



KEF R&D

LS50 Meta

LS50 Wireless II

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Философия компании	5
LS50 Meta	5
Твитер.....	5
Метаматериалы	5
Технология абсорбирующего метаматериала для твитера.....	6
Соединение абсорбера с куполом твитера.....	7
Волновод Tangerine	8
Демпфирование трубы твитера	8
Конструкция магнитной системы.....	9
Конструкция магнитной системы НЧ/СЧ-динамика	9
Разделительный фильтр	11
Индустриальная эстетика.....	12
Технические характеристики LS50 Meta	13
Приложение 1. Корпус	14
Дифракция.....	14
Жесткие крепления / демпфирование при помощи связанных слоёв.....	14
Приложение 2. Порты фазоинвертора	14
Резонансы внутри корпуса	15
Резонансы «органной трубы»	15
Турбулентность	15
Приложение 3. Uni-Q™	16
Твитер.....	16
Диафрагма	16
Волновод Tangerine.....	16
НЧ/СЧ-динамик	17
Диафрагма	17
Подвес Z-Flex	17
Итоги	18
Список используемой литературы.....	18

LS50 Wireless II	19
Общие сведения	20
Входы	20
Подключение основной АС к вспомогательной.....	20
Поддержка потоковой передачи	20
Обработка DSP	22
Настройки эквалайзера (EQ settings)	22
Режимы Desk и Wall.....	22
Настройка Treble trim	23
Коррекция фазы (Phase correction)	23
Нижняя граничная частота (Bass extension)	24
Добавление сабвуфера.....	25
Синхронизация с изображением (Syncing with Vision)	25
Обновления	25
Усиление мощности.....	25
Итоги	26
Технические характеристики LS50 Wireless II	27



Рисунок 1.
LS50 Meta в цвете Carbon Black

Введение

«Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов».

Эта знаменитая цитата, приписываемая Исааку Ньютону, демонстрирует, как прогресс достигается практически во всех научных дисциплинах. Ведь прогресс является скорее эволюционной стороной развития, чем революционной. Таким образом, все наработки, разработанные для одной модели динамиков и техники, переносятся в последующие конструкции и дополняются.

То, что маленькие динамики могут быть серьезными воспроизводящими Hi-Fi-устройствами, было доказано в 1960-х годах, когда Лори Финчем разработал для Goodmans проект Maxim. Этот динамик с коническим твитером и примитивным разделительным фильтром был крайне неэффективен и быстро устарел к 1970-м годам. Но тем не менее, именно он вдохновил компанию BBC в сотрудничестве с KEF на создание более крупной, но все же миниатюрной модели LS3/5. Первоначально разработанная для акустического моделирования зрительного зала в уменьшенном масштабе, эта конструкция вскоре была признана пригодной в качестве мониторных динамиков в тесных фургонах BBC Outside Broadcast. Впоследствии конструкция была слегка изменена (были модифицированы драйверы), чтобы впоследствии стать легендарно известной моделью LS3/5A.

Шло время, конструкции динамиков прогрессировали, и, наконец, опять пришло время рассмотреть возможности LS3/5A. В 2012 году, в честь 50-летия KEF, на ее основе появилась модель LS50. А совсем недавно была выпущена LS50 Meta. Как следует из названия, эта новая АС является продолжением оригинальной LS50. В данной статье мы еще раз пересмотрим способности этой небольшой мониторной акустической системы.

Философия компании

«Из всего искусства музыка - самое неопределимое и самое выразительное, самое иллюзорное и самое непосредственное, самое скоротечное и самое вечное. Призрак музыки, преобразованный в танец электронов по кабелю, продолжает жить. Когда KEF возвращает музыку к ее законным привычкам, к вашим ушам и разуму, то стремится сделать это наиболее естественным способом... без драматизма, без преувеличения, без уловок».

Раймонд Кук, основатель компании KEF

Эти слова с самого начала определяют философию компании, и сегодня они актуальны как никогда. Постоянные исследования в области материалов и инженерии всегда стимулировали поиски инноваций в KEF с гарантиями, что новые конструкции будут хорошо работать в типичных домашних условиях. Ведь каждый заслуживает отличный звук дома.

LS50 Meta

И LS50 Meta, и LS50 Wireless II оснащены драйверами Uni-Q 12-го поколения с первой в индустрии Технологией Абсорбирующего Метаматериала (Metamaterial Absorption Technology - MAT). Драйвер Uni-Q был разработан на основе серии R и с учетом общей конструкции системы.

Во-первых, добавление технологии MAT потребовало значительного изменения конструкции динамика, что позволило инженерам KEF усовершенствовать такие технологии, как демпфирование трубы твитера.

Во-вторых, серия R состоит из 3-х полос, а LS50 Meta - это 2-полосная акустическая система. Это означает, что СЧ-драйвер должен охватывать гораздо более широкую полосу пропускания, вплоть до низких частот. Хотя он отлично подходит для интеграции в систему, но все же создает проблемы с точки зрения производительности. Имея все это в виду, инженеры KEF внесли ряд изменений в магнитную систему, подвес и диффузор СЧ-динамика, чтобы добиться максимально главной работы.

Твитер

Сзади любого драйвера генерируется столько же звука, что и спереди (см. рис. 2). Это излучение нежелательно и должно быть поглощено.

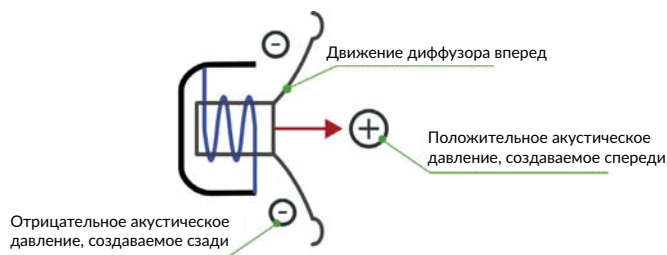


Рисунок 2.
Типовой драйвер

Самым важным нововведением в этой акустической системе является почти идеальное поглощение нежелательного звука сзади купола твитера. Можно вполне обоснованно спросить: «А почему это важно?» Правда, что если твитер прослушивается сам по себе без участия НЧ/СЧ-драйвера (а в данном случае мы говорим о частотах выше примерно 3 кГц), то из этого очень мало что выйдет. Более показательным является прослушивание любой акустической системы без подключенного твитера. Звук становится приглушенным и вполне можно различить, что это играет: пианино или скрипка, но невозможно услышать более глубокую разницу между инструментами - Бёзендёрфер это или Стейнвэй, Страдивари или скрипка другого производителя. Истинный меломан или аудиофил хочет слышать большое количество деталей. Более того, ему необходимо представить себе удары по клавишам или как смычок касается струн. Короче говоря, воспроизведение должно быть как можно ближе к живому выступлению, насколько это возможно. Такие детали зависят от твитера. Чем качественнее твитер, тем больше удовольствия мы получаем от прослушивания музыки.

Метаматериалы

Метаматериалы наиболее известны в сфере оптики, где могут быть созданы синтетические материалы, обладающие свойствами, которые нельзя обнаружить в природе. Например, основной материал может быть пропитан материалом другой плотности, так что показатель преломления изменится по всему материалу. Из этого следует, что такие вещи, как плоские линзы, могут быть изготовлены намного проще, чем шлифовка стекла до нужной формы. Термин «мета» с тех пор получил общее описание любого материала, который проявляет характеристики, чуждые твердой форме. В данном случае пластику ABS придали форму почти идеального широкополосного абсорбера.

Конструкция абсорбера стала совместным проектом KEF и AMG (Acoustic Metamaterials Group). С помощью профессора Пинг Шэна (всемирно известного эксперта по метаматериалам) AMG вывела математическое выражение между спектром поглощения объекта и физической реализацией: она должна иметь минимальную толщину размером 1/10 от длины волны на самой низкой частоте (620 Гц в данном случае).

Технология абсорбирующего метаматериала для твитера

На рис. 3 и 4 показаны компьютерная модель поглощающего материала и его реальное исполнение. Эта конструкция заимствована у акустического абсорбера для помещения, поскольку в его основе лежат резонаторы с 1/4 длины волны звука. 15 отдельных сегментов-трубок, которые по форме похожи на лабиринты, сложены в форме диска. У абсорбера присутствует два слоя, то есть в сумме получается всего 30 таких трубок, каждая из которых настроена на поглощение звука на определенной частоте.



Рисунок 3.
Компьютерная модель абсорбера



Рисунок 4.
Фото абсорбера

У каждой такой трубки очень высокая добротность, что означает высокое поглощение в очень узкой полосе. Единственное демпфирование, при котором энергия рассеивается, происходит за счет трения между воздухом, движущимся в трубках, и по стенкам трубок. Конструкция разработана таким образом, что при объединении эффектов всех трубок поглощение равномерно распределено на широкий диапазон.

На рис. 5 показаны характеристики чувствительности к звуковому давлению, измеренные на закрытых концах каждого из 30 каналов, а также спектр поглощения всего абсорбера.

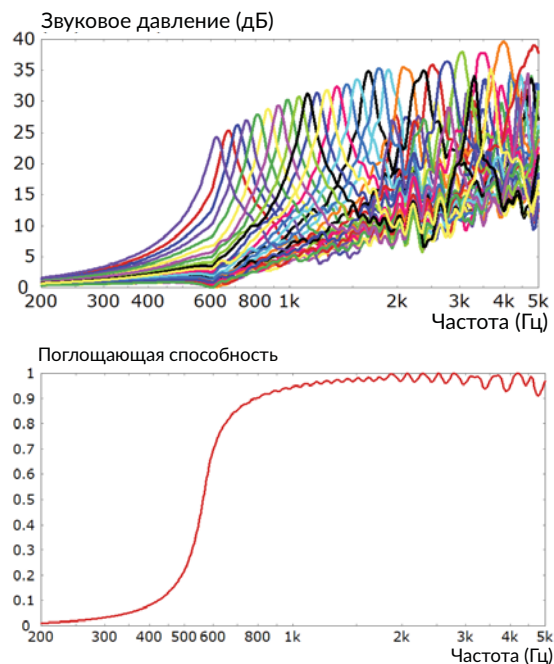


Рисунок 5.

Вверху: чувствительность к звуковому давлению на закрытых концах каждого отдельного канала абсорбера;
Внизу: спектр поглощения всего абсорбера

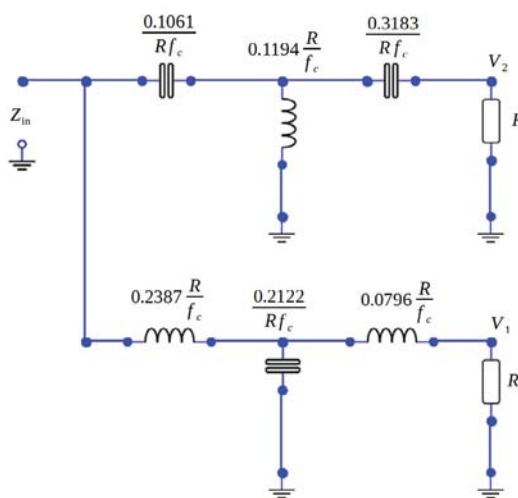


Рисунок 6.

