

Московский Авиационный Институт  
(Национальный Исследовательский Университет)

**Факультет прикладной математики и информатики**

**Реферат**  
на тему  
**Звуковая плата**

**I семестр**

Студент: Тулин И.Д.

Группа: М8О-101Б-21

Руководитель: Титов В.К.

Оценка: \_\_\_\_\_

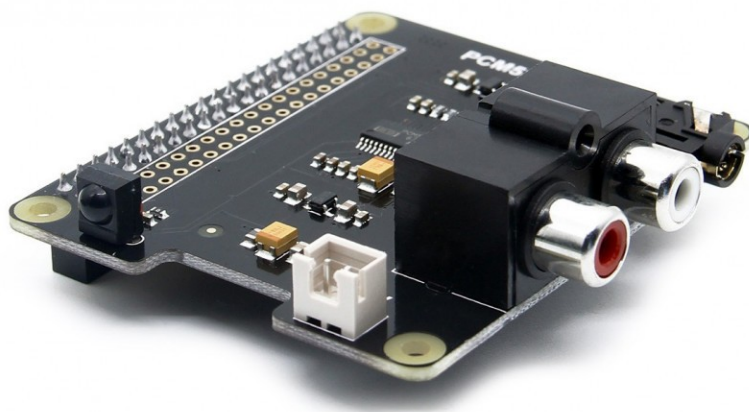
Дата: 07.01.2022

Москва, 2022

## Введение

Звуковая карта (звуковая плата, аудиокарта; англ. sound card) — дополнительное оборудование персонального компьютера и ноутбука, позволяющее обрабатывать звук (выводить на акустические системы и/или записывать). На момент появления звуковые платы представляли собой отдельные карты расширения, устанавливаемые в соответствующий слот. В современных материнских платах представлены в виде интегрированного в материнскую плату аппаратного кодека (согласно спецификации Intel AC'97 или Intel HD Audio).

Несмотря на наличие сейчас в каждой материнской плате встроенных звуковых чипов, рынок дискретных звуковых карт всё ещё существует и даже развивается. Существенная часть таких устройств производится для нужд музыкантов, которые записывают сигнал напрямую из инструментов или с помощью подключения микрофонов.



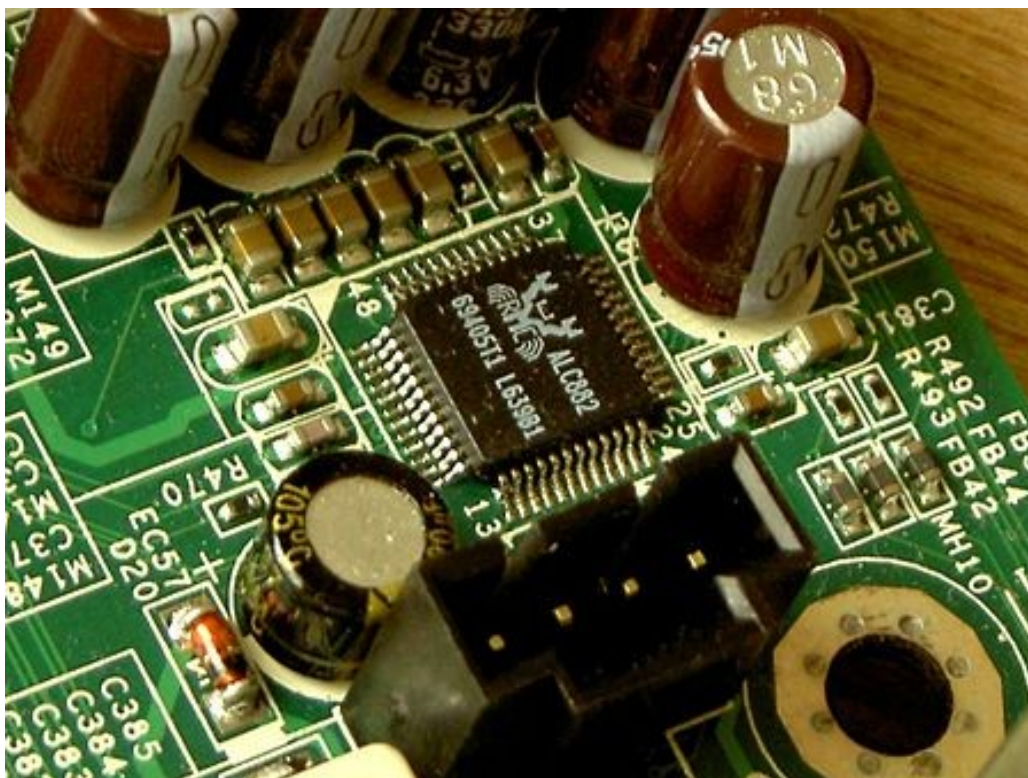
## Аудиокодек и оцифровка звука

Кодек (англ. codec, от coder/decoder — шифратор/дешифратор — кодировщик/декодировщик или compressor/decompressor) — устройство или программа, способная выполнять преобразование данных или сигнала.

