

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ A2B ОТ ANALOG DEVICES ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

**В** статье кратко рассмотрены вопросы, возникающие при построении систем озвучивания помещений или больших открытых пространств. Показано, что применение технологии A2B, разработанной компанией Analog Devices, позволяет значительно снизить затраты на построение таких систем.



*В. Макаренко, А. Ярош*

Качественное звуковоспроизведение при проведении массовых мероприятий является необходимым атрибутом при их организации. Система звуковоспроизведения должна обеспечивать не только достаточный уровень звукового давления в любой точке озвучиваемого пространства, но и обеспечить высокую разборчивость речи.

На разборчивость, в свою очередь, влияет наложение прямого и отраженного от различных препятствий звуков в точке прослушивания. Для уменьшения влияния подобных наложений и обеспечения приемлемого значения разборчивости в концертных залах, конференц-залах и т.д. можно использовать один источник звукового сигнала большой мощности, расположенный вблизи сцены или трибуны, при условии, что стены, потолок и пол в помещении покрыты материалом с большим коэффициентом звукопоглощения для уменьшения уровня отраженного сигнала.

Но такой подход не всегда возможен или целесообразен по нескольким причинам. Слушатели, расположенные непосредственно возле источника акустического сигнала, могут быть оглушены звуком, в то время как слушатели, расположенные на большом расстоянии от источника, могут получить настолько слабый сигнал, что это приведет к значительному снижению разборчивости. Все это создает весьма некомфортные условия для прослушивания как музыки, так и речи.

Более рациональный подход заключается в использовании распределенной системы звуковоспроизведения с большим количеством громкоговорителей малой мощности, расположенных на относительно небольшом расстоянии друг от друга. Та-

## THE USE OF TECHNOLOGY A2B FROM ANALOG DEVICES FOR MULTICHANNEL SOUND SYSTEMS

**Abstract –** The article briefly discusses the issues arising in the construction of sound systems of premises or large open spaces. It is shown that the application of A2B technology, developed by Analog Devices, can significantly reduce the cost of designing such systems.

*V. Makarenko, A. Yarosh*

кое построение системы позволяет обеспечить значительно более равномерное звуковое поле во всем озвучиваемом пространстве.

Однако при таком построении системы возникает проблема наложения звуковых колебаний соседних громкоговорителей, что будет приводить к ухудшению разборчивости речи. Чтобы уменьшить влияние этого явления, необходимо воспроизводить сигналы удаленными громкоговорителями с некоторой задержкой по отношению к близко расположенным, чтобы звуковое поле формировалось аналогично тому, как это происходит при отсутствии системы звукоусиления.

В высококачественных системах многоканального звуковоспроизведения вносятся соответствующие задержки в каждый канал звуковоспроизведения. Если задержку в процессе работы такой системы можно изменять, то это дает возможность создания различных звуковых эффектов – эха, реверберации, воображаемого перемещения объекта в пространстве и т.п.

Правильно установленное время задержки в многоканальных системах звуковоспроизведения имеет важное значение, так как оказывает значительное влияние на разборчивость речи, которая также характеризуется показателем качества передачи речи STI (Speech Transmission Index) [1].

В табл. 1 приведены сравнительные данные по оценке разборчивости с помощью различных критериев [2]. Из приведенных в таблице данных следует, что значение STI полностью характеризует разборчивость речи и его можно использовать в качестве критерия для оценки качества системы звуковоспроизведения.

**Таблица 1. Сравнительная оценка разборчивости речи по различным критериям**

Рейтинг разборчивости	Оценка разборчивости простых предложений, %	Число разборчивых слов, %	STI
Отличная	100	> 98	> 0,75
Хорошая	100	93...98	0.60...0.75
Удовлетворительная	100	80...93	0.45...0.60
Низкая	70...100	60...80	0.30...0.45
Плохая	< 70	< 60	< 0.30

Индекс передачи речи является объективным физическим показателем качества передачи речи. Значение STI может изменяться от 0 до 1 и характеризует качество канала передачи речи. Если значение STI равно 1, то разборчивость речи отличная. Чем ближе значение STI приближается к нулю, тем больше речевой информации теряется. В [2] можно найти информацию о связи STI и различными субъективными тестами разборчивости (например, тест при использовании фонетически сбалансированных списков слов).

