



Почему усилители звучат по-разному: сравнительное прослушивание усилителей

Недавно мне пришло письмо такого содержания:

Здравствуйте! Подскажите пожалуйста, какой усилитель у вас работает на фронтах? На микросхеме TDA7294 (TDA7293) или на дискретных элементах с выходом на полевых транзисторах? Есть ли разница в детализации (разборчивости) различных инструментов на этих усилителях? На форумах утверждают, что на tda7294 "каша" на средних частотах. Присутствует ли различие в звучании этих усилителей на ваш слух?

Тема, затронутая в письме на самом деле очень важна – почти всегда усилители на слух сравниваются неправильно (в любительских условиях), поэтому и большинство разговоров и выводов о звучании усилителей тоже неверны. По ходу статьи я буду приводить в пример микросхему TDA7294 (TDA7293) не в целях рекламы, и даже не потому, что о ней шла речь в приведенном мною письме. Просто на этом примере удобно рассказать то, что я хочу рассказать.

При сравнении звучания усилителей очень часто делается одна ошибка. Реже – две ошибки. А бывает так, что делается три или даже четыре ошибки одновременно. И как по-вашему: может ли быть верным сравнение, если при этом сравнении сделали три ошибки? Давайте рассмотрим все внимательно и по порядку, чтобы увидеть места возможных ошибок и эти ошибки избежать.

Однажды Ваня и Петя решили сравнить, чей самодельный усилитель лучше звучит. У Вани усилитель собран на микросхемах TDA7294, а у Пети – на микросхемах LM3886. Сначала пошли в гости к Пете и послушали у него его усилитель. На следующий день пошли к Ване и послушали у него его усилитель. В результате сделали вывод, что микросхема LM3886 звучит хуже, чем микросхема TDA7294.

Сколько ошибок в таком сравнении? Много.

Первое, что сразу понятно: нельзя сравнивать аппаратуру на разных колонках и в разных акустических условиях. **Колонки влияют на окраску звука в 50 раз сильнее, чем усилители!** Да и источник сигнала должен быть один и тот же. Вторая ошибка менее заметна: прослушивание должно производиться в одно время. Так, как все происходило: сегодня слушаем одно, а завтра другое – так делать нельзя: до завтра забудем то, что слушали сегодня; завтра будет другое психологическое состояние (да хотя бы другое самочувствие), и звук будет восприниматься совсем по-другому.

Однако, есть и третья ошибка, самая роковая, потому что ее мало кто замечает. Ошибка в том, что мы сделали заключение о звучании микросхемы, прослушав звучание полного усилителя!

На работу (а значит и на звук) усилителя в целом влияет множество вещей:

1. Усилитель мощности.
2. Предусилитель и темброблок.
3. Блок питания.
4. Соединение блоков внутри усилителя.
5. Регулятор громкости.
6. Уровни тембров, выставленные в темброблоке.
7. Уровень громкости.
8. Взаимодействие усилителя с колонками.

И как можно говорить о разнице звучания микросхемы, если усилители различаются между собой по всем восьми пунктам?! Но и это еще не все. Раз мы говорим об усилителе мощности, то вот еще, что нужно учесть:

1. Схема усилителя мощности. Даже в простом случае, когда используется одна-единственная микросхема, работа (а значит и звучание) усилителя зависит от его принципиальной схемы. Немного разные схемы – немного разная работа – немного разный звук даже при одной и той же микросхеме.
2. Компоненты усилителя. Некачественные элементы (например, керамические конденсаторы с нелинейным диэлектриком, включенные в цепь прохождения сигнала) могут испортить звук в самой лучшей схеме.
3. Разводка печатной платы. [Неудачная разводка может реально увеличить искажения усилителя почти в 100 раз!](#) и быть причиной плохого звучания.
4. «Доработка» усилителя.

В двух словах о доработках, которые многие любят делать и много в какой технике. То, что разработал хороший разработчик, в доработке не нуждается. И скорее всего никакими «доработками» ничего не улучшишь. Иногда при этом кажется, что звук улучшился, но обычно это только кажется. То, что сделал плохой разработчик дорабатывать нет смысла – там все плохо, поэтому чтобы стало хорошо, надо все сделать совсем по-другому. Так, чтобы в какой-то конструкции действительно было слабое звено, которое можно улучшить доработкой, бывает нечасто. И чаще всего такое встречается в промышленной аппаратуре, где могут для удешевления «на ходу» заменить какой-нибудь узел более примитивным. Наверное понятно, что тот, кто пытается что-то доработать, должен быть специалистом не хуже, чем исходный разработчик. Поэтому чаще всего «доработки» ничего не улучшают, а бывает, что и ухудшают.

