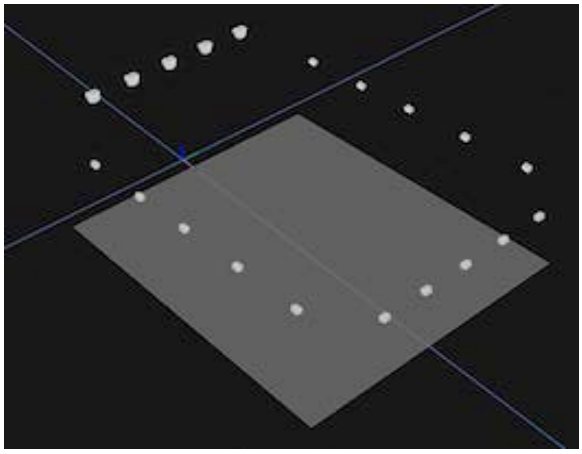
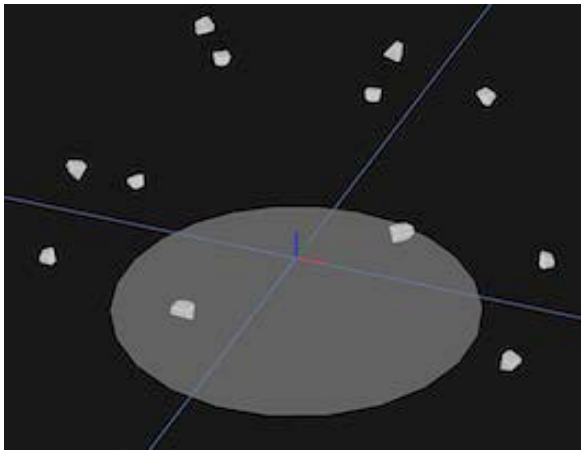
Руководство по проектированию иммерсивных аудиосистем

Общие рекомендации

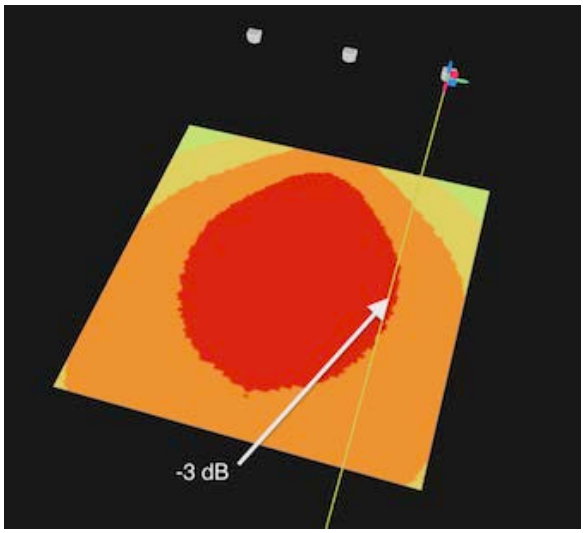
Визуализация "источников" микширования на основе объектов и активных акустических отражений в иммерсивных системах Fulcrum основана на совместном алгоритме времени и уровня, связанном с синтезом волнового поля. В большинстве случаев на практике используется относительно "разреженное" расположение громкоговорителей с низкой плотностью размещения, что приводит к тому, что основной механизм локализации сосредоточен вокруг эффекта бинаурального приоритета. Приведенные ниже рекомендации служат отправной точкой для внедрения новых систем с эффектом погружения (иммерсивных систем):

Геометрия акустической системы: Иммерсивная аудиоплатформа Fulcrum позволяет воспроизводить пространственный звук в любой геометрии акустической системы, независимо от типа, положения или ориентации динамиков в 2D или 3D-компоновке. В зависимости от области применения, некоторые компоновки могут работать лучше, чем другие, в зависимости от ваших дизайнерских целей.

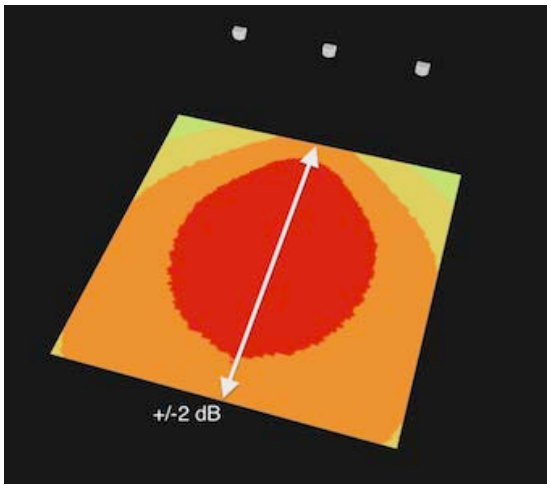




Зона покрытия громкоговорителей относительно каждого слушателя: Убедитесь, что каждый слушатель может «слышать» как минимум два (лучше, если три) громкоговорителя, расположенные на расстоянии не более 3 дБ друг от друга, используя А-взвешенный розовый шум. При перекрытии соседних каналов рекомендуется, чтобы центральная линия одного громкоговорителя совпадала с контуром покрытия соседних громкоговорителей не более чем на -3 дБ.



Зона покрытия громкоговорителей вдоль оси: Зона действия каждого иммерсивного канала вдоль оси спереди-назад должна быть в пределах +/-2 дБ по всей зоне прослушивания при использовании А-взвешенного розового шума.



Чудес не бывает: в то время как иммерсивные системы могут позволить вам значительно улучшить качество звука и пространственную визуализацию, иммерсивные конструкции не позволят искусственно улучшить покрытие, разборчивость или максимальную мощность плохо продуманной акустической системы. Проще говоря, если топология громкоговорителя не подходит для обычного покрытия без применения иммерсивной обработки, она также не подойдет для иммерсивного воспроизведения звука.