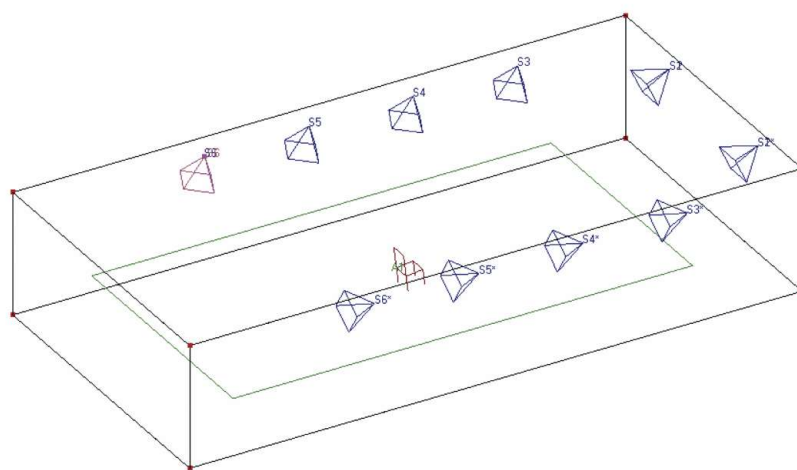
Принцип, на котором основывается STI, заключается в том, что информация в речи представлена в виде модулированных акустических колебаний. Произнесение речи, по сути, не что иное, как последовательность модулированных тональных и шумовых сигналов. Потеря части этих последовательностей приводит к потере разборчивости.

Если речь идет о людях не носителях языка или людях с проблемами слуха, то вероятность понимания речи уменьшается и имеет другие значения. В то же время значение STI не зависит от знания языка тем или иным человеком, поскольку характеризу-

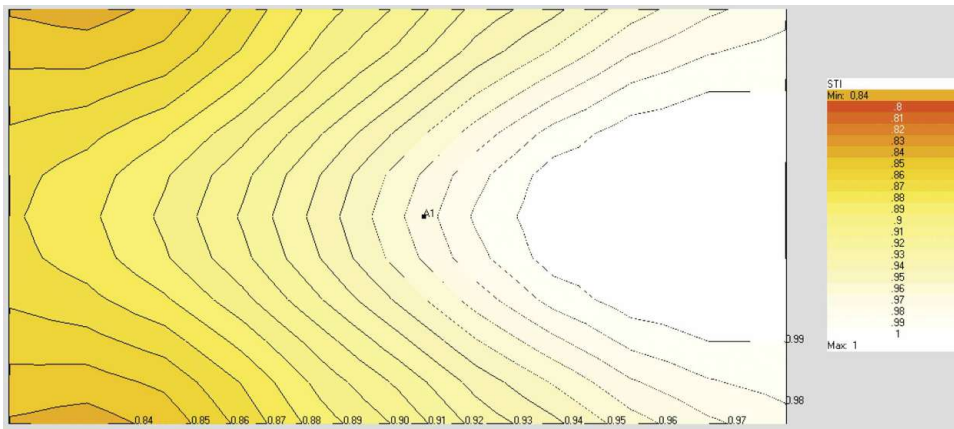
ет качество передачи в канале физической передачи звука.

Для оценки влияния времени задержки на значение STI в программе акустического моделирования Enhanced Acoustic Simulator for Engineers v.4.3.8 (EASE) проведено исследование характеристик помещения 20×10×4 м с акустически обработанными поверхностями. Средний коэффициент поглощения поверхностей 80%. В помещении расположены 10 громкоговорителей (по 5 с каждой стороны), как показано на рис. 1.