Я часто встречаюсь с «доработками» моих схем. Вот недавно видел на Youtube ролик про тестирование моего усилителя на микросхеме TDA7293 с T-образной ООС. «Тестировщик» начал с того, что заявил: «На форумах говорят, что земля должна быть разведена "звездой"». Ну, раз человек слушает, как кто-то где-то что-то говорит на форумах, значит, сам он ничего не знает (и идет на форум поучиться). Вторая фраза еще лучше: «Я рассмотрел плату, земляную "звезду" не нашел, поэтому перерезал плату сам». На рисунке 1 показан чертеж разводки печатной платы, которую он рассматривал. Земля выделена красным. Действительно, «звезду» в ней увидеть ой как сложно! (На самом деле земляная «звезда» - не самоцель и не панацея! Так что стремиться к разводке земли "звездой" – не совсем верно. Но зачастую правильно разведенная земля действительно напоминает звезду). Можно ли доверять такому «специалисту»? И как именно он перерезал плату? Я не уверен, что его разводка будет работать хорошо. А ведь он после всего этого делает заключение о звучании МОЕГО усилителя! Разве после перерезки этот усилитель точно такой же, как и мой?! Он же после этого стал звучать в три раза хуже!

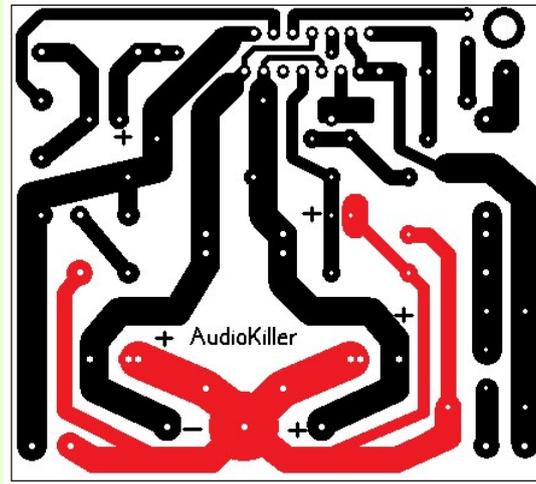


Рис. 1. Чертеж разводки печатной платы усилителя на микросхеме TDA7293 (TDA7294).

Так вот, если один из усилителей «родной», а другой – «доработанный», то у них может быть заметная разница в звучании. В любую сторону – доработанный может звучать и лучше, и хуже. В этом случае сравнивается не микросхема, которая в обоих усилителях одинакова, а конструкция усилителя: схема принципиальная, схема монтажная, тип и качество использованных деталей.

Итак, проблема в том, что существуют два совершенно разных объекта, к которым надо относиться совершенно по-разному. Существуют полные усилители (с предусилителем, регуляторами громкости-тембра, блоками питания, автоматикой и прочими блоками). И существуют чисто усилители мощности, которые входят отдельным блоком в полный усилитель. И сравнивать между собой можно только однородные объекты!!! Работают в одинаковых условиях! И заключение делается именно по тем объектам, которые сравнивали. Невозможно сравнить чистые усилители мощности, прослушав полный усилитель. Разница в звуке из-за разных источников питания может быть больше, чем из-за разных усилителей мощности!

Как же сравнивать правильно?

Сравнение полных усилителей.

Возможная схема эксперимента (а это действительно эксперимент, в результате которого рождается новое знание) показана на рис. 2. Как видите, правильное сравнение, как и любое настоящее исследование – дело непростое.