Для хранения, передачи или шифрования потока данных или сигнала его кодируют с помощью кодека, а для просмотра или изменения — декодируют. Кодеки часто используются при цифровой обработке видео и звука.

В массовых встроенных в материнские платы звуковых картах аудиокодек фактически представляет собой всю звуковую карту: он преобразовывает аналоговый сигнал, получаемый с разъёмов, в цифровой, и передаёт его на южный мост материнской платы, откуда цифровой звук попадает на центральный процессор. В дискретных звуковых картах, подключаемых к материнской плате, аудиокодек выполняет ту же роль, что и на интегрированных, но после оцифровки передаёт звуковой сигнал не на центральный процессор, а на специальный чип управления и обработки звука, также размещённый на звуковой плате.

Чип звукового кодека обычно имеет площадь около 7 мм<sup>2</sup> и, в случае интегрированной звуковой карты, обычно располагается близко к задней панели материнской платы. Основными производителями аппаратных звуковых кодеков являются компании Realtek, VIA Technologies, C-Media, Intel и Analog Devices.



*Микросхема аудиокодека Realtek ALC 882 HD на материнской плате*

Цифровой звук — результат преобразования аналогового сигнала звукового диапазона в цифровой аудиоформат.

Простейший метод преобразования, импульсно-кодовая модуляция (ИКМ), состоит в представлении последовательности мгновенных значений уровня сигнала, измеряемого аналого-цифровым преобразователем (АЦП) через равные промежутки времени.

Цифровая звукозапись — технология преобразования аналогового звука в цифровой с целью сохранения его на физическом носителе для возможности последующего воспроизведения записанного сигнала.

Представление аудиоданных в цифровом виде позволяет очень эффективно изменять исходный материал при помощи специальных устройств или компьютерных программ — звуковых редакторов, что нашло широкое применение в промышленности, медиа-индустрии и быту.

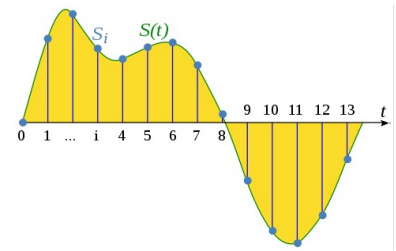
Принцип цифрового представления колебаний звукозаписи достаточно прост:

- вначале нужно преобразовать аналоговый сигнал в цифровой, это осуществляет устройство — аналого-цифровой преобразователь (АЦП)
- произвести сохранение полученных цифровых данных на носитель: магнитную ленту (DAT), жёсткий диск, оптический диск или флеш-память
- для того чтобы прослушать сделанную запись, необходимо воспроизведение сделанной записи с носителя и обратное преобразование из цифрового сигнала в аналоговый, с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

Принцип действия АЦП тоже достаточно прост: аналоговый сигнал, полученный от микрофонов и электро-музыкальных инструментов, преобразовывается в цифровой. Это преобразование включает в себя следующие операции:

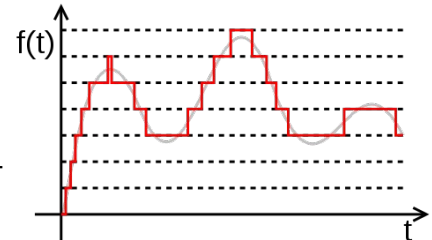
1. Ограничение полосы частот производится при помощи фильтра нижних частот для подавления спектральных компонент, частота которых превышает половину частоты дискретизации.

2. Дискретизацию во времени, то есть замену непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений в дискретные моменты времени — отсчетов. Эта задача решается путём использования специальной схемы на входе АЦП — устройства выборки-хранения.



Дискретизация функции

3. Квантование по уровню представляет собой замену величины сигнала ближайшим значением из набора фиксированных величин — уровней квантования.



Квантование сигнала

4. Кодирование или оцифровку, в результате которого значение каждого квантованного отсчета представляется в виде числа, соответствующего порядковому номеру уровня квантования.

Цифровой сигнал, полученный с декодера, преобразовывается в аналоговый. Это преобразование происходит следующим образом:

1. Декодер ЦАП преобразует последовательность чисел в дискретный квантованный сигнал
2. Путём сглаживания во временной области из дискретных отсчетов вырабатывается непрерывный во времени сигнал
3. Окончательное восстановление сигнала производится путём подавления побочных спектров в аналоговом фильтре нижних частот

Аудиокодек на аппаратном уровне обозначает отдельную микросхему, которая кодирует и декодирует аналоговый звуковой сигнал в цифровой сигнал и наоборот при помощи аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей. Цифро-аналоговая конвертация происходит, когда компьютер посылает звук на внешние динамики, а аналого-цифровая конвертация происходит, когда звук подаётся на компьютер извне.

