

## СРАВНЕНИЕ ДВУХ ЦАП



Идея была сравнить два ЦАП в лоб, т.е. одновременно. Для сравнения были выбраны два внешних ЦАП (свистка) **Shanling UA3** и **Keycion Dual на CS43198**, имеющие схожие параметры. В обоих были выставлены настройки по умолчанию, т.е. цифровые фильтры по умолчанию и режим усиления- максимальный. Измерение проводилось на небалансном выходе (3,5 мм) с помощью АЦП **ESI UGM192**, с максимальными параметрами записи 24 бит/192 кГц, чтобы минимально влиять на результат. Источник записи был 16 бит/44,1 кГц, использовалась программа RMAA.

Сначала провел измерение без нагрузки (XX), как источник использовался смартфон **POCO M3** (Андроид), как плеер использовался **Eddict Player** (Shanling) в режиме побитового вывода данных в ЦАП, чтобы не было лишних преобразований сигнала. В двух первых столбцах показаны измерения без нагрузки. При этом громкость в плеере составила 64 делений, для обоих ЦАП одинаковая, так как напряжение на выходе совпадают.

Именно на такой громкости прослушиваю обычно данные ЦАП, поэтому измерения соответствуют тому, что получаю при прослушивании. Уровень громкости АЦП, как обычно, был выставлен на 100 делений (на максимум), чтобы использовать максимально разрешение АЦП.

Измерения с нагрузкой (28 Ом на канал) показаны в 3 и 4 столбце таблицы, при этом громкость в плеере составила 65 делений, чтобы компенсировать небольшую просадку напряжения на внутреннем сопротивлении усилителя. К слову, оно для обоих ЦАП низкое, порядка единиц ом, что очень похвально.

Таблица 1

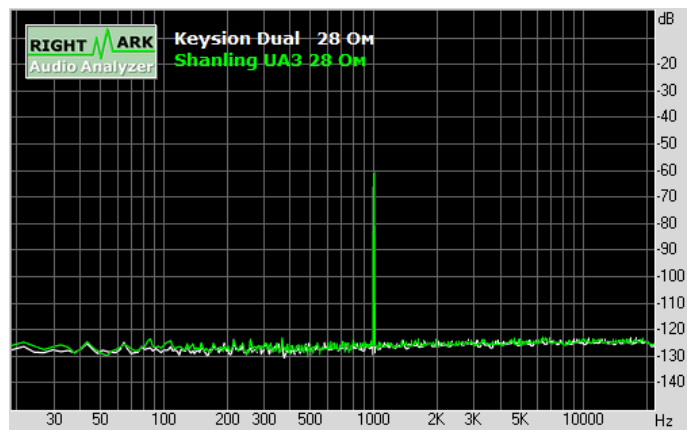
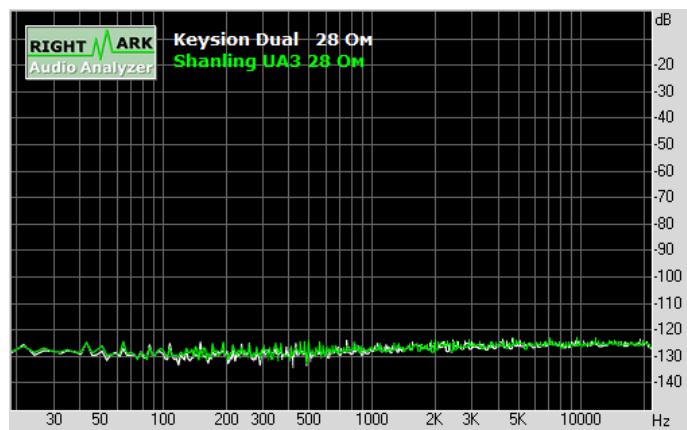
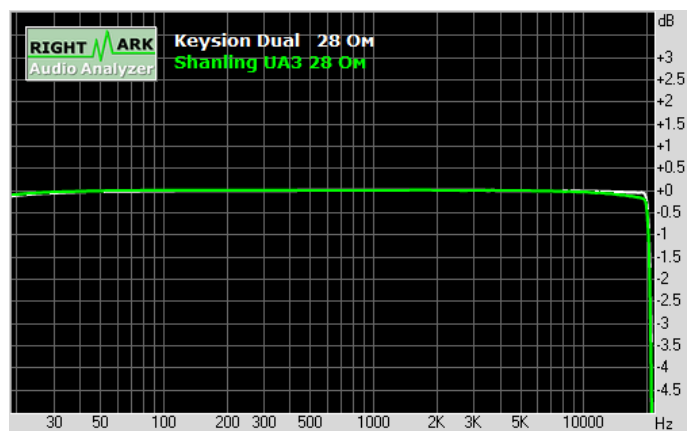
Device:	Keycion Dual XX	Shanling UA3 XX	Keycion Dual 28 Ом	Shanling UA3 28 Ом
Sampling mode:	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz	16-bit, 44 kHz
Frequency response, dB	+0.01, -0.03	+0.01, -0.10	+0.01, -0.03	+0.01, -0.10
Noise level, dBA	-94.3	-94.0	-94.4	-94.1
Dynamic range, dBA	94.2	93.7	94.3	93.9
THD, %	0.0007	0.0007	0.0007	0.0008
IMD + Noise, %	0.0058	0.0059	0.0057	0.0058
Stereo crosstalk, dB	-94.9	-93.7	-50.0	-50.1
IMD+N (swept freq.), %	0.0060	0.0062	0.0059	0.0062
	<input type="checkbox"/> Select	<input type="checkbox"/> Select	<input type="checkbox"/> Select	<input checked="" type="checkbox"/> Select