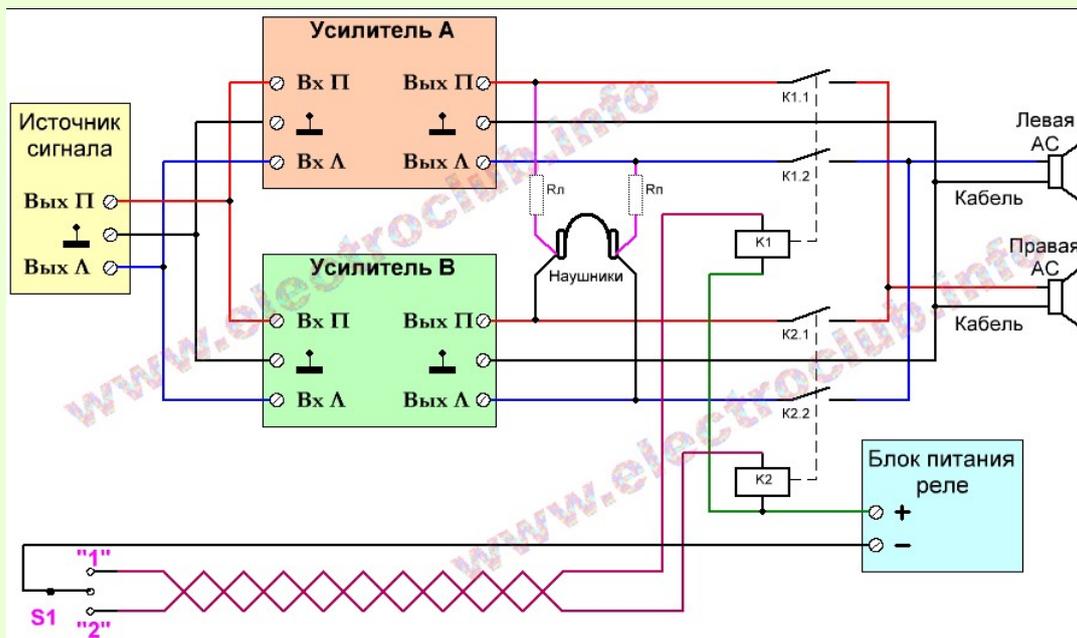


Рис. 2. Схема сравнения полных усилителей.

Что есть что на этой схеме и как этим пользоваться.

1. Сравнение должно проводиться в одном помещении и в одних и тех же условиях.
2. Источник сигнала для обоих усилителей один и тот же. И оба усилителя подключены к нему одновременно. Это важно, т.к. если один из усилителей влияет на работу источника сигнала, то подключение такого усилителя может изменить звук в самом источнике, а мы подумаем на усилитель. При одновременном подключении усилителей к источнику сигнала оба усилителя будут всегда получать один и тот же сигнал.
3. В усилителях по возможности отключаются все темброблоки, тонкомпенсации (режимы bypass, direct и т.п.), и прочие системы обработки сигнала. Если такой возможности нет, регуляторы тембра устанавливаются на ноль.
4. Усилители должны работать на одни и те же колонки, подключенные одними и теми же кабелями.
5. Регуляторами громкости устанавливается комфортный уровень громкости. Слишком громкий или слишком тихий звук отрицательно влияют на точность сравнения.
6. Перед тестированием необходимо в усилителях выставить одни и те же уровни громкости (более громкое звучание кажется более красивым). Для этого можно использовать наушники, включенные так, как показано на рис. 2. У каждого из наушников (правого и левого) берется оба провода. Правый наушник подключается к выходам правых каналов усилителей, левый наушник – к выходам левых каналов. Колонки отключаются (переключателем S1) и регулятором громкости одного из усилителей устанавливается минимум громкости в наушниках. Идеальный вариант – когда в наушниках вообще ничего не слышно. Чем громче звучат наушники – тем больше будет погрешность сравнения. Кстати, при помощи наушников можно выровнять и тембры в случае когда темброблок отключить невозможно. Дело в том, что установка регуляторов тембра в ноль не означает, что тембр никак не регулируется. Все зависит от конкретной схемы темброблока. Вот здесь [пример АЧХ реального промышленного усилителя](#), измеренных при обходе темброблока и при включенном темброблоке и установленных в ноль регуляторах. Поэтому при невозможности отключить темброблок надо при помощи наушников регуляторами громкости и тембра выставить минимальную громкость звука в наушниках. При этом важно и сохранение частотного баланса: лучше, если звук в наушниках будет чуть громче, но «полноценный» - содержащий все частоты, чем если звук будет тихий, но будут

только одни басы, например.

Очень хорошие результаты при настройке дает использование монофонического сигнала. Когда в обоих каналах усилителей абсолютно одно и то же, то все настраивается гораздо проще и, главное, точнее. И лучше слышны все огрехи.

