

Обработка сигнала в аудиоплеере Neutron

Данный аудиоплеер для Android, считаю, один из самых продвинутых в обработке сигнала, как по точности, так по управлению и что не маловажно, по контролю параметров. Использовал **версию плеера 2.28.0**. В окне плеера можно узнать исходную частоту и формат записи, как показано на рис.1 (левый). Для этого нужно нажать три точки, что выделено красным цветом.

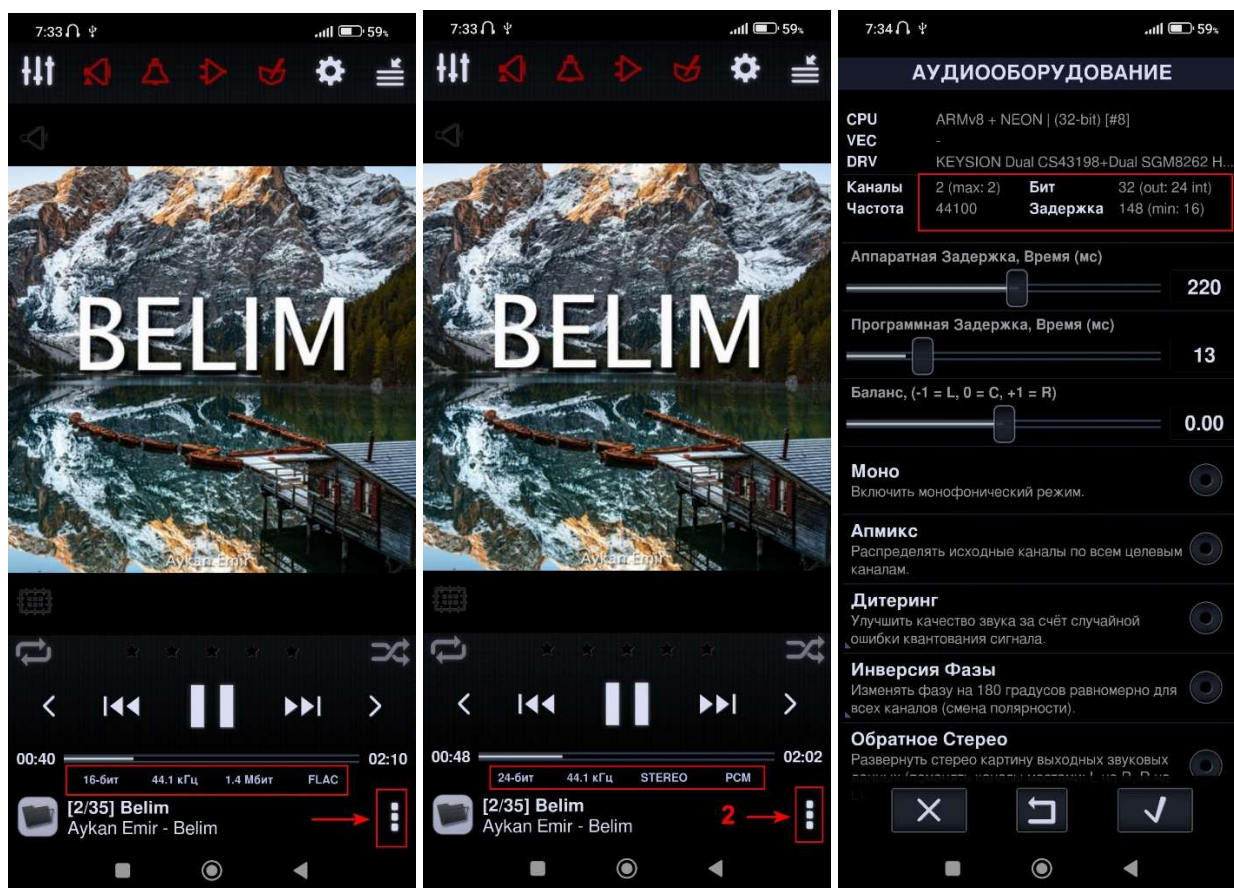


Рис.1.

Если нажать еще раз на три точки, то плеер отображает какие данные он выдает в ЦАП на выходе. Что показано на рис.1 (средний). Так же посмотреть вывод данных на ЦАП можно в **Настройки (шестеренка)- Аудиооборудование**, что показано на рис.1 (правый), где так же видно название внешнего ЦАП. Причем видим, что обработка внутри плеера идет с точностью 32 бит, а на ЦАП плеер отдает 24 бит, как и отображает плеер на рис.1 (средний). В данном случае PCM формат использовался.

