



# «Екатеринбург Арена»



*Проект, реализовавшийся с 2015 года в Верх-Исетском районе Екатеринбурга, представлял собой очередную реконструкцию стадиона «Центральный» (предыдущая завершилась в 2011 году) с целью приведения в соответствие требованиям к чемпионатам мира ФИФА.*





**Ф**ИФА порекомендовала изменить название «Центральный» как сложное для воспроизведения на латинице. В результате на время мундиаля стадион получил название «Екатеринбург Арена». Здесь пройдет четыре матча группового этапа турнира, в которых сыграют команды Египта и Уругвая, Франции и Перу, Японии и Сенегала, Мексики и Швеции.

Проект предусматривал сохранение фасада старого сооружения, которое имеет историческую ценность государственного значения как памятник сталинского неоклассицизма.

Обновленный стадион вписан в стены, возведенные в 1957 году. Старые конструкции отреставрировали, а новый фасад нейтрального стиля не меняет восприятие основного ансамбля. Навес крыши выполнен из металлоконструкций и укрывает все зрительские места стационарных трибун.

После получения Россией права проведения в 2018 году чемпионата мира по футболу было решено увеличить вместимость стадиона до 35 000, чтобы соответствовать требованиям ФИФА по этому показателю.

После ЧМ-2018 стадион будет использоваться городом в качестве многофункционального спортивно-развлекательного комплекса. На нем планируется проводить спортивные соревнования различного уровня, концерты, выступления и выставки.

Генеральным подрядчиком по созданию инфраструктуры стадиона была выбрана компания КРОК. Она спроектировала и внедрила более 20 слаботочных систем, в числе которых билетно-пропускная система, системы физической безопасности, телекоммуникаций,

телетрансляции, мультимедиа, звукоусиления, а также мониторинг инженерных систем.

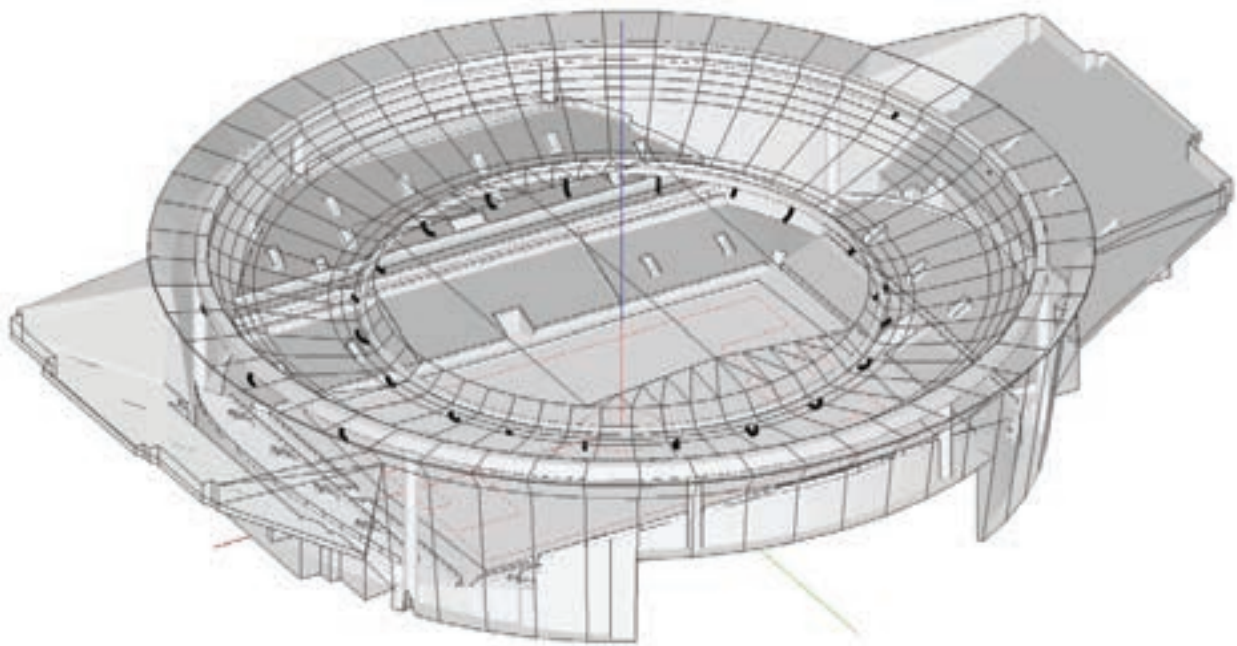
По приглашению Андрея Корогодина, директора по работе с корпоративными заказчиками компании КРОК, в проектировании системы звукоусиления принимали участие специалисты «Софит Лайт». Мы встретились с Александром Клинушкиным, главным инженером этой компании.