Внимание! Если уровень громкости усилителей установлен сильно разный, то наушники могут сгореть! Первое включение наушников лучше делать через ограничительные резисторы 1...3 кОм (на рис. 2 это резисторы R1 и Rn, показанные пунктиром), и лишь при окончательной настройке подключать наушники напрямую. После настройки усилителей на время сравнения наушники лучше отключать.

7. Колонки к выходам усилителей подключаются через контакты качественных реле, которыми управляет переключатель S1. Если уж совсем все плохо, то вместо реле можно использовать один только переключатель (сдвоенный). Но это будет хуже: будут влиять провода, идущие к переключателю. И качество переключателя (сопротивление контактов) тоже будет влиять на результаты сравнения. У хороших реле контакты намного лучше, чем у переключателей. Блок питания на рис. 2 – это специальный отдельный блок питания, он предназначен для питания только реле. Любого типа на нужное напряжение.

8. Провода, идущие от реле к переключателю, не должны отличаться визуально и заранее перепутываются между собой. То есть прослушивание обязательно должно быть слепым. Уже после проведения всех тестов, когда будете разбирать аппаратуру, тогда проследите какой из проводов идет к какому реле, и установите соответствие, например: «Положение 1 = усилитель А, а положение 2 = усилитель В».

9. Переключатель S1 – это тот переключатель, которым вы будете переключать между собой усилители во время их сравнения. Он обязательно должен иметь среднее нейтральное положение, в котором средний подвижный контакт ни с чем не соединен. Это предотвратит от случайного включения двух усилителей одновременно (когда одно реле включится раньше, чем другое выключится). Кроме того, будет возможно вообще отключить оба усилителя для настройки при помощи наушников.

10. Этот пункт можно не выполнять при сравнении промышленной аппаратуры (когда промышленно изготовлены оба усилителя и источник сигнала), но хорошо бы выполнить, если что-то из них самодельное. После проведения тестов, но до разборки системы надо подключить к источнику сигнала каждый усилитель по отдельности и послушать. Может так получиться, что один из усилителей влияет на источник сигнала. Этот факт будет полезен.

Но это еще не все.

Еще надо будет заготовить протоколы тестирования. Каждый из участников теста получает несколько заранее заготовленных бланков. Результаты каждого нового теста (например с другой фонограммой или проводимый в другой день) заносятся в новый бланк, а уже заполненный бланк сразу после заполнения (т.е. после каждого из тестов) убирается, чтобы никто из участников тестов его не видел (и особенно тот человек, который его заполнял). Бланк зависит от целей и условий проведения тестов и имеет примерно такой вид, рис. 3.

Сравнение усилителей Орбита-002 и Бриг-001									
ФИО	_____								
Дата	_____								
Фонограмма	_____								
№ теста	_____								
Прослушивание:									
Положение S1	1	2	1	2	1	2	1	2	
Качество									
Оценка качества: +1 – лучше; 0 – так же; -1 – хуже.									

Рис. 3. Пример бланка протокола сравнения.

После проведения всех тестов проводится математическая обработка результатов. Я приведу упрощенный метод, пригодный для любительских целей. Обработка производится так:

1. Складываются все оценки качества (те числа, которые слушатель вписывал в бланк) для положения №1 переключателя S1. Получается значение ?1. Потом складываются все оценки качества для положения №2 переключателя S1. Получается значение ?2. Одна или обе эти суммы могут быть отрицательными, знак суммы сохраняем и используем далее в вычислениях. После этого рассчитывается оценка сравнения по формуле (на самом деле эта формула плохо применима для таких вычислений, но зато она простая):

$$P = \frac{\Sigma 1 - \Sigma 2}{N} \cdot 100\%$$

Здесь P – сравнительная оценка качества. Она показывает достоверность того, что один усилитель звучит лучше другого, выраженную в процентах. Если P получилось со знаком «+», то усилитель, который играл в положении переключателя S1 №1 звучит лучше. Если P получилось со знаком «-», то усилитель, который играл в положении переключателя S1 №1 звучит хуже. Число N в знаменателе – общее количество прослушиваний.