Чтобы настроить максимальное качество вывода, нужно зайти в **Аудиооборудование** и выбрать, как показано на рис.2 (левый). Но можно еще улучшить качество внутренней обработки до 64 бит, делается это в **Настройки- Воспроизведение**, как показано на рис.2 (средний). И тогда в ЦАП будет поступать полное разрешение 32 бит, если ЦАП, конечно, его поддерживает. Что показано на рис.2 (правый). Но я **разницу между 32 бит обработки и 64 на слух не улавливаю**, может быть на уровне кажется 64 бит играет чуть глаже. Но сам факт выбора такого разрешения 64 бит можно только одобрить. Производитель плеера подошел очень серьезно к качеству звука, с запасом, чтобы даже сомнения в точности звука не оставалось.

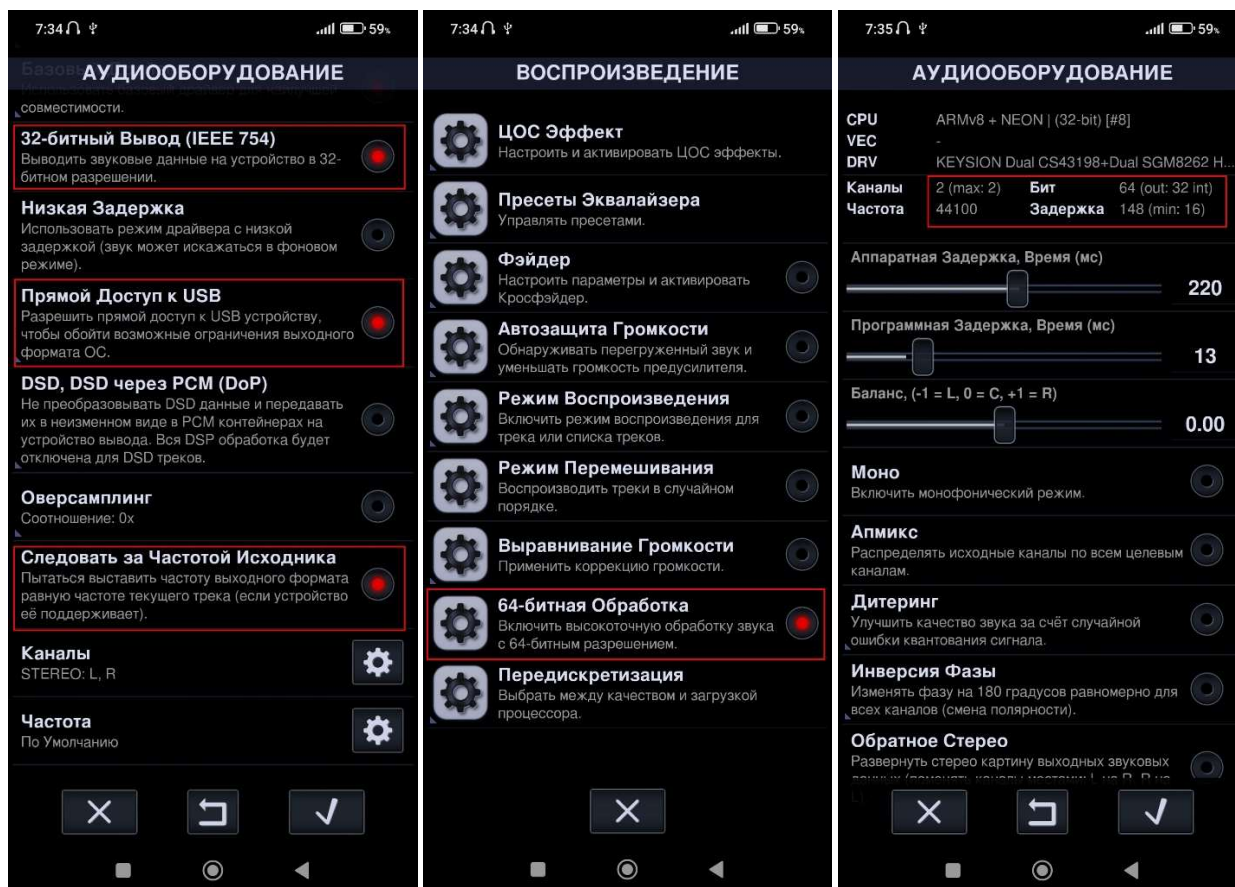


Рис.2.

Притом, плеер хорошо работает со встроенным звуком смартфона, он выставляет 48 кГц, т.е. делает внутри плеера передискретизацию и отдает поток уже с частотой Андроида 48 кГц. Как это показано на рис.3 (левый).

На рис.3 (средний) видим, что внутренняя обработка даже избыточная и составляет 64 бит, а на выходе имеем 16 бит поток в ЦАП. Вероятно, что плеер отдает регулировку громкости системному микшеру, поэтому 16 бит разрешение вполне оправдано, какое было в записи.