Разделительный фильтр Баттворта 3-го порядка с постоянным сопротивлением. Единицы измерения - Ом, Фарады и Генри. f_c - срез

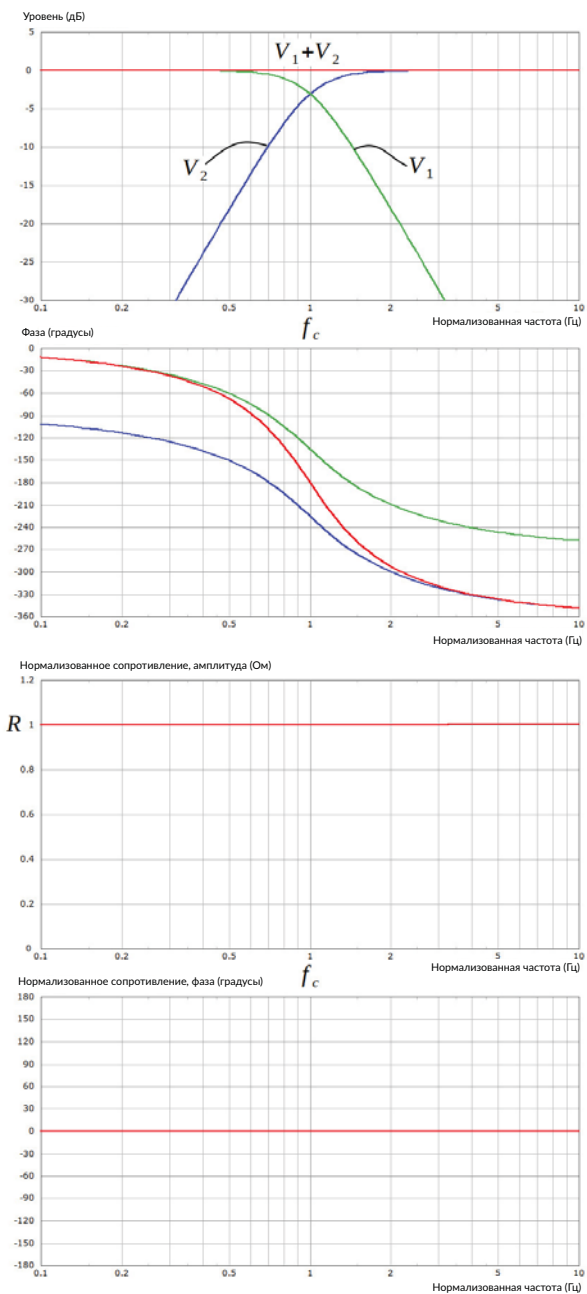


Рисунок 7.

Вверху: АЧХ и ФЧХ передаточных функций V_1 (зеленый), V_2 (синий) и $V_1 + V_2$ (красный);
Внизу: АЧХ и ФЧХ входного сопротивления

Выше представлены измерения в стационарном режиме. Любой, кто знаком с фильтрами, знает, что, хотя АЧХ узкополосных фильтров может хорошо дополнять целостность системы, но обычно скрывает наличие всепропускающих ФЧХ и так называемое «размазывание по времени» (time-smearing).

Система называется неминимальной фазой. Она имеет место при суммировании передаточных функций отдельных каналов графических эквалайзеров и выходов двух или более драйверов, запитываемых через пассивную сеть разделительных фильтров динамиков. Размазывание по времени можно легко отобразить с помощью импульсных измерений, где изменение профиля между возбуждающим сигналом и сигналом, генерируемым устройством(ами), указывает на размазывание.

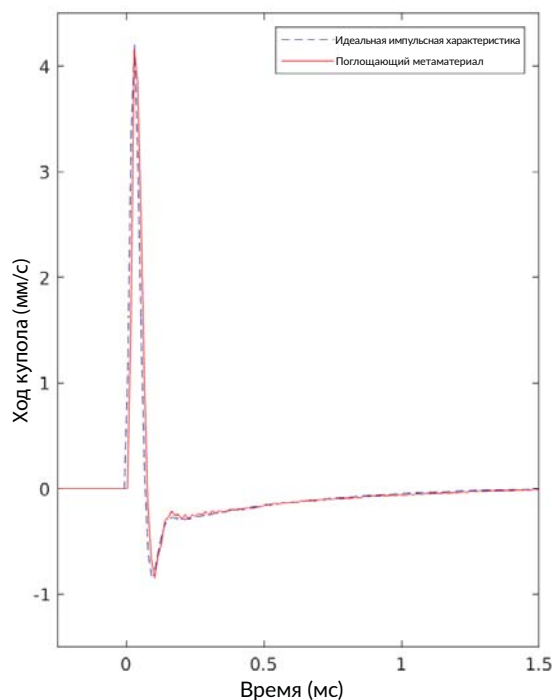


Рисунок 8.

Импульсная характеристика хода купола твитера (красный), совмещенная с идеальной характеристикой (синий пунктир)

Однако необходимо понимать, что здесь используется акустическое сопротивление, а не передаточная функция.

Чтобы провести электрическую аналогию, рассмотрим пассивную сеть с постоянным сопротивлением (рис. 6).

Если отдельные передаточные функции низких (V_1) и высоких частот (V_2) являются минимальными фазами, то их сумма ($V_1 + V_2$) - не является. Это всепропускающий (allpass) фильтр 2-го порядка.

Однако общее входное сопротивление (Z_{in}) является чистым сопротивлением R . Таким образом, это и есть минимальная фаза. В данном случае всепропускающий (allpass) фильтр отсутствует (рис. 7).

Чтобы показать, что абсорбер действительно с минимальной фазой и не вносит размазывания по времени, на рис. 8 показана импульсная характеристика движения купола твитера, наложенная на идеальную минимальную фазовую характеристику. Разницы практически нет.

Движение купола твитера было выбрано потому, что оно хорошо поддается измерению, какое увеличивает показатель отношения сигнал/шум. Оба сигнала во избежание ошибок были одинаково ограничены по полосе.

Соединение абсорбера с куполом твитера

Абсорбер находится в задней части драйвера Uni-Q™ и соединен с куполом твитера слегка сужающимся коническим каналом, который действует как волновод. Этот волновод проходит через центральные полюса как драйвера твитера, так и НЧ/СЧ-драйвера. В данной модели была полностью изменена конструкция магнитной системы твитера: для правильной работы воздуховода был расширен диаметр канала (разница в магнитных системах показана на рис. 9).

Небольшое количество абсорбирующего материала помещается в канал, благодаря чему получается двойной эффект: уменьшение количества пульсаций на высоких частотах и точная настройка изгиба спектра поглощения. На рис. 10 показан спектр поглощения непосредственно за диафрагмой купола.



Рисунок 9.

Магнитные системы твитеров - LS50 (слева) и LS50 Meta (справа)

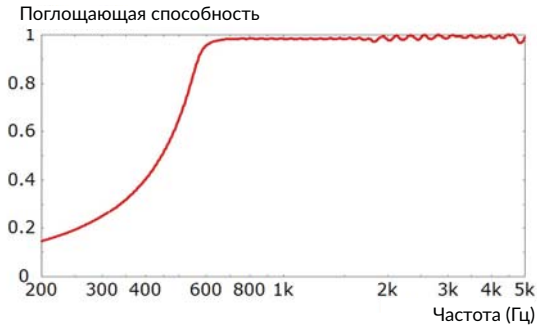


Рисунок 10.

Поглощение на входе в конический канал непосредственно за диафрагмой купола.

Волновод Tangerine

Многие инженеры-акустики были бы настолько довольны разработкой идеального абсорбера твитера, что спокойно бы покоились после этого на лаврах. Но конструкция динамика больше похожа на чистку луковицы - удалите один слой, и откроется другой. То же самое и с пропаданием окраски звучания, вызванным неполным поглощением излучения сзади. Так почему же подвергался воздействию меньший, но все же важный слой окраски звучания? Оказалось, что волновод и опора купола - оба пластиковых изделия - деформируются при воспроизведении высоких частот (рис. 11).



Рисунок 11

Моделирование чрезмерной деформации волновода Tangerine и опоры купола на частоте 12 кГц

К обоим компонентам были добавлены ребра жесткости, что уменьшило деформацию. На рис. 12 показаны фактически измененные части (вид сзади), а на рис. 13 показан график уменьшения смещения.

Следует отметить, что модифицированные детали имеют площадь, сопоставимую с самим куполом твитера, и любое движение добавит слышимой окраски всему звуку.

Основные принципы работы волновода Tangerine, представленного в предыдущих моделях, см. в Приложении 3.

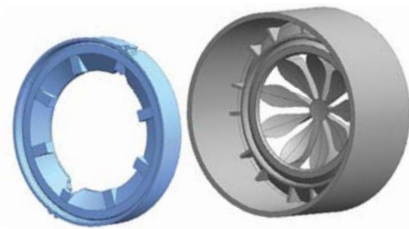


Рисунок 12

Модифицированные опора купола и волновод Tangerine с рёбрами жесткости (вид сзади)

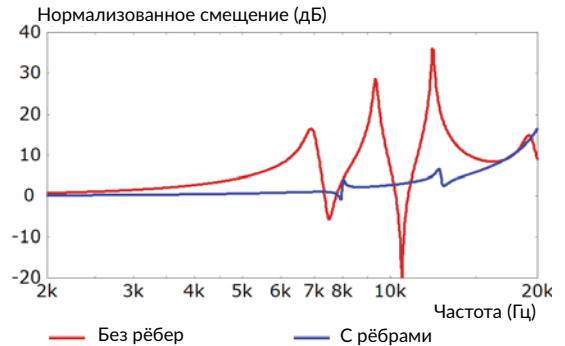


Рисунок 13

Моделирование смещения волновода Tangerine

Демпфирование трубы твитера

Одна из проблем при создании комбинированного драйвера, такого как Uni-Q, связана с трубами, разделяющими составные части. Между движущейся звуковой катушкой среднего диапазона и статическим началом волновода твитера имеется узкий канал - кольцевая труба. Этот канал действует как резонатор в виде органной трубы и возбуждается выходным сигналом твитера. Резонансы добавляют серию дефектов в АЧХ, которые отсутствуют, если труба закрыта.

Очевидно, что эта кольцевая труба необходима для того, чтобы позволить НЧ/СЧ-диффузору и звуковой катушке двигаться, поэтому решение заключалось в создании полости между магнитами СЧ-динамика и твитера, с которыми эта кольцевая труба соединялась (рис. 14). Было обнаружено, что добавление демпфирующего материала к этой вновь созданной полости эффективно для подавления резонансов в кольцевой трубе. При этом устранение дефектов АЧХ сразу же проявилось как улучшение четкости деталей (рис. 15).

Эта функция - демпфирование трубы твитера - впервые была представлена в серии R (2018) и стала серьезным событием, которое привело к рождению Uni-Q 12-го поколения. Однако, добавление технологии MAT и изменение структуры системы твитера для LS50 Meta потребовало переделки демпфирующего материала трубы твитера. Также для улучшения характеристик была проведена дополнительная работа в отношении формы полости и размещения поглощающего материала, который теперь состоит из двух колец - для повышения производительности.

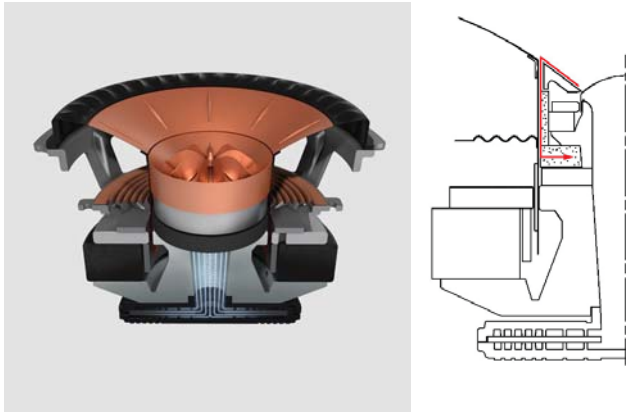


Рисунок 14.

Драйвер Uni-Q с демпфированной оптимизированной трубой



Рисунок 15.

АЧХ твитера: с демпфированной трубой (синий) и без демпфирования (красный)

Конструкция магнитной системы

В дополнение к уже сказанной модификации магнитной системы твитера (расширенный диаметр воздуховода), были внесены и другие изменения, чтобы обеспечить более стабильную работу звуковой катушки.

На рис. 16 показана разница в конструкции двигателя твитера оригинального LS50 и LS50 Meta.

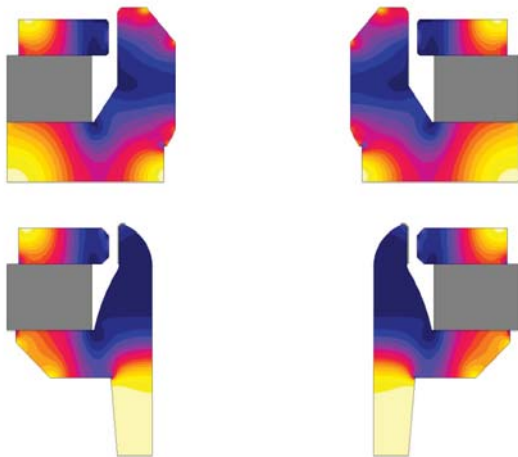


Рисунок 16.

