

### ЧАСТЬ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОРОЖКИ

Включите и прогрейте автомобиль и аудиоаппаратуру, поставьте тестовый диск, вооружитесь пультом ДУ (если он у вас есть) и сядьте поудобнее на своё привычное место. Если вы хотите повысить точность (а значит, и достоверность) измерений, постарайтесь раздобыть шумомер, он облегчит вам работу.

Итак, для начала проверим **запас аудиоаппаратуры на неискажённый уровень громкости**. Это на самом деле — фундаментальная характеристика автомобильной аудиосистемы, в просторечии означающая: «насколько можно крутануть громкость, чтобы не хрипело». В хорошо настроенном звуковом тракте даже при полностью введённом регуляторе громкости из громкоговорителей не должно быть слышно хрипов и других искажений. Однако максимальный неискажённый уровень громкости у аппаратуры разных классов различен — один звуковой тракт при отсутствии искажений может высадить стёкла, другой — лишь перекрыть громкий разговор с собеседником. Конечно, крутость в громкости радует, но где оптимальный критерий?

Давайте здесь немного прервёмся и порассуждаем.

#### Для справки

Суммарный уровень шумов в салоне нашего самого стандартного автомобиля ВАЗ-2105 на прямой передаче, при скорости 80 км/ч, с четырьмя седоками, со штатной комплектацией в багажнике, на ровном горизонтальном асфальтовом покрытии и штатной всесезонной резиновой составляет 85 — 86 дБС\*. Для того чтобы звучание в автомобиле было минимально комфортным, его громкость должна быть по крайней мере в два раза выше, т.е.  $85 + 3 = 88$  дБС (именно этот уровень выбирается на соревнованиях ЛАС для прослушивания). Полностью комфортным считается громкость в 10 раз выше шумов, т.е.  $85 + 10 = 95$  дБС. Стало быть, не ниже этого должен быть уровень неискажённой громкости при полностью введённом регуляторе.

\*Буква «С» после численного значения дБ говорит о включённом взвешивающем фильтре «С» в измерительном шумомере.

Вернёмся к прослушиванию. Неискажённый уровень громкости определяется по первой дорожке тестового диска. На ней партия вокала и партия баса дополнительно скомпрессированы. Включив дорожку, постепенно увеличивайте громкость. Когда звуковой тракт автомобиля входит в перегрузку, именно на басы и вокале начинают прослушиваться явно заметные нелинейные искажения (воспринимаются на слух как хрипы). Это и есть предел звукового тракта по неискажённой громкости. Поставьте головное устройство на паузу и запомните это положение регулятора по цифрам на дисплее.

Для точного определения значения неискажённой громкости нужно воспользоваться шумомером. Очень удобен здесь малогабаритный цифровой шумомер (FWE 33-2055 или аналогичный по функциям и габаритным размерам) с взвешивающим фильтром «С». Процедура измерения такова: шумомер, как и на соревнованиях ЛАС, подвешивается микрофоном вниз на зеркало заднего вида. Не меняя зафиксированного положения регулятора громкости на головном устройстве, переключите тестовый диск на воспроизведение **дорожки №15**. Там записан сигнал розового шума, и по показаниям шумомера вы узнаете точное значение уровня неискажённой громкости.

Следующий этап — установка **стандартного уровня громкости** прослушивания. Чтобы измерения методом FSQ были достоверны, все следующие дорожки на тестовом диске должны прослушиваться на одном и том же уровне громкости в 88 дБС. Если вы привыкли к другой громкости — поставьте именно это положение, но точность метода FSQ снизится.

Если предпочтёте 88 дБС, ещё раз воспользуйтесь шумомером. Включив дорожку №15, регулятором головного устройства установите по шкале шумомера громкость в 88 дБС (не забудьте включить на шумомере взвешивающий фильтр «С»).

Если шумомера у вас нет, пригласите двух-трёх друзей, посадите в машину и попросите их по-свойски (т.е. без бурных разбирательств) обсудить какую-нибудь проблему. Громкость такого разговора в машине обычно составляет 86 — 88 дБС. Прислушайтесь к их разговору и, перидически воспроизводя **дорожку №1**, постарайтесь выставить регулятором такую же громкость.