Притом лучше задействовать в настройках плеера в **Аудиооборудовании- Аппаратную громкость**, как это показано на рис.3 (правый). Хотя на моем ЦАП она не работает, при этом ЦАП **Keycion Dual CS43198+ SGM8262** имеет аппаратную регулировку громкости, но почему-то это не работает на практике в Neutron. Впрочем, тоже самое на других плеерах. Если аппаратную громкость не активировать, то с громкостью может быть проблема, у меня выскакивает ползунок громкости Android и регулятор Neutron, получается путаница, хотя формально все работает, громкость регулируется. При активированной аппаратной громкости все нормально, ползунок громкости плеера регулирует громкость, очевидно делает он это программным способом. Потому как на ЦАП **Keycion Dual CS43198**, который не имеет аппаратной регулировки громкости всё точно так же работает.

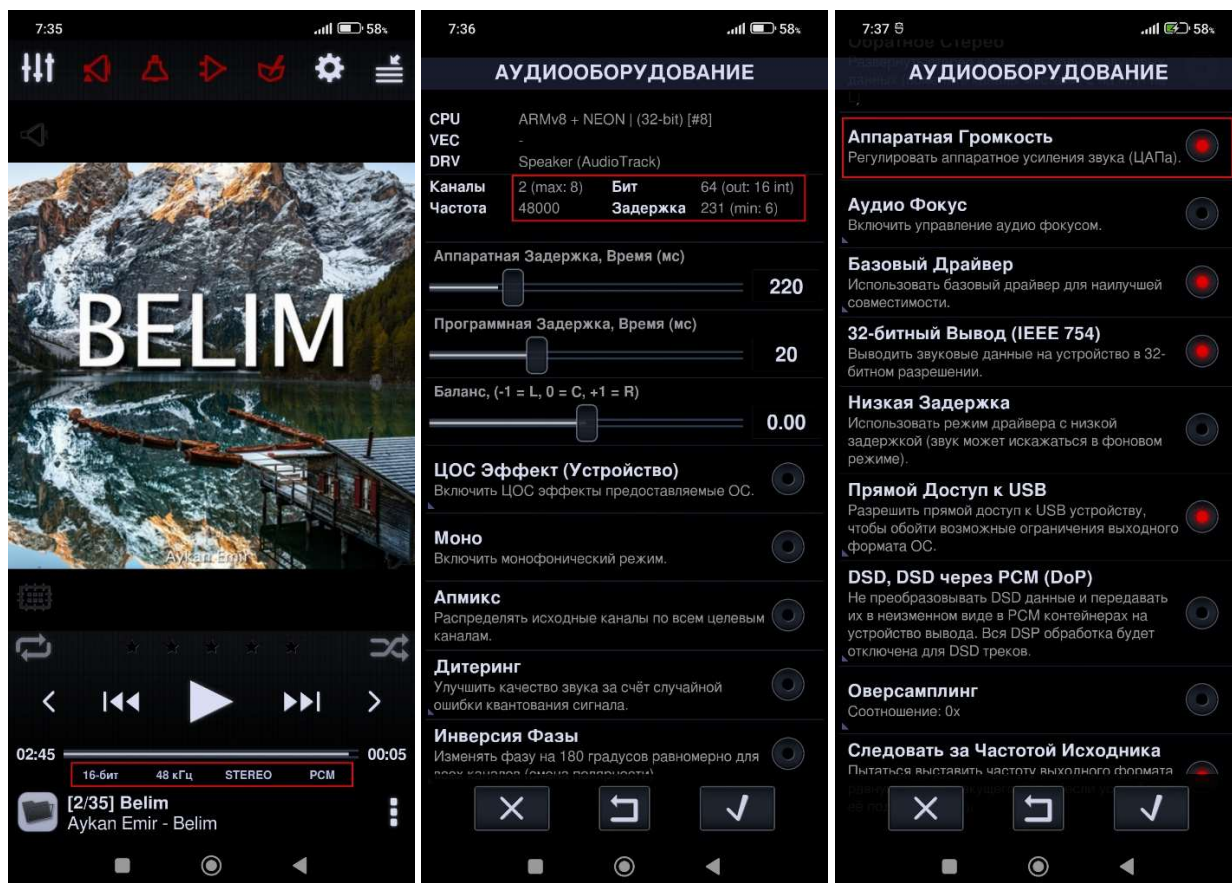


Рис.3.

