

Оценка качества программного аудио проигрывателя

В данной статье будет описано, как проверить качество аудио проигрывателя с помощью осциллографа. Притом осциллограф навороченный, с большой полосой пропускания не требуется. Для этого понадобятся тестовые записи, которые можно скачать по ссылке с моего сайта <http://mfiz.ru/wp-content/uploads/2026/07/Meandr-sinus-tishina-i-impuls.zip>

В архиве находятся записи синуса и меандра 1 кГц, единичного импульса с уровнем записи 0 дБ (по максимуму), а также запись тишины. Записи сделаны для частоты 44,1 кГц и 48 кГц, с разрешением 16 бит. Ниже на примерах, с пояснениями напишу подробно, как сделать проверку аудио плеера. Где нужно проверить всего две вещи.

Первая-это побитовый вывод (**Bit-perfect**), т.е. отсутствие передискретизации в плеере. Качественный аудио плеер должен обеспечить, чтобы исходная частота записи сохранялась и доходила в ЦАП без изменений, что предполагает отсутствие обработки сигнала по времени или частоте записи. И вторая проверка касается **качества внутренних вычислений**, что показывает внутреннее разрешение плеера, что можно назвать обработка сигнала по уровню или напряжению. Что легче всего проверить через принудительную передискретизацию в плеере, когда алгоритмы вычислений задействуются и ошибки вычислений (округлений) легко себя обнаруживают.

Естественно, чем выше качество обработки, выше разрешение (битность и частота записи), тем более будет стабильным во времени импульс на осциллографе при передискретизации и изменении уровня громкости. При низком качестве вычислений ошибки квантования особенно заметны при близкой передискретизации, т.е. при преобразовании частоты 44,1 кГц в 48 кГц и наоборот. В этом случае на импульсе или меандре появляются биения сигнала во времени. Это выглядит как изменение переднего и заднего фронта сигнала циклически. Причём, эти **биения измерить в RMAA и пр. программах невозможно**, поскольку они находятся выше 20 кГц. И поэтому на помощь приходит осциллограф, когда мы их можем наблюдать на экране в реальном режиме времени.

Первым делом, чтобы **проверить побитовый режим Bit-perfect** мы запускаем на плеере запись синуса 1 кГц для записи 44,1 кГц и 48 кГц и смотрим какой максимальный уровень сигнала на выходе, выставив максимальный выходной уровень в ЦАП и плеере, чтобы иметь максимальный размах сигнала для наблюдения. Но сначала необходимо определить максимальное напряжение на записи синуса 1 кГц с уровнем записи 0 дБ.

Ниже, для примера, показан синус 1 кГц, полученный для ЦАП **Keycion Dual CS43198+SGM8262** через плеер **Resonada**, настроенного для вывода Bit-perfect, левый график для частоты 44,1 кГц, правый- 48 кГц.

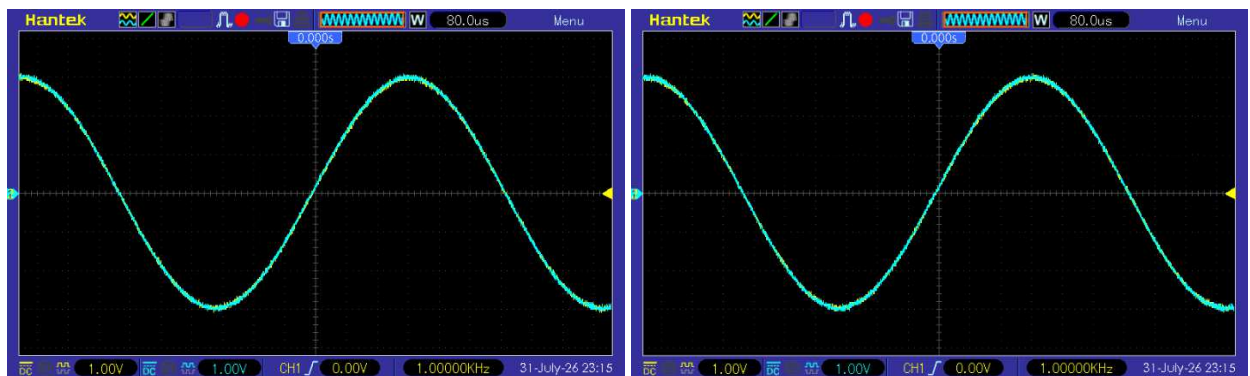


Рис.1.

