

Влияние системного микшера на звучание

В прошлой статье «**Особенности измерений в RMAA**» <https://m-fiz.ru/osobennosti-izmerenij-v-rmaa/> измерял параметры трех разных специализированных плееров для Андроид: **Eddict Player**, **FiiO Music** и **Hiby Music** при побитовом выводе звука в ЦАП (точный вывод, без передискретизации по частоте сигнала), через внешний ЦАП **Keysion Dual CS43198**, где никакой совершенно разницы в данных между плеерами не обнаружил при измерении.

При этом громкость регулировалась в плеере, так как ЦАП не имеет своей аппаратной регулировки громкости. Но по звуку, на слух, всё же разница между плеерами ощущается, как это ни странно!? И это при измеряемых параметрах КНИ не выше 0,0008% (под нагрузкой 27 Ом искажения чуть вырастают до 0,0010%, но не значительно). Что кажется необъяснимо и странно. Или это можно списать на самовнушение. Но последнее не может работать длительное время, как себя не обманывай, время все расставляет по местам. И разница по звуку между плеерами все же сохраняется.

Разница на уровне микро нюансов, конечно, не глобальная. Это тоже самое, как при просмотре фото на мониторе каждая программа делает ресайз (изменение разрешения фото) под разрешение монитора, поэтому на микро деталях мы видим разницу, где возникают округления при пересчете данных или ошибки квантования. Поэтому одни просмотрщики размывают картинку, сглаживают переходы, другие наоборот выделяют и создают артефакты. Для аудио, конечно, необходимы приличные наушники и тренированный слух для того, чтобы эту тонкую разницу замечать. Поэтому использовал неплохие бюджетные полноразмерные наушники **FiiO FT1**, через балансное подключение. Где разница между плеерами не явная, но ощущается.

Но сегодня использовал для прослушивания и измерения более новую модель **Keysion Dual CS43198+SGM8262**, где используются более продвинутые усилители на наушники, но главное, где **реализована в ЦАП своя независимая регулировка громкости**. А это значит в плеере везде выставлял 100% громкость, а регулировку делал только в ЦАП. Самый плохой вариант регулировать громкость в плеере и ЦАП-е одновременно, так как это ошибки квантования умножает. Поэтому этот вариант не использовал и не рекомендую.

В итоге, **на слух, к моему удивлению, не обнаружил той разницы между плеерами**, что была раньше при программной регулировке громкости в плеере! Поэтому разницу в звучании плееров связываю с программным регулятором уровня (системный микшер), где используются разные алгоритмы (цифровые фильтры). Поэтому **при регулировке громкости в ЦАП разница между плеерами исчезает**. Возможно, что она есть, за счет разных кодеков и алгоритмов обработки звука, за счет разной битности и точности сигнала (16, 24 или 32 бит) при обработке. Но разница уже на уровне кажется, где больше влияет самовнушение.

Поэтому решил провести измерения в **RMAA 5.5** с данного ЦАП при аппаратной регулировке громкости, чтобы оценить искажения. Как транспорт использовал **POCO M3**, как АЦП **ESI UGM192** с разрешением записи 192 кГц/24 бит. Полученные данные показаны в таблице для частоты записи 44,1 кГц.

Device:	Eddict Player аппаратн. гр.	FiiO Music аппаратн. гр.	Hiby Music аппаратн. гр.	FiiO Music програм. гр.
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz
Frequency response, dB	+0.01, -0.04	+0.01, -0.04	+0.01, -0.04	+0.01, -0.03
Noise level, dBA	-94.2	-94.3	-94.3	-94.6
Dynamic range, dBA	94.1	94.1	94.0	94.4
THD, %	0.0010	0.0009	0.0009	0.0010
IMD + Noise, %	0.0061	0.0061	0.0061	0.0058
Stereo crosstalk, dB	-94.6	-93.9	-82.3	-94.9
IMD+N (swept freq.), %	0.0064	0.0063	0.0064	0.0061

Select
 Select
 Select
 Select

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

Рис.1.

Где в первых трех столбцах таблицы мы видим данные для плееров **при аппаратной регулировке громкости** в ЦАП, когда в плеере стояла громкость максимальная. А в 4-ом столбце измеренные данные **при программной регулировке** громкости в плеере FiiO, где максимальная громкость стояла в ЦАП, где данные кажутся чуть лучше. Но это следствие того, что уровень записи был чуть выше в 4-ом измерении. Что видно при настройке, когда калибровочный синус 1 кГц воспроизводим перед тестом, где получились значения уровня для 4-го измерения, как показано ниже на рисунке -0,8 дБ для левого и -0,4 дБ для правого канала (выделено красным).

