



Интервью с Мидом Киллионом (Mead Killion), Etymotic Research

Посещение последней выставки потребительской электроники **CES'2009**, прошедшей в январе в Лас-Вегасе, еще раз убедило меня в необходимости пошире взглянуть на мир *High End Audio*.

Зашкаливающие по ту сторону добра и зла цены и отсутствие видимой на нынешней **CES** положительной эволюции аудиотехники (объясняющее, на мой взгляд, повальное облегчение непереносимого зуда потратить свободные деньги на покупку, казалось бы, уже давно отживших свой век виниловых проигрывателей) лично для меня неотвратимо ставят на повестку дня вопрос о радикальном пересмотре сложившихся представлений о том, как можно *продолжать развиваться* в мире высококачественного воспроизведения любимой музыки — и при этом не умереть от голода в условиях надвигающегося серьезного экономического кризиса.

В такой ситуации на передний план часто выходят нетрадиционные, а вернее будет сказать — революционные идеи (достаточно вспомнить хотя бы 1917 или 1991 год...). Эти идеи часто находятся на периферии востребованного в данный момент *общепринятого* «домена» человеческих представлений, знаний и опыта. Находясь также и на стыке соседних интеллектуальных «доменов» и вбирая их совокупный потенциал, эти «узловые» представления позволяют увидеть причины кризиса и реализовать назревшее и актуальное новое решение.

В применении к *High End Audio* одной из таких новых (впрочем, и хорошо подзабытых старых) идей является крайне редко обсуждаемая в специализированной аудиопрессе тема использования наушников в контексте самого высокого уровня воспроизведения музыки. И предлагаемое интервью с основателем чикагской «аудиологической» фирмы **Etymotic Research** (выпускающей, среди прочего, и супервысококачественные балансные арматурные наушники-вкладыши серии *ER-4S/P/B*) Мидом Киллионом, на мой взгляд, — наилучшая возможность начать обсуждение подобных идей.

AM: В последнее время становится все более очевидной тенденция сдвига приоритетов в значительной части того, что мы привыкли называть *High End Audio*. Все больше появляется оснований причислить дорогие и красивые изделия, роль которых в основном сводится к роли статус-символа, к той или иной разновидности роскошной мебели. А качество звучания, ради которого все и затевалось с самого начала, отходит на второй план.

Соответственно, весьма актуальной в наши дни становится задача кардинального пересмотра текущих подходов к качественному воспроизведению звука со стороны тех, для кого именно качество имеет первостепенное значение. И наиболее радикальной альтернативой супердорогим системам, доступным, как правило, лишь тем, кто приобретает аппаратуру исходя из ее престижности, являются наушники. Совершенно напрасно многие относятся к ним как к компромиссному решению. Мы привыкли к тому, что должны быть колонки и мощные усилители. Но ведь колонки, в первую очередь, нужны для групповых прослушиваний, а в боль-



шинстве случаев мы наслаждаемся музыкой в одиночестве. Идя по традиционному пути «колонки – усилитель», мы сначала создаем колоссальные сложности, связанные с воспроизведением звука в очень непростых условиях с массой принципиальных проблем, а потом пытаемся бороться с этими проблемами, тратя на это колоссальные средства. С точки зрения разрешения, правильности тембрального баланса и даже звукового давления при отсутствии слышимых искажений, можно утверждать следующее. Чтобы получить соответствующий хорошим наушникам (тем более капсюльным, которые полностью вставляются в уши) звук, бюджет на «обычную» звуковую систему может быть увеличен в десятки, а то и в сотни раз. Недавно вернувшись с выставки **CES** в Лас-Вегасе, я еще раз убедился в том, что становится все труднее и труднее найти по-настоящему хорошо звучащие аудиоСИСТЕМЫ, которые стоили бы меньше 50 000 долларов. Очевидно, что обычные люди не могут себе позволить потратить такую сумму на аудиотехнику. Тех же, кто может, вряд ли можно назвать аудиофилами. Возникает парадокс: для кого же тогда проектируются и создаются аудиосистемы в последнее время?

Поэтому мне было бы очень интересно поговорить с вами, так как качество звука и цена наушников возвращает нас к корням нашего увлечения: максимально качественному воспроизведению нашей любимой музыки. Надеюсь, в этом интервью мы сможем обсудить интересные идеи и решения в контексте специализации в области науки о человеческом слухе — аудиологии, т.к. фирма **ER** является в основном научно-исследовательской компанией, создающей изделия для медицинского исследования человеческого слуха и коррекции недостатков слабослышания. Я убежден, что гениальные решения рождаются на стыке разных областей человеческого знания, и опыт **ER** может оказаться уникальным для *High End Audio*.