Рассмотрим пример. Допустим, проведено три теста с результатами, показанными на рис. 4. ВАЖНО: при проведении каждого следующего теста нужно убирать результаты всех предыдущих тестов, чтобы не видеть, как мы раньше оценивали усилители. Каждый новый тест начинается с «чистого листа».

№ теста 1									
Положение S1	1	2	1	2	1	2	1	2	
Качество	0	+1	0	0	-1	+1	-1	0	
№ теста 2									
Положение S1	1	2	1	2	1	2	1	2	
Качество	0	0	-1	+1	0	+1	-1	+1	
№ теста 3									
Положение S1	1	2	1	2	1	2	1	2	
Качество	0	+1	-1	0	0	-1	+1	+1	

Рис. 4. Пример результатов теста.

Вычислим результат. Здесь сумма ?1 – это сумма оценок усилителя №1 (для большей наглядности эти ячейки залиты красным цветом), сумма ?2 – сумма оценок усилителя №2 (его оценки залиты зеленым).

$$\Sigma 1 = 0 + 0 - 1 - 1 + 0 - 1 + 0 - 1 + 0 - 1 + 0 + 1 = -4$$

$$\Sigma 2 = +1 + 0 + 1 + 0 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0 - 1 + 1 = +6$$

$$N = 8 \cdot 3 = 24$$

$$P = \frac{-4 - (+6)}{24} \cdot 100\% = -41,7\% \approx -42\%$$

Наше вычисление показывает, что усилитель №2 с вероятностью 42% играет лучше, чем усилитель №1.

Вот теперь можно распутать провода, идущие к переключателю, и посмотреть, какой из усилителей мы назвали номером 1, а какой – номером 2. И узнать, какой играет лучше.

Только вот еще очень важна величина полученной вероятности. Если посмотреть на результаты на рисунке 4, то хорошо видно, что усилитель №2 мы довольно часто оценивали +1 (то есть звучит лучше), а усилитель №1 оценивали -1 (то есть звучит хуже). И вроде бы четко распознали их разницу. Должен вас огорчить: этот тест не дает право уверенно утверждать, что усилитель №2 действительно лучше звучит. Очень возможно, что это случайно так получилось. Реальное различие и реальное преимущество получается при числе тестов $N > 20$ (а лучше при $N > 50$) и если вероятность $P > 60\%$. А уверенное различие – это когда $P > 80\%$. По хорошему надо пользоваться и совсем другим методом расчета вероятности, но это уже высшая математика. И кстати, при применении более точных методов статистической обработки результатов и учет вероятности ведется по-другому. Если вероятность $P > 85\%$, то делается вывод, что различие скорее всего есть. Если вероятность $P > 95\%$, то делается вывод что результат достоверный – различие действительно есть. И только если вероятность $P > 98\%$, то делается вывод, что различие есть наверняка. Вот так вот.

Кстати. Если хотите, то можете вместе с оценками +1 или -1 записывать свои ощущения: «более яркий звук», «бас глубже», «каша на середине», «размытый верх» и т.п. Особенно если проводится двойной слепой тест, когда вообще неизвестно, какой из усилителей играет.

Если вы думаете, что на этом все, то вы так не думайте! Это не все. Надо провести еще один тест, который очень полезен при сравнении полных усилителей. Ведь полные усилители имеют в своем составе много разных блоков, а мы часть из них отключили. Тест такой. В усилителях включаем темброблоки, тонкомпенсацию и прочее, и настраиваем комфортное звучание. Это лучше делать, отключив переключатель S1 (но пометив какой из проводов куда идет, чтобы потом не включить наоборот) и включать усилители напрямую, подключая соответствующее реле к источнику его питания проводом. Это чтобы случайно не узнать в каком из положений переключателя S1 какой усилитель включается. Итак, настроили каждый из усилителей и установили комфортную громкость. После этого вернули S1 на место, отключили оба усилителя от колонок, подсоединили наушники и регулятором громкости одного из усилителей установили в наушниках минимальную громкость. В этом случае громкость в наушниках вывести в ноль (что очень желательно в первом эксперименте) не получится из-за разницы в АЧХ темброблоков. А теперь снова повторяем все тесты. Лучше всего на тех же фонограммах. Еще лучше, если в обоих тестах (без и с темброблоками) громкость устанавливать одинаковой по шумомеру на белом шуме. В результате у нас получилось два результата: сравнение по возможности «чистых» усилителей, и усилителей с темброблоками и другими «улучшайзерами». Вполне возможно, что в этих тестах получатся разные победители. Или же усилители, одинаковые без темброблоков, окажутся совсем различными с включенными темброблоками.