Есть еще особенность Neutron, есть у него настройки предусилителя, как показано ниже на рис.4

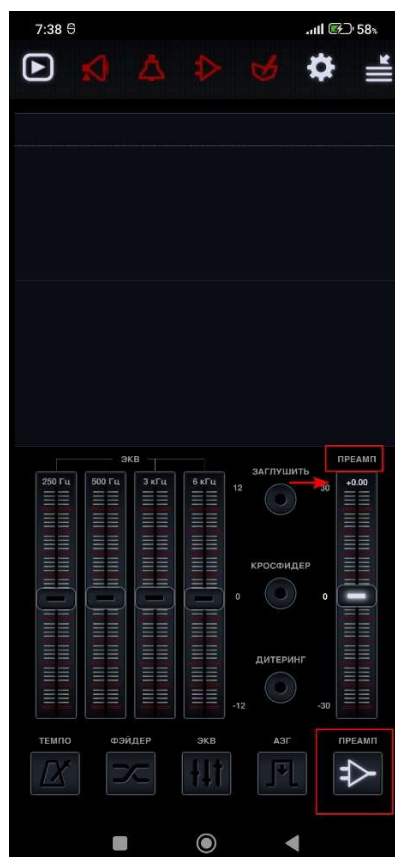


Рис.4.

Я не понимаю вообще зачем она сделана, но встречался с такой ситуацией, когда по умолчанию Преамп был установлен в значение **+0,03**, что создает обрезание синуса с уровнем записи 0 дБ, т.е. записанного по максимуму. **Поэтому лучше проверить эту настройку.** Это делается нажатием надписи Преамп, как показано красным на рис.4. И там нужно нажать крестик, т.е. сбросить на нулевые настройки и потом галочку, чтобы настройки Преампа сохранить. И потом проверить, чтобы было как на рис.4 значение 0,00 было выставлено. Или можно ползунком это сделать, но в этом случае получается только значение -0.03, чистый ноль не получается.

На рис.4 мы видим функцию **Дитеринг**, это добавление шума для сглаживания ступеней квантования, за счет усреднения ошибок, эту функцию не использую. Хотя можно попробовать, выставить внутреннюю обработку 64 бит (по максимуму), чтобы иметь максимальное разрешение сигнала.

Ниже приведена импульсная характеристика, сначала для побитового вывода, т.е. точный вывод данных. В данном случае сигнал подается в ЦАП с частотой записи 44,1 кГц, а форма импульса определяется цифровым фильтром, выбранным в ЦАП, если он это позволяет, конечно.



Рис.5.

Ниже показан тот же импульс, но плеер выводит поток в режиме PCM через DSD, т.е. делает сам передискретизацию и выдает на ЦАП DSD поток. А так же регулирует громкость.



Рис.6.

При этом импульс становится чуть ниже по высоте в пике и имеет больше ВЧ колебаний до и после импульса, т.е. имеем классический импульс. В то время как в ЦАП импульс чуть отличается от классического. Он имеет меньше колебаний до и после импульса, поэтому его и использую. На слух тоже есть разница при выводе PCM в DSD режиме, на микроуровне, при быстром сравнении.

Чтобы активировать эту функцию, нужно зайти в **Аудиооборудование** и там включить вывод данных в DSD формате, как показано ниже на рис.7. **Что не так очевидно из названия, что это работает для PCM данных**, но осциллограф это фиксирует, данные PCM при этом выводятся в DSD потоке. Да и сам плеер это отображает, как это делается уже описано выше (рис.1).

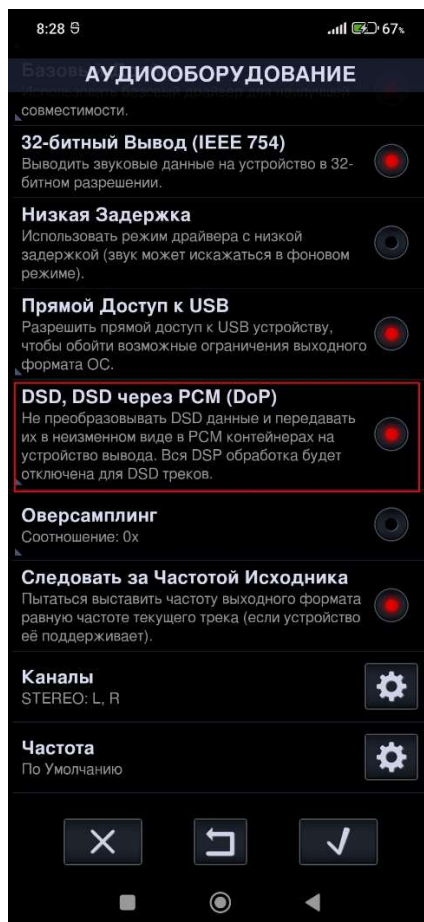


Рис.7.

Так же можно сделать качественную передискретизацию в плеере, если ЦАП какие-то частоты плохо переваривает, ниже показан импульс для записи 44,1 кГц, в плеере пересчитанный в частоту 48 кГц.



Рис.8.

При этом импульс стоит как вкопанный, что невозможно получить в той же системе Windows, при близкой передискретизации 44,1 кГц и 48 кГц, выполняемой в системе. Поскольку точность внутри Neutron достаточна, плеер имеет запас качества по уровню сигнала (много ступеней квантования).