М.К.: Даже не знаю, с чего начать. У нас на фабрике есть анэхоическая камера и комната с «контролируемой» акустикой, в которых любые акустические системы звучат совершенно по-разному. Не говоря уже о том, что звук самых лучших АС в любых условиях весьма далек от идеального. Вне сомнения, в больших помещениях, обработанных с помощью рассеивателей, полоти-

телей и отражателей, звучание *качественно* сделанных записей способно создать сильное впечатление. И, конечно, преимуществом воспроизведения в помещении является то, что звук существует вне головы слушателя, как и в реальности. Это особенно заметно, когда мы поворачиваем голову, и при этом звук остается там, где он и должен быть. Именно поэтому звучание колонок мы воспринимаем как весьма естественное. Поскольку механизм локализации звука связан с *крайне индивидуальной* анатомией внешнего уха и звукового канала, задача получения правильной частотной характеристики непосредственно на барабанной перепонке с помощью наушников — задача непростая: конфликт объективного и субъективного здесь налицо, как и в случае с колонками. Тем не менее, у наушников есть немаловажное преимущество. Они, несмотря на очевидные сложности, позволяют с гораздо большей точностью прогнозировать объективную составляющую звука, чем обычные акустические системы. Конечно, для этого требуется хорошо понимать законы формирования параметров звука на барабанной перепонке и учитывать влияние внешних факторов. Таких, как, например, уровень внешнего шума.

Когда я хожу на концерты чикагского симфонического оркестра, внешний шум составляет не менее 30-32 дБ (я всегда ношу с собой шумомер). Дома он, как правило, не менее 45 дБ, за исключением тех случаев, когда в спокойный зимний день я выключаю все бытовые приборы. Наушники отсекают значительную часть внешнего шума, в связи с чем они могут работать при гораздо меньшем уровне громкости, чем колонки, и при этом слушатель замечает множество деталей фонограммы, которых он никогда не услышит на больших колонках.

AM: Можно ли сказать, что в наушниках мы слушаем музыку как будто через «увеличительное стекло»?

М.К.: Да, но это не все. Прослушивание наушников имеет три характерные особенности. Первая: наушники, как правило, более точно воспроизводят музыку из-за отсутствия влияния помещения. Вторая: не скрывается внешний шумовой фон. Третья: благодаря отсутствию эффекта маскировки Ambientные свойства среды, в которой производилась запись, становятся более выраженными. Поэтому и разница в звучании записей, сделанных в залах и студиях с различными акустическими свойствами, становится гораздо более ощутимой.

AM: Означает ли это, что, с вашей точки зрения, есть очевидные достоинства комнат преимущественно с поглощающими свойствами — по сравнению с нормальными жилыми комнатами?

М.К.: Наверное, может показаться, что мои симпатии на стороне полностью заглушенных помещений, но это не совсем так. Ведь не существует такого «идеального» угла разворота колонок относительно слушателя, который сформировал бы на барабанных перепонках частотную характеристику, соответствующую диффузному звуковому полю. В анэхоической камере даже на оси провал на частотах в районе 7-10 кГц может составлять до 10 дБ. И глубина этого провала, как и частота среза, меняется пропорционально углу между направлением на излучатель и осевым направлением (90°). Дело в том, что человеческий слуховой аппарат использует этот провал для определения вертикального угла направления на источник звука. В анэхоической камере нарушается нормальное *ощущение* звука, т.к. в природе звук приходит со всех сторон, а не только с одного направления. Отражения звука необходимы для натурального восприятия. Поэтому в аудиториях имеются специальные отражатели и рассеиватели, установленные позади слушателей.

AM: Много ли смысла в результатах измерений, публикуемых в журналах, если небольшой поворот головы слушателя может так сильно изменить частотную характеристику?

М.К.: К этому следует добавить, что на результирующую частотную характеристику в анэхоической камере способен сильно повлиять не только поворот головы, но и поворот плеча (в районе 500 Гц на 5 дБ). Еще там наблюдаются эффекты взаимного гашения в области 1,5 кГц, которые также сильно искажают частотную характеристику. К счастью, мы живем не в анэхоических камерах. В нормальных условиях отражения от всех поверхностей нивелируют эффект и снижают его заметность. А вот в индустрии слуховых аппаратов эффект взаимного гашения имеет положительную сторону, поскольку позволяет, переключая направленность микрофона, улучшать разборчивость речи, снижая соотношение сигнал-шум. Возвращаясь же к прослушиванию в обычных помещениях, скажу, что внешний шумовой фон может составлять до 70% звука, который мы воспринимаем, а эффект направленности не влияет на звучание акустических систем.

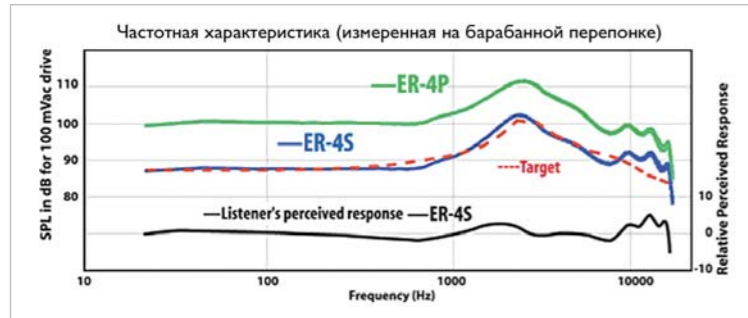
AM: Используете ли вы анэхоические камеры при разработке ваших капсюльных наушников (большинство производителей АС заявляют, что их разработки ведутся на основе измерений в анэхоической камере)?