Магнитные системы твитера LS50 (вверху) и LS50 Meta (внизу)

Одним из основных изменений является разница в размерах воздуховода - в 2,5 раза больше, чем у оригинального LS50, что увеличивает объем воздуха, доступного для твитера.

Это означает, что как можно больше звука с задней стороны купола направляется в абсорбер из метаматериала, а также снижает нелинейные искажения, вызванные изменениями давления воздуха сзади твитера.

Когда твитер двигается, он сжимает и разжимает воздух за собой. Это отрицательно влияет на характеристики хода и линейность твитера. Чем больше объем воздуха, тем меньше эффект.

Также следует отметить повышенную насыщенность стальных компонентов магнитной системы. Цветное изображение указывает на магнитную индукцию по всей площади стали, а темно-синий указывает на магнитную насыщенность.

Обычно магнитное поле в трубе возмущается электрическим током из звуковой катушки. Возмущения не могут возникнуть, если магнитная система насыщена, поэтому сила и, следовательно, движение звуковой катушки более точно соответствует входному сигналу.

Насыщенность действительно привела к падению плотности потока в трубе. Это было компенсировано изменением звуковой катушки твитера с одного на два слоя, что обычно приводило к увеличению индуктивности катушки с постепенной потерей чувствительности на очень высоких частотах. Медная гильза, находящаяся на центральном полюсе, которая индуктивно соединяется со звуковой катушкой, снижает индуктивное сопротивление эффективнее, чем в модели LS50. Это показано измерениями заблокированной катушки на рис. 17.

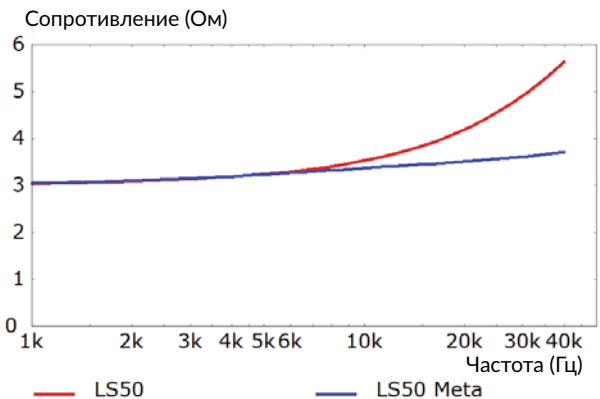


Рисунок 17.

Сопротивление при заблокированной подвижной части твитера

Конструкция магнитной системы НЧ/СЧ-динамика

Конструкция магнитной системы, используемой в НЧ/СЧ-драйвере, также была изменена для уменьшения модуляции движения звуковой катушки. Но на этот раз подход отличается от того, который использовался для твитера. Отчасти потому, что у данного драйвера звуковая катушка выступает наружу (то есть она длиннее, чем труба магнита). Катушка твитера же всегда полностью находится в стальной трубе, так как короче, чем труба магнита.

Индуктивность звуковой катушки представляет собой несколько проблем. Более высокие уровни индуктивности создают большее магнитное поле, когда сигнал проходит через звуковую катушку. Это магнитное поле вызывает искажения, поэтому чем ниже индуктивность звуковой катушки, тем создается меньшее магнитное поле, и следовательно, меньше искажений.

Индуктивность звуковой катушки также имеет тенденцию изменяться, когда катушка перемещается в трубе (модуляция). Сталь действует в качестве сердечника, увеличивая индуктивность катушки, а величина стали (и, следовательно, индуктивность) изменяется в зависимости положения катушки. Эта изменчивость является проблемой, поскольку вносит нелинейные искажения в характеристики динамика. В итоге в LS50 Meta используется большее количество вспомогательных алюминиевых деталей, чем в оригинальном LS50. Алюминий, хоть и немагнитный материал, но зато является проводником и индуктивно соединяется со звуковой катушкой. В результате он снижает значение индуктивности катушки, что снижает модуляцию магнитного потока в системе, уменьшая нелинейные искажения. Конструкции магнитных систем LS50 и LS50 Meta сравниваются на рис. 18. Алюминиевые детали окрашены в светло-серый цвет. В оригинальном LS50 между магнитом и звуковой катушкой алюминиевое кольцо не такое большое, как в LS50 Meta. Вдобавок сверху добавлено еще одно кольцо. Красная окантовка на синей стали - это показатель модуляции катушки. И, как видно, она намного меньше в LS50 Meta.

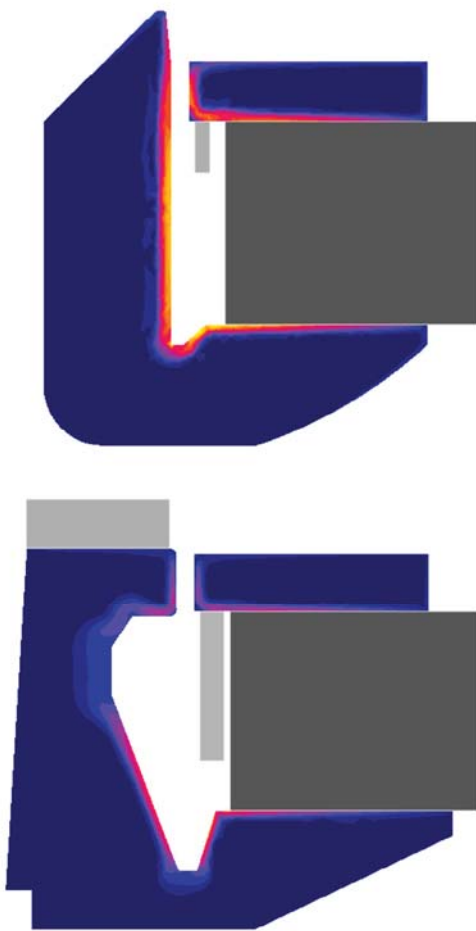


Рисунок 18.

Магнитные системы НЧ/СЧ-динамика LS50 (вверху) и LS50 Meta (внизу)

Магнитная система LS50 Meta также имеет конструкцию с обрезанной опорой для минимизации объема стали и более точной фокусировки магнитного поля на звуковой катушке. Также полезно измерить индуктивность звуковой катушки на разных частотах и сравнить разные конструкции. Для измерений звуковая катушка заблокирована

(приклеена) в центральном (исходном) положении (на рис. 19). В LS50 Meta - с закорачивающими кольцами - гораздо меньший показатель индуктивности, чем в других конструкциях.

Модуляция индуктивности также была измерена на двух разных частотах (200 Гц и 2 кГц) в зависимости от отклонения. Рис. 20 ясно показывает, что конструкция LS50 Meta с закорачивающими кольцами демонстрирует наименьшее изменение индуктивности при движении динамика - частотная характеристика остается сбалансированной, с небольшим влиянием хода динамика.

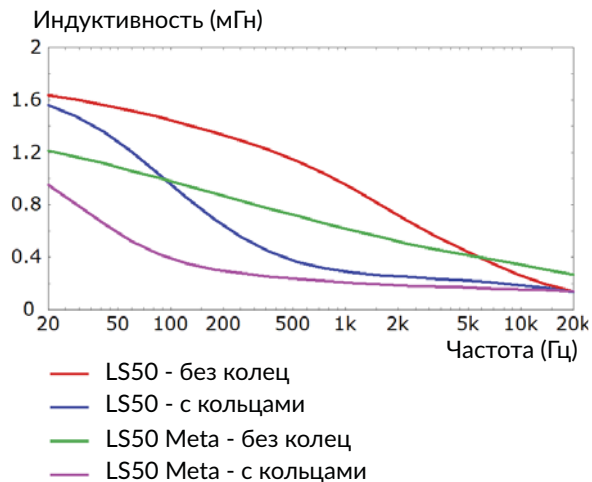


Рисунок 19.

Индуктивность заблокированной звуковой катушки НЧ/СЧ-динамика в зависимости от частоты

Изменение конструкции магнита имело еще два преимущества. Обрезанная центральная опора дает более высокую плотность магнитного потока в самой трубе и меньшую магнитную окантовку (рис. 21). Это приводит к более высокой чувствительности драйвера и более линейному движению при высоких амплитудах хода (рис. 22).

На рисунках 18-22 мы наблюдаем, что новая конструкция обеспечивает меньшую модуляцию магнитной индукции в трубе, более линейный ход, меньшую индуктивность звуковой катушки и практически неизменяемую индуктивность даже при изменении положения звуковой катушки. Результатом всего этого анализа и модификации является значительное снижение общего гармонического искажения (THD) в диапазоне наиболее чувствительных для уха частот (рис. 23).

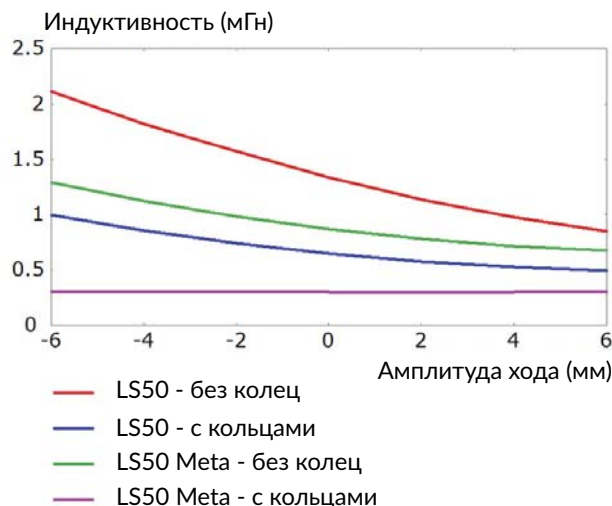


Рисунок 20а.

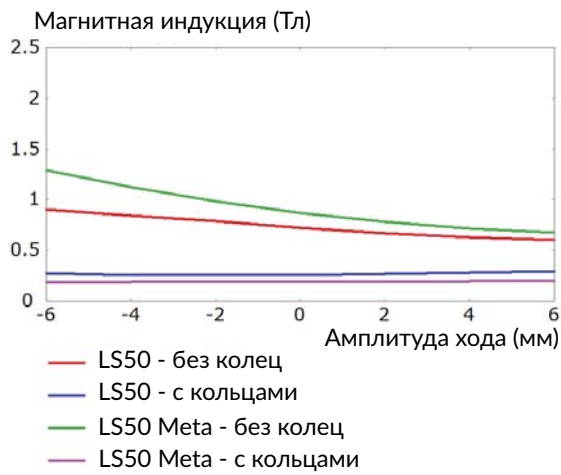


Рисунок 20b.

Индуктивность звуковой катушки НЧ/СЧ-динамика в зависимости от смещения при 200 Гц (рисунок 20a) и 2 кГц (рисунок 20b)

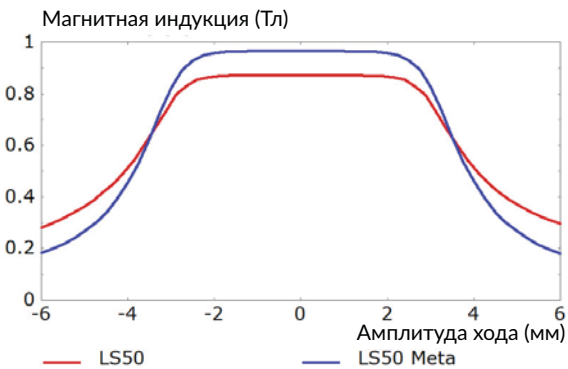


Рисунок 21.

Сравнение магнитной индукции в трубе

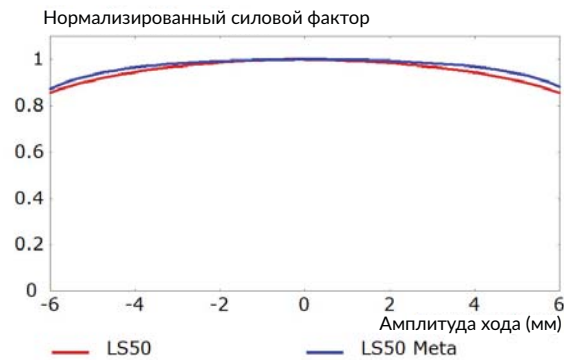


Рисунок 22.