Чтобы активировать передискретизацию в плеере нужно в меню **Аудиооборудование** сделать, как показано на рис.9.

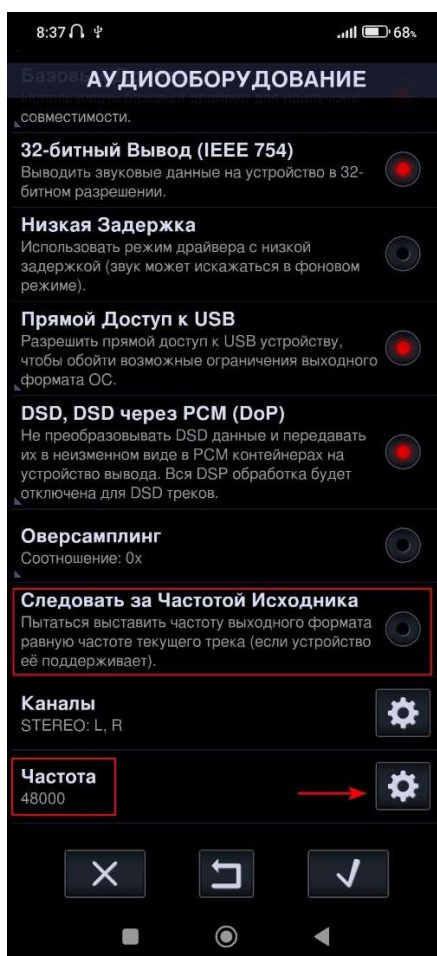


Рис.9.

Нужно убрать галочку **Следовать за Частотой Исходника** и ниже выставить нужную частоту. В данном случае выбрана частота 48 кГц. Можно сделать частоту высокую или даже максимальную, в этом случае передискретизация сигнала будет в плеере, но нужно учитывать, что будет использован классический фильтр, т.е. цифровой фильтр в ЦАП работать не будет в данном случае. Это, кстати, моя единственная придирка к плееру Neutron, что нет выбора разных типов фильтров, как это сделано в Roon (версия для Windows).

Далее проведу измерение с помощью программы **RMAA 5.5**, как сказываются на искажениях все эти обработки сигнала (передискретизация или вывод через DSD потока), чтоб оценить изменения сигнала. Как АЦП использовалась карта **ESI UGM192** с записью в максимальном для неё формате 24 бит/192 кГц. Частота записи была использована только 44,1 кГц. Уровень АЦП был использован 100%, уровень ЦАП подстраивался громкостью в плеере. Нагрузки на выходе ЦАП не было, кроме входа АЦП, конечно. В таблице приведены полученные измерения.

Test results	Device:	Bit-perfect 32 bit	Bit-perfect 64 bit	DSD128 64 bit	44.1 kHz->48 kHz 64 bit
	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, -0.05	+0.01, -0.04
	Noise level, dBA	-94.6	-94.6	-94.6	-94.6
	Dynamic range, dBA	94.4	94.4	94.5	94.4
	THD, %	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
	IMD + Noise, %	0.0059	0.0059	0.0055	0.0059
	Stereo crosstalk, dB	-94.7	-95.1	-95.5	-94.1
	IMD+N (swept freq.), %	0.0061	0.0061	0.0058	0.0061
		☐ Select	☐ Select	☐ Select	☐ Select
	HINT: Right-click on result boxes to view the detailed reports...				

Рис.10.

Как видим из измерений, **разницы между 32 бит и 64 бит при внутренней обработке мой АЦП не фиксирует**. На слух тоже разницу не улавливаю. При **выводе через DSD искажения даже уменьшаются**, как и при передискретизации. Последнее может быть связано с тем, что в ЦАП один кварц на 48 кГц используется, поэтому Neutron делает более качественно передискретизацию, чем ЦАП. Хотя разница на уровне погрешности измерений. Так же видим на АЧХ различие, в режиме DSD, что было видно на осциллограмме импульса. Ниже показаны отдельно графики АЧХ, увеличенные на ВЧ.