Запомните положение регулятора уровня громкости и **до конца прослушивания тестового диска не изменяйте его!**

ставляющих» ударной установки. Она записана «крупным планом», т.е. располагается близко к слушателю по всей ширине звуковой сцены. Звучание яркое, полное и красивое. В самом начале фонограммы следует акцентировать внимание на игре музыканта на барабанах. Они звучат ярко, с подчёркнутой упругостью и «мясистостью», очень динамично и привлекательно на слух. Вторая часть фонограммы акцентирована на тарелках и хай-хэте, артикуляционной чёткости их звучания и точности положения в стереопространстве. Хай-хэт расположен чуть справа от середины сцены, слегка выше малого барабана. Когда барабаник начинает «перебивку» на тарелках, то «вторая» тарелка визуально воспринимаются слушателем правее, выше и слегка ближе хай-хэта, «третья» — чуть левее. Далее игра музыканта переносится влево, и следующая, «четвёртая» тарелка звучит намного левее и уже заметно выше хай-хэта. Затем раздаётся удар по ещё одной тарелке, которая слышна ещё левее, выше и ближе к слушателю. За ней слышно «шестую», воспринимаемую чуть выше и глубже предыдущей, и в довершение почти одновременно звучат седьмой и восьмой удары, ещё дальше отодвинутые от слушателя в глубину и расположенные слегка ниже предыдущих. Естественность музыкальной атаки оценивается по первой части фонограммы, фокусировка тарелок в пространстве — по второй.

#### Оценка звучания

1. Неприемлемым с точки зрения правильной атаки считается, если звучание барабанов тускло, в нём нет упругости и «мясистости», малопримлемым, если звучание барабанов достаточно динамично, но имеет элемент «картонности» в ударе.
2. Неприемлемым или малопримлемым считается, если звуковая сцена уже пространства между левой и правой стойками лобового стекла (крайние правая и левая тарелки не доходят до стоек и сдвинуты к центру сцены), а также ниже или выше плоскости глаз слушателя (опускается в торпеду или выходит за верхнюю часть лобового стекла).
3. Неприемлемо или малопримлемо, если в звучании левых тарелок относительно хай-хэта нет разницы по высоте (в вертикальной плоскости) или она недостаточна (последние удары по левым тарелкам лишь слегка поднимаются вверх относительно положения хай-хэта).

**По дорожке №12** оценивается **тембральный и музыкальный балансы звучания**. Фонограмма представляет собой фрагмент джазовой пьесы с мужским вокалом. Качество её записи может служить образцом музыкальной сбалансированности звучания. Состав музыкальных инструментов: саксофон, рояль, электрогитара, бас-гитара и ударная установка. Они расположены по всей ширине звуковой сцены, на первом и втором звуковых планах, как бы расставлены в линейку совсем близко от слушателя. Музыкальные инструменты в записи пространственно чётко ориентированы перед слушателем, музыкально сбалансированы между собой и воспринимаются с одинаковой громкостью.

Слева находится рояль, справа — гитара и бас. Посередине звуковой сцены, чуть сзади основных инструментов, расположена ударная установка. Она записана широко, барабаны, тарелки и хай-хэт как будто расставлены по передней плоскости. По центру, перед ударной установкой, чуть ближе к слушателю слышен саксофон. Музыкант во время игры иногда мигрирует от середины чуть-чуть вправо, и перемещающийся звук его саксофона позволяет слушателю это ощутить. Мужской вокал слышен точно из центра стереокартины. В самом начале пьесы певец из глубины сцены подходит к микрофону — его голос перемещается с заднего звукового плана к переднему и «остаётся» там до конца пьесы. Тембрально вокал звучит мягко и полномерно, с хорошим содержанием низких составляющих. Он ясен, чёткий и разборчив, но ни в коем случае не резок. Рояль воспринимается наполненно, динамично, с яркой атакой и в нескольких местах акцентирован по уровню. Бас плотен, густ, очень приятен по тембровой окраске. В общей звуковой картине он находится между первым и вторым планом и не выступает вперёд. Гитара, основная роль которой в этой пьесе — аккомпанемент, визуально также расположена между первым и вторым звуковым планом.

Тембральный баланс (натуральность звучания инструментов) и музыкальный (сбалансированность между инструментами и вокалистом по уровню) оцениваются слушателем отдельно.

