

Особенности измерения в RMAA



В данной статье опишу трудности, с которыми сталкиваешься при измерении параметров ЦАП и пр. устройств через **RMAA** (специализированная бесплатная программа для измерений параметров аудиоустройств). Для чего необходимо иметь для записи сигнала хороший АЦП, т.е. линейный или микрофонный вход. Чтобы программа по нему могла оценивать сигнал на выходе ЦАП или усилителя. Чем лучше АЦП, тем точнее будет измерение. Описание будет для **RMAA 5.5**, так как 6-ая версия у меня в Windows 11 перестала запускаться.

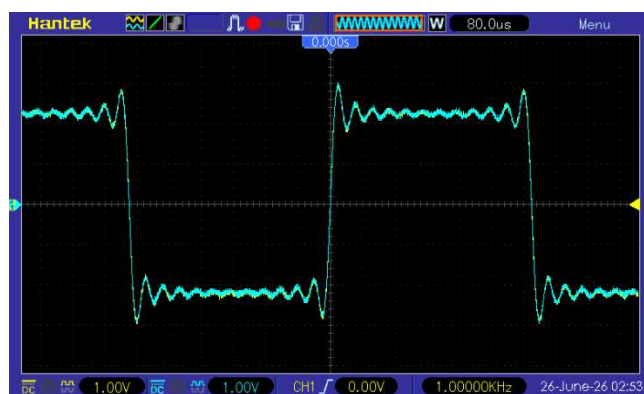
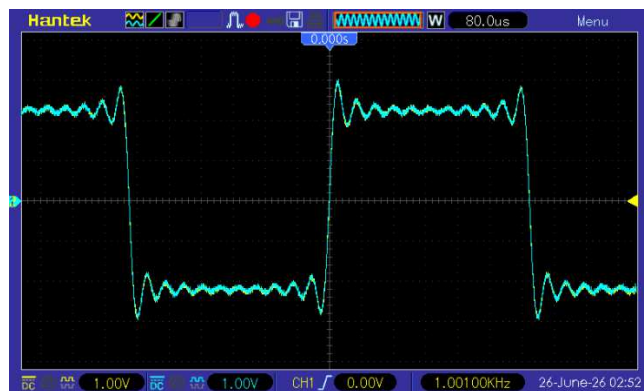
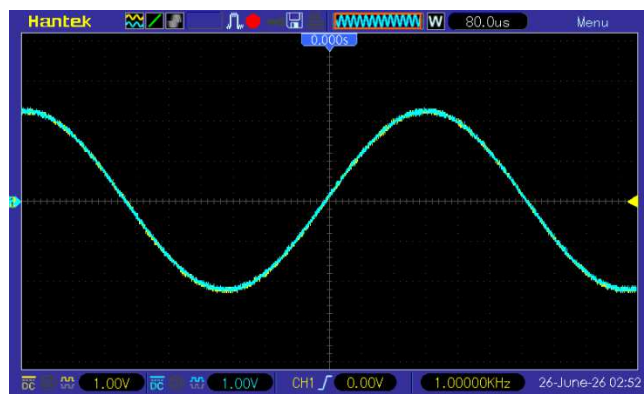
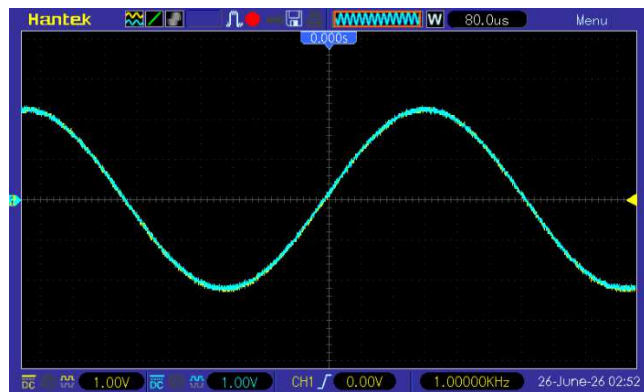
Первым делом необходимо откалибровать сигнал устройства (выход ЦАП или усилителя настроить по уровню), чтобы он полностью соответствовал уровню АЦП. Если АЦП не имеет аналоговых регуляторов (регулируемых усилителей), то нужно ставить в настройках АЦП 100% уровень громкости, чтобы весь диапазон использовать для измерения. И подстраивать под него выходной сигнал ЦАП и пр. устройства, которое измеряется. Поэтому программа RMAA создает не только тестовый сигнал, но и калибровочный, где записан сигнал синуса 1 кГц с уровнем -1 дБ, т.е. чуть ниже максимального. Что видно в аудио редакторе, при его открытии. Тогда запуская калибровочный сигнал в ЦАП или подавая его на усилитель можно правильно отрегулировать выходной уровень, наблюдая по панели RMAA, по индикатору уровня АЦП, точно подстраивая выходной уровень ЦАП или усилителя.