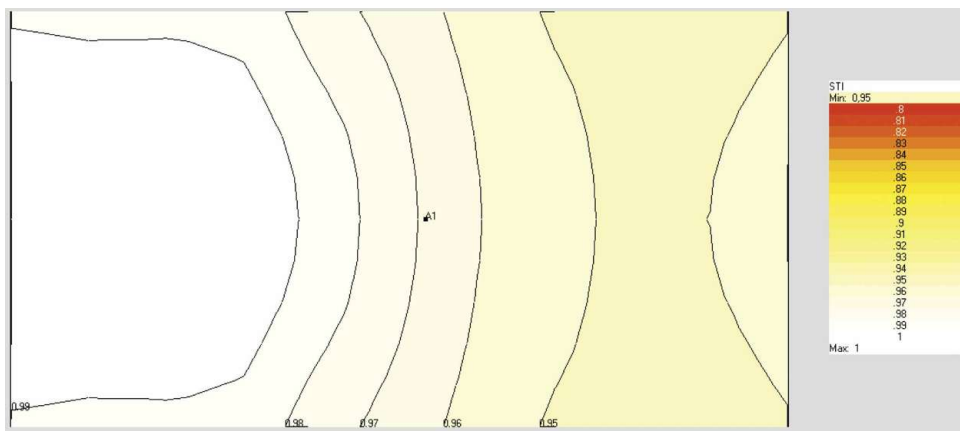
Влияние задержки сигнала на STI (а, следовательно, и на разборчивость речи) иллюстрируют рис. 2 и 3. Из рисунков следует, что даже для такого сравнительно небольшого помещения выигрыш по индексу STI при формировании звуковых сигналов с задержкой составляет не менее 0.11. Если учесть, что при увеличении размеров помещения индекс STI в его конце будет значительно меньше, то использование системы формирования звука с задержкой может стать жизненно необходимой. В случае же не критичного уменьшения индекса STI применение задержки сигналов позволит повысить



**Рис. 1. Модель помещения с распределенной системой громкоговорителей**



**Рис. 2. Значение индекса STI в различных точках помещения при формировании звукового сигнала громкоговорителями одновременно**



**Рис. 3. Значение индекса STI в различных точках помещения при формировании звукового сигнала с задержкой для каждой группы громкоговорителей**

качество звучания.

Формировать задержанные сигналы для каждой группы громкоговорителей можно с помощью многоканальных цифровых линий задержки. Например, PADL-7101 (с аналоговыми выходами) или PAAD-7102 (с цифровыми выходами) [3].

Следует учесть, что использование многоканальных линий задержки с аналоговыми выходами приводит к необходимости прокладки к каждому громкоговорителю отдельной линии связи. Это увеличивает стоимость системы, усложняет ее монтаж и увеличивает время, необходимое для развертывания такой системы. При использовании линий задержки с цифровыми выходами можно осуществлять передачу данных с временным уплотнением по одной линии связи, но это потребовало бы разработки дополнительных устройств для формирования как сигналов передатчика и приемников, так и разработки устройств, формирующих сигналы управления.

Наиболее простые решения для таких систем предлагает компания Analog Devices, используя новую технологию передачи данных и шину для ее реализации, которая получила название A2B (Automotive Audio Bus) [4]. Хотя технология предназначалась для использования в автомобилях, это не мешает использовать ее в других приложениях.

Шина оптимизирована для аудио приложений и обеспечивает высокое качество звука при снижении стоимости системы в несколько раз по сравнению с используемыми в автомобильной промышленности системами.

Шина A2B обеспечивает пропускную способность 50 Мбит/с по неэкранированной витой паре на расстоянии до 15 м между соседними устройствами. Управление всеми устройствами, подключенными к шине, осуществляется по шине I<sup>2</sup>C, а передача данных – по I<sup>2</sup>S.

Передача данных осуществляется путем мультиплексирования (передачи данных с временным раз-

делением каналов). Одновременно с передачей данных обеспечивается двусторонняя синхронизация данных, времени, сигналов управления и напряжения питания по одиночной или двойной витой паре.

Параметры микросхем, выпускаемых компанией Analog Devices, для поддержки технологии A2B приведены в табл. 2.