М.К.: И да, и нет. Для нас намного ценнее исследование звука в комнатах с контролируемой реверберацией по той причине, что в реальной жизни звук поступает отовсюду. Даже при разработке слуховых аппаратов мы слышим звук голоса собеседника с разных направлений, а не с одного. Так же и с живыми концертами: звук идет не только со сцены, но и с других сторон, отражаясь от стен концертного зала. Именно это ощущение пространства и делает живое выступление музыкантов таким захватывающим. А концерт в анэхоической камере — это нонсенс. Мы используем анэхоическую камеру в основном для разработки направленных микрофонов слуховых аппаратов. С помощью компьютерного моделирования мы обрабатываем полученные в анэхоической камере характеристики, используемые в DSP-процессорах, но потом перепроверяем эти данные уже в реальных условиях жилой комнаты, чтобы убедиться, что объективные измерения позволят получить желаемый результат.

AM: До недавнего времени большинство производителей наушников исходили из достаточно ограниченного количества возможных решений, которые сводились в основном к уменьшению размеров АС, дабы их можно было расположить на голове, но при этом большинство проблем воспроизведения звука сохранялись (например, переотражения от внешнего уха, резонансы в наушниках): иными словами, это те же проблемы, что и с обычными колонками. Компания **Etymotic Research** совершила революцию в конструировании наушников, впервые предложив более 15 лет назад наушники в виде вставляемых в слуховые каналы вкладышей на основе динамиков с балансной арматурной конструкцией, которая до этого использовалась только в слуховых аппаратах...

М.К.: На самом деле для воспроизведения звука в помещении поверхности, создающие отражения и рассеяние, по физическим габаритам больше длин волн, на которых они работают. В случае же с наушниками соотношения их размеров и длин волн совершенно иные. Поэтому для внешнего уха законы рассеяния, поглощения и отражения в помещениях не работают.

AM: Тем не менее, на самых высоких частотах звукового диапазона соотношения длин волн и размеров внешнего уха, а также расстояния до накладных наушников, как мне кажется, все же могут иметь значение, к тому же в процессе эволюции анатомия внешнего уха сформировалась в соответствии с потребностью распознавания сигналов опасности на расстоянии. В этом смысле источник, находящийся в нескольких миллиметрах от уха, воспринимается как абсолютно неестественный. И это сильно усложняет реалистичное восприятие музыки в на- ▶



кладных наушниках. К тому же чисто тактильный дискомфорт от надетых на голову наушников также заметно мешает нашему психоакустическому аппарату воспринимать звуковой сигнал. Со временем мы все же привыкаем слушать музыку в наушниках на голове: срабатывает примерно такой же эффект обучения, как и со стерео, которое поначалу воспринимается как два отдельных «моно» из правой и левой колонок (кажется, именно так слышат его дети). Является ли это следствием переключения нейронных систем мозга от одного типа восприятия к другому — по аналогии с условно-рефлекторным слюноотделением, которое возникает, когда ты слышишь, как кто-то хрустит яблоком? Сейчас на рынке имеется несколько цифровых и аналоговых систем обработки сигнала, подмешивающих в один канал часть содержания другого канала с некоторой задержкой, что имитирует определенные направления на источник звука.

М.К.: Проблема с подобной обработкой сигнала состоит в том, что эти системы находятся в самой начальной стадии своего развития, и на восприятие звука, поступающего из внешней среды, эволюция накладывала разные отпечатки. Мы воспринимаем отражения звука всеми частями тела. В нашей лаборатории мы исследовали одного испытуемого, у которого одно ухо не работало совсем, и тем не менее он мог указать направление, откуда приходил звук: это говорит о том, что распознавание направления определяется не только разницей по времени, регистрируемой слухом. По-видимому, это связано с тем, что он постепенно научился, поворачивая голову, четко различать амплитудные и фазовые характеристики звука, приходящего с разных направлений. Несомненно, это стоило ему больших усилий.

АМ: Если точное воспроизведение с помощью наушников, а вернее вкладышей, есть цель, то что в вашем понимании означает точное воспроизведение?

М.К.: Поскольку я всегда любил музыку и сам являюсь музыкантом, я вплотную приблизился к ответу на этот вопрос, когда стал экспериментировать с разной техникой звукозаписи, записывая малые, в основном джазовые составы. Точкой отсчета было «живое» исполнение музыкантов, играющих в реальных условиях комнат с контролируемой акустикой.