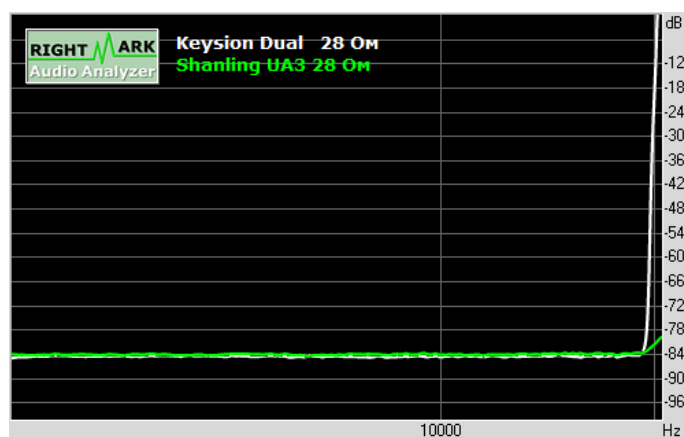
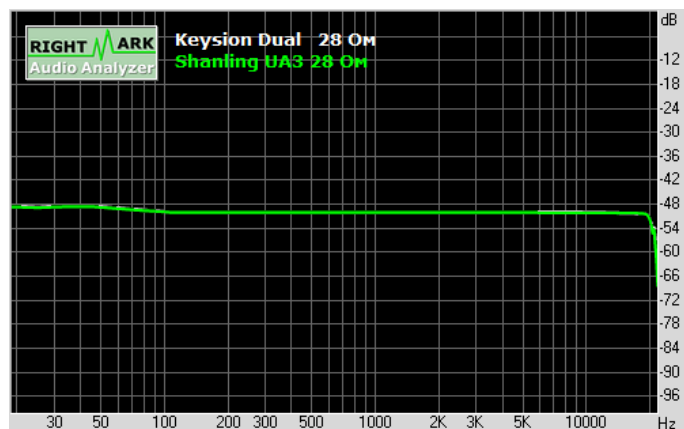
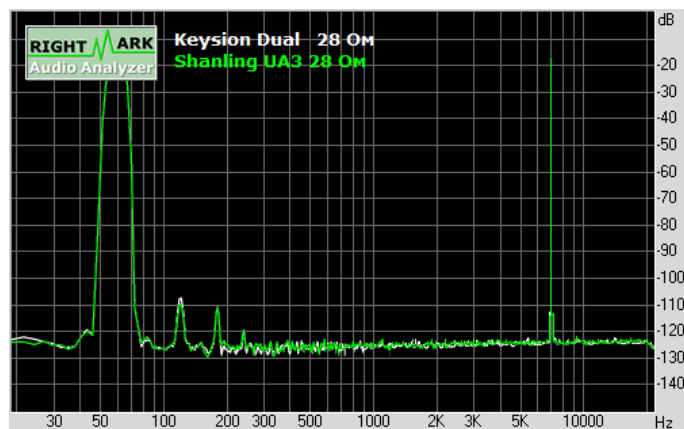
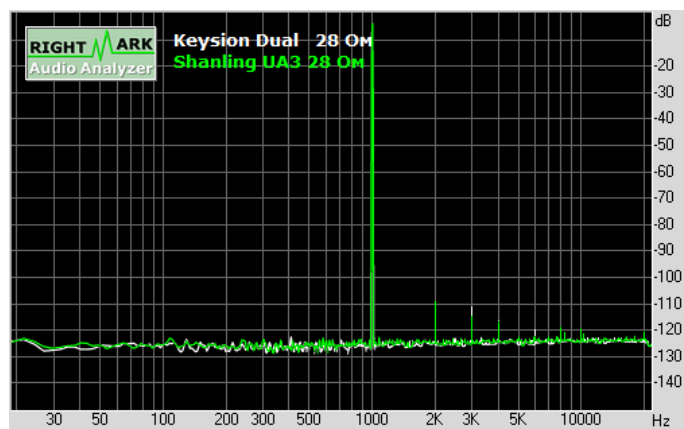
HINT: Right-click on result boxes to view the detailed reports...