***Light.Sound.News.: Какие задачи ставились перед проектировщиками системы звукоусиления?***

Александр Клинушкин: При реконструкции стадиона были отстроены заново исторические трибуны вместимостью около 23 000 зрителей, расположенные внутри основного контура стадиона. Чтобы стадион соответствовал требованиям ФИФА по вместимости (не менее 35 000 мест), было решено на время чемпионата возвести еще две трибуны за пределами основного контура сооружения. После окончания соревнований можно будет разобрать эти трибуны и таким образом снизить расходы по эксплуатации объекта в дальнейшем. Такое архитектурное решение, естественно, нашло отражение в конфигурации системы звукоусиления стадиона. Нужно было выделить отдельно акустические системы для озвучивания трибун за пределами контура стадиона. При этом важно было качественно озвучить стационарные трибуны, чтобы потом, после проведения чемпионата, не нужно было переделывать и все эти тщательно отстроенные и выверенные акустические системы продолжали работать.

После чемпионата акустические системы, предназначенные для вынесенных трибун, нужно будет демонтировать, перевесить и использовать уже внутри стадиона для озвучивания поля. По нормативам ФИФА озвучивать поле не





нужно, а требования, например, UEFA это подразумевают. Поэтому все стадионы чемпионата Европы в Украине и Польше были оснащены дополнительными акустическими системами для озвучивания поля. Да и для проведения других массовых мероприятий в дальнейшем это тоже будет востребовано.

**L.S.N.: Какие требования предъявлялись к системе звукоусиления?**

А. К.: В соответствии с требованиями ФИФА звуковая система должна обеспечивать на заполненном стадионе уровень разборчивости не ниже 0,55 по STI. Надо сказать, что некоторые заявленные требования практически невыполнимы. Например, для полуфиналов и финалов рекомендовано обеспечить STI 0,75. Все специалисты понимают, что эта цифра непонятным образом закралась сюда, так как этот показатель можно обеспечить в студии, но никак не на стадионе, сооружении огромной площади, где очень много отражений, реверберация и шум толпы. Сложность в том, что мы должны обеспечить разборчивость голоса, а толпа создает шум теми же голосами, то есть в том же самом частотном спектре. Мы, конечно же, добиваемся результата, в том числе за счет увеличения уровня звукового давления (УЗД), но это уже в пределах, опасных для человеческого слуха. Для рекламных объявлений и музыкальных заставок такой УЗД не нужен, но в определенных ситуациях, связанных, например, с безопасностью, экстренной эвакуацией, он крайне необходим, поэтому нужно иметь возможность с помощью системы звукоусиления достичь его. На эту задачу были направлены все наши электроакустические расчеты, предварительное моделирование, неоднократные замеры и т.д.

**L.S.N.: Кто участвовал в разработке акустического проекта и его реализации?**

А. К.: Генеральным проектировщиком и исполнителем работ по всем технологическим системам был выбран известный системный интегратор — компания КРОК, а они уже подбирали оптимальные решения задач по каждой из своих подсистем и соответственно профильных субподрядчиков. К звуку на стадионе КРОК отнесся очень щепетильно. Акустическую модель стадиона подготовила компания из Санкт-Петербурга «Архитон», представляющая в России немецкую компанию AFMG — разработчи-

ков программного обеспечения EASE и других продуктов. Специалисты «Софит Лайт», так же как и другие претенденты, должны были в данной модели создать свой вариант конфигурации системы звукоусиления (СЗУ) в части озвучивания зрительских мест чаши стадиона и временных трибун. Благодаря такому подходу, уже на этапе моделирования можно было объективно сравнивать между собой разные проекты. Все электроакустические проекты передавались на проверку в КРОК и затем в «Архитон».