Качественные вкладные наушники должны с высокой точностью имитировать воздействие на барабанную перепонку звукового давления, создаваемого внешним диффузным звуковым полем. При этом, с учетом специфики таких наушников (капсюли помещаются непосредственно в слуховых каналах), необходима коррекция частотной характеристики: ведь ухо обладает характерными рупорными и резонансными свойствами. Соответственно, вкладные капсюли должны иметь определенную частотную характеристику, которая хорошо известна и которая была найдена на основе обширных статистических исследований человеческого слуха. Эта характеристика также должна компенсировать подъем на высоких частотах, характерный для современных записей (примерно на 5 дБ на 10 кГц), дабы звук не казался слишком резким. Все наши модели кап-

сюльных наушников проходят тестирование на соответствие заданной кривой, и в результате определяется «коэффициент достоверности». В нашем случае он равен 100%. Процедура измерений достаточно сложна: берется специальный манекен с прецизионным микрофоном в слуховом канале, имитирующим барабанную перепонку, а на капсюли подаются испытательные сигналы (25 третьоктавных полос от 50 Гц до 12,5 кГц). Результаты измерений обчисляются и сравниваются с идеальной кривой частотной характеристики.

АМ: Пытались ли вы измерить «коэффициент достоверности» типичных АС по вашей методике?

М.К.: Я занимался этим почти 30 лет назад, в последний раз — в 1979 году.

АМ: И каковы были результаты?

М.К.: Измерения проводились не в анэхоических камерах, а в реальных звукозаписывающих студиях, и самые лучшие из них показывали порядка 90% достоверности. Также было установлено, что повышение коэффициента достоверности более 92% практически не приводит к улучшению восприятия на субъективном уровне. Эти опыты лишней раз убедили меня в том, что объективные цели разработок действительно позволяют получить результат. Когда нет объективных процедур, можно потратить 100 лет на разработки и не получить никакого результата. Зная, как работает человеческое ухо, мы можем выработать объективное представление о желаемом результате. Конечно, по завершении работ по проектированию и моделированию необходима субъективная экспертиза.

АМ: Как бы вы оценили соотношение значимости разработок по объективным параметрам — и субъективных впечатлений?

М.К.: При наличии многолетнего опыта прослушивания систем и солидной теоретической базы объективных процедур, когда ты сразу можешь услышать, что хорошо и что плохо, я бы оценил это соотношение как 80-90% (объективное) к 10-20% (доводка продукта по результатам субъективных прослушиваний). В качестве примера могу привести разработку нашего первого наушника *ER4B*, когда мы с ходу получили исконную характеристику; я потом прослушал на них хор, записанный мной с помощью высококачественных микрофонов, и остался доволен результатом. Мы тут же начали производство. Однако сразу же многие покупатели начали жаловаться на то, что звук с компакт-диска получился слишком «ярким». Сначала я пытался спорить, ведь я лично испытал эти наушники и никакой яркости не услышал. Но жалобы продолжались, и в конце концов я взял 12 компакт-дисков, причем именно тех артистов, чьи выступления я слышал вживую. После этого я вынужден был согласиться с тем, что наушники слишком яркие. Затем я сделал то, что должен был сделать с самого начала, а именно: более внимательно посмотрел на объективные данные и учел то обстоятельство, что, поскольку чаще всего компакт-диски слушают через обычные колонки, именно на это и ориентируются звукорежиссеры при сведении фонограмм. А наиболее популярные студийные мониторы (как и обычные модели АС) конца 70-х — начала 80-х годов прошлого века имели завал в несколько дБ начиная с 5 кГц. При мастеринге CD этот завал компенсировался, и не только для записей на CD, но и на виниле. Индустрия звукозаписи и поныне использует подъем на ВЧ, достигающий 5 дБ. В конце концов я просто сформировал аналогичный завал в наших наушниках, чтобы скомпенсировать подъем на высоких частотах, и тут жалобы прекратились. Моей ошибкой было то, что я не учел влияния специфики источника на характер звука наушников.

Комментарий Михаила Кучеренко

Мое интервью с Мидом проходило в конференц-зале их штаб-квартиры, на стенах которого висело 97 (!) патентных свидетельств **Etymotic Research**. В штате компании, за исключением нескольких человек обслуживающего персонала, — 37 инженеров и 4 врача-аудиолога (специалисты по слуховому аппарату человека). По собственному опыту могу сказать, что для подавляющего большинства *High End Audio*-компаний наличие в их составе даже двух-трех специалистов с полноценным инженерным образованием является крайней редкостью (тем более наличие собственных патентов...).