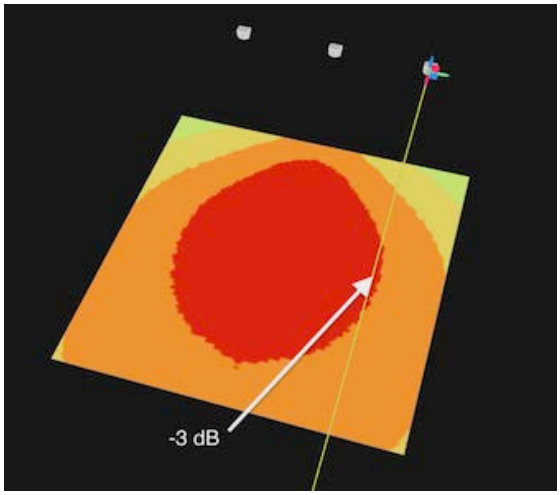
Концертные системы

Хотя технологии объектно-ориентированного микширования и активной акустики Fulcrum применимы для многих аудиоприложений - тематических развлекательных программах, виртуальной реальности, для улучшения акустики и дизайна спортивных сооружений - при внедрении методов проектирования мы сначала рассмотрим систему для «живого» исполнения. Это непосредственно применимо к помещениям для музыкальных выступлений, театрам и другим местам, ориентированным на сцену. Затем эти принципы дизайна могут быть распространены на другие, более специализированные области применения.

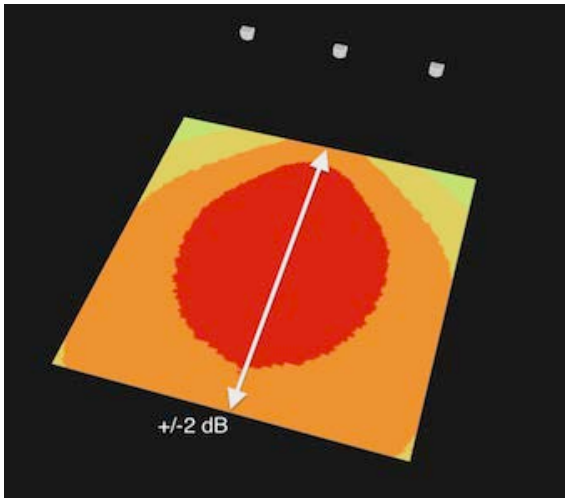
Фронтальные акустические системы

Иммерсивный аудио дизайн очень эффективен для улучшения пространственной визуализации и микширования в условиях «живого» исполнения. В большинстве случаев в этих приложениях используется определенная "сцена" в передней части помещения и зрительный зал, обращенный к сцене. Эти системы предназначены для микширования живой музыки, звукового оформления театров и гастрольных площадок, большинство из которых разделены по размеру аудитории и требованиям к уровню звука. Ниже приведены некоторые рекомендации по внедрению этих систем:

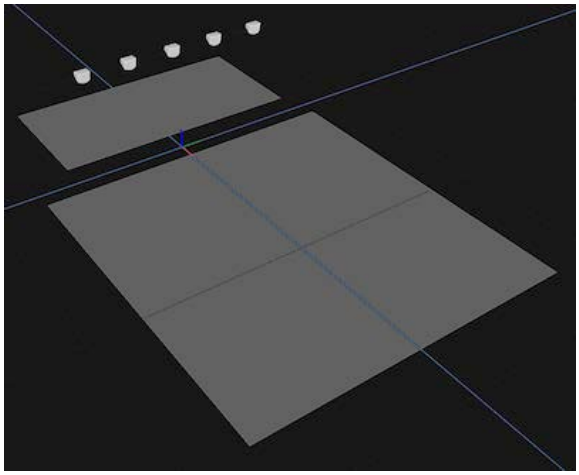
Критерий бокового покрытия: Убедитесь, что каждый слушатель может "слышать" по крайней мере два (лучше, если три) динамика, расположенных на расстоянии не более 3 дБ друг от друга, используя А-взвешенный розовый шум. При перекрытии соседних каналов рекомендуется, чтобы центральная линия одного громкоговорителя перекрывалась с контуром покрытия соседних громкоговорителей на уровне -3 дБ.



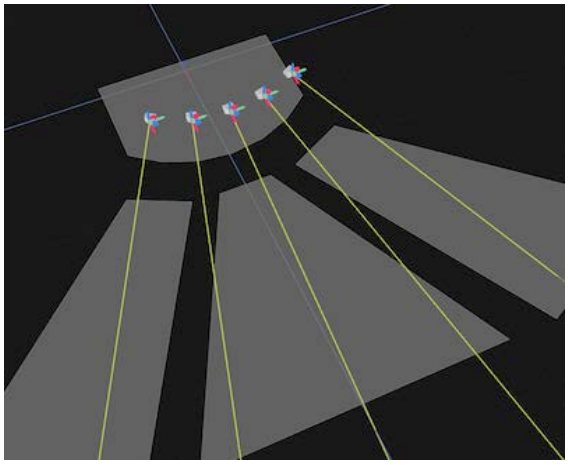
Покрытие «спереди-сзади» («front-to-back»): Каждый канал в системе фронтальных громкоговорителей должен полностью охватывать предполагаемую аудиторию. Мы рекомендуем варьировать покрытие не более чем на +/-2 дБ, используя взвешенный розовый шум. Это можно легко смоделировать и проверить в **Fulcrum One**.



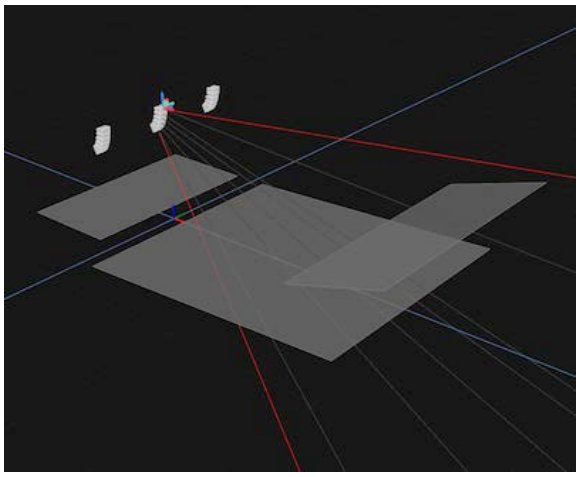
Количество и плотность фронтальных каналов: Система фронтальных громкоговорителей, укрепляющая сцену, обычно должна содержать не менее 2 каналов громкоговорителей, а в идеале может содержать гораздо больше каналов (4, 5, 7 и т.д.), если это необходимо для улучшения покрытия и передачи изображения между источниками. По возможности расположите эти каналы равномерно по всей ширине зоны выступления, чтобы обеспечить равномерное панорамирование сцены. Используйте одну и ту же модель (модели) громкоговорителей и их топологию по всей ширине сцены, чтобы обеспечить согласованное звучание при перемещении звуковых объектов по сцене. В тех случаях, когда для исполнения доступна только стереосистема (2 канала), большинство ОВМ-миксов по-прежнему будут работать корректно, только с ограниченным пространственным разрешением.