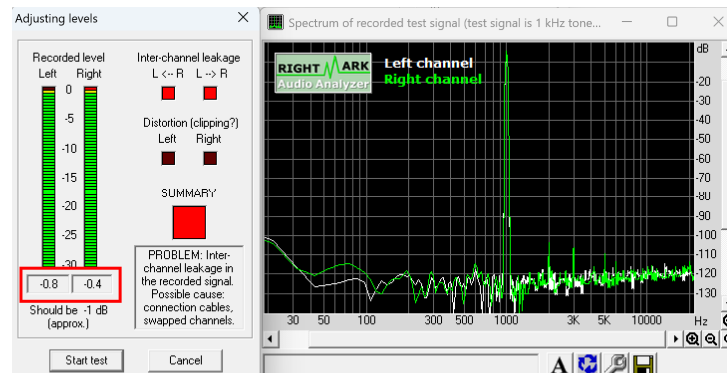
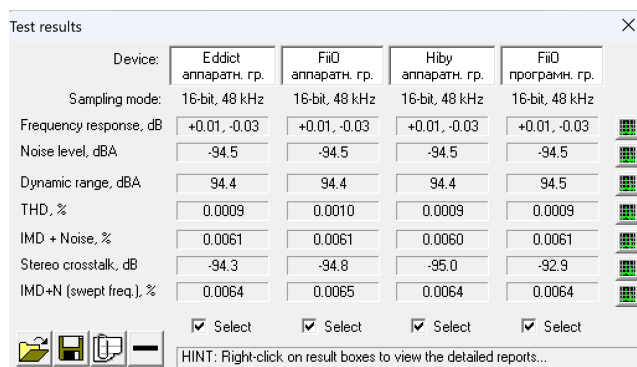


Рис.2.

В то время как для первого измерения уровень был -1,4 и -0,9 дБ соответственно по каналам, для второго -1,3 и 0,9 дБ и для третьего -1,5 и -0,9 дБ. Поэтому 4-е измерение более точно попадало в требуемый уровень записи, поэтому параметры получились чуть лучше. Т.е. это связано с шагом регулировки громкости. Притом мы видим, что **данные по уровням для трех плееров отличаются на 0,1 для левого канала**, что говорит о том, что все плееры имеют чуть разный выходной уровень сигнала, несмотря на то, что везде стоит 100% громкости. Т.е. плееры не одинаково интерпретируют сигнал (по уровню). Поэтому нельзя говорить, что цифра играет везде одинаково, это не так, как мы видим из данного наблюдения. Разница есть и это при исходной калибровочной записи в формате WAV, где как бы нет никаких вариантов интерпретации данных!

Для плеера **Eddict** измерить программную громкость вообще не возможно на данном ЦАП, так как выход звука работает только при 100% уровне громкости в плеере, стоит сделать хоть на шаг ниже и звук в ЦАП не подается. Хотя у данного плеера качественный регулятор громкости, имеет мелкий шаг регулировки громкости. Для **Hiby Music** измерения не делал, поскольку шаг регулировки сильно грубый, около 2 дБ получается в данном диапазоне громкости, что определенно минус данного плеера. Кстати, *при измерении параметров в RMAA уровень громкости ЦАП примерно соответствует уровню, при котором происходит прослушивание на наушниках, поэтому полученные измерения отражают реальное качество звука при прослушивании.*

Для чистоты эксперимента проведу подобное измерение для частоты записи 48 кГц, полученные данные показаны в таблице ниже.



Device:	Eddict аппаратн. гр.	FiO аппаратн. гр.	Hiby аппаратн. гр.	FiO програмн. гр.
Sampling mode:	16-bit, 48 kHz	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	+0.01, -0.03
Noise level, dBA	-94.5	-94.5	-94.5	-94.5
Dynamic range, dBA	94.4	94.4	94.4	94.5
THD, %	0.0009	0.0010	0.0009	0.0009
IMD + Noise, %	0.0061	0.0061	0.0060	0.0061
Stereo crosstalk, dB	-94.3	-94.8	-95.0	-92.9
IMD+N (swept freq.), %	0.0064	0.0065	0.0064	0.0064

Рис.3.

Что интересно, для всех измерений выходной уровень ЦАП полностью совпал, для левого -1,3(-1,4) дБ (мигание уровня) для левого канала и -0,9 дБ для правого, в том числе для программной громкости получил ровно тот же уровень! Поэтому данные измерения самые точные. И как видим, **никакой разницы в данных нет совершенно, на уровне погрешностей измерения.**

Что говорит о том, что аппаратная регулировка громкости в ЦАП достойная, впрочем у плееров она не хуже, чисто технически, конечно. Но из-за разных алгоритмов в плеере получаем чуть разный характер звука в каждом плеере, как мне думается. Получается, что слух улавливает искажения меньше, чем КНИ= 0,001%! Я думаю, что нет, тут дело в том, что цифровая фильтрация влияет на ВЧ гармоники, которые не попадают в слышимый диапазон и поэтому не отображаются RMAA, они отфильтровываются. Но эти вибрации связаны с частотой дискретизации 44,1 кГц или 48 кГц и могут значительно как усиливаться, так и ослабляться алгоритмами пересчета, где происходит своего рода резонанс, усиление вибрации в переходных процессах, т.е. возникает тот самый цифровой взон. Где уровень искажений уже в разы выше.