Но, я использую свои калибровочные сигналы на 1 кГц, записанные с уровнем 0 дБ для частоты 44,1 кГц и 48 кГц, много больше по длительности, для удобства. Притом смотрю сначала осциллографом, чтобы видеть весь сигнал на выходе ЦАП (максимальный уровень), чтобы видеть, как устройство реагирует на резкий фронт сигнала (на меандр и импульс). Поэтому смотрю так же сигнал импульса и меандра 1 кГц (прямоугольный сигнал), записанные тоже с уровнем 0 дБ (по максимуму). Импульсный сигнал показывает переходную характеристику, какой цифровой фильтр используется в ЦАП, а также фазу сигнала. Если на осциллографе импульс минусовой, значит фаза обратная на выходе. Если на меандре сверху появляются обрезания ВЧ импульсов, значит ЦАП загоняется в ограничение в переходных процессах. Это могут быть как цифровые, так и аналоговые ограничения по выходу. Но чаще цифровые, связанные с достижением максимального значения на входе в ЦАП, обычно это не страшно и при уменьшении громкости обрезание ВЧ импульсов сверху исчезает. Но если оно остается, то это не правильная работа регулятора громкости или плеера. Это не есть хорошо. В этом случае нужно смотреть, как это можно исправить.

Под статьей будет ссылка, где будут приложены мои тестовые сигналы, которые использую (синус, меандр, импульс с уровнем 0 дБ и сигнал тишины) с частотой записи 44,1 кГц и 48 кГц. Для чего нужна запись тишины опишу ниже. Собственно, эта статья для этого и написана, чтобы устранить глюк при измерении в RMAA, который получается с некоторыми ЦАП.

Ниже на графиках показаны мои сигналы синуса, меандра и импульса для частоты 44,1 кГц и ниже для 48 кГц, которые наблюдаю на осциллографе. Сигналы сняты с небалансного 3,5 мм выхода на

наушники ЦАП Keycion Dual CS43198, при этом громкость в плеере была снижена ниже максимальной, чтобы не было обрезания на меандре сверху и снизу.



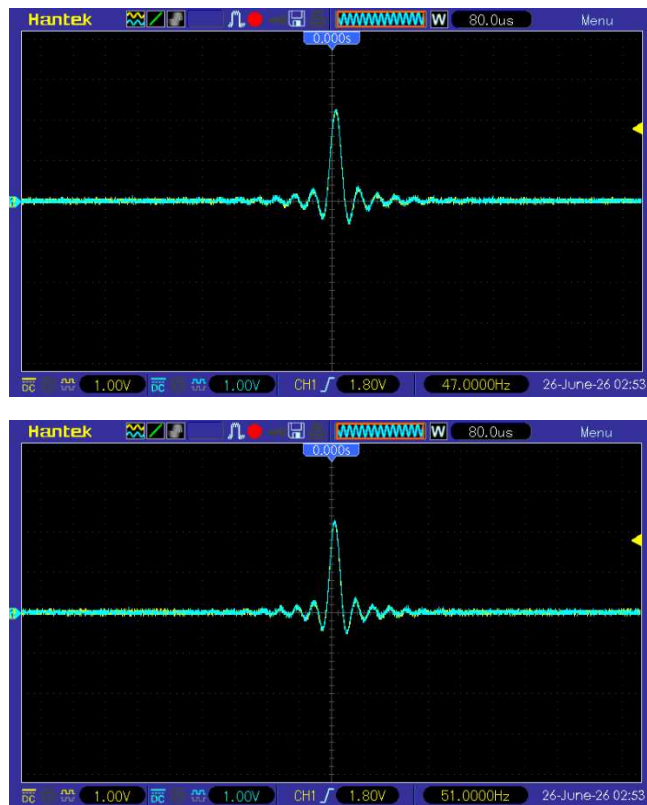


Рис.1.