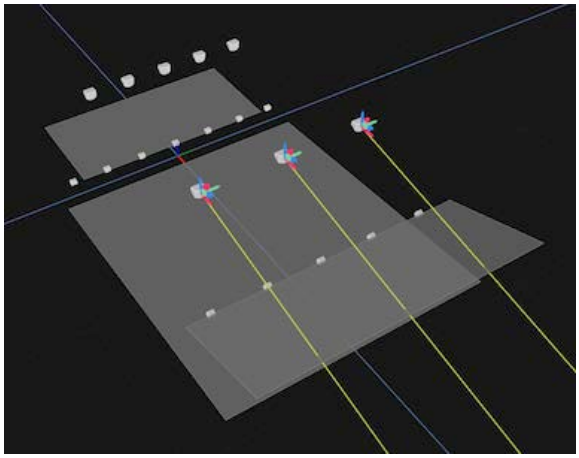
Форма фронтальных каналов: Если передняя часть сцены и зрительный зал не изогнуты, установите фронтальные громкоговорители вдоль края сцены по прямой линии на соответствующей высоте. Если сцена изогнута или необходимо перекрыть боковые зоны, расположение громкоговорителей может быть выполнено в виде небольшой выпуклой дуги, чтобы соответствовать расположению сцены и аудитории, при соблюдении критериев охвата.

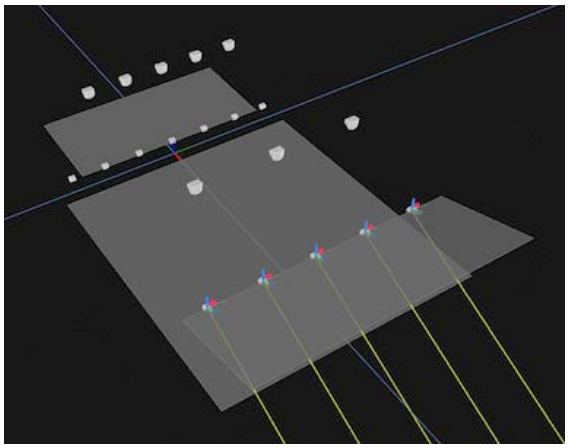


Массивы в качестве фронтальных каналов: Линейные массивы или другие устройства с несколькими громкоговорителями могут использоваться в качестве фронтального канала, что может быть полезно для получения хорошего покрытия от передней зоны к задней или достижения высоких максимальных выходных уровней. Когда используется массив, он будет рассматриваться как единый объект рендеринга для иммерсивного рендеринга, и во всех элементах массива будет воспроизводиться согласованный звук.

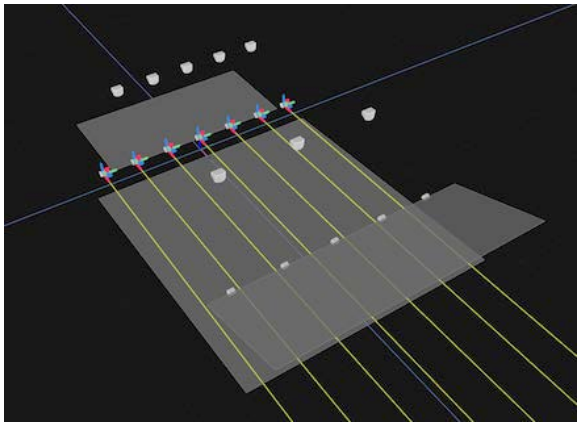


Системы задержки: громкоговорители задержки могут использоваться для расширения зоны действия фронтальной акустической системы до самых дальних сидений, что особенно полезно в помещениях с низким потолком или низким профилем, где большие массивы фронтальных громкоговорителей неуместны. Кроме того, громкоговорители с задержкой звука можно использовать для озвучивания мест залов на балконах и под балконами. В этих случаях по-прежнему старайтесь поддерживать диапазон покрытия в пределах +/-2 дБ, используя взвешенный розовый шум. В большинстве случаев фронтальная система должна перекрывать контур элемента задержки, по крайней мере, на уровне -3 дБ, чтобы переход был как можно более плавным. Во многих случаях при организации задержки можно использовать меньшее количество громкоговорителей по сравнению с фронтальной системой, если соблюдаются требования к боковому покрытию.





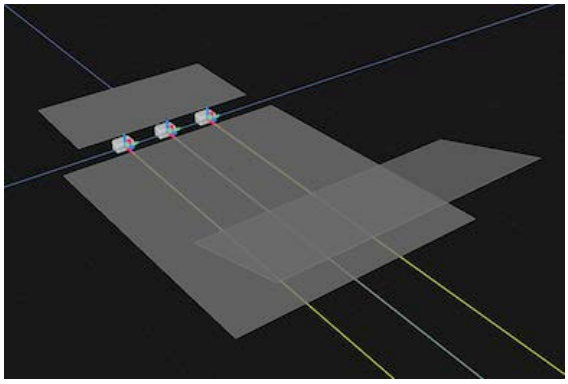
Фронтальные громкоговорители (фронтфилы): Во многих случаях при проведении концертов громкоговорители фронтального канала должны располагаться на значительной высоте, чтобы обеспечить хорошее звуковое покрытие от переднего края сцены. В таких случаях покрытие зрительных мест, ближайших к сцене, можно улучшить, используя громкоговорители меньшего размера, расположенные по периметру сцены. При разработке иммерсивной системы идеально использовать раздельное питание и обработку каждого фронтального громкоговорителя и рассматривать его как отдельный динамик ОВМ, что позволяет этим местам создавать пространственное впечатление, эквивалентное пространству основных зон. Мы рекомендуем выбирать расстояние от края до края, соответствующее критерию бокового покрытия, между каждым передним заполняющим каналом в самом переднем ряду сидений.



Сабвуферы: Сабвуферы могут быть установлены любым удобным способом: либо подняты над сценой вместе с основными фронтальными динамиками, либо расположены вдоль переднего края сцены. Сабвуферы могут быть установлены одним из двух способов:

1) Каждый сабвуфер может быть отдельно подключен в качестве громкоговорителя OBM, что позволяет расположению источника влиять на форму волнового фронта, создаваемого несколькими сабвуферами.