Как видим из таблицы оба ЦАП выдают прекрасные измерения, притом, как на холостую (XX), так и под нагрузкой 28 Ом. Уровень шума и динамический диапазон мог быть лучше, это ограничение АЦП, а также разделение каналов под нагрузкой у него падает до -50 дБ, на это не стоит обращать

внимание. За это я и люблю данные ЦАП, что при низкой стоимости они дают хороший, честный звук, притом под нагрузкой.

Ниже приведу графики отдельно, как они идут в таблице (только под нагрузкой), т.е. 3 и 4 столбцы таблицы 1 показаны на графиках.



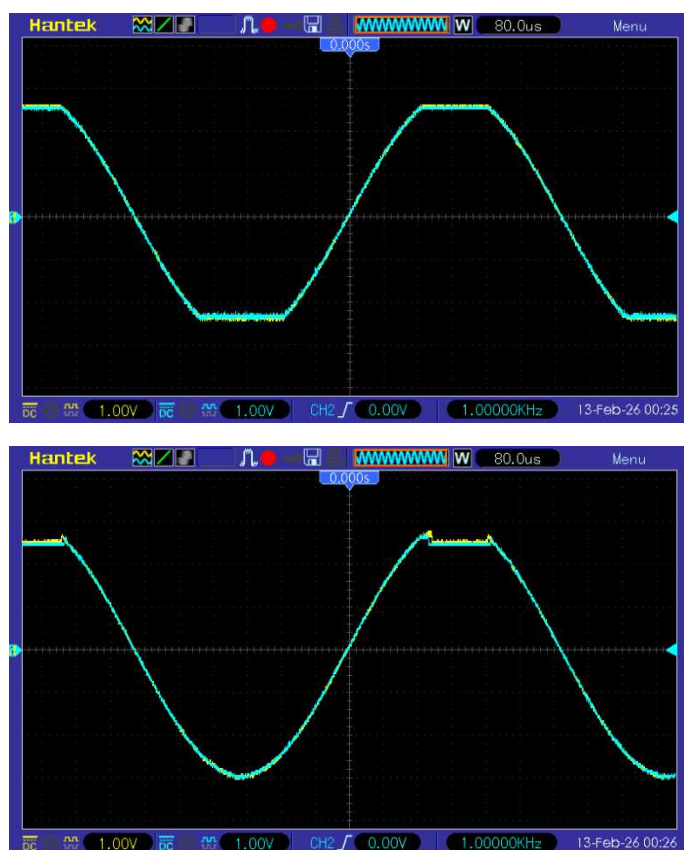


Как видим на графиках, на первом, АЧХ Keyson в области ВЧ ровнее, чем Shanling. Возможно, из-за этого на звук Keyson ощущается более детальным. Разница АЧХ по ВЧ определяется типом

цифровой фильтрации, поэтому на нижнем графике в ВЧ искажения Keysion быстрее растут в области выше 20 кГц.