Если присмотреться, то можно заметить, что нижняя запись на 48 кГц имеет более резкие фронты сигнала, чем верхняя запись на 44,1 кГц, что логично. Где мы видим, что синус достигает в пике примерно 2,3 В. По импульсу видно фаза не инвертирована, а по величине импульса видно, что пик достигает 2,3 В, т.е. максимум синуса и полочки меандра, что уже говорит о ровной АЧХ как на ВЧ (величина импульса это показывает), так и на НЧ (горизонтальная полочка меандра без спада и без снижения полочки ниже 2,3 В на это указывает).

Поэтому анализ сигналов осциллографом никогда не лишней, с помощью него можно посчитать мощность на наушниках или на нагрузке усилителя, наблюдая синус, когда он не искажается, не обрезается защитой или блоком питания сверху. Чтобы знать какую реальную мощность выдает усилитель на нагрузку.

Ниже на примере ЦАП **Keysion Dual CS43198** и АЦП **ESI UGM192** покажу как провести измерения данного ЦАП, потому, что с ним возникают проблемы в RMAA и в других подобных на чипах от CS. Как транспорт для ЦАП использовался смартфон **POCO M3** и плеер **FiiO Music** настроенный через побитовый вывод звука, по ссылке можно прочитать про настройку данного плеера <https://mfiz.ru/proveryaem-fiiio-music/>

Ниже показано окно RMAA, где контролируется уровень перед измерением.

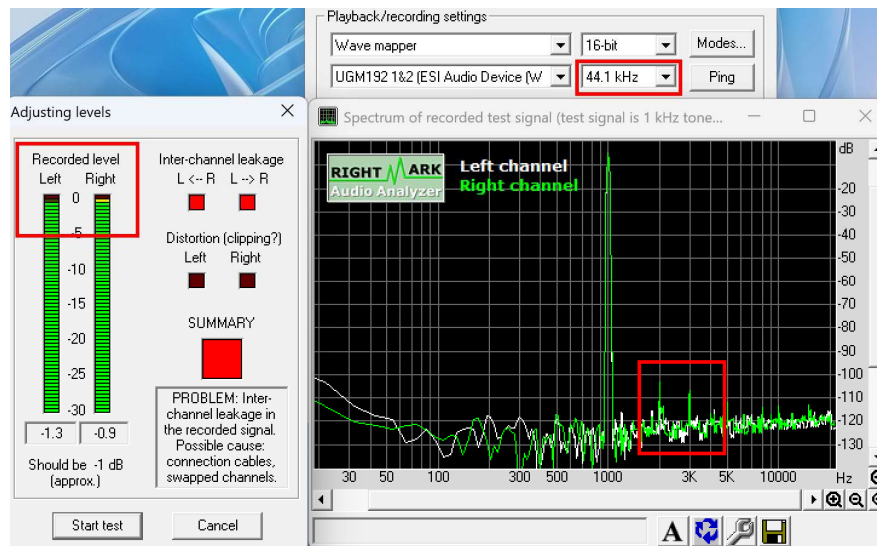


Рис.2.

По левым индикаторам (выделено красным) выставляю громкость в ЦАП так, чтобы был запас -1 дБ, примерно. Конечно, частоту записи выставляем в RMAA, выделено красным вверху справа, чтобы программа знала, какую частоту используем при проигрывании в источнике и её нужно будет запустить в плеере (тестовый файл, который RMAA генерирует). Ну и по графику искажений, снизу справа сразу можем оценить искажения (гармоники) и видим шумовую полочку.

Запускаем Тест и видим, что все вроде нормально, все хорошо... Что показано в первом столбце в таблице.

Device:	Тест	Тишина+ Тест	[Empty]	[Empty]
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz		
Frequency response, dB	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03		
Noise level, dBA	-101.2	-94.3		
Dynamic range, dBA	101.0	94.2		
THD, %	0.0008	0.0007		
IMD + Noise, %	0.0061	0.0061		
Stereo crosstalk, dB	-100.4	-93.7		
IMD+N (swept freq.), %	0.0064	86.286		

Select
 Select
 Select
 Select

HINT: Right-click on result boxes to view the detailed reports...

Рис.3.