2) Сабвуферы могут обрабатываться как группа, аналогично типичным конструкциям звукоусиления, а затем подаваться с использованием отдельных сигналов или микширования (например, микширования по шине aux) с микшерного пульта.

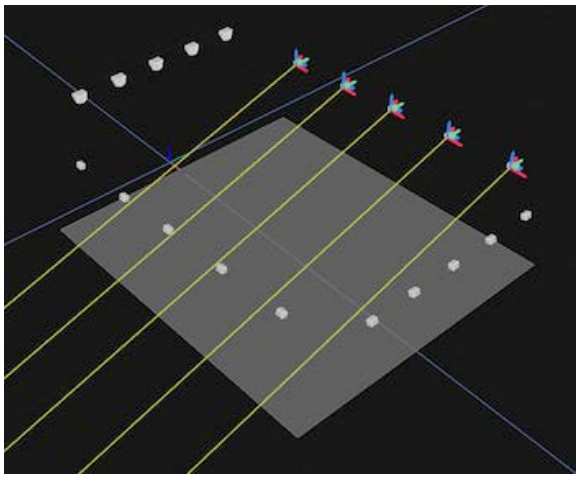


Параметры микширования: В программе Fulcrum One по умолчанию установлены настройки объектного микширования, которые подходят для большинства приложений микширования музыки. Управление масштабированием является наиболее важным: значения масштабирования выше 50% помогают каждому месту получить одинаковый уровень микширования для каждого источника, что помогает хорошо транслировать миксы в большом зале. Низкие значения масштабирования могут быть полезны для сред рендеринга в стиле виртуальной реальности или театральных приложений, где источники должны "исчезать" в зависимости от расстояния до объекта от слушателя. Кроме того, доступны параметры задержки, позволяющие настроить эффект приоритета при использовании громкоговорителей линий задержки. Дополнительную информацию смотрите в разделе "Настройки микширования на основе объектов".

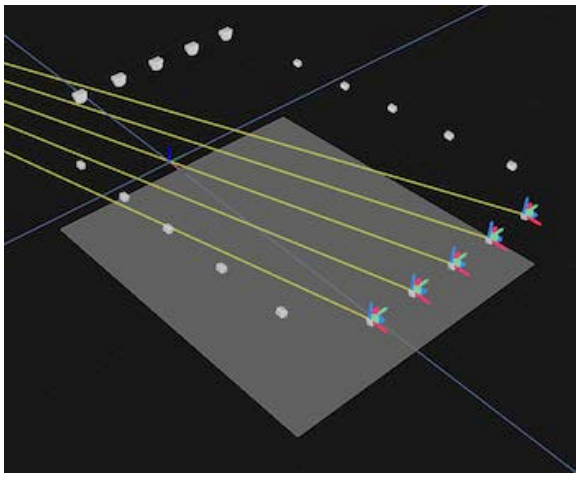
Системы громкоговорителей для периметра

В то время как некоторые иммерсивные системы для концертов содержат только громкоговорители, установленные перед сценой, в более крупных иммерсивных проектах могут использоваться громкоговорители по периметру - для перемещения звуковых объектов вокруг аудитории или для создания имитируемых акустических отражений с использованием активной акустики. В любом случае при проектировании системы полезны следующие рекомендации:

Боковые громкоговорители: После фронтальных громкоговорителей следующим наиболее важным компонентом в дизайне иммерсивных систем являются "боковые" громкоговорители, расположенные по бокам рабочей зоны. Вследствие своей зависимости от временных задержек, слуховая система человека очень чувствительна к локализации звуков и отражениям от стен. Это может быть полезно для создания эффектов или для "поддержки" прямого звука имитируемыми отражениями. При проектировании боковых систем следует руководствоваться установленными рекомендациями по перекрытию бокового покрытия и охвату "спереди-сзади", чтобы гарантировать, что эти каналы охватывают предполагаемую аудиторию. В некоторых областях активной акустики колонные громкоговорители или боковые системы задержки могут помочь расширить охват большой аудитории.

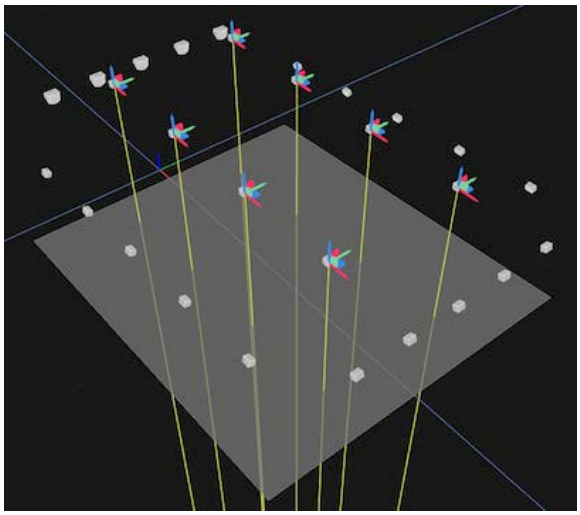


Задние громкоговорители: Громкоговорители, расположенные в задней части зрительного зала, могут способствовать созданию отражений, направленных назад, обволакивающей реверберации или звуковых объектов, намеренно расположенных позади аудитории. В помещениях с балконами может оказаться целесообразным добавить отдельные "тыловые" каналы, охватывающие основной зрительный зал, балкон и помещения под балконом. Временные задержки для акустических отражений и звуковых объектов в этих громкоговорителях рассчитываются автоматически в зависимости от их положения и ориентации.

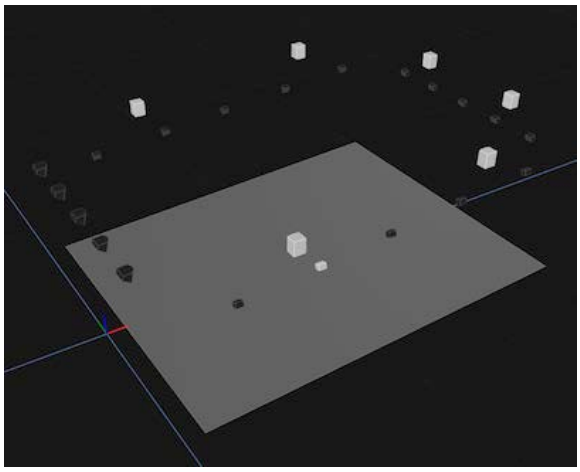


Потолочные громкоговорители: Потолочные громкоговорители могут быть полезны для добавления вертикального (высотного) измерения к расположению звука, а также для создания естественного ощущения отражения от потолка. При добавлении потолочных громкоговорителей мы рекомендуем использовать минимальную схему покрытия, перекрывающую контур покрытия соседних громкоговорителей на уровне -3 дБ, используя взвешенный розовый шум. Несмотря на то, что вертикальная локализация в "срединной плоскости" более сложна для слуховой системы человека, отражения и реверберация сверху очень востребованы в дизайне концертных залов, а использование вертикальной энергии

может значительно улучшить активную акустику для традиционной музыки. Эти каналы также полезны для рендеринга определенных кинематографических форматов объемного звучания или звуковых эффектов с компонентами верхнего пространства.