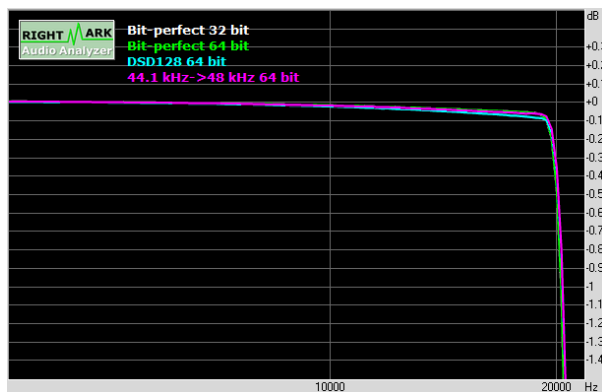
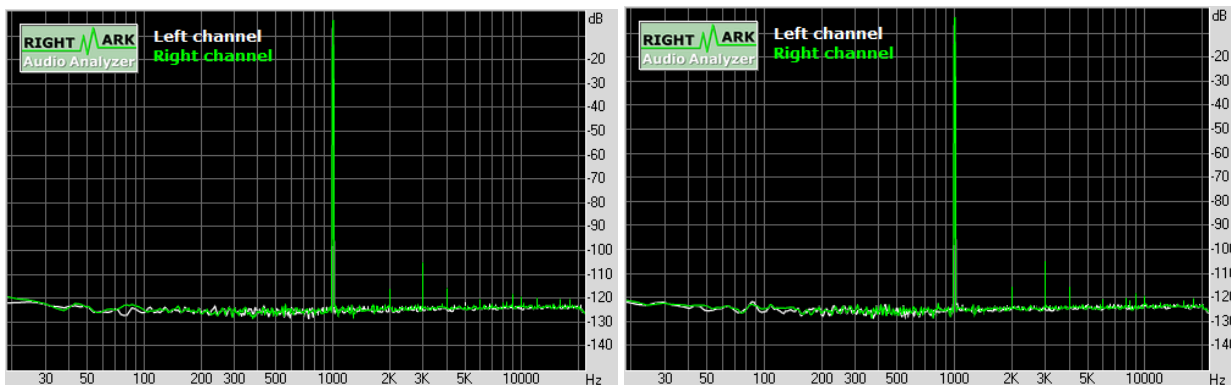


Рис.11.

Разница, на самом деле очень незначительная, DSD больше всех имеет спад на ВЧ, а режим передискретизации, наоборот, чуть больше усиливает ВЧ. Но эту разницу даже обсуждать не стоит, на самом деле.

Ниже показаны отдельно графики по искажениям КНИ (THD,%), в том порядке, как они идут в таблице.



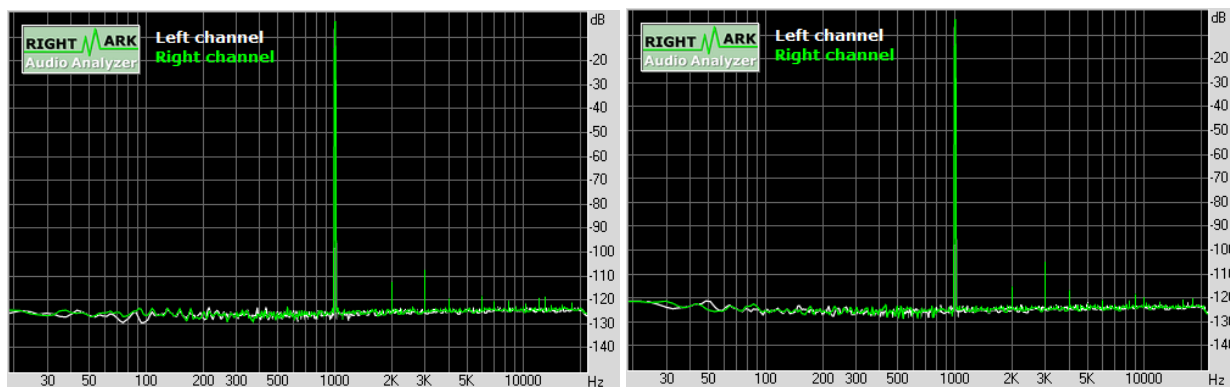


Рис.12.

В целом **для PCM режима искажения одинаковые**, если присмотреться, то **в режиме DSD** **искажения ниже на 3-ей гармонике, но чуть выше на 2-ой**. Видимо, разный алгоритм преобразования сказывается, разное распределение гармоник. Возможно, именно в этом кроется отгадка, почему многие любят выводить звук PCM через DSD.

Причем в Neutron есть настройка качества передискретизации, она показана ниже на рис.13. Она находится в меню **Воспроизведение**.

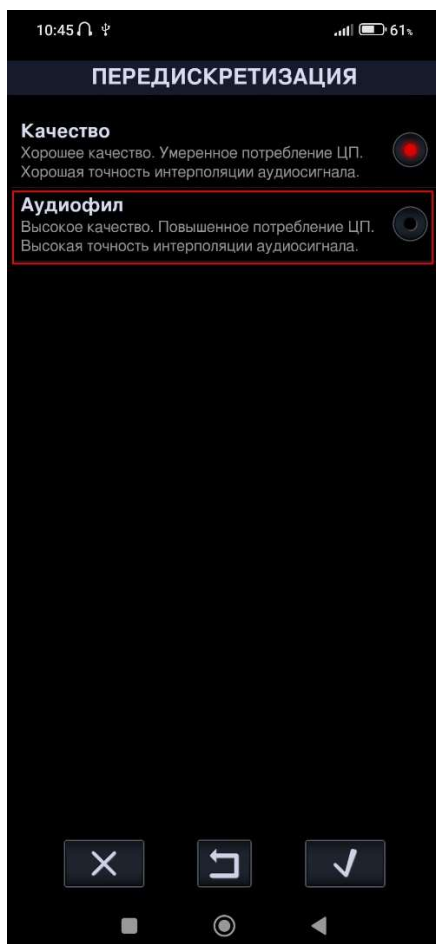


Рис.13.