#### Оценка звучания

1. Неприемлемым или малопримлемым с точки зрения тембрального баланса считается, если какой-либо из ин-

(свип-тон). Раздельно, сначала для левого, а потом и правого каналов. Здесь-то и «выплывает» незваная полифония.

#### ЛЕЧЕНИЕ

1. Метод борьбы с дребезжаниями понятен и находится вне сферы собственно электроакустики. При этом борьба, в зависимости от типа автомобиля, может оказаться нелёгкой, к этому надо быть готовым.
2. Если на свип-тоне «выплывают» призвуки головок или, что является особенно «засадным», самовозбуждение усилителя, дело пахнет визитом в ремонтную мастерскую. Диагноз самовозбуждения — спонтанно возникающее в звучании «присыпывание» в области верхних частот, шумы, которые могут быть особенно хорошо слышны в паузах между дорожками на диске.
3. Иногда на верхних частотах после 8 — 10 кГц прослушиваются серии негромких, возрастающих по частоте писков. Это эффект возникновения стоячей волны в системе: выходной каскад усилителя — кабели — акустическая нагрузка. Звуковая частота, как бы отражаясь от акустики, возвращается в выходной каскад усилителя, который усиливает в этот момент чуть более высокую частоту свип-тона, откуда и возникают бияния. На реальном звуковом сигнале такой подбор компонентов делает звучание на высоких частотах откровенно грязным. Борьба с этим явлением довольно простая (на словах): изменение длины или марки акустического кабеля. На практике в машине провода бывают закопаны далеко, так что вновь просьба рассчитывать силы.
4. Самым мрачным диагнозом будет низкочастотное гудение в самом начале свип-тона. В самом худшем случае оно может быть значительным настолько, что начнёт закладывать уши. Это уже тяжёлый случай, «лечить» придётся не только аудиоаппаратуру, но и кузов автомобиля. И для этого весьма желательно знать частоту, на которой присутствует максимум низкочастотного возбуждения.

Для оценки качества низкочастотного тракта служит дорожка №7. Здесь определяется низшая частота рабочего диапазона звукового тракта и неравномерность АЧХ в области до 150 Гц. Механизм оценки основан на особенностях слуха — хорошей кратковременной звуковой памяти и предпочтительности восприятия низкочастотных звуков.

В психоакустике известен такой эксперимент: если включить со средней громкостью через любой широкополосный тракт синус с частотой 5 — 7 кГц, а потом подать на вход усилителя ещё одну синусоидальную частоту, лежащую в области 50 — 80 Гц, то, к удивлению, вы будете очень хорошо слышать низкочастотный тон и почти (или даже совсем) не слышать среднечастотный. Это — эффект маскировки, доказывающим «приверженность» нашего уха к басам.

Фонограмма, сначала для левого, а потом и для правого канала содержит запись ряда фиксированных звуковых частот низкочастотного диапазона. Сначала голос диктора сообщит о том, что звучит частота 60 Гц. Назовём её «опорной». Сосредоточьтесь и запомните её по уровню громкости. Затем голос диктора сообщит, что звучит частота в 20, 25, 30 Гц и так далее. В подавляющем большинстве случаев частоты 20 и 25 Гц по громкости ниже, чем опорная, а далее громкость идёт по нарастающей. Первый чистый низкочастотный тон (без искажений и сипов от воздушных струй фазоинвертора), совпадающий по громкости с опорным, и определяет низшую рабочую частоту вашего звукового тракта. Запомните её и продолжайте прослушивание. В идеальном случае все остальные низкочастотные тоны вплоть до 150 Гц должны быть одинаковыми по уровню. Но на практике встречаются провалы и всплески уровней, хорошо заметные ухом. Это и есть неравномерность низкочастотного тракта в вашей машине.

#### Для справки

Судя по письмам пользователей диска «Car Audio FSQ», эту фонограмму многие автоаудиолюбители даже используют для настройки фазоинвертора в сабвуфере. Здесь наше ухо превосходит по точности восприятия даже очень крутые спектроанализаторы. Но вернёмся к возможному низкочастотному гудению, о котором мы упоминали при описании работы с предыдущими дорожками. Если уши от гула закладывает, то выделите на дорожке №7 ту частоту, на которой наблюдается максимум гула. Лечить нужно здесь.