Где мы видим, что пик сигнала достигает 3В, как и положено для данного ЦАП, что вероятно связано с питанием ЦАП стандартным напряжением 3,3 В. А дальше смотрим форму импульса, слева показан график для частоты 44,1 кГц, справа для 48 кГц.

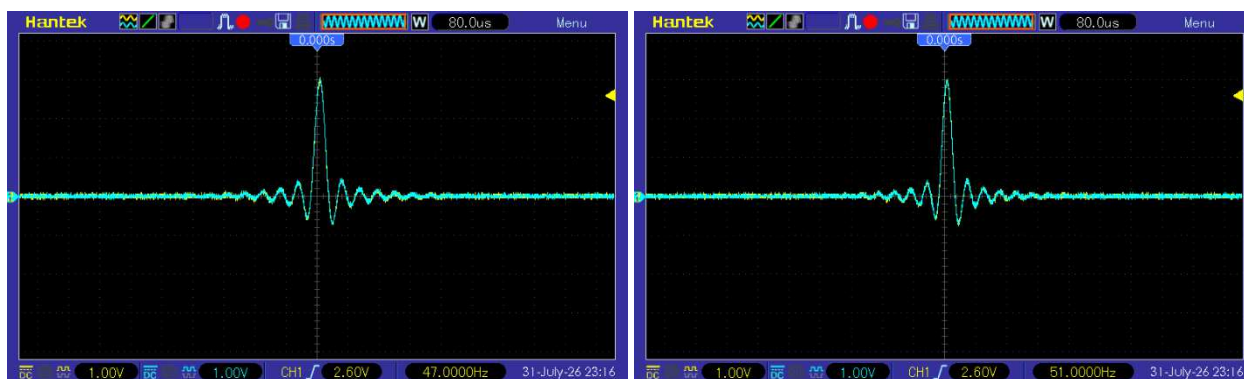


Рис.2.

Где на графиках хорошо виден пик импульса 3 В, одинаковый по высоте для обеих записей, что говорит о том, что в плеере работает **побитовый вывод**, сигнал не подвергается передискретизации, изменению во времени. Что так же еще видно по более тонкому импульсу на записи 48 кГц, правый график (при быстром сравнении графиков на компьютере). При этом импульс должен быть стабильный во времени на осциллографе, так как биения сигнала во времени говорят о передискретизации.

Хотя, если внутренняя обработка качественная, например, 64 битная, то явных биений может не быть, при этом даже по уровню записи 44,1 кГц и 48 кГц могут не отличаться, например, если ЦАП делает передискретизацию в 48 кГц. Но даже в этом случае передискретизацию можно заметить по повышению колебаний на импульсе. Особенно, если использовать в ЦАП фильтр, как показано ниже на левом графике для ЦАП **Shanling UA3**, при этом использовалась частота записи 44,1 кГц. На правом графике видим, что получается при проигрывании записи 48 кГц, при использовании передискретизации в системе для Windows 11.