И вот еще что интересно. Если в тесте участвовало несколько человек, то для каждого из них обработка результатов может производиться как совместно, так и раздельно. Совместная обработка увеличивает точность (т.к. по мере усреднения ошибка уменьшается), кроме того, такая обработка дает «массовый» результат, на который не влияет вкус отдельного человека. Т.е. получаем результат типа: «Усилитель №1 всем нравится больше, чем усилитель №2». При раздельной обработке можно сравнить между собой самих слушателей: на чей-то вкус введение темброблока улучшило звучание, а на чей-то вкус – ухудшило звучание. Полезно знать такую информацию – кому что нравится – и о себе, и об окружающих. Но не забывайте, что при этом вы получите информацию о темброблоках только этих двух усилителей, у третьего усилителя может быть все совсем по-другому.

Сравнение только усилителей мощности.

С одной стороны оно проще: не надо отключать темброблоки. С другой стороны намного сложнее: надо запитать усилители от одного блока питания одновременно, причем это должен быть хороший блок питания, который потянет два усилителя сразу и обеспечит качественное питание. При плохом питании даже самый лучший усилитель будет плохо работать, а значит и плохо звучать. Кроме того, надо обеспечить одинаковую громкость, а для этого устроить какой-то регулятор громкости. Но разные усилители могут по-разному реагировать на регулятор громкости, а могут быть вообще не приспособлены для работы с пассивным регулятором. В общем, та еще задача. Может так получиться, что усилителям в принципе нужны разные блоки питания, например на разные напряжения. Тогда используются два блока питания, но тут уж придется убедиться, что оба усилителя работают так, как надо. Вообще в таких случаях хорошо бы еще и провести ряд измерений, чтобы убедиться в правильной работе усилителей, отсутствии самовозбуждения, наводок, помех и т.п.

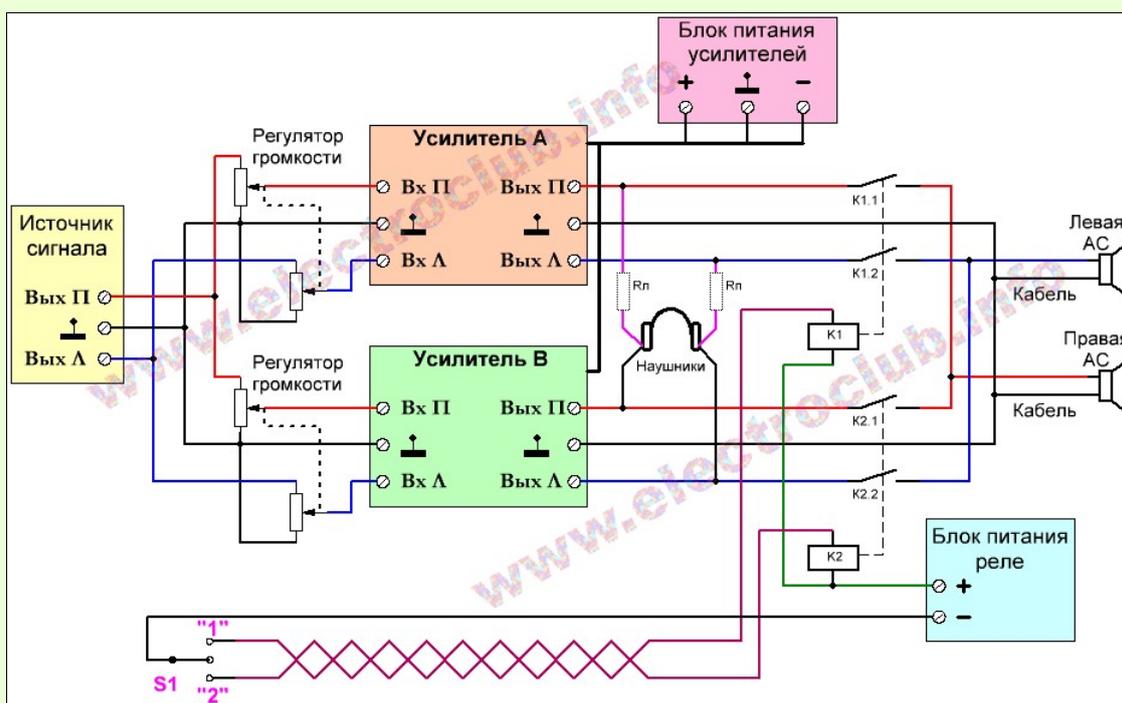


Рис. 5. Схема сравнения усилителей мощности.