При измерении в таблице (рис.10) была активирована настройка **Аудиофил**, если же выставить режим **Качество**, то получим больше искажения, гармоник. Ниже в таблице показаны измерения, в первой колонке режим **Аудиофил** использовался, вот второй- **Качество** . В других колонках показаны измерения для побитового режима для плееров **Resonada** и **Audiophiles**

Test results

Device:	44.1 kHz> 48 kHz (Аудиофил)	44.1 kHz> 48 kHz (Качество)	Resonada	Audiophiles
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, -0.04
Noise level, dBA	-94.6	-94.5	-94.6	-94.3
Dynamic range, dBA	94.4	94.4	94.4	94.1
THD, %	0.0007	0.0008	0.0007	0.0008
IMD + Noise, %	0.0059	0.010	0.0058	0.0061
Stereo crosstalk, dB	-94.4	-95.6	-95.2	-95.5
IMD+N (swept freq.), %	0.0062	0.030	0.0061	0.0063
	☒ Select	☒ Select	☒ Select	☒ Select



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

Рис.14.

По таблице разница в искажениях при передискретизации в Neutron в различных режимах не так очевидна, но на графиках отдельно хорошо видно, что режим **Качество** добавляет много ВЧ гармоник. Очевидно, что программа RMAA не адекватно считает КНИ в данном случае. Ниже графики THD показаны отдельно, как они идут в таблице.

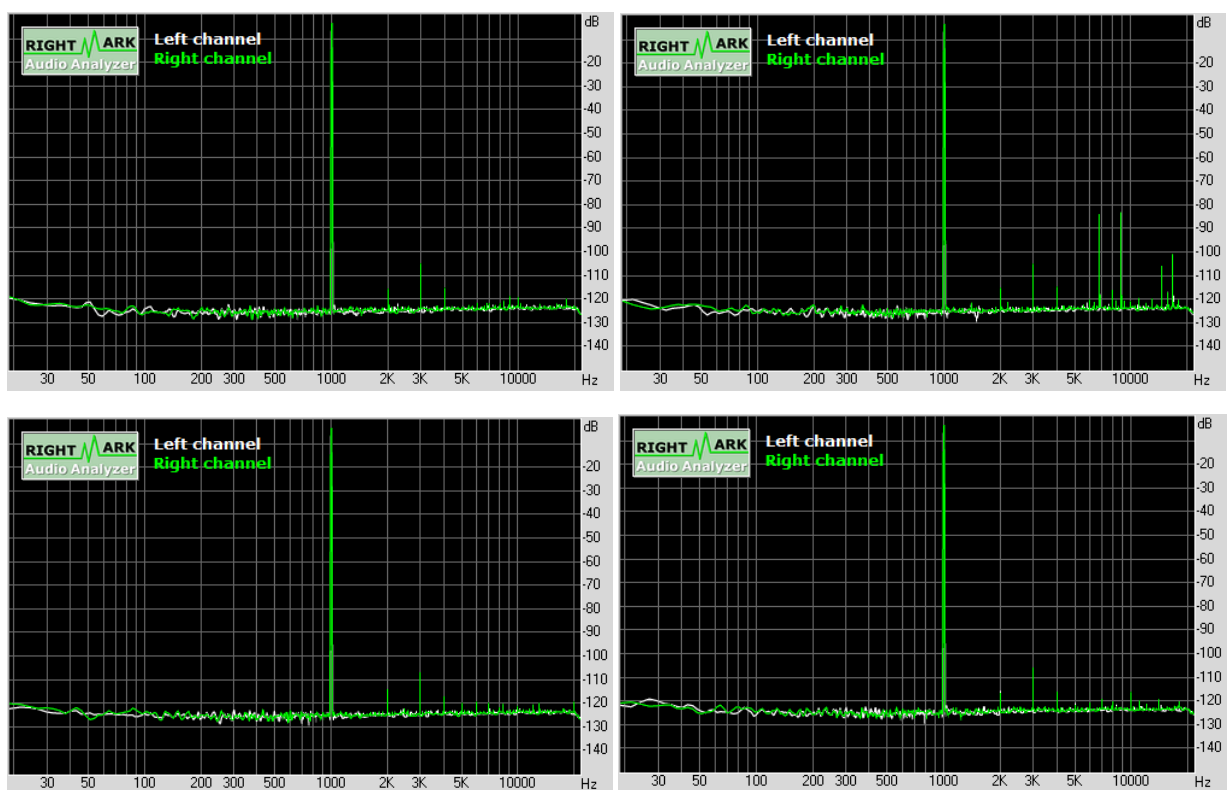


Рис.14.