Среди наиболее значительных разработок компании значатся специализированные наушники для клинических исследований слуха, революционные изобретения и разработка модулей для слуховых аппаратов на базе операционных и «цифровых» усилителей, алгоритмов для DSP-процессоров, используемых в слуховых аппаратах, направленных микрофонов, ставших стандартными во всем мире процедур тестирования слуха, «железа» и программного обеспечения для тестирования слуха новорожденных, звуковых дозиметров, устройств для улучшения разборчивости речи в условиях повышенного шума, устройств для защиты слуха в условиях высокого уровня громкости и прочее. Все их основные разработки реализованы в конкретных изделиях компании. При этом надо учитывать, что сам Киллион всегда отстаивал необходимость разработки и производства самых высококачественных (класса «*High End*») слуховых аппаратов для слабослышащих, в то время как общепринятым подходом его фирм-конкурентов всегда был такой: «А чего стараться-то, они все равно ничего не слышат!» (Звучит знакомо, не правда ли?) Многолетними научными исследованиями он доказал в теории и на практике, что на самом деле более качественный звук слуховых аппаратов ведет к улучшению разборчиво-

сти речи и музыки (!) для слабослышащих, а уровень удовлетворенности приобретенным аппаратом возрастает в несколько раз.

В качестве информации к размышлению наших аудиодилеров могу сказать, что в США этот уровень удовлетворенности, согласно статистике, в данный момент не превышает 60%, а количество новых покупателей — видимо, из-за неудовлетворительного в целом качества слуховых аппаратов — уменьшилось с 53% нуждающихся в них в 1989 году до 32% в 2000 (и, говорят, это количество продолжает уменьшаться по сей день). Сам Мид оставляет впечатление состоявшегося и разностороннего человека. Он очень располагает к себе, а его отношения с подчиненными носят товарищеский характер добродушного менторства. Так как он сам музыкант и звукоинженер, его страсть к музыке оставляет ощущение бескорыстного сподвижничества. Не зря в конце своего ежегодного отчета акционерам компании в очень успешном для **Etymotic** 2006 году он написал: «Как и всегда, зарабатывание денег для нас не является самоцелью: мы зарабатываем их для того, чтобы иметь возможность *рисковать*, изобретать новые и *необычные* продукты для предотвращения потери слуха и помощи слабослышащим людям...»

В предыдущих ежегодных сериях интервью для **АМ** я старался всегда идти *параллельным* журналу курсом, *дополняя* текущие материалы, на мой взгляд, уместной информацией из упомянутых выше смежных «доменов» человеческого знания и опыта. И надеюсь, что мое интервью с Мидом Киллионом не будет воспринято как скрытая реклама его наушников (хотя кое-кому из своих знакомых «слухачей» я бы от души порекомендовал приобрести их аппарат для слабослышащих...). Во второй части этого интервью (в следующем номере **АМ**) я, среди прочего, обсужу с Мидом их наиболее успешное (коммерчески) революционное изделие — наушники-вкладыши *ER-4S*, которые, по моему мнению, с аудиофильских позиций представляют необычайный интерес. ■

LYNGDORF
Hi-End третьего тысячелетия.



Абсолютный минимум информационных потерь благодаря уникальной технологии Equibit®

Отсутствие проблемы двойного цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования



Беспрецедентно высокое разрешение и исключительно широкий динамический диапазон

Инновации от основателя и главного идеолога LyngDorf Audio, легенды в мире Hi-Fi - Peter Lyngdorf



RoomPerfect™ – самая совершенная в отрасли цифровая система, корректирующая влияние комнаты прослушивания.

Конвертация из PCM в PWM без посредников

УСИЛИТЕЛИ

ПРОИГРЫВАТЕЛИ

АКУСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ПРОЦЕССОРЫ

hcaudio
эксклюзивный дистрибьютор

Москва, ул. Садовническая д.74
Тел. 951-37-51, факс:951-36-46
www.hcaudio.ru, info@hcaudio.ru

приглашаем дилеров к сотрудничеству

Товар сертифицирован. На правах рекламы.



Интервью с Мидом Киллионом (Mead Killion), Etymotic Research

часть 2

Дэвид Кёрквуд, редактор журнала **The Hearing Journal**, написал о Миде Киллионе следующее: «Все приходящие мне на ум при упоминании имени Миды Киллиона определения — он (как ученый-разработчик) «блестящий», «совершенно оригинальный», «изобретательный», «бескомпромиссный» — кажутся слишком тривиальными. Эти эпитеты, по-видимому, недооценивают реальность. Могут предполагать, что пренебрежение всякого рода условностями и сложившимися стереотипами, которые сдерживают большинство из нас, делает Миду настолько свободным в его устремлениях, что он может на все 100% сконцентрироваться на поисках наилучших решений не только для слабослышащих, но и для всех остальных, кто нуждается в его работе».

Я оказался среди этих «всех остальных» с тех пор, как в 1994 году купил свою первую пару наушников *Etymotic Research ER-4S* (и нахожусь «там» до сих пор...). Сам доктор Киллион называет эти первые в истории аудиотехники вставные наушники продуктом «бутлегеровского проекта», когда в 1991 году в свободное от «серьезных» дел время двое инженеров **ER** адаптировали производимую на тот момент компанией модель аудиологических вставных наушников для исследования человеческого слуха и разработали первый в мире изолированный от внешнего шума высококачественный вставной «в-ушник», таким образом создав *последнюю* крупную инновацию в *аналоговой* потребительской аудиотехнике за всю ее многолетнюю историю.