Если один или оба усилителя выполнены по мостовой схеме, то и с наушниками ничего не выйдет, да и реле потребуется 4 штуки. Придется выставлять одинаковые уровни громкости каким-то другим способом.

Еще одна проблема в регуляторах громкости. Некоторые усилители «недолбливают» источники сигнала с высоким выходным сопротивлением. Например, на входе усилителя может быть установлен конденсатор (подключенный между входом и землей) для снижения высокочастотных помех. Если сопротивление регулятора громкости будет довольно высоким, то такой конденсатор обрежет не только ультразвук, но и полезные ВЧ составляющие сигнала. А мы будем думать, что это усилитель звучит хуже. Причем для какого-то усилителя предельное значение сопротивления регулятора громкости может составлять 50 кОм, а для другого всего 10 кОм. А установка переменного резистора заведомо маленькой величины может перегрузить источник сигнала. Хорошим вариантом является установка между резистором – регулятором громкости и входом усилителя повторителя на ОУ (их понадобится 4 штуки). Но это усложнение. Повторителям потребуется свой блок питания. А нам – уверенность, что эти повторители хорошо работают и ничего в сигнал не привносят. Кстати, переменные резисторы лучше использовать с линейной характеристикой регулирования – они гораздо более точные и согласованные по сопротивлению и изменению уровня сигнала при вращении ручки регулировки.

А еще когда возишься с открытыми платами, радиаторами, переменными резисторами и прочим, легко что-нибудь коротнуть...

Так что с усилителями мощности все заметно сложнее.

Но и это еще не все.

Вдруг те колонки, на которых мы организовали прослушивание, «не по зубам» одному из усилителей? Вот здесь описана ситуация, когда *довольно дорогие и именитые усилители не могли обеспечить требуемое качество звучания при работе на «трудную» нагрузку*. А является ли нагрузка «трудной», или нет заранее неизвестно. Пока не попробуешь, не знаешь. Значит, нужно сравнивать усилители и при работе на разные колонки. Заодно получим информацию о «всеядности» усилителей. Да и акустика помещения, в котором производится прослушивание, тоже влияет на результат. Если помещение неудачное, то впечатление от звука смазывается, звук становится «некрасивым», могут «выпирать» какие-то частоты. И, например, завал усилителя на низах может показаться улучшением звучания, потому что он уменьшает это «выпирание» басов на частоте, на которой в данном помещении возникает стоячая волна. Мы и подумаем, что этот усилитель звучит лучше конкурента. А в другом помещении мы четко услышим, что он звучит ничуть не лучше, а вот баса у него маловато.

После того, как Ваня и Петя прочитали эту статью, они решили провести сравнение усилителей еще раз, на этот раз правильно. Сначала пошли к Пете и прослушали оба усилителя на его колонках у него дома. Было прослушано по 5 фонограмм и заполнены протоколы: 5 штук заполнил Ваня, и еще 5 заполнил Петя. На следующий день домой к Пете принесли Ванины колонки и повторили прослушивание на них. Еще два дня ушло на прослушивание усилителей дома у Вани, один раз на Ваниных колонках, другой – на Петиних. Итого прослушивание заняло 4 дня (не считая времени на подготовку всей техники по схеме на рис. 5), и было заполнено протоколов: 4 теста x 2 эксперта x 5 фонограмм = 40 протоколов. В каждом протоколе по 8 прослушиваний, итого набрана статистика из 320 прослушиваний. Я не буду говорить, чей усилитель победил (или же была объявлена ничья в связи с маленьким значением вероятности P). Но зато этим результатам, в общем-то, можно доверять.

Так что я думаю теперь вам понятно, как следует относиться к заявлениям, типа: «Мы тут под пиво послушали усилители и поняли, что усилитель XXX – полный отстой».

Сравнение других устройств (источников сигнала, колонок, кабелей) производится по такому же принципу.