На графиках хорошо видно, как отличаются режимы передискретизации **Качество** и **Аудиофил**. Но еще интереснее, что **искажения плеера Resonada получились меньше (КНИ=000,7%)**, эффект похож, как в режиме вывода DSD, где третья гармоника снижается, а вторая увеличивается. Возможно, что именно поэтому Resonada многим нравится по звуку.

Ещё интересное наблюдение, что **плеер Audiophiles имеет больше уровень шумов**, выше шумовую полку. Это хорошо видно при быстром сравнении графиков на компьютере. И поэтому динамический диапазон и уровень шумов у него чуть ниже. И это не связано с разным уровнем на выходе ЦАП при записи теста, так как я выравнивал уровень на выходе ЦАП в пределах 0,1 дБ на всех плеерах.

И поэтому это не ошибка измерения, это факт, **что-то у плеера Audiophiles шумовую полку поднимает примерно на 0,3 дБ**.

Так же разницу между плеерами видно на измерениях интермодуляции на скользящем тоне, ниже показан график отдельно.

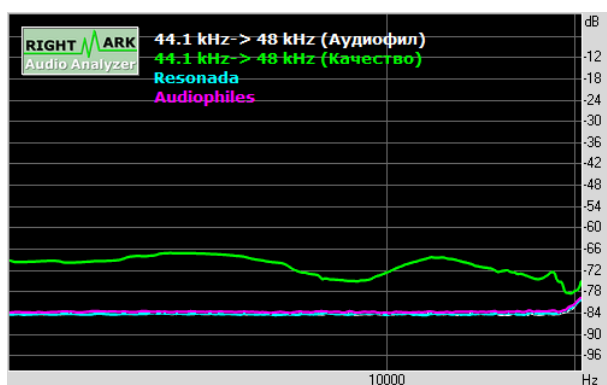


Рис.15.

Где видны явно выше искажения в режиме **Качество** в плеере Neutron (зеленый график), но в режиме Аудиофил все нормально, я бы даже сказал идеально. И тут же видна разница между Audiophiles и Resonada, видим, что график для Audiophiles проходит выше. Что, вероятно, связано с большими шумами данного плеера. А так же разные алгоритмы обработки данных меняют не значительно АЧХ, что ниже показано на отдельном графике.

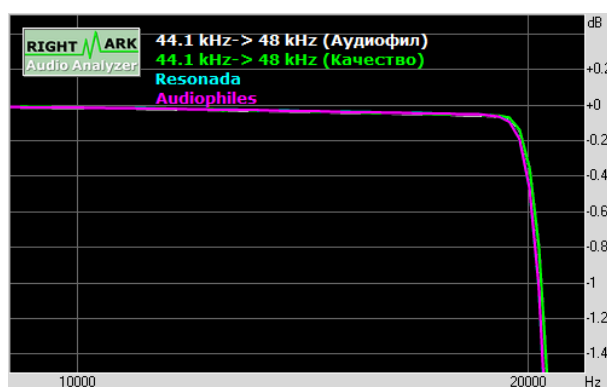


Рис.16.

Выводы. Как видим, плеер Neutron обеспечивает точный вывод данных и их полный контроль, отличную передискретизацию, если правильно её настроить и качественный вывод PCM через DSD. Между собой плееры отличаются так же по алгоритмам просчета данных, что сказывается на распределении гармоник, т.е. можно получить больше 3-ую гармонику, а можно увеличив 2-ую гармоники снизить 3-ую, как бы перераспределяя искажения, что снижает их в целом. Предполагаю, что это связано разными алгоритмами регулировки уровня громкости.

И поэтому вывод звука через DSD имеет свои плюсы, именно в снижении уровня третьей гармоники, которая плохо слухом воспринимается. Притом, что 2-ая гармоника дает аналоговый характер звука, как в пластинках и ламповой технологии. А так же, как мы видим по плееру Audiophiles плееры могут незначительно, но отличаться по уровню шумовой полки и все это при побитовом вводе. Вероятно, что в Audiophiles это связано с регулятором громкости или какими-то ошибками в обработке. Возможно, добавлен шум на выходе для сглаживания ступеней квантования (за счет усреднения ошибок). Но это хорошо видно при сравнении даже на такой карте как ESI UGM192, которая имеет собственный уровень шумов по паспорту 100 дБ.