Сабвуферы по периметру: Полоса пропускания систем по периметру может быть дополнительно расширена за счет размещения сабвуферов по всей системе по периметру. Сабвуферы могут быть разнесены вдоль стен или потолков, чтобы обеспечить энергией источники звука, исходящие с этих направлений. Для каждого "измерения" мы рекомендуем использовать минимальный критерий покрытия +/-3 дБ в пределах предполагаемой полосы пропускания для прямого звучания сабвуфера через зрительный зал.

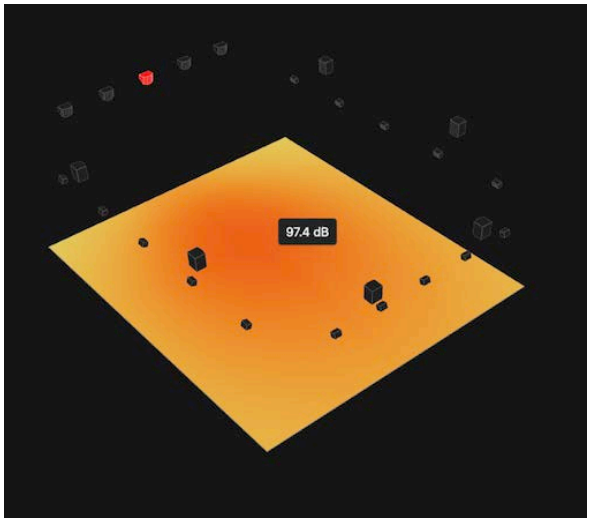


Требования к уровню громкости звука (SPL)

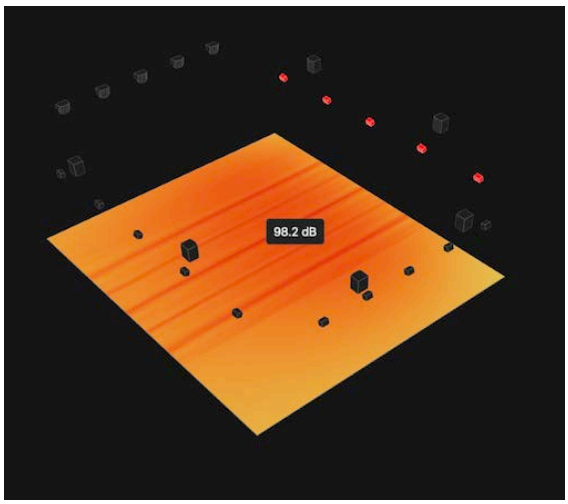
Иммерсивные акустические системы должны быть "по размеру" аналогичны типичным системам усиления или воспроизведения. При проектировании, ориентированном для сцены, каждый канал громкоговорителя перед сценой должен обеспечивать максимальную громкость звука, требуемую в зрительном зале на высоких частотах. Используйте соответствующим образом взвешенный pink noise или EIA-426B (музыкальный спектр) в Fulcrum One, чтобы определить максимальную мощность системы с использованием фронтальных каналов.

В большинстве систем для концертных залов и кинотеатров периферийные каналы не требуются для обеспечения такой же максимальной выходной мощности, как у фронтальной системы. Эти каналы обычно поддерживают ограниченную звуковую энергию для эффектов и отражений, используя активную акустику для определенных источников (вокал, гитары и т.д.), но не микширование с полной полосой пропускания. В таких случаях проанализируйте максимальную мощность побочных каналов в соот-

ветствии с требованиями к контенту и внесите соответствующие корректировки. Одной из стратегий может быть сопоставление максимальной выходной мощности одного переднего канала со «всеми» боковыми каналами, поступающими с одного направления (например, имитируемая "плоская" волна), с использованием А-взвешенного розового шума. Пример смотрите ниже:



А-взвешенное максимальное SPL переднего центрального канала, сигнал EIA-426B.



А-взвешенное максимальное SPL боковых периферийных каналов, сигнал EIA-426B.

Исключения из этого правила могут включать требования к специализированным системам (купола, виртуальная реальность и т.д.) или к проектированию специально для активной акустики для поддержки больших инструментов, таких как орган, где низкочастотные возможности системы периметра необходимы для поддержания высокого коэффициента низких частот отражающей энергии.

Активная регулировка низких частот

Активная регулировка низких частот полезна для минимизации "нарастания" низких частот или их вариаций по всему помещению из-за эффекта границ помещения и изменения расположения сабвуфера. Активное управление низкими частотами в процессорах **Venueflex** работает на частоте ниже 120 Гц и позволяет установку сабвуферов в местах, где это недопустимо. Во многих случаях при использовании этих же сабвуферов для поддержки объектно-ориентированного микширования или активной акустики можно добиться улучшения покрытия и уменьшения специфических эффектов, создаваемых сабвуфером в помещении.

Принцип действия

Система активного управления низкими частотами управляет сетью сабвуферов по всему пространству, а специально откалиброванный сигнал, получаемый от "сабвуфера", или сигналы микширования полного диапазона передаются в основную систему усиления или воспроизведения. После процесса калибровки для создания индивидуального сигнала для каждого сабвуфера в сети система использует специализированные FIR-фильтры. Цель состоит в том, чтобы контролировать звуковое давление на границе помещения, сводя к минимуму влияние отраженной низкочастотной энергии на аудиторию. Fulcrum One используется для настройки и калибровки системы **Active bass control** в процессоре **Venueflex**.

Система **Active bass control** в процессоре использует т.н. сверточные каналы (convolution channels) и может работать параллельно с системой **Active acoustics**, если достаточное количество этих сверточных каналов (convolution channels) доступно для удовлетворения всех требований проекта.