С тех пор только ленивый не стал производить балансных арматурных вставных наушников: от **Apple Computers** и **Klipsch** до **Monster Cable** и **Shure**... Но несмотря на то, что сами **Etymotic Research** от этого бизнеса, исчисляющегося сейчас не менее, чем в сотни (!) миллионов долларов, оттеснили крупные корпорации, их изначальная модель по совокупности звуковых свойств, удобству и цене, на мой взгляд, до сих пор вне конкуренции.

AM: Изменилась ли существенно в лучшую сторону техника снятия измерений за последние 20-30 лет, и позволило ли это увеличить долю объективных измерений по отношению к субъективным при создании новых конструкций?

М.К.: Что касается создания наушников-вкладышей, то примерно 20 лет назад появился стандартный манекен *Kemar*. Это человеческая «среднестатистическая голова» с внешним ухом и звуковым каналом. Но самое главное, что там есть, — это акустический согласователь *Zwislocki Coupler* с пятью ответвлениями. Он был создан профессором Джозефом Звислоки в 1971 году на основе измерений акустических свойств барабанной перепонки — в частности, ее акустического сопротивления, и исходя из ее механических свойств, включая механическую упругость, а также частотно-зависимую характеристику поглощения и отражения. Этот элемент был разработан в соответствии с типичными характеристиками среднестатистического человеческого уха и позволил смоделировать с помощью электрических параметров акустическую характеристику человеческого слухового аппарата. Это позволило существенно продвинуться в деле предсказания реальных характеристик слуха в открытом пространстве — и вместо того, чтобы делать измерения на десятках и сотнях испытуемых, мы получили модель, которая значительно облегчила разработку новых достоверных конструкций. Так был создан наш первый вкладной наушник *ER1*.

AM: Что на основании этого метода можно сказать о прогрессе качества вкладных наушников последнего поколения по отношению к первым разработкам?

М.К.: Не хочу заниматься саморекламой, но единственный наушник с коэффициентом достоверности более 80% — это *ER4* (фактически он равен 92%). Коэффициент достоверности других моделей, измеренный нашим методом, — и я могу это доказать — находится где-то в пределах 30-50%.

AM: А если говорить о наушниках в целом, а не только о балансно-арматурных?

М.К.: На самом деле существуют великолепные наушники и у других производителей, например *Sennheiser XT414* (открытого дизайна с желтыми поролоновыми «ушами»), которые в 1968 году были в стадии разработки. За исключением нескольких электростатических моделей, это были лучшие наушники своего времени, да и по популярности они стояли на первом месте. В том году я делал в Нью-Йорке доклад по слуховым аппаратам, а глава **Sennheiser** — по наушникам. И мы пришли в наших исследованиях к одной и той же амплитудно-частотной характеристике: +15 дБ на басах и +10 дБ на ВЧ. Однако этот подъем по басу и верхам, измеренный на поверхности телефонов, не означает, что наушники не могут давать очень правильную, соответствующую диффузному полю характеристику не-

посредственно на барабанной перепонке. Еще одна замечательная модель наушников *Sennheiser* — это *Orpheus* стоимостью \$15000 (в комплекте с DAC'ом и ламповым усилителем для наушников). Я долго слушал эти прекрасные наушники и в конце концов сказал, что не слышу большой разницы между ними и *ER4* — за исключением, возможно, пары децибел на 5 кГц, после чего представитель **Sennheiser** показал мне характеристику, снятую с помощью манекена *Kemar*. Когда мы сравнили ее с характеристикой *ER4*, эта разница составляла именно 2 дБ на 5 кГц! Не думаю, что подобный фокус мне еще когда-нибудь удастся в моей жизни, но в тот раз я попал в точку. Существует много компаний, которые знают, что они делают, и **Sennheiser** знает это явно не хуже других.

AM: Когда лет десять назад я пытался продавать *Etymotic Research* в России, то обычно привозил по пять пар наушников, три из которых продавал, а одну мне возвращали под предлогом якобы «отсутствия баса». Я не мог предположить, что через несколько лет возникнет лавинный спрос на подобную продукцию, и практически все основные производители потребительской электроники начнут выпускать аналогичные изделия. Понятно, что им необходимо конкурировать между собой, и не только по цене. С вашей точки зрения — как создателя самого принципа, лежащего в основе такой конструкции, — в каких направлениях она может быть улучшена? Инженерные решения, новые материалы, оптимизация электрических параметров?