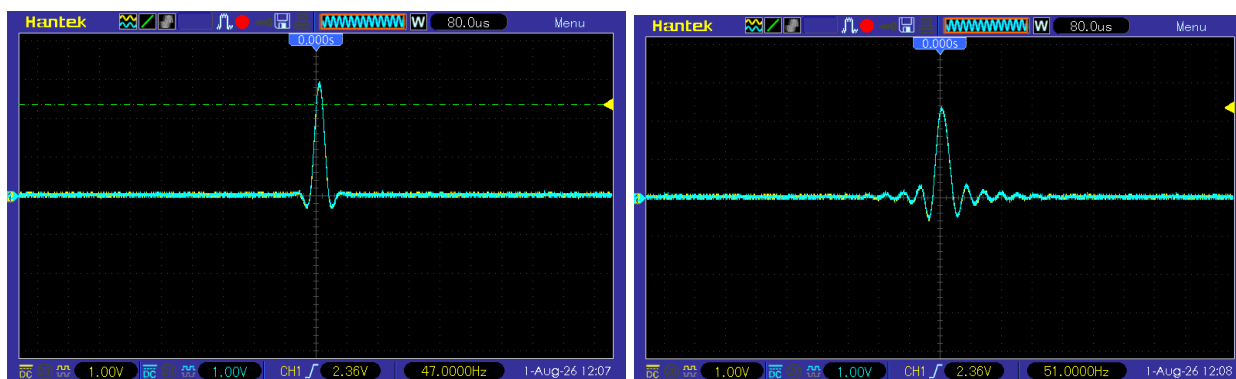


Рис.3.

Так же важно наблюдать форму меандра, это позволяет обнаружить особенности, например в той же системе Windows 11 меандр с уровнем записи 0 дБ будет выглядеть после передискретизации сверху ограниченным.



Рис.4.

При этом на записи синуса 1 кГц с уровнем записи 0 дБ синус будет одинаковый, слева без передискретизации, справа после передискретизации.

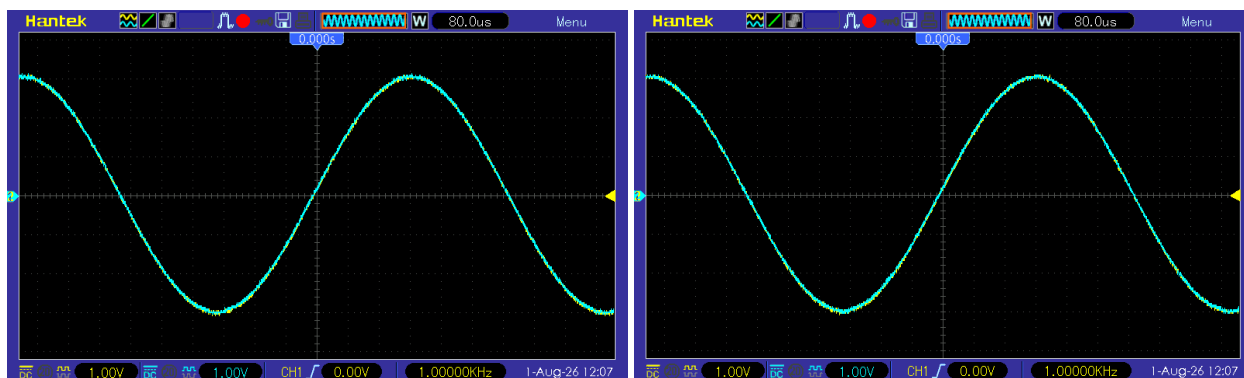


Рис.5.

При этом мендр может сверху иметь ограничения по уровню, как это показано для ЦАП **Keycion Dual CS43198+SGM8262** (его графики рис.1 и рис.2) для плеера **Resonada** при побитовом выводе.



Рис.6.

Где мы видим, что вверху на ВЧ колебаниях возникает отсечка, ЦАП достиг цифрового предела. И это не страшно (ограничение), на самом деле, если мы снизим в плеере уровень громкости или в ЦАП, то обрезания сверху исчезают, как это ниже показано, где громкость плеера (Resonada) была снижена.



Рис.7.

Это обрезание сигнала сверху лучше учитывать, если подаете сигнал с ЦАП на внешний усилитель на 100% уровне громкости, что на записях с клипингом может возникнуть обрезание сверху сигнала (клипинг) на тех записях, что записаны с пиковыми сигналами 0 дБ, что будет добавлять гармоники в звучание.

Притом, не у всех ЦАП возникает клипинг на меандре с уровнем записи 0 дБ, т.е. записанный на максимальной громкости. Это зависит от реализации ЦАП, ниже пример меандра для ЦАП **Shanling UA3**, где обрезания сверху не возникает даже на максимальной громкости в плеере Resonada.

