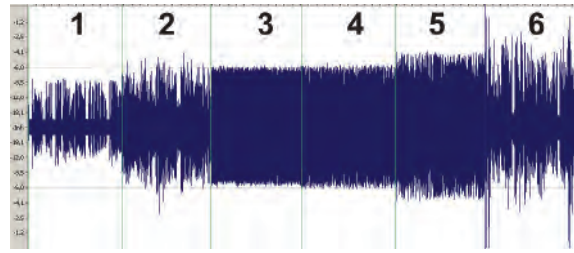


Рис.6. Девиация частоты несущей в эфире

Таблица 4. Параметры КСС радиостанций в эфире

Станция	Результаты измерений					
	1	2	3	4	5	6
Пиковое значение КСС, дБ	-7,9	-2,9	-5,8	-5,4	-4,0	-0,000
RMS, дБ	-23,8	-19,1	-14,7	-15,9	-14,5	-17,8
Станция	Результаты расчетов					
	1	2	3	4	5	6
Девиация, кГц	60	107	77	80	94	150
RMS, дБ относительно 75 кГц	-17,8	-13,1	-8,7	-9,9	-8,5	-11,8

Станция 6 выделяется почти двукратным превышением девиации, но звучит чуть громче, чем явный аутсайдер – 1. Пики девиации только засоряют эфир, а громкость определяется другими параметрами сигнала. Если ориентироваться на RMS, то в порядке нарастания станции выстроятся так: 1, 2, 6, 4, 3 и 5. Если привести станции «к общему знаменателю», то есть снизить пиковое значение девиации до разрешенных 75 кГц, то в лидеры по уровню сигнала выйдет станция 3.

Сравним параметры эфирных сигналов с возможностями процессора Omnia One (табл.3). Мы видим, что по соотношению пик/RMS процессор Omnia One позволяет занять место в лидирующей тройке, ведь 10 дБ можно получить даже на симфонической музыке. Если не злоупотреблять обработкой, то 9 дБ на реальной программе позволят встать на одну ступеньку с лидером реального эфира – станцией 3.

Заключение. Волшебная кнопка и умелые руки

Различия между заводскими пресетами процессора Omnia One отражают реалии радиорынка в США. Там уже прошел этап гонки за громкостью, включите приемник – и услышите комфортный, ровный и чистый звук всех стилей и направлений. И под большинство этих стилей есть готовые пресеты, они помогают донести до слушателя именно звук с полутонами и нюансами. Звук отечественного радиовещания еще далек, увы, от таких тонкостей.

Если хочется сделать погромче, то процессор Omnia One поможет решить и такую задачу. Это несложно: Preset/Processing/Adjust Processing/Clipper/Comp Drive. Параметр Comp Drive регулируется в пределах от 0 до 4 дБ. Чем больше Comp Drive, тем громче будет звучать станция, но это повышение громкости дается за счет увеличения искажений. В пределах предоставленного выбора (от 0 до 4 дБ шагом 0,1) вы наверняка найдете свое звучание.

При необходимости можно использовать коррекцию АЧХ, есть возможность управлять и многими другими параметрами. Надо только разобраться с влиянием регулировок на звук и параметры сигнала в эфире. Здесь нет больших секретов, но нужны знания и опыт. ●

РЕКЛАМА

(812) 324-66-42
www.OmniaAudio.ru

официальный дистрибьютор
Axia | Omnia | Telos