#### ЛЕЧЕНИЕ

1. Поэкспериментируйте с подбросом басов bass boost на усилителе. Он может быть просто включён и создаст дополнительный горб именно на гудящей частоте.

Бывает наоборот: иногда подъём бустом частоты рядом с гудящим горбом позволяет получить довольно ровный участок низкочастотного диапазона, который регулятором басов опускается до приемлемого уровня.

2. Если дело не в усилителе, постарайтесь определить, не из-за сабвуферной ли головки возникает горб. Если нет возможности снять АЧХ сабвуфера, снимите кривую модуля входного сопротивления (Z). По ней можно увидеть частоту настройки саба.
3. Если позволяет конструкция, подвигайте сабвуфер по багажнику. И если гул при этом резко уменьшается, запомните гудящее место.
4. Если не помогает предыдущее, засучите рукава и займитесь нанесением звукопоглощающего покрытия на металл кузова. И начните именно с гудящего места. Примеров и сведений о применяемых материалах в журнале было более чем достаточно.

#### Для справки

Гул — результат совместной работы акустики и объёма салона — стоячая низкочастотная волна. Максимум её излучения называется модой. В любом салоне их минимум три (длина, ширина и высота). И если они близки друг к другу по частоте, что бывает при одинаковых (1:1 — ширина и высота) и кратных размерах (1:2 — ширина и длина), то складываются, и бороться с ними чрезвычайно трудно.

Неравномерность АЧХ в области средних звуковых частот для нашего уха особенно заметна. Наиболее резкие всплески и провалы, следующие друг за другом (по-простому — «забор»). Для определения на слух, без спектроанализатора, неравномерности АЧХ в области средних частот служит дорожка №8. Это — высококачественная стереофоническая запись аплодисментов в заполненном зрительном зале. Хлопки в ладоши в достаточно гулком помещении, которым является большой зал, эквивалентны равномерно распределённому по спектру диффузному полю — шуму. Однако на фоне этого монотонного шума человеческое ухо успевае различить самое начало хлопков (всплески). На звуковом тракте с ровной, линейной АЧХ слушатель воспринимает эту фонограмму как аплодисменты. Но если звуковой тракт имеет неравномерность АЧХ («забор»), аплодисменты становятся похожими на шум дождя. И чем больше неравномерность,

тем натуральнее кажется дождь и ненатуральнее — аплодисменты. Отдельные хлопки, выделяющиеся из общего звукового фона, в этом случае воспринимаются как назойливые сильные капли дождя, стучащие по подоконнику.

#### ЛЕЧЕНИЕ

Главным источником «дождя» является акустика. Изготовители обычно рисуют на упаковочных коробках радующие глаз покупателя почти горизонтальные линии АЧХ, реальные характеристики куда разнообразнее и хуже. Кроме того, «дождливость» наблюдается у многополосных АС, неравномерность проявляется в стыках между соседними полосами частот, особенно при не очень качественных кроссоверах. Здесь и неправильный выбор частот раздела полос, и совместное излучение разнесённых между собой головок у частот раздела (из-за недостаточной крутизны среза у фильтров). Немалый вклад вносит и замагничивание сердечников разделительных индуктивностей.

По дорожке №9 определяется линейность стереокартины по ширине звуковой сцены. Фонограмма содержит семь ударов малого барабана, плавно перемещающегося слева направо по всей ширине стереокартины. Удары точно локализованы по направлению, и перемещение их в пространстве линейно, т.е. углы между ударами одинаковы. Первый удар слышен на первом звуковом плане с самого левого края звуковой сцены; второй чуть ближе к середине и чуть глубже; третий удар отнесён ещё чуть дальше в глубину звуковой сцены и ближе к её середине. Четвёртый удар должен восприниматься слушателем из центра звуковой сцены, в глубине, на втором-третьем звуковом плане. Ширина центра, как мы указывали, может быть приравнена к ширине стандартного головного устройства. Пятый и шестой удары аналогичны, соответственно, третьему и второму, но с правой стороны от середины сцены. Седьмой удар находится на первом плане в самой правой части сцены.