Но если посмотрим графики КНИ. То увидим странность, ниже это показано на белом графике

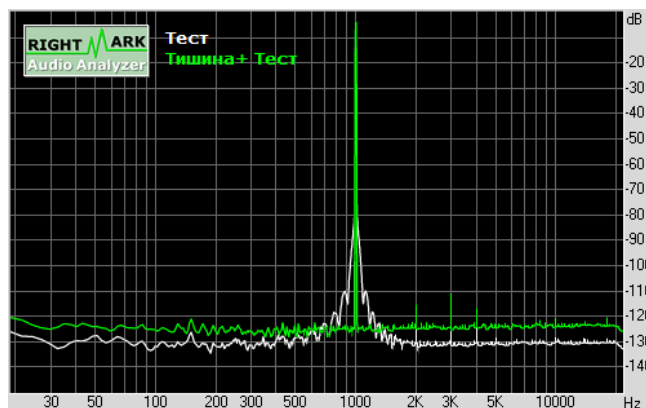


Рис.4.

А мы видели при настройке уровня по тестовому сигналу (рис.2) другую картинку, где график шумов был плоский, без подъема в области частоты 1 кГц. Сначала не мог понять в чем тут дело, потом понял, что данный ЦАП в паузе отключается и поэтому шумы меняются, видимо, **RMAA шумы измеряет перед тестовым сигналом**. И поэтому получаем другие измерения. Это видно даже в предпросмотре перед тестом, один канал выше другого оказывается, меняется шумовой сигнал (рис.5). А также светодиод в ЦАП-е горит синий на паузе, а не зеленый, когда ЦАП активен.

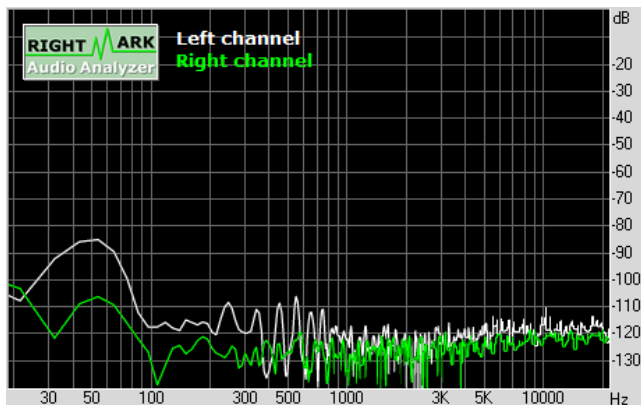


Рис.5.

И поэтому сделал запись тишины и её запускаю перед запуском тестового сигнала. И тогда в предпросмотре перед тестом видим правильную картину с шумовой полкой, где каналы выравниваются.

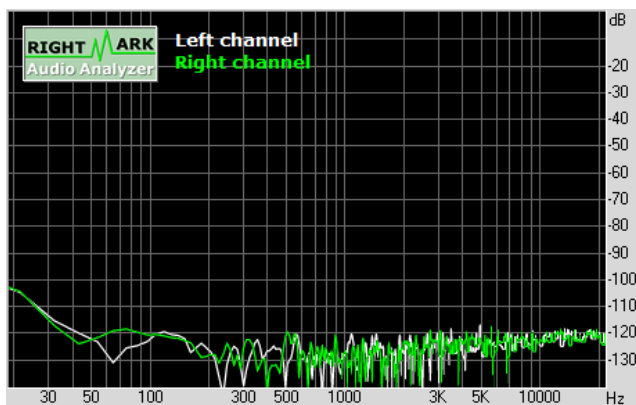


Рис.6.

И тогда получаем правильные измерения, что показано ниже в таблице, где шумовая полка правильная и поэтому шум и динамический диапазон измеряется адекватно. Единственный нюанс, в таблице выделено красным в параметре **IMD+N** при запуске тишины появляется странное значение 86,286 и пр.

Device:	Тест	Тишина+ Тест 1	Тишина+ Тест 2	Тишина+ Тест 3
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 48 kHz
Frequency response, dB	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03
Noise level, dBA	-101.2	-94.3	-94.3	-94.5
Dynamic range, dBA	101.0	94.2	94.1	94.5
THD, %	0.0008	0.0007	0.0008	0.0008
IMD + Noise, %	0.0061	0.0061	0.0061	0.0061
Stereo crosstalk, dB	-100.4	-93.7	-93.5	-94.3
IMD+N (swept freq.), %	0.0064	86.286	85.579	0.0064

Рис.7.

Но, что интересно, для частоты 48 кГц измерение **IMD+N** происходит правильно, как видим показывает значение 0,0064%. Ниже показаны графики КНИ для данного измерения, где без тишины перед тестом (белый график) видим юбку на графике, которой на самом деле нет.