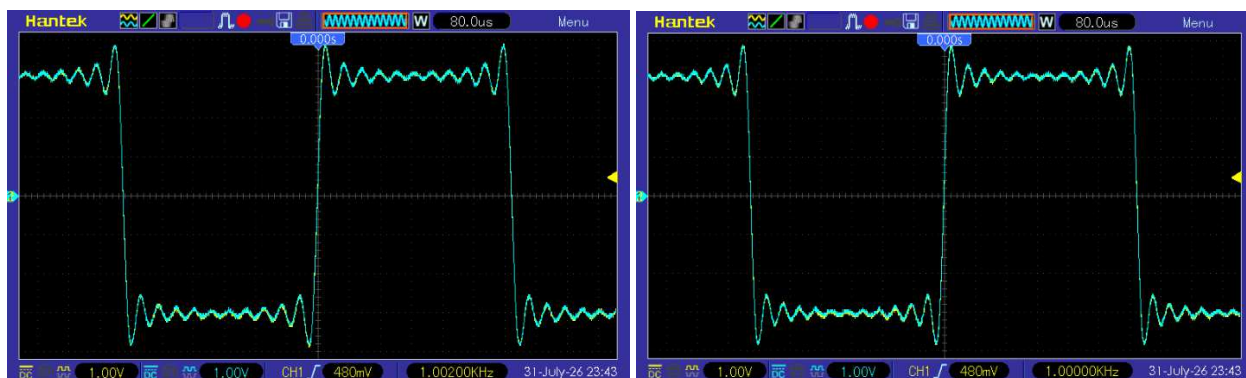


Рис.8.

Ниже показаны графики для синуса, по которым виден пик синуса.

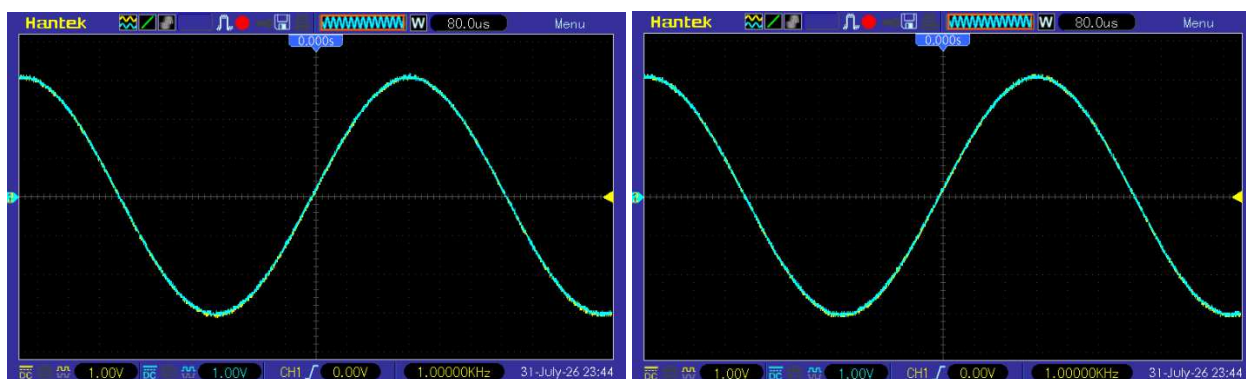


Рис.9.

Где мы видим, что пик синуса достигает стандартные 3В, но внутреннее ограничение ЦАП (цифровое) для данного ЦАП выше, оно достигает почти 4 В, если смотреть по выбросам на меандре (рис.8).

Поэтому по записи импульса (разрешением 44,1 кГц и 48 кГц) мы можем точно сказать, работает побитовый вывод или нет. Ниже показаны импульсы для Shanling UA3, где был применен обычный (классический фильтр).