#### ЛЕЧЕНИЕ

Идеальным считается, когда описанная выше картина наблюдается со всех мест в салоне. Но достичь этого трудно. Применение процессоров может дать изумитель-

ные результаты на одном из мест и ужасающие — на других. Поэтому здесь всё в значительной степени зависит от конкретного расположения фронтальных излучателей и прежде всего мидбасов. Тут нужен эксперимент и терпение.

Примечание: По этой фонограмме можно оценить также и переходное затухание между каналами в звуковом тракте. Как известно, малый барабан имеет снизу натянутые пружинки, которые хорошо слышны. Если при перемещении барабана в правый канал в левом слышны послезвучия пружинки даже после пятого-шестого удара, звуковой тракт высококачественным назвать никак нельзя. Чаще всего в этом виновен усилитель или головное устройство, хотя бывает, что улучшить положение можно заменой межблочных кабелей.

## ЧАСТЬ II. МУЗЫКАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

В этой части слушателю нужно быть особенно внимательным, поскольку количество тестового материала минимизировано и по каждой из фонограмм нужно будет оценивать минимум два-три параметра. Пристальной взглядите в текст описания звучания дорожек, тогда диагностика возможных неприятностей со звуком не покажется сложной. А «лечение» выявленного будет зависеть от модельного ряда используемой вами аппаратуры и в значительной степени связано с финансовыми возможностями и личными музыкальными пристрастиями.

**По дорожке №10** определяется **микродинамика и глубина создаваемой звуковой сцены**. Фонограмма представляет собой небольшой музыкальный фрагмент с двумя инструментами — контрабасом и ударной установкой. Запись отличается исключительно высоким качеством. Она была произведена в большой музыкальной студии с помощью двух конденсаторных микрофонов в формате «X-Y», 24 бита/96 кГц. Аналоговый сигнал оцифровывался сразу после микрофонов и передавался по микрофонным кабелям к пульту уже в цифровом виде. Барабанщик и его ударная установка располагаются в середине не очень широкой звуковой сцены, в самой её глубине (на третьем-четвёртом звуковом плане). Контрабасист находится так же далеко, чуть слева от ударной установки. В начале фрагмента оба музыканта играют очень тихо. Тем не менее на высококачественной системе их инструменты хорошо слышны, музыка восприни-

мается чётко, с исключительно высокой детальностью. Звучание контрабаса ярко и полномерно. Даже на таком малом уровне громкости отчётливо слышно движение смычка музыканта по струнам и лёгкие постукивания пальцев левой руки по грифу в момент зажатия струн. При игре пиццикато контрабас звучит ясно и отчётливо, без мешающей гулкости и размытости. Удары по барабанам полновесны и упруги. «Пробужка» барабанщика по ним буквально поражает своей чёткостью и ясностью. Тарелки звучат весьма достоверно, как при очень тихой игре музыканта в самом начале фрагмента, так и в конце, когда он играет громко.

### Оценка звучания

**1.** Неприемлемой глубиной звуковой сцены считается, если музыканты воспринимаются как бы с лобового стекла, внутри салона. Удовлетворительной, если они слышатся уже снаружи из-за стекла, и хорошей, если они слышатся ещё дальше отодвинутыми от слушателя, с центром на середине капота или даже дальше.

**2.** При неудовлетворительной микродинамике в самом начале фонограммы совсем не слышны тихие удары по барабанам и тарелкам, а игра смычком на контрабасе плохо различима. Микродинамику можно считать удовлетворительной, если барабаны, тарелки и контрабас слышны, но в звучании контрабаса не слышно пальцев музыканта, постукивающих о гриф и/или при игре контрабасиста смычком отчётливо не слышно несколько «упирающегося» движения смычка по струнам. И хорошей, если пальцы контрабасиста слышны чётко и ясно. Примечание: Отличной микродинамикой и исключительно высоким качеством обладает звуковой тракт, в котором на этой фонограмме вы услышите очень тихий шелест (время 1 мин 09 с), когда барабанщик случайно задевает локтем тарелку и тут же зажимает её рукой. Таким звуковым трактом можно гордиться.