Сравнение силового фактора НЧ/СЧ-динамика



Рисунок 23.

Коэффициент гармонических искажений, измеренный как процент от основного уровня звука 90 дБ SPL на расстоянии 1 м для LS50 (красный) и LS50 Meta (синий)

Разделительный фильтр

Схема разделительного фильтра LS50 Meta показана на рис. 24. Более плавная характеристика нового твитера привела к меньшему количеству компонентов в ФВЧ, а оставшийся последовательный конденсатор (C1) стал более высококачественным.

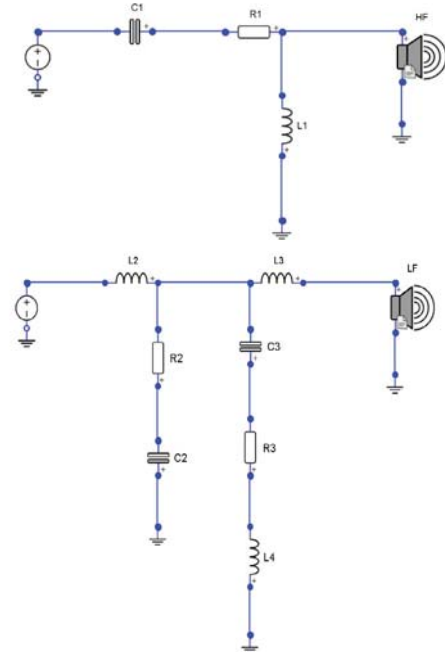


Рисунок 24.

Схема разделительного фильтра LS50 Meta

ФНЧ аналогичен оригинальному LS50, но включает в себя параллельную резонансную ветвь с дополнительной низкой добротностью (C3-R3-L4), чтобы компенсировать более высокую чувствительность в верхнем среднем диапазоне драйвера из-за его более низкой индуктивности. Катушка индуктивности L4 - единственная в фильтре, имеющая сердечник. Очень важно, чтобы только резистор R3 управлял добротностью этой ветви. С этой целью сопротивление катушки L4 (которое может изменяться при нагревании при прохождении тока) поддерживается как можно более низким. Поскольку сердечник является возможным источником гармонических искажений, если он приближается к насыщению, были проведены измерения, чтобы связать ток, проходящий через L4, с током, проходящим через L2. На рис. 25 видно, что ток, проходящий через L4, намного ниже, а вероятность насыщения его сердечника практически равна нулю, что подтверждается измерениями гармонических искажений на рис. 23.

Чтобы свести к минимуму любую связь между катушками индуктивности, три из них в ФНЧ расположены ортогонально, а ФВЧ находится на отдельной плате, размещенной на значительном расстоянии от ФНЧ.

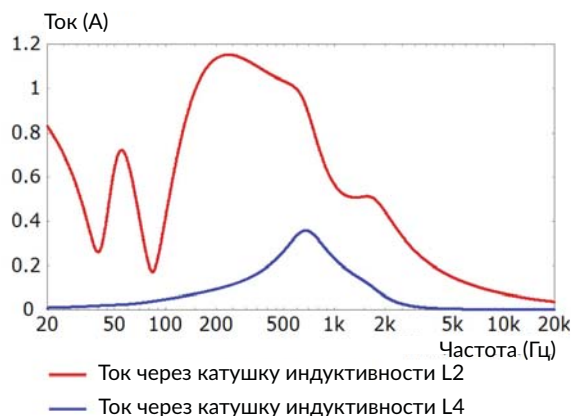


Рисунок 25

Потребляемый ток катушек L2 и L4 на входе 2,83 В.

Индустриальная эстетика

Немного изменилось по сравнению с оригинальным LS50, но есть несколько изменений в задней части корпуса для улучшения характеристик и внешнего вида (рис. 1 и 26):

- Выход порта фазоинвертора теперь находится на одном уровне с остальной поверхностью задней панели, что дополнительно снижает турбулентность.
- Устранены 4 заглушки в углах для крепежных болтов.
- Задняя панель стала слегка выпуклая.
- Добавлен ступенчатый переход между задней панелью и боковинами корпуса.
- Вокруг каждой клеммы присутствует небольшая выемка.



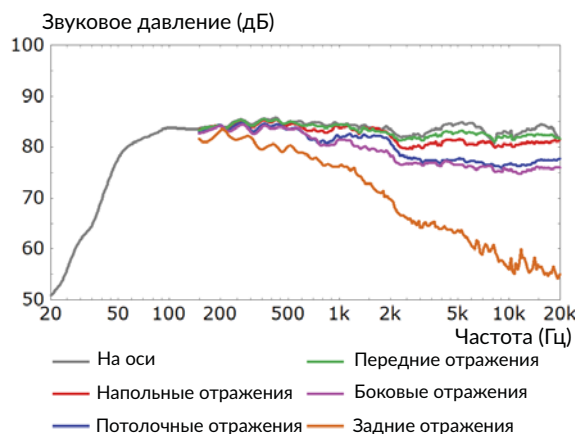
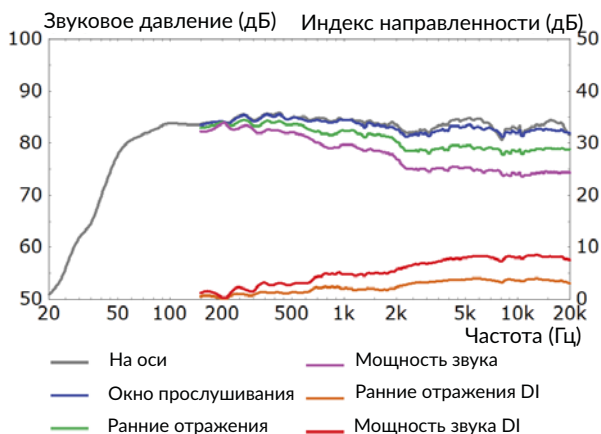
Рисунок 26

Задняя панель LS50 (слева) и LS50 Meta (справа)

Технические характеристики LS50 Meta

Тип	Полочная акустическая система
Детали конструкции	Драйвер Uni-Q™ НЧ/СЧ-динамик: 130 мм (5,25") с диффузором из магниево-алюминиевого сплава Твитер: 25 мм (1") с куполом из алюминиевого сплава с Технологией Абсорбирующего Метаматериала (MAT)
Диапазон частот (-6 дБ)	47 Гц - 45 кГц
Частотная характеристика (±3 дБ)	79 Гц - 28 кГц
Чувствительность (2,83 В, 1 м)	85 дБ SPL
Макс. звуковое давление на расстоянии 1 м	106 дБ
Гармонические искажения	<0.4% при 175 Гц - 20 кГц (90 дБ SPL, 1 м)
Частота разделения каналов	2,1 кГц
Номинальное сопротивление	8 Ом
Минимальное сопротивление	3,5 Ом
Габариты	302X200X278 мм
Вес	7,2 кг

Характеристики хотя и полезны для сравнения, но не полностью описывают впечатления от прослушивания. Какими бы хорошими ни были комплектующие, очень важно включать в систему разделительный фильтр. Графики ниже, включающие дополнительную информацию о направленности и раннем отражении в соответствии с исследовательской работой Флойда Тула (Floyd Toole [9] [10]), отображают, насколько плавная АЧХ у LS50 Meta. Все они указывают на превосходное качество системы при прослушивании.



Приложение 1. Корпус

Конструкция корпуса LS50 Meta полностью идентична конструкции оригинального LS50.

Дифракция

Дифракция - это вторичное излучение, которое возникает, когда звуковая волна от драйвера встречается с острым краем. Это вторичное излучение вызывает мини-эхо, которое размывает выходной сигнал драйвера.

Данный эффект зависит от угла, но его необходимо минимизировать, чтобы сохранить четкость звука.

На очень низких частотах, острые края корпуса не сильно влияют - звук просто плавно обтекает объект (словно морская волна, обволакивающая небольшой камешек). Но на очень высоких частотах только лишь минимальная часть энергии проходит через переднюю панель из-за повышенной направленности излучающей диафрагмы, а уровень вторичного излучения при этом низкий. Между этими крайностями заметное влияние оказывает форма корпуса, особенно передняя панель.

Традиционно считалось, что края панели должны быть закруглены, желательно с радиусом, аналогичным длине волны звука. Однако подробное исследование показало, что если панель изогнута, углы по краям не должны достигать 90 градусов для устранения большей части дифракционного эффекта. Это крайне благоприятно, потому что полное закругление углов с большим радиусом занимает много места и не очень хорошо смотрится. Передняя панель данной модели достаточно изогнута в обоих направлениях, чтобы дифракция не была слышна.



Рисунок 27.
Панель с низкой дифракцией

Жесткие крепления / демпфирование при помощи связанных слоёв

Конечная цель конструкции любого динамика - добиться того, чтобы вся звуковая энергия исходила от драйвера, а не от чего-либо еще. Стенки корпуса представляют собой особую проблему, поскольку они имеют гораздо большую площадь, чем диафрагмы драйвера, и их выход может быть проблематичным при относительно небольшом изгибе. Звук не только задерживается по сравнению с прямым звуком от драйверов, но и сильно искажается, и в результате окраска звука может быть крайне неприятной.

Вибрация стенок корпуса вызывается как изменением давления воздуха внутри корпуса, так и силой реакции на двигательную систему, когда диафрагма движется вперед и назад. Последняя сила передается через каркас драйвера на панель корпуса АС.

То, что панель корпуса вообще должна там присутствовать, можно понять, вернувшись к рис. 2. НЧ/СЧ-динамик излучает энергию назад, и эту энергию необходимо сдерживать, иначе тыловое излучение будет постепенно гасить переднее излучение. Это будет происходить поскольку частота уменьшается и поглощается, то есть фактически означает превращение его в тепло.

Это ограничение традиционно выполнялось путем добавления распорок внутри корпуса. Само по себе это дает меньший эффект, чем можно было бы ожидать, просто рассматривая статическую жесткость. Этому способу свойственна тенденция переносить проблему на более высокие частоты. Однако, более простой способ добавления слоя из рассеивающего энергию материала между распорками и стенками корпуса поглощает гораздо больше энергии. Этот метод называется демпфированием при помощи связанных слоёв. Данный материал располагается между распорками и динамиком/панелью, преобразовывая вибрацию в тепло.

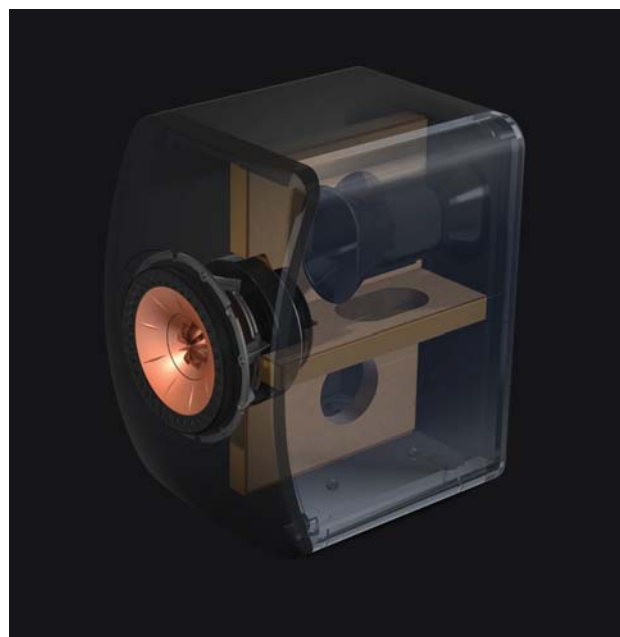


Рисунок 28.
Демпфированные распорки при помощи связанных слоёв

Приложение 2. Порты фазоинвертора

Порты используются для усиления низких частот. У них есть двойное преимущество. Они обеспечивают более низкую частоту среза, чем системы с закрытым корпусом для того же размера корпуса. А также, в пределах рабочего диапазона порта НЧ-динамик двигается меньше, что снижает искажения.