Аудиокодек на программном уровне является специализированной компьютерной программой, кодеком, который сжимает (производит компрессию) или разжимает (производит декомпрессию) цифровые звуковые данные в соответствии с файловым звуковым форматом или

потокowym звуковым форматом. Задача аудиокодека как компрессора заключается в предоставлении аудиосигнала с заданным качеством/точностью и минимально возможным размером. Благодаря сжатию уменьшается объём пространства, требуемого для хранения аудиоданных, а также возможно снизить полосу пропускания канала, по которому передаются аудиоданные.

АС'97 (сокращенно от англ. *audio codec '97*)— это стандарт для аудиокодеков, разработанный подразделением Intel Architecture Labs компании Intel в 1997 г. Этот стандарт используется в основном в системных платах, модемах, звуковых картах и корпусах с аудиорешением передней панели. АС'97 поддерживает частоту дискретизации 96 кГц при использовании 20-разрядного стереоразрешения и 48 кГц при использовании 20-разрядного стерео для многоканальной записи и воспроизведения.

АС'97 состоит из встроенного в южный мост чипсета хост-контроллера и расположенного на плате аудиокодека. Хост-контроллер (он же цифровой контроллер, DC'97; англ. *digit controller*) отвечает за обмен цифровыми данными между системной шиной и аналоговым кодеком. Аналоговый кодек— это небольшой чип (4×4 мм, корпус TSOP, 48 выводов), который осуществляет аналогоцифровое и цифроаналоговое преобразования в режиме программной передачи или по DMA. Состоит из узла, непосредственно выполняющего преобразования — АЦП/ЦАП (аналогоцифровой преобразователь / цифроаналоговый преобразователь; англ. *analog digital converter / digital analog converter*, сокр. *ADC/DAC*). От качества применяемого АЦП/ЦАП во многом зависит качество оцифровки и декодирования цифрового звука.

HD Audio (от англ. *high definition audio* — звук высокой чёткости) является эволюционным продолжением спецификации АС'97, предложенным компанией Intel в 2004 году, обеспечивающим воспроизведение большего количества каналов с более высоким качеством звука, чем при использовании интегрированных аудиокодеков АС'97. Аппаратные средства, основанные на HD Audio, поддерживают 24-разрядное качество звучания (до 192 кГц в стереорежиме, до 96 кГц в многоканальном режимах — до 8 каналов).

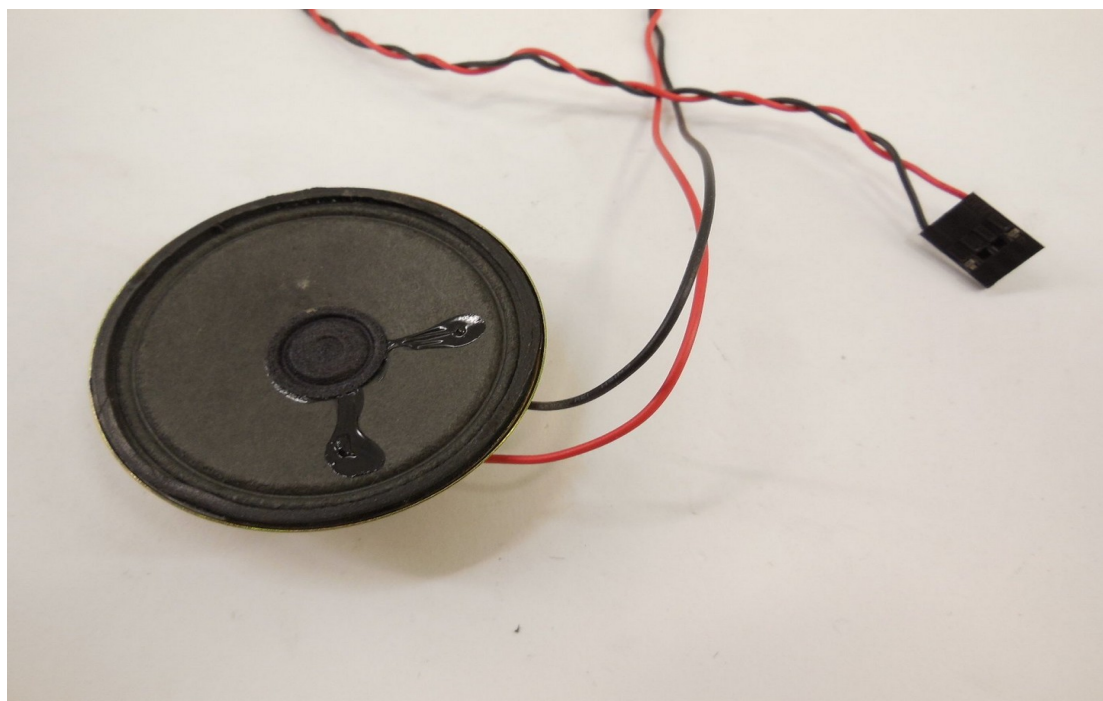


Формфактор кодеков и передачи информации между их элементами остался прежним. Изменилось только качество микросхем и подход к обработке звука.