**По дорожке №11** определяется **натуральность в звукопередаче музыкальной атаки, а также положение и фокусировка звуковой сцены по ширине (в горизонтальной плоскости) и высоте (в вертикальной плоскости)**. На фонограмме представлен фрагмент соло барабанщика. Чётко выраженная локализация тарелок по направлению и глубине позволяет слушателю правильно оценить пространственную расстановку всех «со-

**По дорожкам №№2 — 4** тестового диска проводится проверка **фазировки звукового тракта** между каналами в трёх полосах АЧХ. Отметим, что это одно из наиболее сложных испытаний.

### Для справки

Под правильной фазировкой монофонической звуковой сцены понимается синхронное перемещение вперёд и назад диффузоров громкоговорителей левого и правого каналов. В этом случае звуковой образ, воспроизводимый двухканальной аудиосистемой, будет восприниматься точно из середины между громкоговорителями. Если фазировка нарушена и диффузоры громкоговорителей двигаются относительно друг друга не синхронно (один из них отстаёт или опережает другой), то звуковой образ в центре расплывается, становится нечётким или даже смещается в сторону.

На стереофонической фонограмме нарушение фазировки приводит к искажению звуковой перспективы. К примеру, часть музыкантов в записи симфонического оркестра может оказаться не на своих местах. Или рок-вокалист из центра звуковой сцены может вдруг сместиться в угол или в глубину сцены.

### Примечание:

1. Салон автомобиля, как и любое помещение прослушивания, имеет переднюю звуковую сцену с вполне определённым её центром. Идеальным положением центра звуковой сцены считается такое, при котором точечный источник звука, находящийся на первом плане звуковой сцены, кажется расположенным в центре плоскости продольной симметрии автомобиля на высоте глаз водителя и на существенном удалении впереди (снаружи) лобового стекла.
2. Центр звуковой сцены на лобовом стекле имеет некоторую ширину. Для судейства принимается полоса, равная по ширине размеру стандартного головного устройства.

На тестовом диске «Аудиодоктор FSQ» фазировка определяется отдельно для средних, низких и высоких частот. На дорожке №2 записан голос диктора со словами: «Средние частоты. Фаза».

Эти слова должны быть слышны из центра звуковой сцены. Далее диктор произносит: «Средние частоты. Противофаза». В этом случае дикторский текст должен быть

меньше предыдущего по уровню громкости и/или расфокусированным для слушателя и/или смещённым в ту или иную сторону от центра. Если голос диктора на последних словах звучит более громко и сфокусирован в центре, то в области средних частот аудиосистема акустически противофазна. Аналогично проводится проверка фазировки аудиосистемы в полосе ВЧ по дорожке №3 и в полосе НЧ по дорожке №4. Нередки случаи, когда фазный сигнал фокусируется не в центре и оказывается смещённым в одну сторону, а противофазный — в другую. В этом случае главным критерием в оценке фазировки становится энергетика. Фазный сигнал должен быть громче, чем противофазный, независимо от их положения в пространстве. Иногда между фазным и противофазным сигналами разницы нет. Тогда фазировка считается правильной.

Если определение фазировки в трёх полосах оказывается для вас затруднительным, можно пользоваться более простым (но и менее информативным) способом — проверка фазировки проводится сразу во всей полосе частот по сигналу розового шума, записанного на дорожке №16. Фазный сигнал должен восприниматься точно в середине звуковой сцены и/или быть более громким, чем противофазный. Надо отметить: на разных местах в салоне фазировка часто не совпадает.

### ЛЕЧЕНИЕ

Если обнаружится, что ваш аудиотракт противофазен во всей полосе, поменяйте полярность акустических проводов на одном из каналов усилителя. Если противофаза обнаружилась в какой-то из полос — дело хуже. Тогда берите в руки отвёртку и меняйте фазировку на кроссовере в соответствующей полосе.

**Наличие помех, дребезжаний, посторонних призвуков и шумов** в звуковом тракте и салоне автомобиля проверяется по дорожкам №5 и №6. Понятно, что любое из перечисленного не украшает звучание, накладываясь на него в самых неподходящих местах. На реальном музыкальном сигнале, особенно полифоническом, когда в фонограмме присутствует множество инструментов, точно отследить такие мешающие звуки сложно. Поэтому для испытаний на тестовом диске используется тональный (синусоидальный) сигнал, частота которого плавно изменяется от самых низких до самых верхних частот