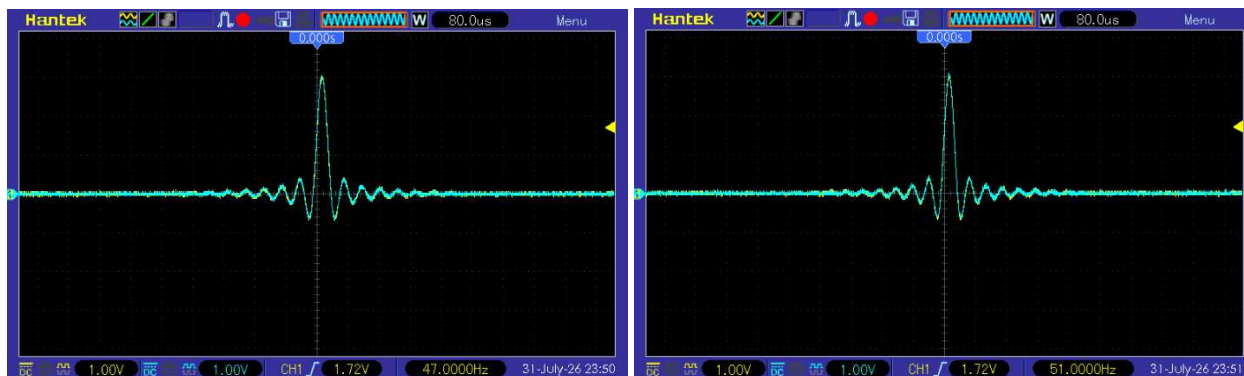


Рис.7.

Хотя лучше использовать, если есть импульс без колебаний до и после импульса, как на рис. 3 (левый), что будет гарантировать отсутствие преобразований сигнала. В этом случае можно быть уверенным на 100%, что передискретизации в плеере не происходит.

Следующая задача оценить уровень внутренних вычислений плеера. Поэтому нужно будет получить обратное, добиться от плеера сделать близкую передискретизацию с частотами 44,1 кГц и 48 кГц, где ошибки квантования, вызванные ограничением внутреннего формата, себя легко обнаруживают. Для этого нужно принудительно включить передискретизацию в плеере на частоту 44,1 кГц и посмотреть импульс на частоте записи 44,1 кГц и 48 кГц в осциллографе, сравнивая их.

Ниже для ЦАП **Keycion Dual CS43198+SGM8262** показана данная передискретизация, сделанная в **Eddict Player**. Для этого в плеере была разрешена только частота 44,1 кГц.

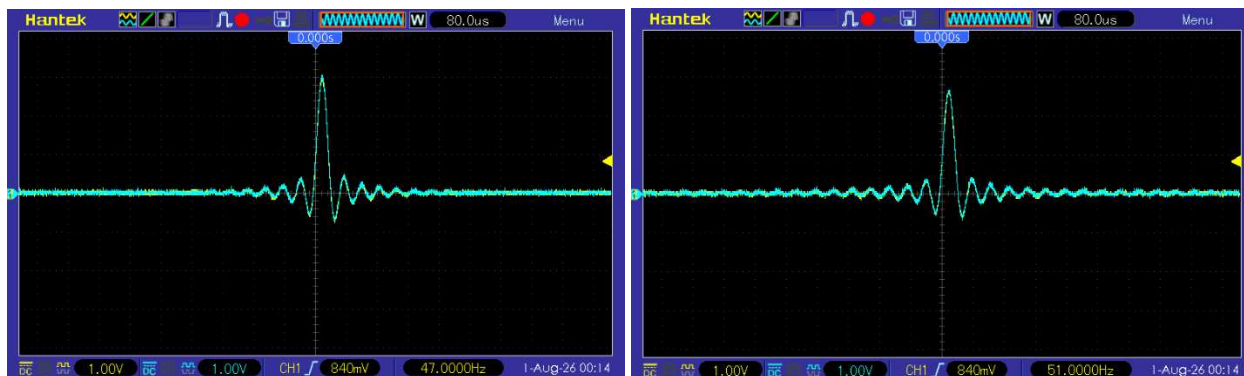


Рис.8.