Однако порты не лишены недостатков.

- Они могут быть окном для резонансов в воздушной полости внутри корпуса.
- На средних частотах они действуют как органная труба и демонстрируют серию резонансов.
- Они могут быть источником шума, если возникает эффект турбулентности в отверстии фазоинвертора (так называемый chuffing - свист).

Резонансы внутри корпуса

Порт расположен на задней панели корпуса. У этого положения есть два преимущества:

- Резонансы внутри корпуса имеют относительно высокие частоты, и звуки не направлены на слушателя.
- На задней панели больше свободы по сравнению с передней при размещении порта, поэтому он устанавливается рядом с узлами резонансов. В итоге через порт передается меньше энергии.

Чтобы продемонстрировать последний пункт, обратимся к рис. 29. Здесь показана разница в выходе, когда порт расположен в пучности и в узле внутреннего резонанса. Для первого из этих измерений набивка отсутствует внутри корпуса, поэтому эффект резонанса становится хорошо заметным. Резонанс хорошо виден в общей АЧХ. Когда порты расположены оптимально и добавлена набивка, резонансы сильно подавляются и, как видим, пропадают в общей АЧХ.

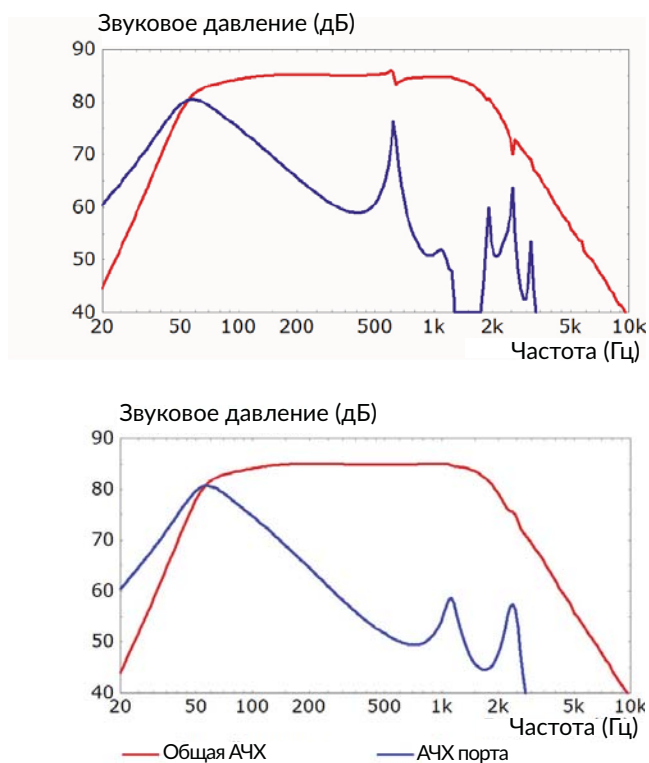


Рисунок 29.

Графики сигналов на выходах с портом - неоптимизированным (вверху) и оптимизированным (внизу) расположением

Резонансы «органной трубы»

Данные резонансы внутри порта могут быть значительно уменьшены, если его стенки обладают определенной гибкостью. Поэтому в данной модели (первоначально разработан для оригинальной LS50) вместо обычного жесткого пластика стенки изготовлены из пенопласта с закрытыми порами. Данный метод значительно снижает колебания давления, присущие более высоким частотам.

Рис. 30 иллюстрирует этот метод с использованием анализа методом конечных элементов (Finite Element Analysis - FEA), где цветовая шкала от зеленого до красного указывает уровень давления воздуха.

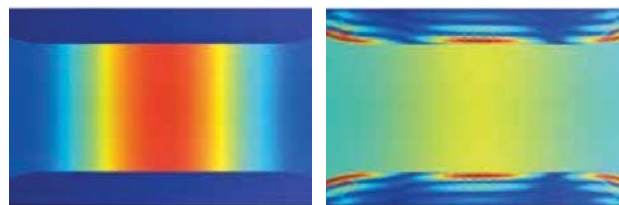


Рисунок 30.

Сравнение с помощью метода конечных элементов величины давления в порте на первой стоячей волне с жесткими стенками (слева) и гибкими стенками (справа)

Турбулентность

Этот эффект возникает на обоих концах порта, когда воздух выходит из порта либо из корпуса, либо внутрь корпуса. Решение этой проблемы состоит в расширении обоих концов порта (рис. 31). Постепенное расширение воздуха за счет раструба снижает турбулентность и, следовательно, слышимость свиста. Следует отметить, что если допустить создание турбулентности, то не только будет слышен свист, но и характеристики порта будут меняться в зависимости от уровня звука, ухудшая динамический диапазон динамика.

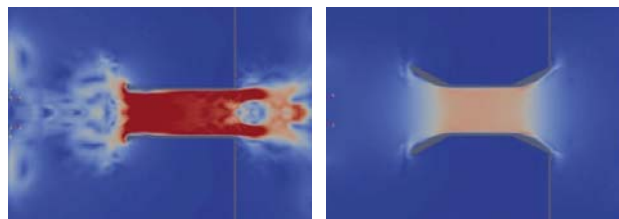


Рисунок 31.

Контур давления воздушного потока стандартного прямого порта (слева) и раструбного порта (справа)

На рис. 32 показан окончательный вариант порта, расположенного внутри корпуса LS50 Meta.

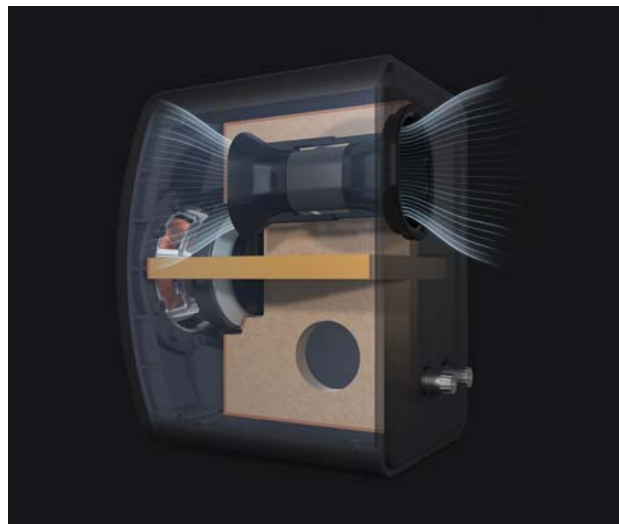


Рисунок 32.

Раструбный порт внутри LS50 Meta

Приложение 3. Uni-Q™

Технология Uni-Q стала основой практически всех акустических систем KEF с момента ее появления в 1988 году.

Она представляет собой святой Грааль конструкции акустических систем, поскольку именно благодаря ей кажется, что весь звук исходит из одной и той же точки пространства. Коаксиальные акустические системы существовали за много лет до появления Uni-Q, но твитер никогда до этого не был согласован по времени с СЧ- или НЧ/СЧ-динамиком. Либо твитер звучал впереди более крупного драйвера, что приносило дополнительный недостаток, ухудшающий характеристику динамика, либо значительно позади. С технологией Uni-Q акустический центр обоих динамиков находится в одной точке, а драйвер большего размера действует как волновод для твитера. В результате смесь из двух устройств практически безупречна с точки зрения АЧХ и рассеивания. Эти два устройства вместе могут рассматриваться как один драйвер без потери производительности.

За прошедшие годы концепция Uni-Q постоянно совершенствовалась. Форма диффузора СЧ-динамика была оптимизирована для создания оптимального рассеивания на всех частотах, а такие инновации, как волновод Tangerine, улучшили характеристики твитера. Uni-Q прост по идее, но сложно реализуем на практике. Поэтому некоторые из ранее разработанных методов и перенесены в эту модель.

Твитер

Диафрагма

Купольная диафрагма изготовлена из алюминия. Более экзотические материалы - например, алмаз и бериллий - иногда используются, чтобы увеличить жесткость и максимально подтолкнуть поршневую часть твитера. Но это можно сделать с помощью алюминия при гораздо более низких затратах и при условии использования изобретательности во время проектирования конструкции купола.

Оптимальной формой купола для нагрузки волновода является сферическое поперечное сечение. Но самой оптимальной формой для жесткости является эллиптическое поперечное сечение. Оба они были объединены и запатентованы под названием KEF Stiffened Dome (купол с усиленной жесткостью). Цельный эллиптический купол и каркас звуковой катушки глубоко вытянуты, а центр удален. Эта конструкция закрыта сферическим куполом, и в месте соединения двух частей образуется очень жесткое треугольное сечение.

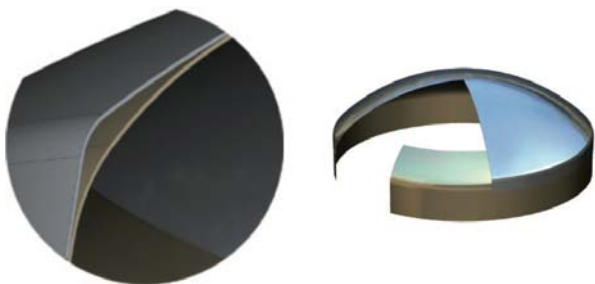


Рисунок 33.

3D-изображения в разрезе купола твитера и удлиненного каркаса, которые при соединении образуют треугольный элемент жесткости

Волновод Tangerine

Граница между излучением купола твитера и волноводом, образованным диффузором СЧ-динамика, чрезвычайно важна. В идеале диафрагма должна представлять собой пульсирующий купол, что требует изменения радиуса кривизны. Это невозможно, и движение происходит в одном направлении по всей поверхности купола. Чтобы компенсировать эту неидеальную ситуацию и исключить конструкцию компрессионных драйверов, был разработан волновод Tangerine для восстановления правильной связи между куполом и всем волноводом.

Улучшенная связь на частотах выше 5 кГц приносит с собой полезное увеличение чувствительности и уменьшение высоты первого резонансного пика, как показано на рис. 34.

На рис. 35 показан волновод Tangerine в составе Uni-Q. Обратите внимание, что волновод Tangerine был перенесен из предыдущих моделей, но здесь он улучшен за счет дополнительной жесткости, описанной в разделе о новых функциях (рис. 12).

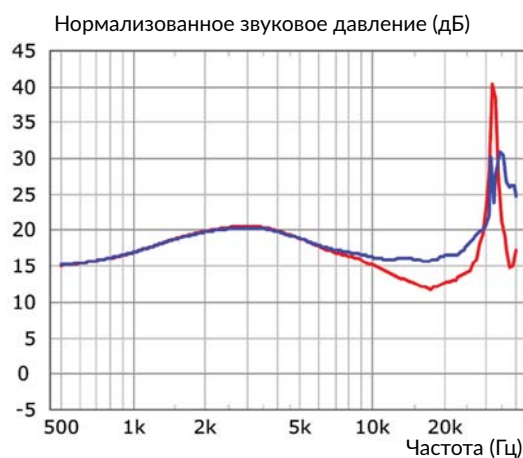


Рисунок 34.

Сравнение с помощью метода конечных элементов выхода твитера без волновода Tangerine (красный) и с волноводом Tangerine (синий)



Рисунок 35.

Волновод Tangerine в верхней части купола твитера

НЧ/СЧ-динамик

Диафрагма

Диффузор изготовлен из сплава магния и алюминия. Как и купол твитера, он служит для обеспечения необходимой жесткости, чтобы создавалось чистое поршневое движение в рабочем диапазоне динамика. Жесткость повышается за счет радиального тиснения профиля диффузора. Тем не менее, диффузор по-прежнему подвержен разрушению, но на этот раз в частотном диапазоне, покрываемом твитером.

Резонансы, находящиеся в пределах человеческого звукового диапазона, нужно исправлять, а не выводить их за пределы слышимости. Это достигается путем введения гибкого изоляционного материала между диффузором и каркасом звуковой катушки.

Резонансы с высокой добротностью укрощаются до такой степени, что легко ослабляются разделительным фильтром, и это не дает им пробиваться через выход твитера. На рис. 37 показано улучшение АЧХ динамика в результате использования изоляционного материала. Ведь механическая коррекция всегда намного лучше, чем выравнивание пиков с помощью разделительного фильтра. Последний не подавляет пики гармонических искажений, суб-кратных основной гармонике.