М.К.: Начну издали. Первые наушники на рынке были именно открытой конструкции. Чтобы «переиграть» внешний шум, производителям ничего не оставалось, как задираť басы, поскольку значительная часть окружающего нас шума сосредоточена в области низких частот (двигатели автомобилей, грохот в общественном транспорте и т.д.). Разработка «закрытых» моделей была попыткой изолировать ухо от внешнего шума. Но эта изоляция оказалась условной, поскольку она страдала от неплотного прилегания амбушюр к голове. Это легко проверить, выключив музыку и услышав в закрытых наушниках внешний шум, спектр которого можно примерно оценить. Тем не менее, производители сохранили этот подъем по басу, исходя из конкуренции с «открытыми» моделями. Наши работы над созданием специальных ушных «затычек» для музыкантов и людей других профессий, связанных с внешним шумом, дали нам возможность изучить и разработать соответствующие подходы с целью защиты от шума.

С другой стороны, исследования человеческого слуха в лабораторных условиях и попытки повысить коэффициент достоверности четко указывают на то, что типичного для обычных наушников подъема по басу быть не должно. Т.е. в итоге мы имеем необходимость максимально точно следовать характеристике человеческого слуха. Как ни странно это звучит, но обе эти задачи предполагают решение крайне важного вопроса плотной посадки наушников в ушном канале, а по сути сводятся к правильному подбору наконечника (форма и материал). В 1979 году темой моей диссертации на примере прототипа нашей первой модели приводились изменения параметров звукового сигнала в зависимости от глубины посадки наушников в звуковой канал. Могут сказать, что незначительные перемещения внутри звукового канала (речь идет о миллиметрах) могут привести к снижению коэффициента достоверности с 92% до 80% и ниже.

AM: А что вы думаете по поводу индивидуальных ушных слепков: насколько это целесообразно, и правда ли, что так можно улучшить результат в случае арматурных наушников?

М.К.: Проблема заключается в том, что в лаборатории, где изготавливают такие слепки, не до конца понимают, как надо

это делать. В результате наушник может оказаться на меньшей глубине, чем в случае обычного силиконового наконечника. Вдобавок, проделанный в слепке канал опять же может быть неоптимальной длины и формы.

AM: Правда ли, что чем ближе излучатель к барабанной перепонке, тем качество звучания однозначно выше?

М.К.: Необязательно, т.к. вопрос не столько в расстоянии до барабанной перепонки, сколько в согласовании параметров наушников с соответствующими параметрами уха. Индуктивные и емкостные составляющие эквивалентных параметров зависят от размещения наушника в слуховом канале. Это подтверждено экспериментально и аналитически, этому вопросу были посвящены многие мои научные статьи.

AM: Есть ли что-либо особое в вашей процедуре субъективного сравнения разных арматурных наушников *Etymotic Research* и ваших конкурентов?

М.К.: Мы разработали программу, позволяющую симулировать характеристики других моделей наушников, которые мы можем накладывать на воспроизводимую компьютером фонограмму. Более того, мы оцениваем одно-, двух- и трехкратное воздействие этой характеристики на звук. При трехкратном наложении специфичное влияние данной модели становится наиболее очевидным [что мне и было продемонстрировано в ходе этого интервью. Коэффициент достоверности испытанных при мне образцов наушников от других производителей составлял от 30 до 56%. — М.Кучеренко]. Мы используем iPod, вставляем наушники в манекен *Kemar*. Таким образом, получается характеристика, позволяющая отследить все резонансы и синтезировать нужные фильтры. Точно так же мы разрабатывали и *ER4S*, когда в качестве точки отсчета были классические и джазовые записи, сделанные мной. С их помощью и оптимизировалась конструкция *ER4*.

AM: Почему другие производители не выпускают вкладные наушники уровня качества, схожего с вашими?

М.К.: Для большинства производителей такая мелочь, как вкладные наушники, — лишь побочное производство, которому не уделяется должного внимания. Дешевые компоненты и материалы, отсутствие серьезных научных разработок не позволяют получить высокий результат. Для меня же наушники — основное занятие и дело всей жизни. Их конструкция разработана и оптимизирована на основе моих собственных научных исследований, а также работ моих предшественников, изучавших физиологию слуха. Производители, не желающие вникнуть в результаты фундаментальных научных разработок, ориентируются на линейную характеристику излучателя, не учитывая суммарное влияние на звук ушной раковины и слухового канала со всеми сопутствующими резонансами (вот откуда берется подъем 15 дБ). В результате их наушники, помещенные в слуховой канал, подавляют его естественные резонансы просто как инородное тело, ничем не компенсируя данный эффект, и звук получается плоский и невыразительный. *Etymotic Research* — единственный в мире производитель наушников, гарантирующий близкую к идеальной характеристику звукового давления на барабанной перепонке.

AM: Над чем вы работаете в настоящий момент?

М.К.: Сейчас я увлечен идеей создания беспроводной системы коммуникаций *Companion Mics*, которая позволит полноценно общаться друг с другом сразу несколькими слабослышащим в шумной обстановке. Это очень важно для интеграции людей с пониженным слухом в социальную среду. В ближайшем будущем я, несомненно, вернусь к разработкам новых моделей и систем, ориентированных на *High End Audio*.

AM: Спасибо!