Технология A2B обеспечивает прямое подключение между устройствами, а также между целой цепочкой устройств. Одно из устройств является ведущим (мастером), а остальные – ведомыми. В качестве ведущего используется приемопередатчик и хост-контроллер. Он является генератором временных меток, осуществляет синхронизацию и кэширование всех подчиненных узлов. Ведущее устройство программируется по шине I<sup>2</sup>C. Расширение этой шины управления встраивается в поток данных шины A2B, делая возможным прямой доступ к регистрам и информации о состоянии ведомых приемопередатчиков.

Кроме передачи сигналов все приемопередатчики обеспечивают возможность регулировки внешней задержки. Это в свою очередь позволяет отказаться от использования дополнительных цифровых линий задержки при построении многоканальных систем звуковоспроизведения.

При последовательном соединении нескольких устройств, поддерживающих технологию A2B, при расстоянии между соседними узлами до 15 м шина способна обеспечить передачу не только семи высококачественных звуковых сигналов, но также и передачу видеосигнала. Передача цифровых сигналов звука по шине может осуществляться с частотой дискретизации 44.1 или 48 кГц. Поддерживается разрядность цифровых слов 12, 16 и 24 бита. Это

обеспечивает значительную гибкость системы и возможность подключения многих аудиоустройств ввода/вывода.

Диагностика на системном уровне является важным компонентом технологии. Все устройства, подключенные к шине, имеют возможность идентифицировать разные неисправности. В том числе:

- замыкание проводов между собой
- замыкание провода на общий провод или на шину питания.

Благодаря таким свойствам системы в случае возникновения неисправности в любом узле он отключается, а все узлы, расположенные между ним и мастером, продолжают функционировать.

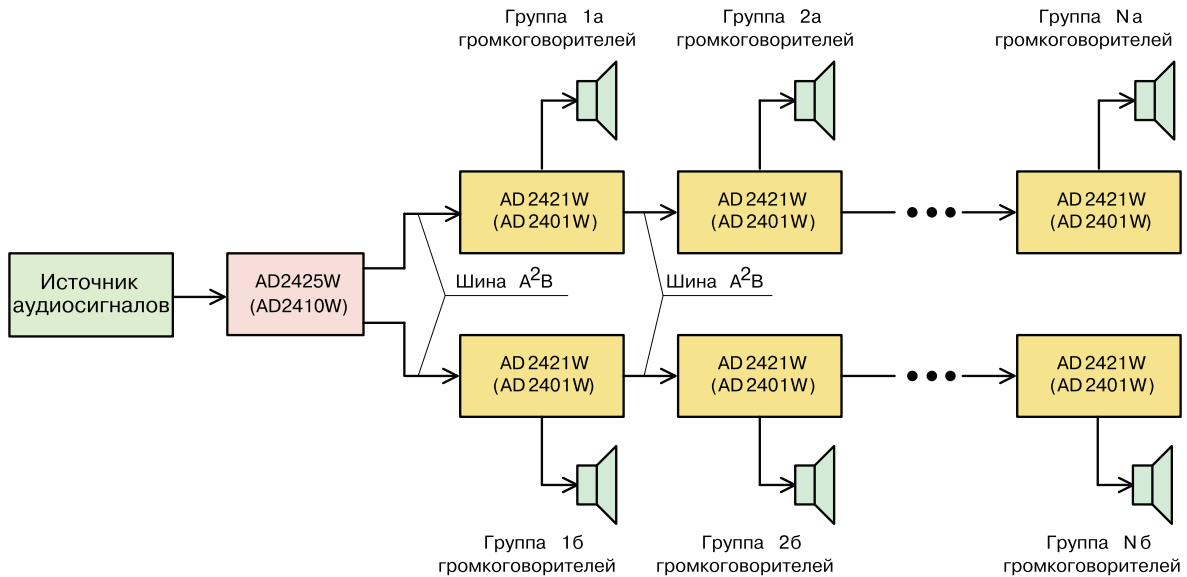
Данная технология разрабатывалась для использования в автомобильной промышленности, о чем говорит название – Automotive Audio Bus, что в переводе с английского означает автомобильная аудио шина. Но широкий спектр преимуществ позволяет использовать ее и для озвучивания помещений, в частности, концертных залов средних размеров (так как высокая скорость обмена обеспечивается на расстоянии до 60 м) и конференц-залов. Так как для систем озвучивания не требуется скорость передачи 50 Мбит/с, то при необходимости расстояние может быть увеличено при соответствующем снижении скорости передачи информации.