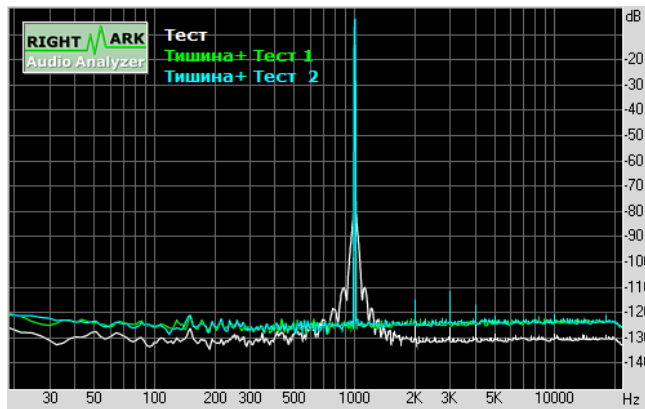


Рис.8.

Причем при использовании других плееров, где есть точный побитовый вывод, например **Eddict Player** или **Hiby Music** данная проблема с **IMD+N** на частоте 44,1 кГц не возникает (при использовании тишины перед тестом), как мы это видим из таблицы ниже.

Test results	Device: Eddict Тишина+ Тест	Hiby Тишина+ Тест	FiiO Тишина+ Тест	[Empty]
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	
Frequency response, dB	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03	
Noise level, dBA	-94.2	-94.3	-94.3	
Dynamic range, dBA	94.1	94.1	94.1	
THD, %	0.0007	0.0007	0.0008	
IMD + Noise, %	0.0061	0.0061	0.0061	
Stereo crosstalk, dB	-92.3	-93.4	-93.5	
IMD+N (swept freq.), %	0.0064	0.0065	85.195	

Рис.9.

Все графики в точности совпадают, с учетом погрешности измерения, отличается только графики **IMD+N** для разных плееров, как это ниже видно на графике.

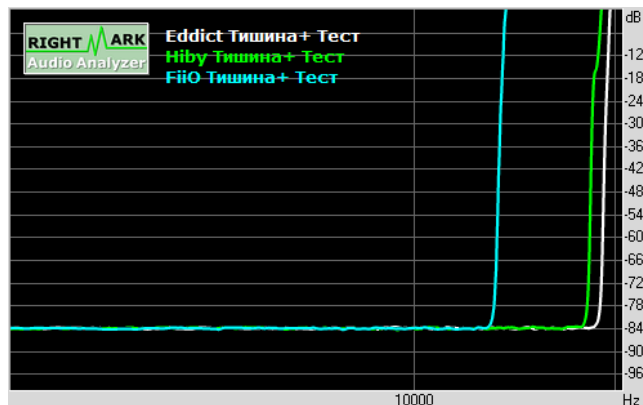


Рис.10.

У Hiby Music (зеленый график) стабильно раньше начинается, чем у Eddict Player, как это объяснить не знаю. У плеера FiiO, как видим, график данных искажений еще раньше начинается. Но я думаю,

что это особенность измерения или недоработка RMAA. При этом графики АЧХ полностью совпадают, как ниже это показано.

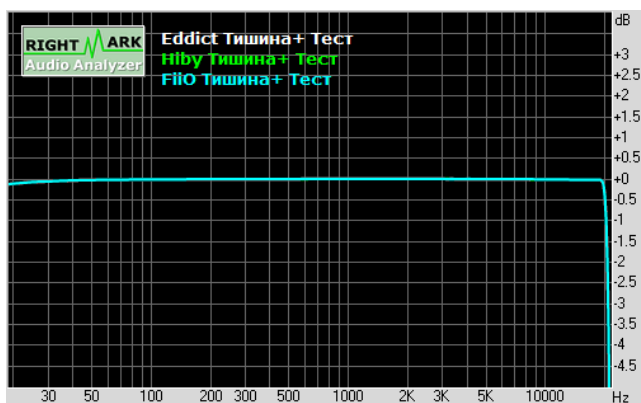


Рис.11.

Поэтому к измерению **IMD+N** в RMAA пока есть вопросы, надо подумать, как так происходит, откуда берется разница в этих графиках. Насколько понимаю, данное измерение показывает интермодуляцию при скользящем тоне, т.е. одна частота стабильная при измерении, а вторая по всему звуковому диапазону меняется. Но как это зависит от плеера, пока для меня загадка.

Провел подобное измерение для частоты 48 кГц, данные показаны в таблице на Рис.12.