Лимитирование

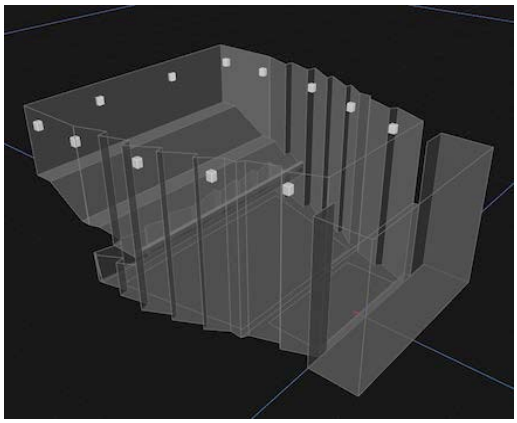
Для активного управления низкими частотами в помещении необходимо установить несколько дополнительных низкочастотных источников (сабвуферов). Эти сабвуферы управляют равномерностью низких частот, «регулируя» давление низких частот вдоль стен и других границ помещения. Поскольку мы не можем установить бесконечное количество сабвуферов, полностью покрывающих стены и потолок, мы не можем полностью контролировать давление на границах на всех частотах и в любом положении. Это может привести к временным искажениям или "размытию во времени" на низких частотах. Это может быть более слышимым при меньшем количестве управляющих сабвуферов, расположенных на больших расстояниях, поскольку волновой фронт не может быть полностью "дискретизирован" по всей границе помещения.

Чтобы свести к минимуму искажения, во время калибровки можно установить предельную частоту в диапазоне от 60 до 120 Гц, при этом более низкие значения больше подходят для разреженных сабвуферов. В большинстве случаев эти недостатки могут быть незаметны или сведены к минимуму путем тщательного проектирования и калибровки системы. Улучшение общей однородности, как правило, перевешивает любые локальные дефекты.

Активная регулировка низких частот может быть очень эффективной для улучшения общей производительности системы, но не является "панацеей" от акустических дефектов и плохого расположения сабвуфера.

Конструктивные соображения

При проектировании системы активной регулировки низких частот учитывайте следующие рекомендации:



• **Расположение сабвуферов:** чтобы полностью контролировать звуковое давление, сабвуферы теоретически должны были бы "окутывать" все помещение. Однако, это непрактично и часто является чрезмерным, учитывая те эффекты, которые мы на самом деле пытаемся устранить. В большинстве случаев размещение сабвуферов в зонах повышенного давления может существенно изменить поведение помещения, улучшив освещение и линейность. Это может включать в себя размещение сабвуферов в углах, на стыках стены и потолка, вблизи балконов или приподнятых зон отдыха.

• **Расстояние между сабвуферами:** В идеале расстояние между сабвуферами должно составлять в среднем 1/2 длины волны на самой высокой обрабатываемой частоте и не превышать 1 длины волны. Например, при частоте обработки 50 Гц пространство подстраивается с интервалом приблизительно в 11 футов и не более чем в 22 фута друг от друга, чтобы обеспечить сквозные волновые фронты, проходящие параллельно поверхности стены (равное давление должно быть перпендикулярным). Обратите внимание, что этот критерий ослабевает, если волновой фронт распространяется перпендикулярно стене (равное давление оказывается параллельно стене), поэтому данное руководство помогает сформировать рекомендации по проектированию в наихудшем случае.

• **Балконы и приподнятые ярусы сидений:** Зоны с приподнятыми ярусами сидений и балконы по своей сути вызывают изменение акустического сопротивления при распространении больших волновых фронтов в помещении, что может повлиять на низкочастотные характеристики в этих зонах. Часто бывает полезно добавить активные басовые зоны в этих местах, чтобы свести к минимуму этот досадный эффект для слушателей.

Выбор процессора

После завершения компоновки громкоговорителей выберите процессоры **Venueflex**, необходимые для завершения проектирования, исходя из требований к входному и выходному оборудованию. Доступные процессоры показаны ниже:

Model	Inputs / Objects	Outputs / Speakers	Convolutions	Upgradable
Venueflex-8	48	32	8	✗
Venueflex-16	128	64	16	✓
Venueflex-32	128	64	32	✓
Venueflex-64	128	64	64	✓
Venueflex-96	128	64	96	✓
Venueflex-128	64	64	128	✓

Чтобы выбрать процессор, обратите внимание на следующее, сверяясь с таблицей выше:

1. Определите необходимое количество аудиовходов и/или источников микширования на основе объектов. Каждый вход процессора Venueflex может использоваться для подачи звукового сигнала на объект или может быть независимо направлен на любой выход через матрицу уровней/задержек.

2. Определите необходимое количество выходов. Для каждого громкоговорителя и/или массива в проекте требуется выход. При обработке многоканальных громкоговорителей или элементов массива по отдельности в Venueflex DSP для каждого элемента будут использоваться отдельные выходы. При внешней обработке этих данных (например, с помощью внешнего DSP-усилителя) для каждого многоканального динамика требуется только один выход, а для массива - только один выход. Для увеличения пропускной способности выходных каналов системы можно использовать несколько процессоров, если требуется более 64 выходов.