Рисунок 36

Стык Cone Neck Control между каркасом звуковой катушки и диффузором динамика.



Рисунок 37

Влияние стыка Cone Neck Control на АЧХ НЧ/СЧ-динамика

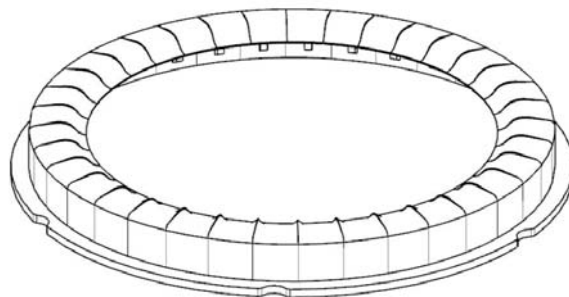


Рисунок 38

Графическое изображение подвеса Z-Flex

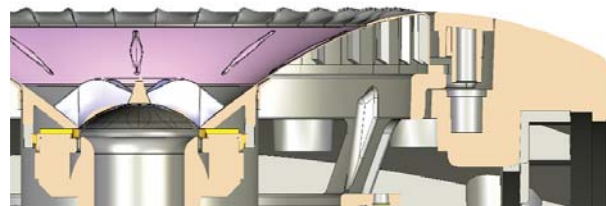


Рисунок 39.

Поперечное сечение драйвера Uni-Q и декоративного кольца

Подвес Z-Flex

Диффузор СЧ-динамика и его подвес образуют волновод для твитера. Но стандартный подвес не идеален в этом отношении, особенно близко к оси динамика, где симметрия имеет большое значение.

Подвес Z-Flex был специально разработан для обеспечения необходимого движения НЧ/СЧ-диффузора, и в тоже время имел более плоскую форму, чтобы диффузор и подвес более аккуратно взаимодействовали друг с другом в качестве волновода твитера.

Кроме того, внешнее декоративное кольцо является частью общего дизайна, обеспечивая плавный переход от твитера к передней панели корпуса.

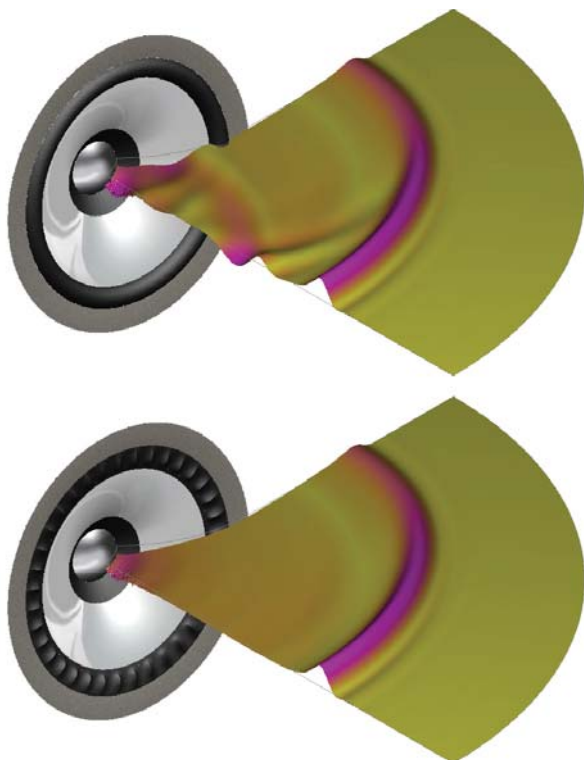


Рисунок 40.

Выходная импульсная характеристика твитера смоделирована с помощью анализа методом конечных элементов с полукруглым подвесом (вверху) и подвесом Z-Flex (внизу). Обратите внимание на улучшенную характеристику внизу, особенно вблизи оси динамика.

Итоги

Как можно заключить из этой статьи, в LS50 Meta заложено множество технологий, как новых, так и существующих, что является кульминацией многолетних инноваций и опыта KEF.

Но вся эта технология, хоть и решает законные проблемы воспроизведения звука с научной точки зрения, бесполезна, если слушатель не приближается к «звуковой Утопии» - то есть получает от прослушивания все больше и больше удовольствия и удовлетворения.

Это, наверное, лучший компактный пассивная мониторная АС, которая доступна на сегодня. Смелое заявление, но справедливое. И не только из-за инженерных решений, заключенных в этой модели, но и потому, что инженерами, ответственными за его конструкцию, в основном являются несостоявшиеся музыканты, которые полностью осведомлены о том, что звучит хорошо и что плохо, и какие недостатки ухо способно пропускать.

Список используемой литературы

- [1] M. Yang, S. Chen, C. Fu and P. Sheng, "Optimal sound-absorbing structures," Mater. Horiz., vol. 4, pp. 673-680, 2017.
- [2] S. Degraeve and J. Oclec-Brown, "Metamaterial Absorber for Loudspeaker Enclosures," 148th Audio Eng. Soc. Convention, 2020.
- [3] KEF Research and Development, "R Series White Paper," 2018.
- [4] KEF Research and Development, "The Reference White Paper," 2013.
- [5] M. Dodd and J. Oclec-Brown, "New methodology for the Acoustic Design of Compression Driver Phase Plugs with Concentric Annular Channels," J. Audio Eng. Soc., vol. 57, no. 10, pp. 771-787, Oct 2009.
- [6] M. Dodd and J. Oclec-Brown, "A New Methodology for the Acoustic Design of Compression Driver Phase Plugs with Radial Channels," 125th Audio Eng. Soc. Convention, 2008.
- [7] M. Dodd, "The development of the KEF LS50, a compact two way loudspeaker system," International Conference, Helsinki, Finland, 2013.
- [8] A. Salvatti, A. Devantier and D. J. Button, "Maximizing Performance from Loudspeaker Ports," J. Audio Eng. Soc., vol. 50, no. 1/2, pp. 19-45, Jan. 2002.
- [9] F. E. Toole, "Loudspeaker Measurements and Their Relationship to Listener Preferences: Part I," J. Audio Eng. Soc., vol. 34, no. 4, pp. 227-235, Apr. 1986.
- [10] F. E. Toole, Sound Reproduction, The Acoustics and Psychoacoustics of Loudspeakers and Rooms, Amsterdam; Boston: Elsevier, 2008.

LS50 Wireless II



Рисунок 41
Задняя панель основной АС



Рисунок 42
Задняя панель вспомогательной АС

Общие сведения

Активная акустическая система LS50 Wireless II включает в себя всю ту же самую технологию, описанную для пассивной LS50 Meta, плюс несколько дополнительных функций, которые либо улучшают воспроизведение, делая его более достоверным, либо расширяют функциональность.

Электроника, установленная на задней панели, включает в себя два канала усиления мощности (по одному каналу для каждого усилителя и каждый с еще большей мощностью, чем в оригинальной LS50 Wireless) и механизм KEF Musical Integrity Engine (MIE). По сути, это специализированная цифровая обработка сигналов (DSP), которая позволяет инженеру-акустику сделать гораздо больше, чем это возможно в любой пассивной конструкции.

Каждая стереопара состоит из основной и вспомогательной АС. Основная АС включает себя настройки, применимые к обоим динамикам, такие как граничная нижняя частота, акустическая компенсация помещения, выбор источника и предустановки эквалайзера при разном типе размещения акустики.

Низкие частоты могут быть расширены больше, чем это ограничено размером пассивного корпуса и чувствительностью. Баланс может быть отрегулирован в зависимости от положения динамика и акустики комнаты. А задержка, присущая пассивным разделительным фильтрам, может быть устранена.

Все настройки производятся с помощью приложения для смартфона. Оно доступно как для устройств iOS, так и для Android, и его можно бесплатно загрузить как из приложения Apple App Store, так и Google Play Store.

Входы

Все входы расположены на основной АС (рис. 43). Доступно 6 вариантов:

1. eARC PCM до 192 кГц / 24 бит - разъем HDMI (TV)
2. S/PDIF с частотой до 96 кГц / 24 бит - оптический разъем TOSLINK
3. S/PDIF до 192 кГц / 24 бит - RCA Phono (коаксиальный) разъем
4. Аналоговый стереоразъем Aux 3,5 мм.
5. Сеть беспроводная (2,4 или 5 ГГц) и с помощью кабеля (разъем RJ-45 и кабель CAT 6) с поддержкой до 384 кГц / 24 бит, DSD256, MQA.
6. Bluetooth 4.2

Выбор источника осуществляется с помощью приложения для смартфона, элементов управления в верхней части основной АС или входящего в комплект пульта дистанционного управления.

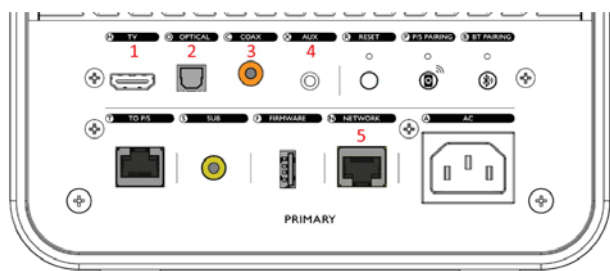


Рисунок 43
Разъемы на основной АС

Подключение основной АС к вспомогательной

Две АС могут быть соединены вместе по беспроводной связи или с помощью кабеля.

Для упрощения настройки в беспроводном режиме обе LS50 Wireless II предварительно сопряжены между собой на заводе. Беспроводная передача полностью независима от местного сигнала Wi-Fi. Незначительная задержка (2,9 мс) между основным и вспомогательном АС в этом режиме учитывается автоматически с помощью одинаковой задержки, применяемой к основной АС. Беспроводное соединение преобразует весь звук в 96 кГц / 24 бит.

Для проводного подключения используется кабель CAT-6, подключенный к соответствующим разъемам на задней панели. При этом проводной режим должен быть включен в меню настроек приложения KEF Connect. В этом режиме все аудиосигналы повторно дискретизируются до 192 кГц / 24 бит.

Поддержка потоковой передачи

Беспроводная потоковая передача поддерживает следующие типы соединения :

AirPlay 2
Google Chromecast
ROON (для работы необходимо обновить прошивкой)
UPnP
Bluetooth 4.2

Также поддерживаются следующие сервисы потоковой передачи музыки (в зависимости от территории):

Spotify (через Spotify Connect)
Tidal
Qobuz
Deezer
Amazon Music
QQ Music через QPlay
Интернет-радио
Подкаст-сервисы