Комментарий Михаила Кучеренко

Ответ Мида Киллиона на мой вопрос о возможности дальнейшей эволюции их *ER4* меня слегка разочаровал: я, конечно, ожидал большего... К сожалению, я увидел в этом (в данном случае) неизбежную ограниченность менталитета аудиологической компании, для которой этот продукт так и остался, несмотря на его феноменальный коммерческий успех, своего рода “незаконнорожденным” дитем. Хотя, может, он и прав на все 100%, понимая, что из электроники уже все “выжато”, а мысль ставить на них провода за тысячи долларов ему в принципе не может прийти в голову.

Если бы аудиофильные компании увидели в этих наушниках потенциал на рынке аудиотехники, то, несмотря на то, что улучшить лежащие в основе конструкции излучатели *Knowles Acoustics ED29689* от этой многомиллиардной корпорации им явно не по зубам, поизгаляться они там нашли бы над чем... Например, можно изготовить корпус из ценных пород дерева... А что, собственно, мелочиться, при таких размерах можно сделать его и из золота 983 пробы!

И, наверное, сделали бы, если бы не одно *но*... Несмотря на то, что провода, разъемы и прочее действительно влияет на качество звука этих наушников, наибольшее значение имеет *индивидуальная кропотливая работа* по их подгонке. К сожалению, кроме самих пользователей, *на данный момент* эту работу проделать некому. И в этом состоит основное препятствие, так как они к этому не готовы по целому ряду причин.

Ничто не ценится так дешево и не стоит так дорого, как правильная расстановка акустических систем в комнате прослушивания. И как, увы, редко встречаются покупатели аудиотехники, которые это не только понимают, но и действуют в соответствии с этим принципом. Так и в случае арматурных наушников (где все расстояния исчисляются долями миллиметра): их правильное расположение в ушном канале — это основной залог выдающегося успеха.

Можно сказать однозначно, что преодолеть пренебрежительное отношение покупателей к индивидуальной настройке собственных систем *хай-эндные* компании в целом так и не смогли. Жалкие наборы предлагаемых методов настройки и “аксессуаров” — еще одно этому подтверждение (например, разворот в горизонтальной плоскости пищалки, который позиционируется производителем как панацея от всех акустических бед...).

В случае же с вставными наушниками все и проще, и *гораздо* сложнее. Проще — так как нет сложного влияния помещения, а так как излучатель, как правило, однополосный, то нет и сложных взаимодействий динамиков и соответствующих разделительных фильтров. Гораздо сложнее же то, что ощущения на 100% переходят в *субъективный домен*. Кроме самого слушателя, никто не в состоянии сказать, как играют эти “в-ушники”, находясь внутри *его* слухового канала. И, соответственно, специалисту нет никакой объективной возможности понять со стороны, что же происходит на самом деле и как можно еще что-то улучшить (вот где субъективизм — так действительно, субъективизм! Жаль, что пока никак нельзя использовать его в аудиопрессе...).

Поэтому все изделия приходят в конструкции арматурных наушников к некому наименьшему общему знаменате-

лю, различающемуся, как правило, только формой и материалами наконечников (по аналогии с расстановкой колонок, оказывается, самая “бесплатная”, но и самая важная с точки зрения звука деталь). И именно поэтому **Etymotic Research** застряли навечно в гениально простой конструкции *ER4*, сделав пару упрощенных вариаций на ту же тему (*ER-6*, *hf3* и *hf5*). По этому же пути прошли и все остальные более-менее успешные производители, предпочитая выплатить патентные деньги **ER** вместо попыток изобрести колесо (хотя и такие попытки были тоже). Я подозреваю, что патент **ER** в данном случае может быть так же прост, как и дырка “вперед и иглы” у Зингера (которую никто из производителей швейных машинок, сколько ни старался, обойти так и не смог). Но они были первыми...

Я провозился с *ER4* много лет и нисколько не жалею о потраченном времени. Кстати, я показал свою последнюю версию (см. прилагаемое фото) Миду во время нашего интервью, и он попросил меня надеть их — после чего с удивлением констатировал, что он никогда не думал, будто его конструкция может так глубоко входить в слуховой канал (индивидуальная настройка, однако!).

Под конец замечу, что, вроде бы, сомнительная фраза о “революционности” возврата к прослушиванию музыки на хороших наушниках все же имеет право на существование. Наушники позволяют использовать технические решения, которые невозможно *полноценно* реализовать в “традиционном” варианте использования акустических систем в помещении. Очень рекомендую послушать частоты 20 Гц и, скажем, 16 кГц на *однополосных (!) ER-4S*. Мой же последний *портативный (!), бестрансформаторный (!), триодный (!)* усилитель для наушников (сконструированный и изготовленный Николаем Пономаревым) имеет всего по *одной (!) лампе (!)* на канал и работает полностью от аккумуляторов. Его приблизительная стоимость не превышает 500 долларов. Через наушники я слышу музыки не меньше, чем через “большие” системы, — и, самое главное, для этого мне не нужно ни у кого ничего экспроприировать! ■