Насколько мне известно, за полтора года подготовки рабочей документации КРОКом было рассмотрено еще три-четыре варианта, в том числе и на базе продукции известных производителей. Выбран был действительно оптимальный вариант в рамках существующего технического задания, который подходил и по техническим параметрам, и по срокам поставки оборудования, и даже по эстетике. Так в проекте появились акустические системы серии STADIA итальянской компании Outline s.r.l. Я благодарен КРОКу за приглашение в проект и за возможность реализовать задуманное вместе с их специалистами.

При проектировании использовались данные измерений, сделанные в лаборатории IFAA в окрестностях города Ахен, Германия. Насколько я знаю, в этой лаборатории прошли измерения почти все акустические системы претендентов, участвовавших в конкурсе на поставку оборудования для стадионов чемпионата мира. По крайней мере те, которые монтировались с начала 2017 года.

Это уникальная ситуация, такое было первый раз в истории, когда модели акустических систем для стадионов проходили независимую предварительную проверку и измерение параметров в лаборатории. Но это уже другая история.

**L.S.N.: Были ли какие-то сложности в процессе проектирования и согласования?**

А. К.: В целом все проходило гладко. Если не считать, что на одном из этапов нам пришлось переделывать акустическую модель. Это произошло, когда мы стали смотреть фотографии уже реально построенной части объекта и обнаружили несоответствие нашим чертежам крыши стадиона и ее силового пояса, к которому должны были крепиться все кластеры акустических систем. Как выяснилось, на определенном



этапе разработчики поменяли проект, а нам новые чертежи никто не прислал. Поэтому пришлось вносить изменения в верхнюю часть акустической модели и полностью корректировать состав и менять положение кластеров. К счастью, это было вовремя сделано, и в итоге все хорошо получилось. Урок на будущее: быть внимательным к деталям на всех этапах работ, иначе потом будет проблемы.

**L.S.N.: Сколько времени заняла разработка проекта?**

А. К.: Если брать время вместе с разработкой рам кластеров и проекта системы подвесов, которые делала компания «Софит Лайт», то это заняло немногим больше года. Конечно, были интенсивные периоды, когда нужно было придумывать, что-то менять, адаптировать, и были более спокойные отрезки для согласований, обсуждений, подготовки технической документации и т.п. Дальнейшие этапы шли уже значительно быстрее. Некоторое количество акустических систем уже было готово на производстве, и все поставки, начиная с октября 2017 года, шли без каких-либо задержек. Параллельно на производственных площадях компании «Софит Лайт» изготавливались металлоконструкции рам для сборки акустических систем в кластеры и специальные силовые адаптеры их подвеса к существующим несущим конструкциям крыши стадиона. Фактически весь основной этап монтажа пришелся на осенне-зимний период 2017 года и начало зимы 2018-го, то есть на самый неприятный период работы на свежем воздухе, тем более на высоте под крышей.