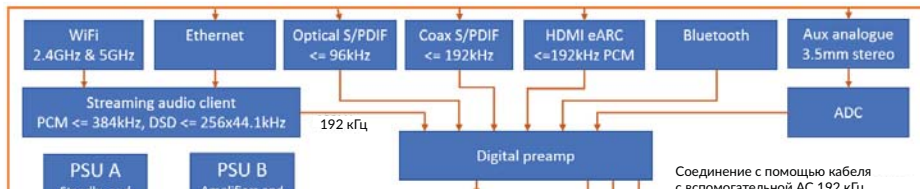


Рисунок 44.
Блок-схема основной АС

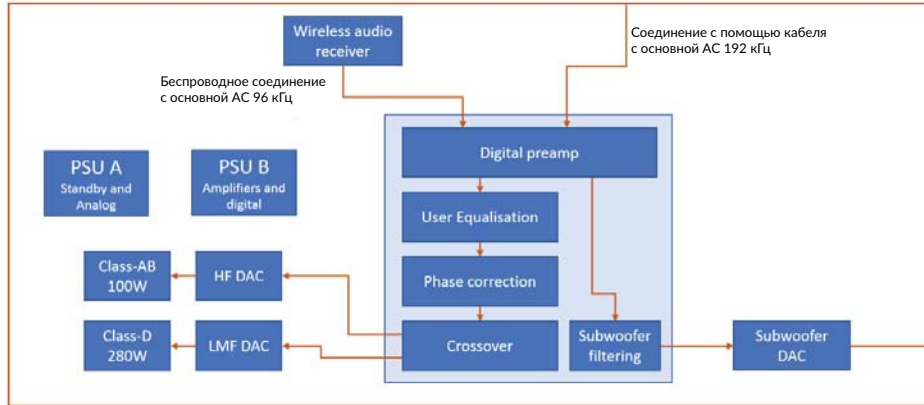


Рисунок 45.
Блок-схема вспомогательной АС

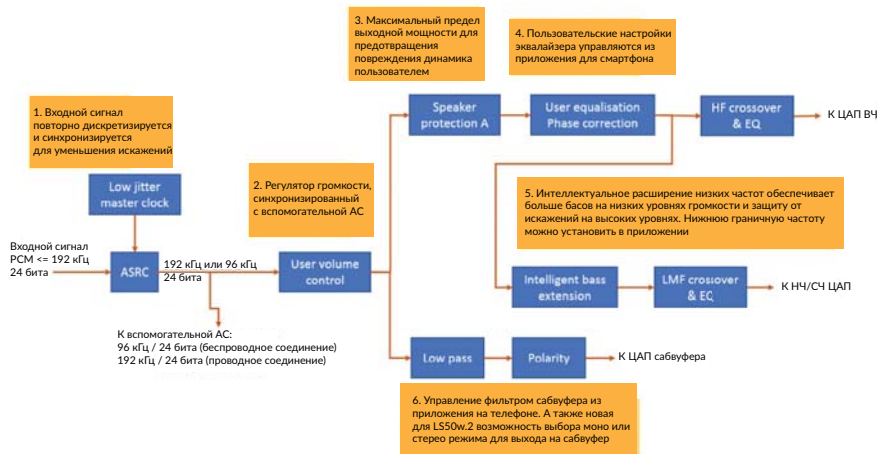


Рисунок 46.
Элементы DSP

Обработка DSP

На рис. 44-45 показаны блок-схемы электроники в основной и вспомогательной АС. Все настройки управляются из приложения для смартфона и одинаково применяются к обеим АС.

DSP позволяет гораздо более точно управлять сигналами, поступающими на драйверы, чем в случае с пассивным разделительным фильтром. Поэтому разделительный фильтр LS50 Wireless II из пассивной версии был несколько переработан. Срез в области низких частот, хотя и все еще 4-го порядка, имеет менее закругленные углы, так как регулировка уровня громкости становится шире. Сами по себе эти фильтры по-прежнему дают всепропускающую характеристику. Однако в случае с активными разделительными фильтрами взаимодействие между разделительным фильтром и сопротивлением драйвера отсутствует. Всепропускающая характеристика может быть устранена на этапе коррекции фазы, и это будет обсуждаться более подробно в следующем разделе данной статьи.

Настройки эквалайзера (EQ settings)

Приложение KEF Connect позволяет слушателю настраивать эквалайзер (рис. 47) в зависимости от среды прослушивания и положения АС.

Настройки эквалайзера доступны как в базовом (Basic), так и в экспертном (Expert) режимах. Оба режима имеют в основном одни и те же настройки, с основным различием в способе представления параметров: в основном расстояние - для режима Basic и децибелы - для режима Expert.

Режимы Desk и Wall

Эти два режима используются для эквализации в зависимости от способа установки АС. Под переключателем on/off находится выбранное значение. Далее под значением отображается шкала настроек с регулируемым ползунком. Однако механизм ближайших отражений очень сложен и эта простая настройка является лишь приблизительным решением. Мы рекомендуем установку на стойке, вдали от стен для достижения оптимальных результатов. На рис. 48-50 показаны некоторые рекомендуемые настройки.

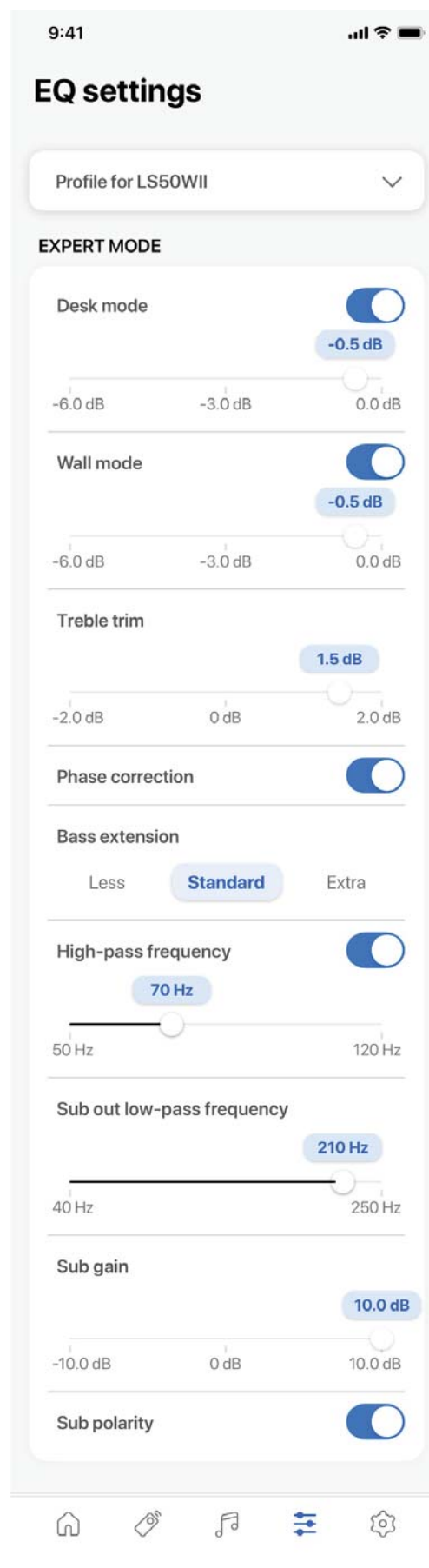


Рисунок 47.

Режим Expert настроек эквалайзера в приложении KEF Connect

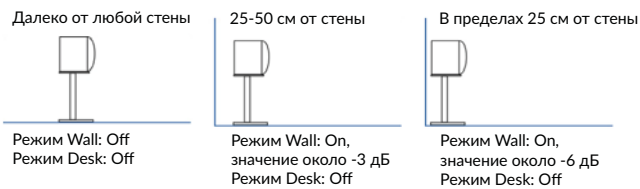
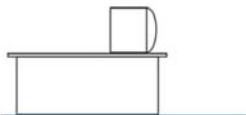


Рисунок 48.

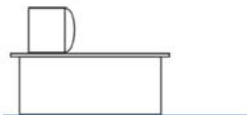
Рекомендуемые настройки режима Wall

Спереди стола



Режим Wall: Off
Режим Desk: On,
значение от -2 до -3 дБ

В середине или сзади
большого стола



Режим Wall: Off
Режим Desk: On,
значение от -4 до -6 дБ

Рисунок 49.

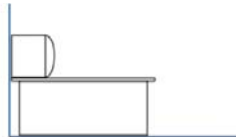
Рекомендуемые настройки режима Desk

Спереди стола +
25-50 см от стены



Режим Wall: On,
значение около -3 дБ
Режим Desk: On,
значение от -2 до -3 дБ

Сзади большого стола +
очень близко к стене



Режим Wall: On,
значение около -6 дБ
Режим Desk: On,
значение от -4 до -6 дБ

Рисунок 50.

Рекомендуемые настройки комбинированного режима Wall и Desk

Настройка Treble trim

Данная настройка используется для компенсации чрезмерно отражающей (много стеклянных/плоских поверхностей) или чрезмерно поглощающей (много мягкой мебели, штор) акустики помещения. В первом случае требуется небольшое уменьшение высоких частот, а во втором - небольшое увеличение. Лучший всего настраивать на слух.

Коррекция фазы (Phase correction)

Как говорилось ранее, стандартный разделительный фильтр привносит универсальное звучание в характеристику динамика. Это не влияет на АЧХ, которая может быть гладкой и ровной, и не влияет на направленность, но вносит некоторое фазовое искажение с сопровождающей временной задержкой. Однако с помощью активного разделительного фильтра можно компенсировать это фазовое искажение. Если используется настройка в режиме Basic, то компенсация фазы применяется по умолчанию, переключатель предусмотрен только в режиме Expert. Это позволяет слушателям слышать разницу - тонкую, но заметную. Есть также небольшая задержка, связанная с коррекцией. Эта дополнительная задержка вряд ли будет проблемой (см. раздел «Синхронизация с изображением» ниже), но общая задержка может быть при необходимости уменьшена при отключении коррекции. Здесь стоит подчеркнуть, насколько хорошо принцип Uni-Q поддается этому типу коррекции - даже лучше, чем физически разделенные драйверы, которые смещены по оси.

Обычная АС с драйверами, установленными на ступенчатой передней панели, так что расстояния до микрофона по оси (красная линия для НЧ-динамика, черная - для твитера) равны:

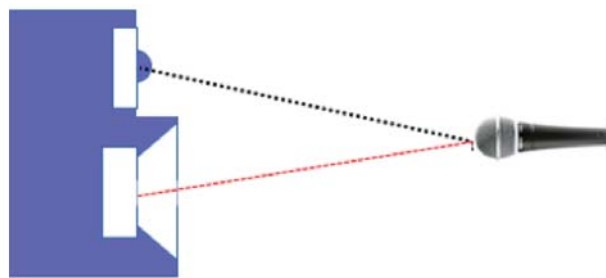


Рисунок 51.

Обычная АС, микрофон расположен по осям динамиков

Теперь переместите микрофон вверх или вниз, и станет очевидно, что расстояния между двумя динамиками и микрофоном больше не будут равны.

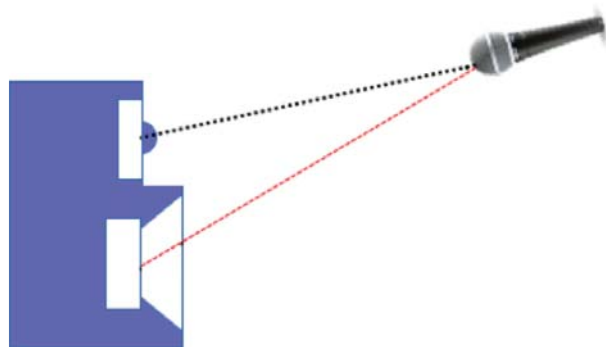


Рисунок 52.

Обычная АС, микрофон расположен выше динамиков

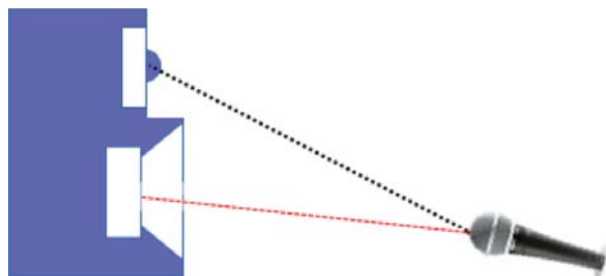


Рисунок 53.

Обычная АС, микрофон расположен ниже динамиков

Даже расположение микрофона вне горизонтальной оси приводит к неправильной разнице хода, если угол достаточно велик.



Рисунок 54.

Обычная АС, микрофон расположен вне горизонтальной оси динамика

В результате любая коррекция фазы в разделительном фильтре работает только непосредственно на оси. Фактически, любое слияние двух драйверов дает фазовые искажения вне оси. Но с драйвером Uni-Q два драйвера остаются в одной и той же точке пространства и находятся на одинаковом расстоянии до микрофона независимо от угла измерения.

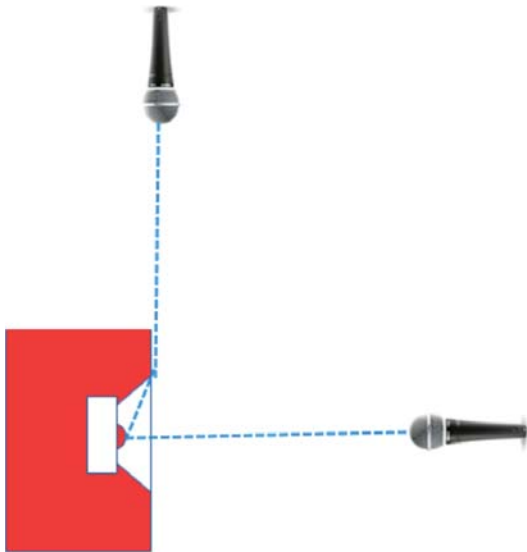


Рисунок 55.