И эти гармоники влияют на фронты сигнала, меняют сигнал в слышимой области, когда в спектре много гармоник, за счет эффекта наложения (сложения), как я думаю. Поэтому наш слух очень чувствителен к цифровым фильтрам, которые используются при преобразовании уровней сигналов при регулировании громкости. Точно так же как в фото при ресайзе, при изменении картинки получаем разный эффект из-за применения разных фильтров. **В данном случае передискретизация сигнала по времени плеером не делается**, так как работает побитовый вывод.

Поэтому на звук, в данном случае, влияет только пересчет сигнала по уровню (по величине или высоте). И поэтому итоговый звук зависит от использования цифровых фильтров в системном микшере громкости. Где, как я думаю, именно плеер определяет какой алгоритм при пересчете применяется в системном микшере. При этом часто в системе или плеере происходит повышение разрядности сигнала с 16 до 24 или даже до 32 бит, чтобы при цифровом регулировании громкости на выходе иметь запас по разрешению сигнала. Где всегда возникают ошибки квантования или округление цифрового сигнала, которые на низких уровнях при понижении выходного уровня усиливаются, относительно сигнала.

Примерно тоже самое происходит к акустическим системам, где сегодня делают супертвиттеры, которые воспроизводят сигнал от 20 кГц до 40 кГц или даже больше, т.е. за пределами слышимости уха. Что кажется не имеет смысла. Думаю это делают для того, чтобы ВЧ гармоники в цифровой записи на частоте дискретизации добавляли сигналу разборчивости,

псевдодетальности. Чтобы использовать резонансы или волновые эффекты для усиления звукового сигнала.

Тоже самое происходит при передискретизации сигнала по времени, где возникают биения на ВЧ, особенно при близких частотах 44,1 кГц и 48 кГц, что хорошо видно на осциллографе, при этом в параметрах RMAA это никак не отображается. Что часто используют на практике, например, заметил, что это делает сервис **Яндекс.Музыка**, где используется какая-то промежуточная частота между 44,1 кГц и 48 кГц при фильтрации сигнала, что придает звуку приятную окраску. Что, конечно, своего рода умышленное искажение сигнала, притом, что при измерении этих искажений не видно, так как они за пределами слышимых частот, но хорошо видно на осциллографе, как биения ВЧ сигнала.

Впрочем, это давно используется, как я думаю, в аналоговой магнитной записи, в ламповой технике (за счет применения трансформатора) или в грамзаписи, где возникают механические или магнитные резонансы, добавляющие записи приятные искажения (гармоники). И поэтому сигнал становится «живой», как бы дышит. Но только при удачной схематехнике или применении определенных цифровых алгоритмов, где сигналы складываются, создают пики повышения энергии, что повышает динамику сигнала и записи, но в тоже время это может работать в обратную сторону, уменьшать импульсы и энергии в записи.

Поэтому ничего магического и запредельного во влиянии цифровых фильтров на самом деле нет. Всё как в фото, где переходы можно субъективно усилить, а можно наоборот ослабить. Где эффект зависит от итоговой переходной характеристики, где возникает резонс или даже несколько резонансов. И этот резонанс можно использовать для субъективного улучшения качества звука. При этом измеряемые параметры в слышимой области это практически не затрагивает.

По этой же причине джиттер или тактовое дрожание сигнала считается большой проблемой для звукотехники, где по времени получаем те самые ВЧ биения. **Поэтому трудно сказать, что влияет больше на работу системного микшера, цифровые искажения или временные биения сигнала, тот самый неуловимый джиттер**, вызванный размером буфера и пр. факторами при передаче данных. Хотя использование аппаратной громкости ЦАП говорит больше в пользу цифровых искажений, т.е. влияние алгоритмов пересчета.

Поэтому в профессиональной звукотехнике используют прямые ASIO протоколы, где вывод звука минимизируется, чтобы уменьшить джиттер, временные задержки сигнала и лишние пересчеты сигнала. На мой слух, **ASIO всегда звучит лучше WASAPI** (для системы Windows), более чисто, думаю та же проблема с выводом звука существует для Андроид. Думаю, даже осциллографом джиттер трудно зафиксировать на прямую. Или нужен очень хороший осциллограф и дорогое оборудование. Но в любом случае проблема решается только через понимание проблемы. И постепенном откидывании ложных убеждений и в проверке новых предположений. И, конечно, нужна практика, измерения и наблюдения, т.е. нужен опыт, плюс умение делать правильные выводы из практики.

27-06-2026