На рис. 4 приведена структурная схема системы озвучивания, построенной на основе технологии A2B.

Источник звукового сигнала подключается к одному из входов приемопередатчика, поддерживающего функцию "мастер". Для каждой группы громкоговорителей программируется необходимая задержка с помощью графической среды SigmaStudio™, которая позволяет настроить регистры всех

**Таблица 2. Основные параметры приемопередатчиков для реализации шины A2B**

Параметр	AD2401W	AD2402W	AD2410	AD2421W	AD2422W	AD2425W
Функция "мастер"	–	–	+	–	–	+
Число приемопередатчиков в ИМС	1 (А)	2 (А и В)	2 (А и В)	1 (А)	2 (А и В)	2 (А и В)
Поддержка I <sup>2</sup> S/TDM	–	–	+	–	–	+
Число микрофонных входов	4	4	4	4	4	4
Максимальная длина кабеля между соседними узлами, м	10	10	10	15	15	15
Диапазон рабочих температур, °С	-40...105	-40...105	-40...105	-40...105	-40...105	-40...105



**Рис. 4. Структурная схема многоканальной системы звуковоспроизведения с использованием шины A2B**

устройств, используя дружелюбный пользовательский интерфейс [4]. Необходимые задержки можно получить расчетным путем, зная расстояние между группами громкоговорителей. В зависимости от выбранного приемопередатчика это расстояние может изменяться. Для AD2425W в паре с AD2421W максимальное расстояние между громкоговорителями соседних групп будет составлять 15 м, а для пары AD2410W в паре с AD2401W – 10 м.

Ведущий приемопередатчик (мастер) передает данные в цифровом виде по шине A2B к последовательно соединенным ведомым приемопередатчикам. Они, в свою очередь, полученный сигнал преобразуют в аналоговый и направляют на соответствующие группы громкоговорителей. Следует отметить, что в такой системе желательно использовать активные громкоговорители (со встроенными усилителями мощности) для упрощения монтажа системы.

Из материала, изложенного в статье, можно сделать вывод о том, что применение технологии A2B для построения многоканальных систем звуковоспроизведения позволяет не только сократить количество необходимого кабеля, но и значительно уменьшить число компонентов системы звуковоспроизведения, что в свою очередь приведет к снижению стоимости системы.

## ЛИТЕРАТУРА

- <https://www.embeddedacoustics.com/index.php/speech-transmission-index>.
- Tammo Houtgast, Herman Steeneken Past, present and future of the Speech Transmission Index Published by: TNO Human Factors, The Netherlands, 2002. – 159 p. (<http://publications.tno.nl/publication/34618897/YqAj4j/houtgast-2002-past.pdf>).
- [http://www.profit.ru/RUSSIAN/acp\\_cap\\_iz.html](http://www.profit.ru/RUSSIAN/acp_cap_iz.html).
- В. Макаренко Новые технологии от Analog Devices для построения мультимедийных систем автомобиля / Электронные компоненты и системы, № 1(213), 2016, с. 36-43 [[http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/2016/V.Makarenko\\_New\\_technology\\_from\\_Analog\\_Devices%20to%20build%20car%20multimedia%20systems\\_EKIS\\_1\\_2016.pdf](http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/2016/V.Makarenko_New_technology_from_Analog_Devices%20to%20build%20car%20multimedia%20systems_EKIS_1_2016.pdf)].
- <http://www.analog.com/en/landing-pages/001/a2b.html>.

## VD MAIS

### Печатные платы



- проектирование печатных плат
- технологическая подготовка производства
- изготовление любого количества плат:
  - по ГОСТ 23752-79
  - по стандарту IPC-A-600H
- проектирование и изготовление трафаретов для нанесения паяльной пасты.

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, IATF 16949:2016 и ISO 13485:2016.

Цены – оптимальные.

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6  
тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852, факс: (0-44) 220-0202  
e-mail: info@vdmiais.ua, www.vdmiais.ua