И еще раз хочу напомнить, что усилитель состоит из множества блоков, и все они влияют на его звучание. При сравнении мы сравниваем их всех в совокупности! И по этой общей оценке невозможно сказать, что именно в одном из усилителей делает его лучше или хуже. И так не только в усилителях. Например, в колонках звук зависит и от динамиков, и от фазоинвертора (и от конструкции, и от настройки), и от корпуса (а это размеры, форма, места установки динамиков, виброизоляция), и от кроссоверов, и от места установки колонок в помещении, и от расстояния до слушателя, и от выходного сопротивления усилителя. Видите сколько разных параметров влияет? И всех их необходимо как-то учесть.

Гораздо лучшие результаты в плане достоверности получаются при двойном слепом тесте. Тогда эксперт записывает в протокол наиболее реальные свои ощущения – то, что ему на самом деле нравится больше или меньше, даже если сам эксперт этого не осознает. Тогда на схеме эксперимента вместо переключателя S1 используется какое-то устройство, так переключающее усилители, чтобы вообще никто не знал, какой из них играет. Ведь если переключатель S1 есть, то мы знаем, что усилители включаются по очереди, значит, в каждом из положений переключателя играет один из них, один и тот же. Эксперт начинает неосознанно ждать разницу, и вполне может эту разницу выдумать. Например, подсознательно заведомо решив, что усилитель №2 лучше. Если же вообще ничего не знать, то ничего и не выдумаешь.

P.S. Поскольку мне довольно часто приходится сравнивать разную аппаратуру на слух, я сделал устройство для проведения слепых тестов по методу АВХх. Вот на днях планирую использовать его для «боевого» сравнения кроссоверов акустических систем. Немного позже (поскольку возможно еще раз потребуется его доводка – несколько раз уже вносил в него изменения, чтобы улучшить правильность результатов) конструкцию опубликую. Там же будет и программа для правильной статистической обработки результатов тестирования.

P.P.S. Сегодня измерил АЧХ колонки при ее установке в немного разных местах комнаты, рис. 6. Видите, какая огромная разница? Такая же разница будет и в окраске звука. И за этой разницей в АЧХ колонки, разницы в усилителях будет совершенно не слышно. Так что если при переходе на другой усилитель вы просто сдвинете колонку, то услышите совсем другой звук. И он будет другим из-за колонки. Это еще одно подтверждение правилу: при сравнении усилителей все остальное должно быть абсолютно одинаковым.

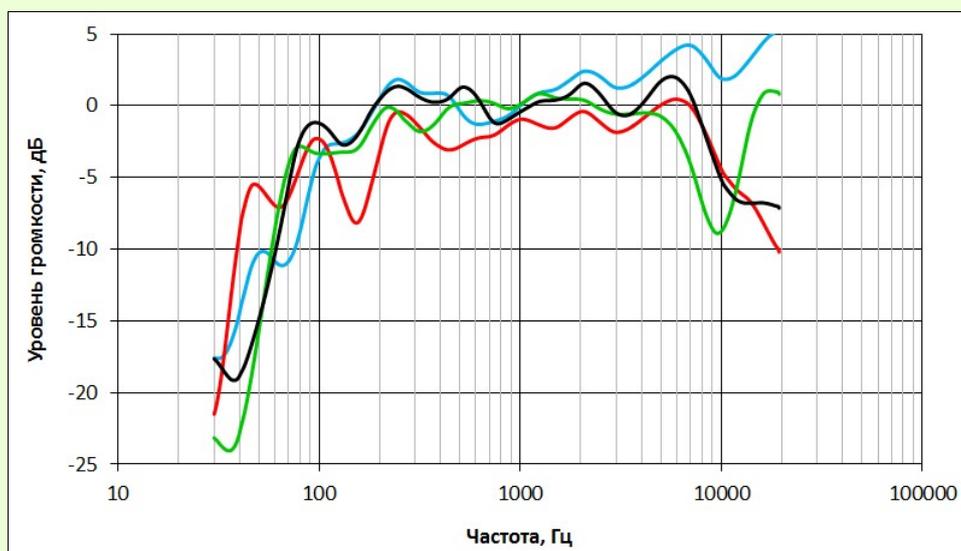


Рис. 6. АЧХ одной и той же колонки при установке ее в немного разных местах комнаты.