**L.S.N.: Кто занимался монтажом системы?**

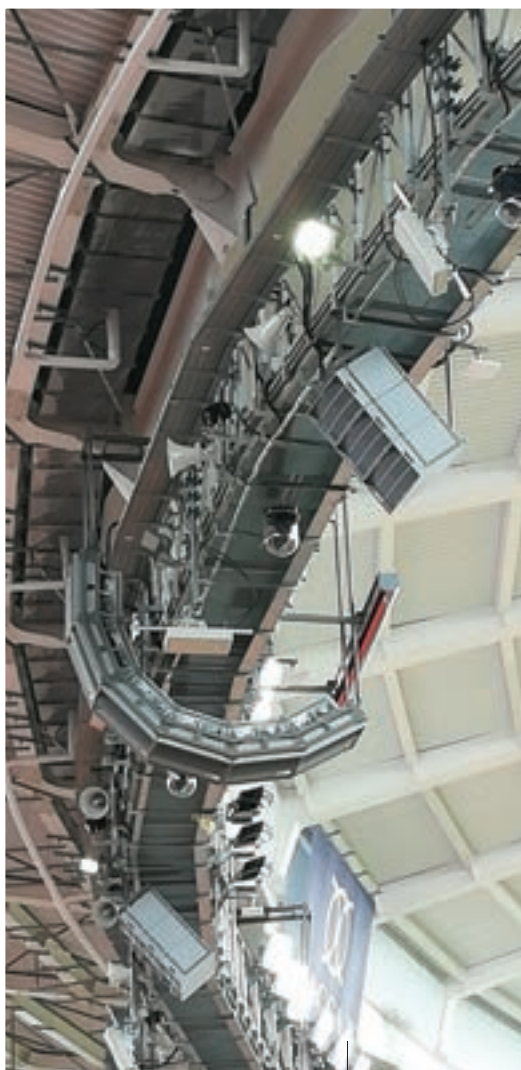
А. К.: Курировали монтаж инженеры компании КРОК, постоянно находясь на объекте. Работы по монтажу кластеров акустических систем выполняла компания из Екатеринбурга и группа промальпинистов. Важно отметить, огромную работу для реализации этого проекта проделал Михаил Васильев. Он участвовал в экспертизе и оценке предлагаемых претендентами акустических решений, которую проводил КРОК. Он же, по договору с компанией КРОК, курировал реализацию проекта системы звукоусиления стадиона последовательно до самого этапа сдачи в эксплуатацию. Все три первых матча вместе со специалистами КРОКа Михаил работал в аппаратной за пультом и контролировал работу системы. Мы с ним рука об руку вели этот проект, старались всё учесть, предусмотреть. Очень грамотный специалист, отличный инженер! Михаил уже давно занимается

А. Клинушкин и Джулио Гандини (Giulio Gandini) из Outline R&D в измерительной камере лаборатории IFAA.



Профессор Вольфганг Анерт (Wolfgang Ahnert) и Джулио Гандини во время одной из измерительных сессий акустических систем STADIA





Outline STADIA в рамках разработки и производства компании «Софит Лайт»

проектированием СЗУ для стадионов, в частности принял участие в создании системы звукоусиления для «Открытые Арена». Он в Екатеринбурге фактически месяцами находился.

**Михаил Васильев рассказал нам о деталях реализации этого проекта:**

Когда три месяца на экране ноутбука крутишь модель, а потом видишь в реальности, как она реализуется, испытываешь настоящую радость инженера.

Мы не с первого раза прошли экспертизу «Архитона», и пришлось корректировать дизайн, чтобы дотянуть до нужных 0,55 STI.

Одно дело — моделировать, подбирать оборудование для аудиотранспорта и периферии, а другое — на морозе монтировать кластеры весом до 0,8 тонны. Одновременно с монтажом шла приемка и входной контроль всего оборудования, и тут нужно отдать должное «Софит Лайт» за оперативную реакцию на все вопросы, возникавшие в процессе работ. Причем вопросы были самого широкого спектра: начиная от марки стали элементов подвеса, заканчивая работой ВЧ-драйверов, установленных в системах. Да и просто было приятно поговорить с Москвой, в лице Александра Клинушкина, долгими екатеринбургскими ночами (разница во времени сказывалась).

Трудности трудностями, этого на любом объекте в достатке. А вот меня, как акустика, волновал вопрос соответствия модели стадиона с его реальными измеренными параметрами, как расчетные значения падения напряжения на фидерных линиях АС скажется на итоговом значении SPL, насколько хороши пресеты STADIA, действительно ли болельщики кричат на 110 дБ, и еще куча вопросов, которые из теории постепенно превращаются в практику.

Модель. Да, модель отличается от реальной архитектуры стадиона. Насколько это критично в рамках данной задачи — тема не одного дипломного проекта. Но корреляция есть до 80%. Для тех, кто до сих пор сомневается в справедливости и необходимости компьютерного моделирования в ответственных проектах, скажу: не сомневайтесь. Разумеется, речь идет о модели с корректными данными не только по материалам поверхностей, но и содержащей правильные GLL-файлы акустических систем, которые позволяют уже на этапе моделирования вносить частотную коррекцию. Ну и моделировать и интерпретировать результаты нужно уметь. Я, кстати, пользовался настройками частотной коррекции, разработанными Александром Клинушкиным в EASE для STADIA при моделировании. Эти же настройки были впоследствии перенесены в процессоры усилителей мощности, что позволило, в числе прочего, поднять STI.