Test results	Eddict Тишина+Тест	Hiby Тишина+Тест	Fiio Тишина+Тест	[Empty]
Device:	Eddict Тишина+Тест	Hiby Тишина+Тест	Fiio Тишина+Тест	[Empty]
Sampling mode:	16-bit, 48 kHz	16-bit, 48 kHz	16-bit, 48 kHz	
Frequency response, dB	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03	+0.01, -0.03	
Noise level, dBA	-94.5	-94.6	-94.5	
Dynamic range, dBA	94.4	94.5	94.4	
THD, %	0.0008	0.0008	0.0008	
IMD + Noise, %	0.0061	0.0061	0.0061	
Stereo crosstalk, dB	-94.8	-93.6	-94.4	
IMD+N (swept freq.), %	0.0065	0.0064	0.0065	

Рис.12.

Тут, как мы видим все измерения совпадают, ниже показан отдельно график АЧХ, для записи 48 кГц АЧХ продолжается за 20 кГц, что логично.

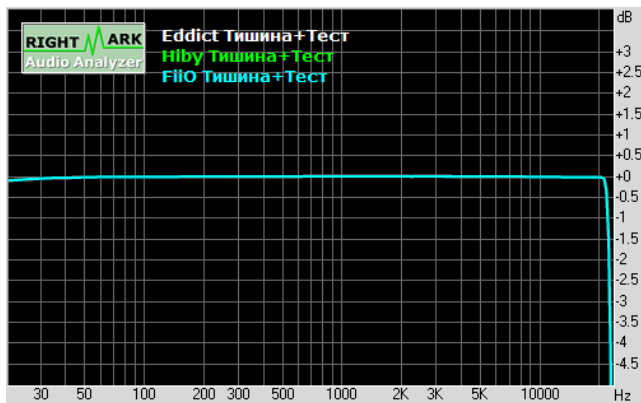


Рис.13.

А еще ниже показаны отдельно графики для **IMD+N**.

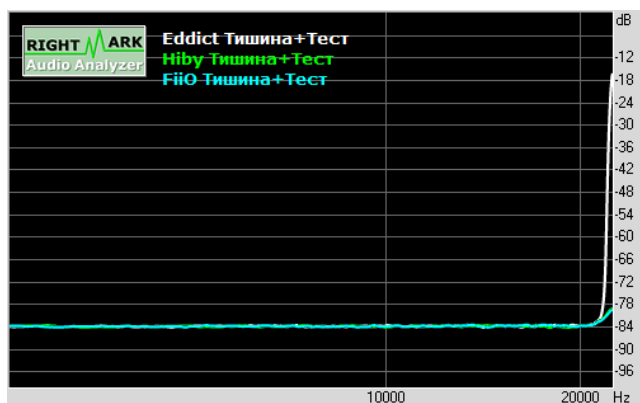


Рис.14.

Где только для Eddict Player (белый) график отличается, он идет резко вверх в ВЧ области, в то время как для Hiby и FiiO графики полностью совпали. Отсюда делаю вывод, что разница в кривых **IMD+N** это особенности измерения RMAA, на это (различие в графиках) не стоит обращать внимания, которое больше при частоте 44,1 кГц, почему-то.

Но теперь ясно, что шумовые измерения **RMAA 5.5** проводит до тестового сигнала и поэтому с такими ЦАП, как **Keysion Dual CS43198**, кто отключается в паузах получаем ошибку измерения. Кстати, в новой версии **Keysion Dual CS43198+ SGM8262** та же особенность при измерении, если память не подводит. Насчет RMAA 6 версии не знаю, у меня она перестала работать. Возможно там это исправили...

В итоге этого не большого исследования так же видим, что три разных плеера (Eddict, Hiby и FiiO) при побитовом выводе дают совершенно одинаковые измерения. Хотя на слух есть ощущение, что звук чуть отличается. Что связываю с цифровыми изменениями в сигнале на микроуровне, вроде как ресайз (изменение разрешения на фото), где цифровые алгоритмы оказывают влияние на звуковые переходы при регулировании громкости, когда идет пересчет громкости. Так как данный ЦАП своей регулировки громкости не имеет. В связи с этим надо будет послушать новый ЦАП **Keysion Dual CS43198+ SGM8262**, как дома будет, где есть аппаратная регулировка громкости в ЦАП и поэтому громкость в плеере можно выставить на 100%, т.е. без изменения уровня сигнала, без пересчета. Но это уже другая история...

26-06-2026