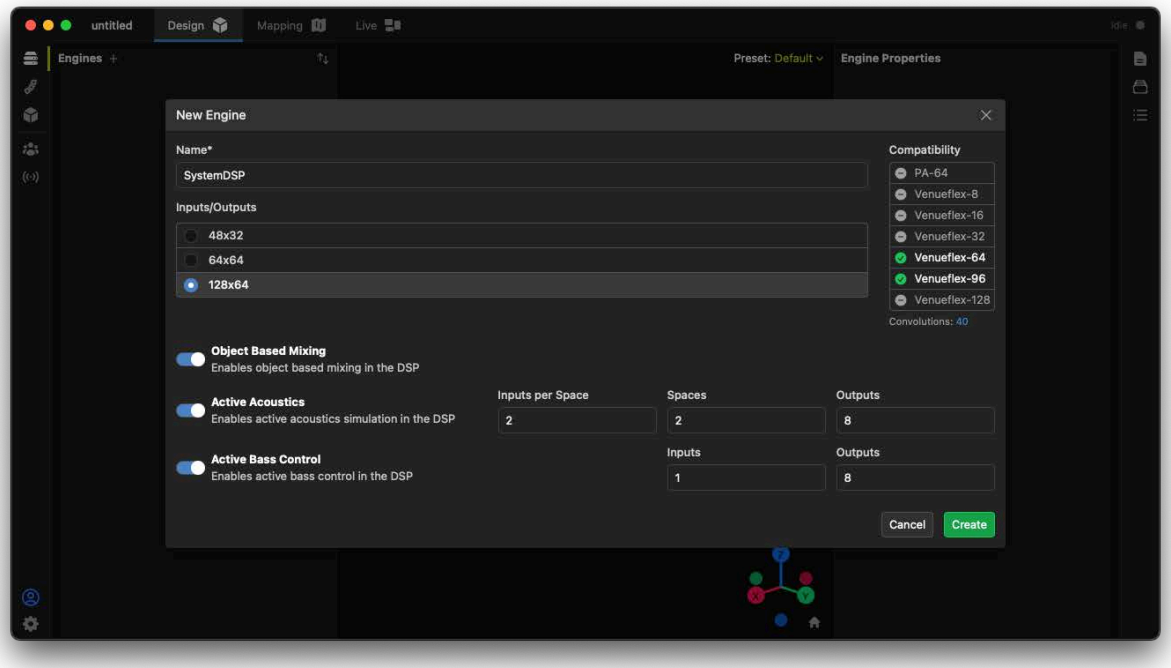
3. Если необходимо использовать активную акустику или активное управление низкими частотами, рассчитайте количество сверточных каналов (convolution channels), необходимое для вашего проекта. Для этого используется следующее соотношение:

$$N_{convolutions} = (N_{abi} * N_{abs}) + (N_{aas} * N_{ips} * N_{spaces})$$

где...

$N_{convolutions}$	Number of convolutions required.
N_{abi}	Number of active bass inputs.
N_{abs}	Number of active bass subwoofers in your design.
N_{aas}	Number of active acoustics speakers in your design. Arrays can be counted as one speaker.
N_{ips}	Number of inputs per active acoustics space. Default is 2 (stereo).
N_{spaces}	Number of active acoustics spaces you wish to simulate simultaneously.

При желании этот расчет и эквивалентные критерии выбора можно выполнить автоматически, добавив процессор Venueflex в ваш единый проект с помощью диалогового окна *New Engine* ("Новый движок").



Окно New Engine dialog в программе Fulcrum One.

Рекомендации по акустике

Хотя полное проектирование акустической среды помещения выходит за рамки данного документа, некоторые рекомендации подходят для проектирования аудиосистем с эффектом погружения. Обратите внимание, что если иммерсивная система используется в одном помещении с кинотеатром формата Dolby Atmos или THX, к этим системам могут предъявляться особые требования, которые здесь не об-

суждаются. В сложных ситуациях всегда обращайтесь за помощью к профессиональному консультанту по акустике.

• **Акустические дефекты:** Убедитесь, что в помещении нет акустических "дефектов", таких как дрожащее эхо или эффекты фокусировки. Убедитесь, что ни один громкоговоритель в системе погружения не излучает чрезмерную энергию на фокусирующие или отражающие поверхности, что может привести к появлению эха или смещению звукового изображения в зрительном зале. Fulcrum One можно использовать для визуализации зоны действия громкоговорителей на границах помещения.

• **Время реверберации:** Время естественной реверберации в помещении должно соответствовать используемому в нем исполнительскому контенту. Если используется активная акустика, спроектируйте естественную акустику помещения таким образом, чтобы она соответствовала минимальному отражению содержимого, используемого в помещении, а затем используйте систему активной акустики, чтобы создать более отражающие вариации помещения для других целей. В большинстве случаев это предполагает оптимизацию естественного времени реверберации в помещении, чтобы оно соответствовало звучанию речи или усиленной музыки. Мы рекомендуем использовать "ровную" зависимость времени реверберации от частоты, за исключением некоторых случаев, когда требуется положительное соотношение низких частот (например, при исполнении оркестра или органа). Обратите внимание, что помещения могут быть сделаны "слишком глухими", что может усугубить акустические дефекты из-за отсутствия маскировки; убедитесь, что естественная акустика должным образом оптимизирована и не является чрезмерно поглощающей, даже в присутствии зрителей. Fulcrum One может помочь в моделировании динамики времени реверберации для целей проектирования помещения.

• **Уровень окружающего шума:** Уровень окружающего шума должен быть достаточно низким, чтобы полностью слышать микширование и все желаемые отражения активной акустики, и не отличаться от дизайна для традиционных помещений. Обратите внимание, что высокий уровень окружающего звука может маскировать отражения и реверберацию, поэтому использование активных акустических систем может повысить важность малошумного дизайна в помещениях, где ранее это требование не соблюдалось.

Системы специального назначения

• Активная акустика для традиционной музыки: При проектировании активной акустической системы для традиционных инструментов имейте в виду, что уровень реверберации традиционных инструментов, таких как орган, может равняться или превышать уровень прямого звучания самого инструмента. Это может повлиять на размер динамиков, используемых для создания отражающего звукового поля. Кроме того, если требуется "замкнутая" система с активными микрофонами, расположенными вдали от источника звука, мы рекомендуем использовать наш адаптивный сигнальный процессор **MicFlex**, чтобы свести к минимуму наличие обратной связи.

• **Полусферические системы:** Полусферические системы популярны для виртуальной реальности и для развлекательных приложений. В большинстве случаев акустическая система должна быть равномерно размещена вокруг аудитории, чтобы свести к минимуму переходы при перемещении источников звука вокруг слушателя. При проектировании акустических систем рекомендуется соблюдать симметрию и последовательность, как в случае широкополосных динамиков, так и в случае сопутствующих сабвуферов.