АС с драйвером Uni-Q, микрофоны расположены вне и по оси динамика

Установив, насколько динамик Uni-Q подходит для коррекции фазы, давайте посмотрим, насколько эффективен этот процесс. Вот, например, входной сигнал - прямоугольная волна 1 кГц:

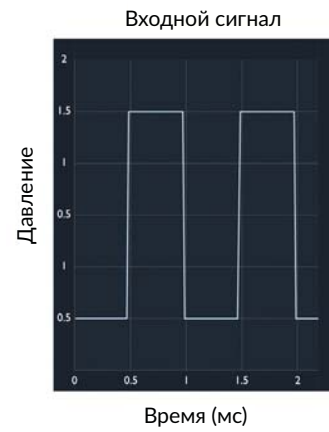


Рисунок 56.

Входной сигнал. Прямоугольная волна 1 кГц

Вот как будет выглядеть выходной сигнал динамика с выключенной коррекцией фазы:

Функция Phase correction: **OFF**

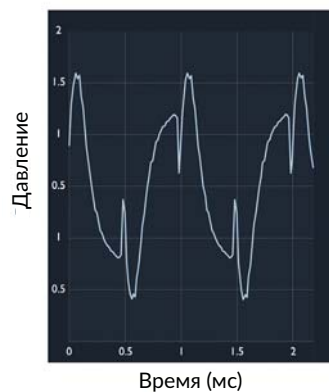


Рисунок 57.

Выходной сигнал. Коррекция фазы выключена

А вот как это выглядит при включенной коррекции фазы:

Функция Phase correction: **ON**

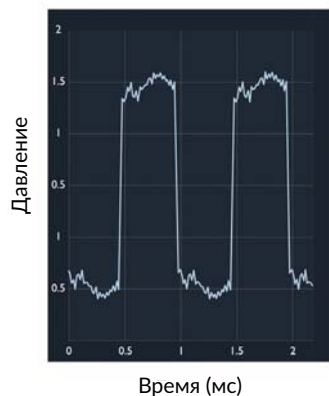


Рисунок 58.

Выходной сигнал. Коррекция фазы включена

Нижняя граничная частота (Bass extension)

Есть три настройки, которые следует выбрать в сочетании с акустикой комнаты. Настройка Less аналогична естественной нижней граничной частоте в пассивной версии, т.е. частоте среза 46 Гц (-6 дБ). Настройки Standard и Extra выдают частоты среза 43 Гц и 40 Гц соответственно.

Обычно выбирается настройка Extra, если только нет плохого резонанса в помещении около 30-40 Гц, когда одна из более высоких настроек среза будет его выравнять.

Кроме того, существует динамическая сцена, которая ограничивает ход динамика независимо от настройки. Это предотвращает чрезмерное искажение и защищает драйвер от возможных повреждений. Приложение практически не играет роли - эффект создает АС, которая звучит громче, чем на самом деле. Если пользователь предпочитает не ограничиваться небольшим НЧ-динамиком, всегда есть возможность добавить один или два сабвуфера.

Добавление сабвуфера

Для усиления низких частот аудиосистемы можно добавить один или два сабвуфера.

Каждая АС (основная или вспомогательная) имеет выход для сабвуфера (RCA Phono). Сигнал, отправляемый на оба выхода сабвуфера, представляет собой суммированный монофонический сигнал.

Также предусмотрен разделительный фильтр между LS50 Wireless II и сабвуфером, а его частота устанавливается в приложении. В данном случае нет выбора формы фильтра - это всегда фильтр Linkwitz-Riley 4-го порядка, выдающий -6 дБ на частоте среза и ровная, совпадающая по фазе, АЧХ. Если к сабвуферу прилагается какой-либо фильтр низких частот, его следует по возможности обойти либо установить максимально возможную частоту.

Выбор частоты разделительного фильтра - это своего рода компромисс. Чем он выше, тем меньше нагрузка на LS50 и тем громче может играть вся система. Однако, если выбран монофонический выход на сабвуфер, а частота фильтра слишком высока, то часть стереосигнала теряется. 80 Гц обычно считается самой высокой частотой для избежания потери стереосигнала, и чем она ниже, тем лучше в этом отношении.

В режиме базовой настройки частоты среза высоких частот для LS50 Wireless II и низких частот для сабвуфера(-ов) всегда одинаковы, и обычно следует придерживаться этого курса. Однако у некоторых сабвуферов отсутствует ровная АЧХ, и разные частоты среза могут дать хороший результат. Наличие разных частот требует использования режима Expert для настройки.

Если у сабвуфера есть инвертор (редко) или он расположен далеко от LS50 Wireless II, так что выход не совпадает по фазе с выходом LS50 Wireless II при разделительном фильтре, есть возможность инвертировать сигнал на сабвуфер. В этом случае соответствующий переключатель должен быть установлен в положение ON. Обычно он выключен. При правильной настройке звук станет массивнее.

Если сабвуфер не используется, то ФВЧ LS50 Wireless II должен быть отключен в приложении. Для этого необходимо установить соответствующий переключатель в положение OFF.

Правильная настройка усиления сабвуфера зависит от нескольких факторов, таких как чувствительность сабвуфера и их количество. Правильный баланс можно установить на слух.

Синхронизация с изображением (Syncing with Vision)

Если акустическая система является частью домашнего кинотеатра, в котором содержание программы является аудиовизуальным, необходимо решить острый вопрос синхронизации звука с изображением (так называемая «синхронизация движения губ»).

Любая коррекция, если она является причинно-обусловленной, должна задерживать весь сигнал. Кроме того, беспроводная передача звука добавляет некоторую задержку. Важно, чтобы вся эта задержка не приводила к ощущению рассинхронизации.

Комитет по передовым телевизионным системам (ATSC) рекомендует, чтобы допустимая задержка между звуком и изображением составляла от -15 мс до +45 мс. Максимальная задержка через динамик составляет менее 6 мс, поэтому синхронизация движения губ не должна быть проблемой, независимо от настроек, выбранных в приложении.

Обновления

Время от времени, как и в случае любого устройства с программным управлением, необходимо обновлять прошивку LS50 Wireless II, чтобы повысить безопасность, добавить функциональность или исправить ошибки.

К счастью, пользователю ничего не нужно делать. Если доступно обновление, оно будет автоматически загружено с наших серверов в течение часа, если устройства полностью включены или находятся в режиме ожидания.

При желании пользователи могут вручную загружать обновления в удобное для них время с помощью приложения. Также нет необходимости в подключении кабеля между двумя АС.

Приложение KEF Connect также будет получать обновления. Процесс обновления и настройки автообновлений будет зависеть от мобильного устройства.

Усиление мощности

Как у правильной активной акустической системы, у LS50 Wireless II есть четыре отдельных усилителя - по одному на каждый драйвер в системе. Они располагаются после разделительного фильтра, что означает, что каждый усилитель получает только частоты, предназначенные для соответствующего драйвера. Это отличается от обычной пассивной или активной системы, где разделительный фильтр идет после усиления.

Существенным преимуществом с точки зрения конструкции является то, что для каждого драйвера можно использовать разные усилители. Благодаря интенсивному компьютерному моделированию и тестам на прослушивание, инженеры KEF смогли разработать усиление, идеально подходящее для частот и драйверов.

Внутри LS50 Wireless II располагаются те же классы усилителей, что и оригинальный LS50 Wireless - класс АВ для твитера и класс D для НЧ/СЧ-драйвера. Тем не менее, был внесен ряд изменений, связанных с улучшением конструкции и драйверов.

Усилитель высокой частоты класса АВ имеет совершенно новую схему, обеспечивающую не только более высокий выходной сигнал, но и улучшенные по сравнению с оригиналом динамические характеристики и характеристики искажений. Усилитель НЧ/СЧ-частот класса D также продемонстрировал значительное увеличение выходной мощности.

Итоги

Часто активные акустические системы просто добавляют усилители мощности и активные разделительные фильтры к пассивной конструкции, но активный драйвер может предложить гораздо больше.

Эта акустическая система имеет превосходную пассивную конструкцию и все заложенные в нее акустические технологии. Присущие Uni-Q преимущества еще больше улучшаются за счет включения коррекции фазы, в то время как отсутствие физического разделительного фильтра устраняет то, что может быть значительным источником искажений.

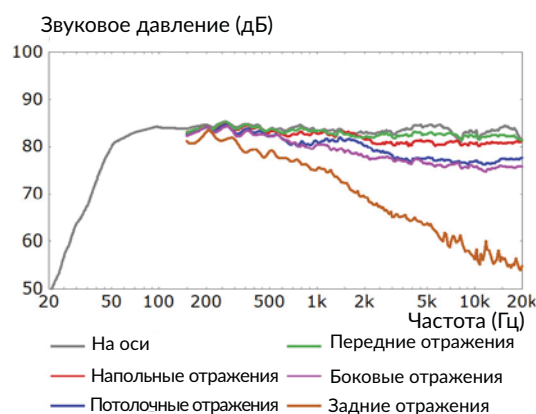
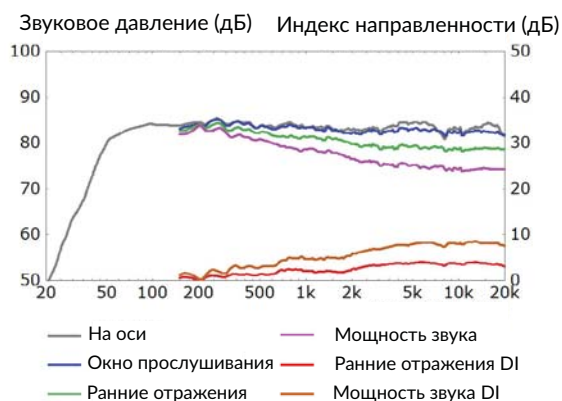
LS50 Wireless II также представляет собой акустическую систему, в равной степени основанную на концепции Let You Be You (Позволь себе быть собой).

LS50 Wireless II не нацелен на то, чтобы изменить восприятие музыки, а разработан для улучшения комфорта за счет доступа к множеству музыкальных сервисов и персонализированным настройкам эквалайзера. Дальнейшие функции и улучшения будут доступны после обновления прошивки.



Технические характеристики LS50 Wireless II

Тип	Беспроводная акустическая система класса Hi-Fi Драйвер Uni-Q™
Детали конструкции	НЧ/СЧ-динамик: 130 мм (5,25") с диффузором из магниево-алюминиевого сплава Твитер: 25 мм (1") с куполом из алюминиевого сплава с Технологией Абсорбирующего Метаматериала (MAT)
Диапазон частот (-6 дБ)	47 Гц - 45 кГц (less) 43 Гц - 45 кГц (standard) 40 Гц - 45 кГц (extra)
Частотная характеристика (±3 дБ)	53 Гц - 28 кГц (less) 48 Гц - 28 кГц (standard) 45 Гц - 28 кГц (extra)
Макс. звуковое давление на расстоянии 1 м	108 дБ (полный диапазон, без сабвуфера)
Гармонические искажения	<0.4% при 175 Гц - 20 кГц (90 дБ SPL, 1 м)
Питание	100-240 В переменного тока, 50/60 Гц
Частота разделения каналов	1,9 кГц
Минимальное сопротивление	3,5 Ом
Потребляемая мощность	200 Вт (в рабочем режиме); <2,0 Вт (в режиме ожидания)
Усилители мощности	НЧ/СЧ: 280 Вт, класс D ВЧ: 100 Вт, класс AB
Входное сопротивление	50 кОм
Габариты	305X200X311 мм
Вес	Основная АС: 10,1 кг Вспомогательная АС: 10,0 кг
Поддерживаемые форматы (все физические источники)	MP3, M4A, AAC, FLAC, WAV, AIFF, ALAC, WMA, LPCM и Ogg Vorbis
Поддерживаемые форматы (только для сетевых источников)	MQA DSF: DSD64, DSD128, DSD256 DFF: DSD64



KEF