В итоге видим, что правый график (запись с частотой 48 кГц) делает импульс ниже и толще в ширину, чем он был на 48 кГц, так как частотка сигнала обрезается. Но **при этом импульс стоит, нет никаких биений во времени**, что возможно только при высоком внутреннем разрешении плеера. Возможно, что данные в плеере обрабатываются в формате 32 бит с плавающей запятой или используется 64 битная обработка. И отсюда делаем вывод- **данный плеер имеет хорошее внутреннее разрешение**. И поэтому он звучит качественно, особенно, если не задействовать системный микшер громкости, т.е. делать программную регулировку громкости. Так как системный микшер генерирует искажения, которые на низком уровне громкости становятся заметны на слух и на измерениях, достигая порой значения КНИ= 0,0011%. Хорошая програмная обработка дает значение КНИ=0,0007%.

Для аудио плеера **Resonada** не смог настроить передискретизацию в 44,1 кГц, там есть только кратная передискретизация, поэтому его качество не смог проверить. Ниже показана передискретизация в 44,1 кГц для эталонного и платного аудио плеера **Neutron Player**.

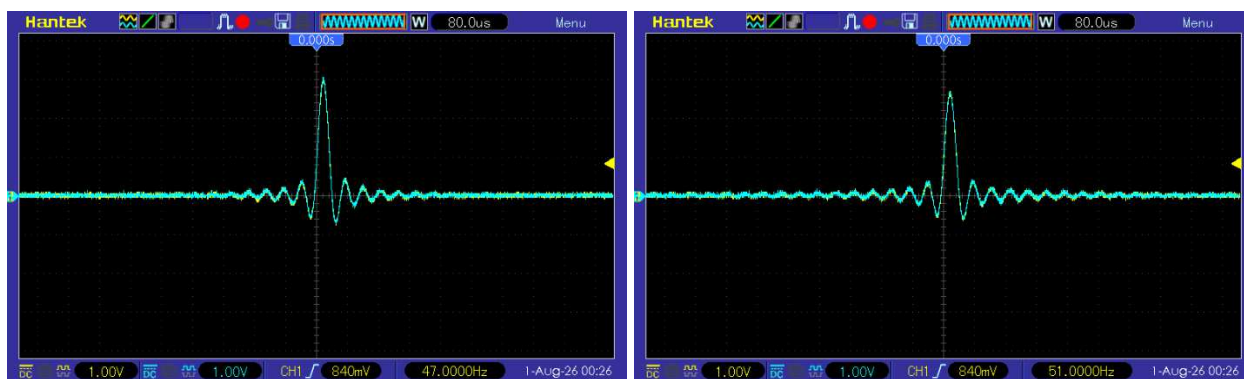


Рис.9.

Где для записи 48 кГц (правый график) импульс снижается по уровню, как и положено, но стабилен по времени, без биений. Это означает качественную внутреннюю обработку. Если сравнивать, как делает близкую передискретизацию система Windows (версии 10, 11, рис.3, рис.4 и рис.5), то это небо и земля, на виндуз появляются биения сигнала во времени, так как разрешение сигнала ограничено а микшере.

Поэтому **Neutron Player** не зря хвалят. В нем была задействована (активирована) 64 битная обработка, к тому же в настройках есть настройка качества передискретизации. Использовал качественную передискретизацию, стоявшую по умолчанию (есть еще аудиофильская, которая еще должна быть лучше).