Пресеты. Первый запуск системы впечатлил. Применение только заводских пресетов сделало систему с первого





Михаил Васильев во время первого матча.



пуска вменяемой и музыкальной. Конечно, были нюансы по уровням систем, по увеличению НЧ за счет площади излучения кластеров (кстати, модель и это учитывала). Первого запуска ждали все! Это удивительно, но ни одна система столько радости и гордости не приносит, как СЗУ. Ни телевизоры, ни экраны, не Wi-Fi не способны вызвать позитив и гордость у всего персонала стадиона и всех подрядчиков за то, что первый тестовый трек можно услышать за четыре квартала! Очень хорошо вписались кластеры НЧ-систем. Решение оказалось настолько эффективным, что пришлось их «придавливать». И конечно, все зазвучало. Спасибо всем за проект!

**L.S.N.:** *Были ли какие-то замечания по системе звукоусиления, срокам выполнения работ? Какими были первые отзывы?*

А. К.: Насколько я знаю, по технологическим системам никаких замечаний не было ни со стороны российских организаторов, ни со стороны комиссаров и технических специалистов ФИФА. По срокам тоже никаких задержек или сбоев не было. Одна проблема — изначально сжатые сроки, но мы в них уложились, и даже с запасом. Не было такого, чтоб перед первым тестовым матчем ночами или сутками не уходили с объекта. Все проходило более или менее в штатном режиме, без аврала.

**L.S.N.:** *Расскажите об акустических системах, которые были применены в этом проекте.*

А. К.: Всего для стационарных и временных трибун были применены 26 кластеров систем Outline STADIA 100 LA (121 штук) и 16 кластеров сабвуферов STSUB 215 (48 штук). Для озвучивания зрительских мест гостевых и ВИП-ложе установлены малогабаритные двухполосные акустические системы Outline VEGAS 24 (54 штуки). Из усилителей мощности используются преимущественно Powersoft X8. Благодаря встроенным процессорам и возможности интеграции в локальные сети, усилители позволяют дистанционно контролировать все основные режимы их работы, такие как входные и выходные напряжения и токи, внутреннюю температуру, отслеживать ошибки. Каждая акустическая система STADIA 100 LA нагружена на два отдельных канала усилителя для СЧ- и ВЧ-секций, что не только обеспечивает более чем двукратный запас мощности усилителя, но и позволяет контролировать работоспособность громкоговорителей акустической системы через измерение импеданса пилот-тоном. Измерение же частотных характеристик импеданса в реальном времени, когда в качестве измерительного сигнала используется звуковой материал самой программы мероприятия или розовый шум, а затем сравнение полученных кривых с образцовыми позволяет инженеру косвенно делать вывод о «здоровье» системы в целом. К тому же все это можно делать дистанционно, даже из офиса в другом городе.

Хочу немного обратиться к истории, с чего все началось. Как известно, все большое и цельное складывается из





кажущихся поначалу разрозненными эпизодов. Все началось, когда я, как представитель компании Outline и инженер, принимал участие в разработке системы звукоусиления для стадиона «Казань Арена», который открывался к универсиаде. Тогда еще действовали старые нормы 2011 года, это была пятая редакция Stadium Book — книги с требованиями ФИФА для стадионов. Система звукоусиления проектировалась и была реализована в соответствии с этими требованиями. Там тоже использовалось оборудование Outline, но оно было скорее концертного назначения, чем стадионного. Оно было адаптировано для работы под крышей, но не на открытом воздухе. Из акустических систем были удалены лишние полости, ручки, лишний поролон, были оптимизированы сетки, вместо разъемов установлены гермовводы для кабеля, была сделана двойная покраска снаружи и изнутри и т.д. Подобные акустические системы производства Outline были до этого установлены на двух стадионах в Польше (в Познани и на стадионе «Легии» в Варшаве) для чемпионата Европы — 2012.