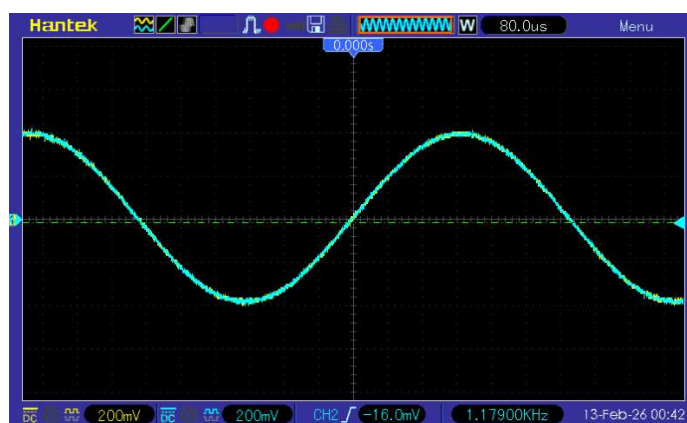
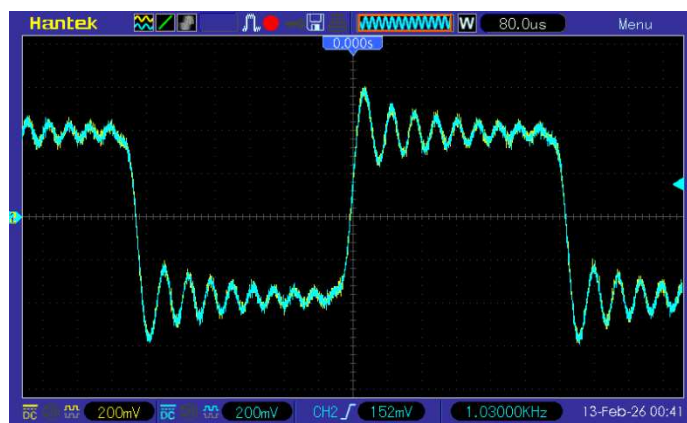
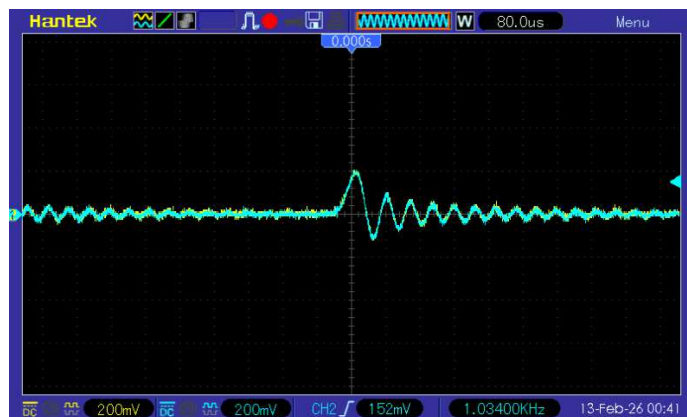
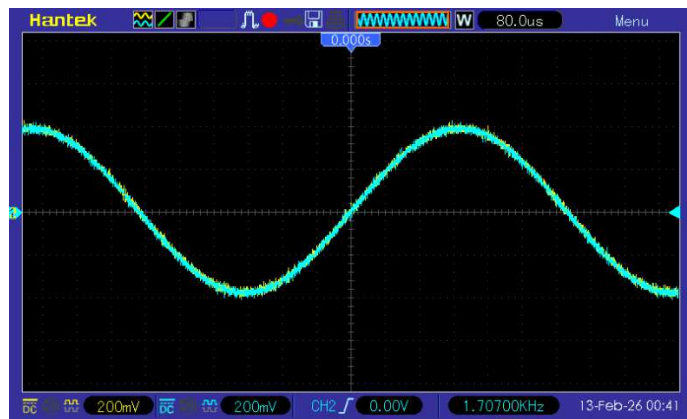
Но в целом измерения отличные, кто бы что не говорил, а технологии продвинулись, если такие параметры выдают мобильные ЦАП крошечных размеров, притом на нагрузку 28 Ом! И, как уже сказал, эти измерения соответствуют реальному уровню прослушивания.

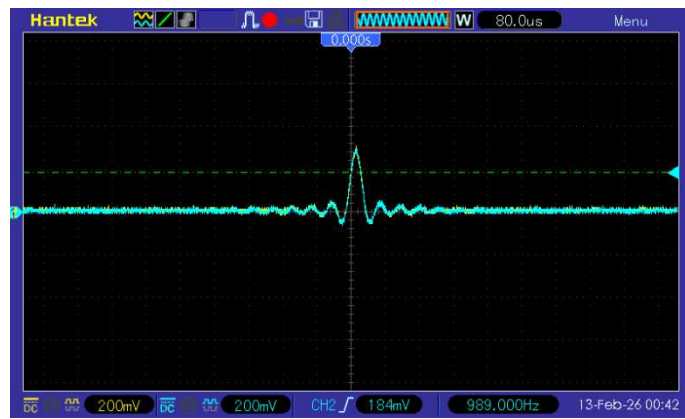
Далее проведу сравнение выходной мощности с помощью осциллографа, нагрузка 28 Ом была так же использована, выставив на выходе плеера максимальную громкость 100. Сначала показан график для Keysion, а затем для Shanling.