Ниже показаны полученные графики с передискретизацией для плеера **Hiby Music**

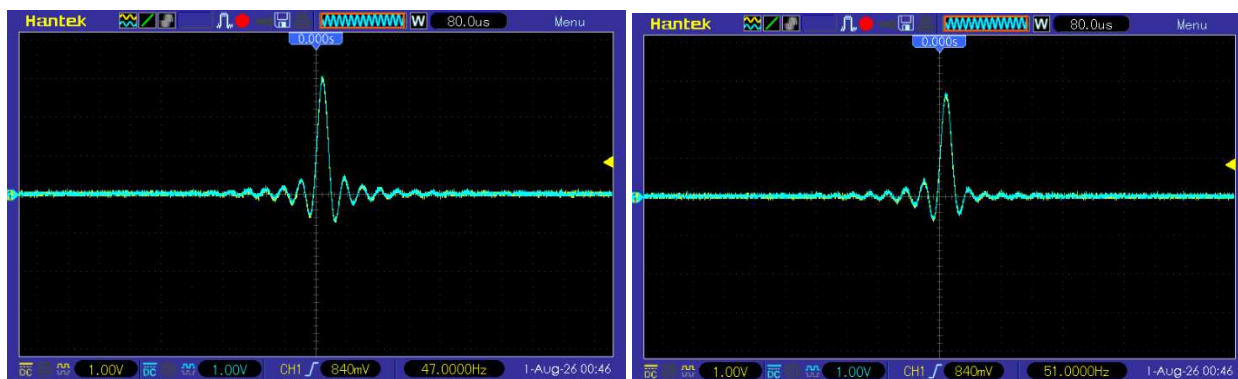


Рис.10.

А вот тут **внутреннее разрешение плеера явно слабое**, поэтому правый импульс уменьшается по величине, что нормально, но начинает по времени гулять. Возникают биения, то левый край больше совершает колебания, то правый. Поэтому мне звук данного плеера не заходит, какая-то в нем есть яркость, видимо низкое внутреннее разрешение плеера при регулировании громкости сказывается. На искажениях в RMAA это не отображается, но осциллограф это фиксирует.

В плеере **FiiO Music** не нашел передискретизации, поэтому сказать ничего про него не могу.

И напоследок графики с передискретизацией для плеера **Audiophiles Player**, который находится пока на стадии разработки. У которого используется внутренняя обработка 32 бит с плавающей запятой.

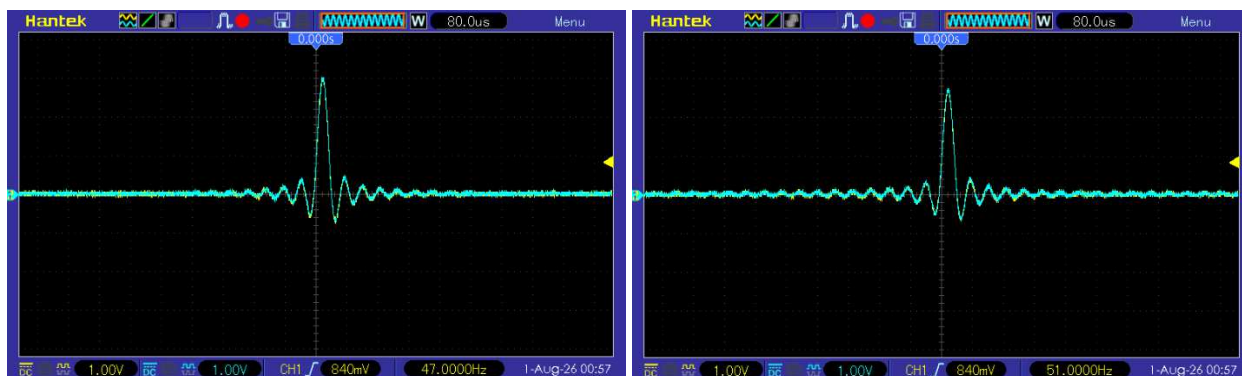


Рис.11.

Тут правый график снижен и стабилен во времени, как и должно быть в хорошем плеере. Единственное, что мне показалось, что стабильность при передискретизации, на уровне микроколебаний, чуть хуже, чем у Neutron и Eddict Player.

Возможно, что именно эта нестабильность, легкие колебания, видимые на импульсе в осциллографе определяют характер звука плеера. Так как по измерениям почти все плееры идеальные, особенно, если не использовать внутреннюю регулировку громкости плеера. Но вот стабильность сигнала (биения) при пересчете на микроуровне у каждого плеера чуть отличаются.

Хотя мне на слух **Audiophiles Player** больше всех нравится... Но пока у плеера детские болезни, он часто перепрыгивает на другую песню и пр. детские болезни, которые автором исправляются.

01.08.2026