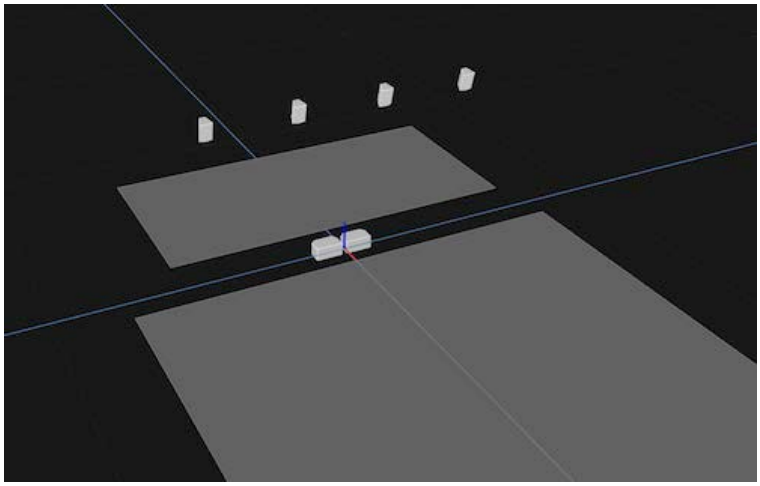
• **Форматы Cinema и surround:** процессоры Venueflex могут одновременно выполнять объектно-ориентированное микширование, активную акустику и направлять отдельные входы на определенные динамики с регулируемым уровнем и задержкой. Это может быть использовано для обеспечения совместимости с форматами звука в кинотеатрах. Кроме того, можно использовать альтернативный метод,

при котором "объекты" виртуального канала позиционируются и загружаются декодированным контентом канала объемного звучания. Это позволяет автоматизировать процесс передачи различных форматов в акустическую систему.

• К**рупномасштабные системы:** На аренах, стадионах и в тематических парках могут использоваться процессоры Venueflex и объектно-ориентированное микширование для многих приложений, поскольку максимальная доступная матричная задержка во много раз превышает физические размеры большинства таких площадок. Использование виртуальных источников ОВМ в этих средах значительно упрощает настройку этих систем, поскольку временные задержки постоянно пересчитываются по мере размещения объектов, даже на больших расстояниях. Однако всегда имейте в виду, что звуковые объекты, расположенные физически далеко друг от друга, будут испытывать эффективную временную задержку, равную естественному распространению звука у каждого слушателя. Поэтому музыкальные события с четким графиком должны создаваться объектами, расположенными близко друг к другу, поскольку на больших расстояниях в разных местах прослушивания может изменяться время воспроизведения музыки.

Примеры проектов иммерсивных аудиосистем

Компактная система объектно-ориентированного микширования



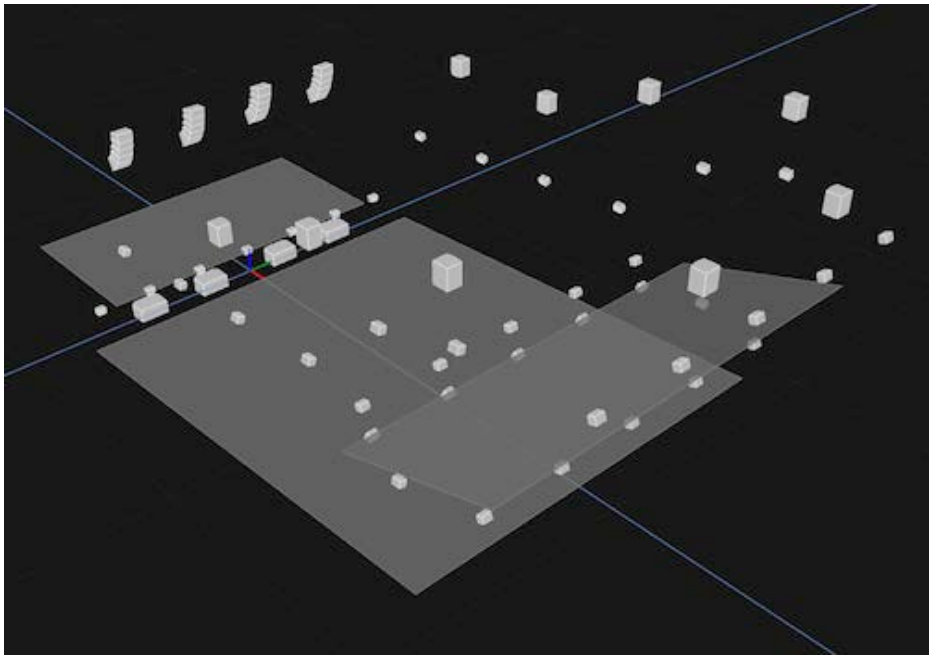
Эта иммерсивная система представляет собой проект начального уровня, который подходит для небольших театров, школьных аудиторий и портативных музыкальных систем. Для работы требуется микшерный пульт с Dante или другой источник звука Dante. Такая система обладает следующими функциями:

• Объектно-ориентированное микширование по всей ширине сцены с использованием до 48 звуковых объектов.
• Активная акустическая обработка для имитации фронтальных отражений (большая реалистичность пространства и качество звука, чем при простой реверберации).
• Поддержка низкочастотного сабвуфера.

Используемые компоненты:

Модель	Кол-во	Описание
- Fulcrum Acoustic Venueflex-8	x1	Immersive audio processor, 48x32 with 8 convolutions
- Fulcrum Acoustic DX1295	x4	Front loudspeakers
- Fulcrum Acoustic Sub215L	x2	Subwoofers
- APEX CP704D	x1	4 channel x 700W Dante-enabled amplifier
- APEX CP3004D	x1	4 channel x 3000W Dante-enabled amplifier

Зрительный зал класса High-End с активной обработкой акустики и низких частот



Этот проект представляет собой систему для зала большого размера с полной боковой активной акустикой и технологией активного управления басами. Для этого требуется микшерный пульт с Dante или другой источник звука Dante. Он обладает следующими функциями:

• Объектно-ориентированное микширование по всей ширине сцены и по периметру зрительного зала с использованием до 128 звуковых объектов.
• Субкардиоидные системы фронтального микширования для микширования с высокой производительностью.
• Иммерсивные системы фронтального микширования и поддержки под балконом.
• Активная акустическая обработка, включающая фронтальные, боковые и задние отражения и реверберацию.
• Поддержка субкардиоидного низкочастотного сабвуфера.
• Активная регулировка низких частот в главном зрительном зале и на балконе.

Используемые компоненты:

Модель	Кол-во	Описание
- Fulcrum Acoustic Venueflex-96	x1	Immersive audio processor, 128x64 with 96 convolutions
- Fulcrum Acoustic FL283T	x24	Front subcardioid line array loudspeakers
- Fulcrum Acoustic RX8	x12	Front fill and under-balcony loudspeakers
- Fulcrum Acoustic CS218L	x4	Subcardioid subwoofers
- Fulcrum Acoustic Sub115	x10	Active bass control subwoofers
- Fulcrum Acoustic RX8	x28	Active acoustics loudspeakers
- APEX CP3004D	x9	4 channel x 3000W Dante-enabled amplifier
- APEX CP716D	x3	16 channel x 700W Dante-enabled amplifier