Как видим, у Keysion ограничение (защита) срабатывает чуть раньше, на уровне примерно 2,3 В (по минусовой волне), а у UA3 порядка 2,5 В в пике на синусе получается без искажения, притом только в плюсовой полярности. Чтобы получить действующее значение, нужно максимальное (пик неискаженного синуса) разделить на 1,41, получаем 1,63 В и 1,77 В соответственно. Отсюда получаем по стандартной формуле  $P=U^2/R$  значение мощности 95 мВт для Keysion и порядка 119 мВт для UA3 при нагрузке 28 Ом. Весьма достойные, на самом деле, значения. **Чего хватит для большинства накладных динамических наушников, притом с запасом.**

Поскольку им нужно много меньше, ниже показаны синус, импульс и меандр записанные при громкости 0 дБ (по максимуму), при громкости в плеере 65 делений (как при прослушивании), сначала показаны графики для Keysion, потом для Shanling.

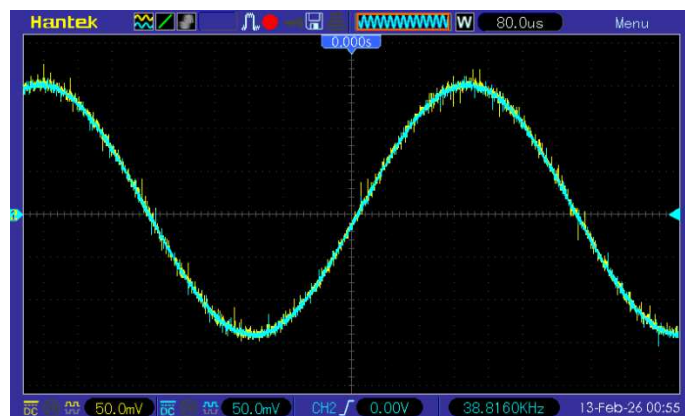




Как видим на графиках, напряжение в пике на синусе достигает всего 400 мВ! В максимуме имеем на синусе около 3В, т.е. ЦАП работает на 1/7,5 от всего диапазона. А итоге мощность на 28 Ом получается всего 2,9 мВт, ну максимум в два раза больше, при прослушивании, т.е. порядка 6 мВт! При этом видим, что у Keysion используется не стандартный цифровой фильтр по умолчанию, который имеет выбросы после фронта, у Shanling используется классический фильтр по умолчанию.

Но, что еще заметно, что по уровню ВЧ шумов Shanling будет ниже. Чтобы это разглядеть лучше сделаю сигнал 150 мВ в пике с помощью громкости в плеере. Так же график снимался с нагрузкой 28 Ом на канал. Сначала показан график для Keysion, затем для Shanling





Shanling UA3 явно меньше шумит на ВЧ. И как мы видели выше на графиках это заметно даже при стандартном уровне прослушивания на осциллографе с разрешением по амплитуде всего 8 бит!

**Как видим, по ВЧ шумам ЦАП отличаются достаточно значительно.** Я не знаю, как это влияет на звук. Возможно, что это сказывается при прослушивании, когда кабель работает как резонатор на ВЧ, улавливает эти шумы и накладывает на НЧ сигнал записи, тем самым модулируя ВЧ в НЧ. На слух, мне кажется, что Shanling играет чище. Хотя не уверен, с чем это связано, возможно АЧХ влияет. Осциллограф использовался **Hantek DSO5102P**, с частотой пропускания 100 МГц. И такие частоты уже могут в кабеле создавать резонанс (стоячие волны).

**Выводы.** Как видим, два ЦАП бюджетных имеют прекрасные технические (измеренные) характеристики в области слышимых частот, при этом на нагрузке 28 Ом. Но разница заметная между ЦАП наблюдается в области ВЧ, по уровню шумов, что хорошо видно при параллельном измерении и сравнении. Поэтому эти ВЧ шумы (разницу) нельзя объяснить внешними наводками. И, возможно, что именно этими ВЧ шумами объясняется слышимая разница между ЦАП, поскольку характеристики в слышимой области почти идеальные и неотличимые на слух, даже у бюджетных устройств.

Что касается цифровых фильтров, то разница на слух между ними еле уловимая и то, возможно, это усиливается или наоборот маскируется ВЧ шумами. Потому, что на некоторых ЦАП разницу в фильтрах хорошо слышно, а на некоторых вообще не замечается. Возможно, что разница в звучании проявляется на разных наушниках именно из-за этих ВЧ шумов, поскольку искажения на выходе в слышимой области предельно низкие. И поэтому кабель к наушникам оказывает влияние, где ВЧ вибрация на выходе усилителя модулируется. Поэтому, считаю, что нет никакой магии во влиянии проводов на звучание. Это вполне логично объясняется ВЧ шумами, которые создают стоячие волны в кабеле (в проводе). Плюс катушка индуктивности (динамик), работает как сумматор наложенных ВЧ колебаний на НЧ сигнал записи, что еще эффект усиливает.

13-02-2026