В процессе последующей эксплуатации делались различные замеры, которые показывали, что получилось хорошо, а что — не очень. Такие же результаты были видны и на предварительных расчетах в программе EASE, и это в принципе соответствовало требованиям ФИФА на тот момент. Но мы уже тогда с компанией Outline начали задумываться о том, что надо уходить от подобного решения и разработать акустическую систему, которая будет удовлетворять более

высоким требованиям к озвучиванию стадионов. К этому же подталкивали результаты расчетов первых проектов звукоусиления, которые разрабатывались компанией «Софит Лайт» для тогда еще стадиона «Спартак» и стадиона «Лужники» в Москве, стадиона в Саранске. Мы не ошиблись в своих предположениях, так как уже осенью 2014 года появилась новая редакция Stadium Book, которая содержала требования для стадионов чемпионата мира 2018 года в России. Там были очень большие изменения, касающиеся системы звукоусиления, по сравнению с предыдущими редакциями. Так, например, значительно увеличилось максимальное требуемое звуковое давление, конкретизировались требования к разборчивости речи, был расширен частотный диапазон для более качественного воспроизведения рекламных сообщений и музыкального сопровождения. Появилось требование к автоматическому увеличению уровня громкости в зависимости от шума, создаваемого зрителями на стадионе. Анализ этих требований плюс анализ чертежей с возможными точками подвеса размещения акустических систем лишний раз подтвердил, что нужно разрабатывать систему для работы в новых условиях. Таким образом, в компании Outline возник проект STADIA. Инженеры очень творчески подошли к этому вызову. Было много разных решений, прежде чем остановились на существующем варианте серии STADIA 100 LA, в которую вошли три системы с вертикальной направленностью 10, 20 и 30 градусов. Они имеют фиксированные углы по вертикали, а их комбинация позволяет создавать кластеры, равномерно распределяющие





звуковое давление по трибунам при разных вариантах подвеса. STADIA фактически представляет собой акустическую систему, в которой собраны четыре элемента линейного массива в одном корпусе. При этом сам корпус выполняет еще и функцию широкоформатного рупора. В STADIA правильно подобраны объемы и акустические нагрузки громкоговорителей, а самое главное, подобрана очень точная комбинация волноводов высокочастотных драйверов, для которой была разработана математическая модель. Измеренные характеристики ВЧ-секции получились максимально близки к расчетным. Этого добились благодаря тому, что волноводы находятся в составе единого моноблока, который изготавливается на станке с ЧПУ. Такая конструкция дала преимущества массива в звуковом давлении, линейности амплитудно-частотной характеристики, в сравнении с подобными, но отдельно устанавливаемыми элементами линейного массива. К тому же такая система стала экономически более выгодна. Систем для стадиона требуется много, и если они будут дорогими, то легко можно «вывалиться» из бюджета. Таким образом, нам удалось создать акустическую систему очень хорошего качества и по привлекательной цене. В процессе создания серии STADIA компания Outline разработала несколько интересных технических решений, например трехслойное покрытие outSIDE из эластоласта для максимальной защиты корпуса от атмосферных воздействий.

Перед чемпионатом мира система проходила измерения и конкурсные испытания как в лаборатории самой компании Outline, так и в лаборатории в Ахене. Результаты подтвердили все заявленные нами параметры. Чтобы соответствовать требованиям ФИФА, в дополнение к существующим системам были выпущены подвесные сабвуферы, которые можно собирать в кластеры. В Екатеринбурге система звукоусиления дополнена именно такими низкочастотными кластерами.

***L.S.N.: Какими были отзывы специалистов после первого мероприятия?***

А. К.: я слышал только положительные отзывы от людей, мнению которых доверяю. Всё, что было заложено на этапе проектирования было прелючено при сдаче в эксплуатацию и продемонстрировано. С чем и поздравляю КРОК и всю команду проекта. Первые включения показали, что система имеет приличный запас по мощности, поэтому, работая с ней, надо очень аккуратно дозировать эту мощность в аудиторию.

Текст: Александр Петин