### **Краткая история развития звуковых плат**

Сегодня воспроизведение и запись звука кажутся настолько естественным процессом, что сложно себе представить, что сравнительно недавно все обстояло иначе. Были времена, когда звук казался чем-то бесполезным и ненужным для ПК, а о естественности звучания никто даже не задумывался.

Самые первые компьютеры семейства IBM PC снабжали примитивным динамиком *PC Speaker* (спикером). В народе это чудо было прозвано «пищалкой», что совершенно справедливо: устройство могло воспроизводить за раз не более одного тона, а регулировка громкости была сильно затруднена. Назначение у динамика было одно — воспроизводить диагностические сигналы при загрузке и работе ПК.



*PC Speaker*

В 1984 году в свет вышел компьютер IBM PCjr, обладавший встроенным трехголосным синтезатором, являвшимся, по сути, модернизированным компьютерным динамиком. Спустя еще пару лет на рынок было выпущено устройство *Sound*. Подключалось оно через принтерный LPT-кабель и представляло собой 8-битный ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь).



Covox

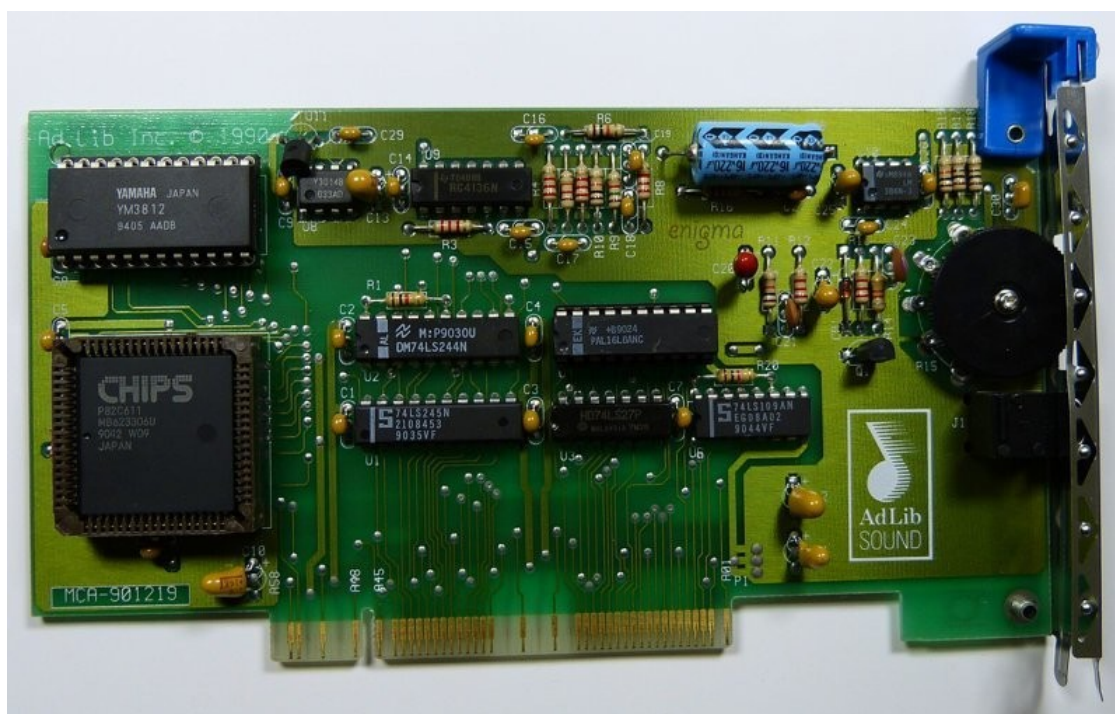
Следующим этапом в развитии компьютерного звука стало появление в 1987 году фактически первой звуковой карты — *Creative Music System* (CMS). Созданное сингапурской компанией Creative устройство основывалось на двух 6-голосных звукогенераторах Philips SAA 1099 и было в состоянии воспроизводить стереозвук: один звуковой чип обрабатывал сигнал для правого канала, второй — для левого. Высокая цена (более \$300) отпугнула покупателей.



CMS

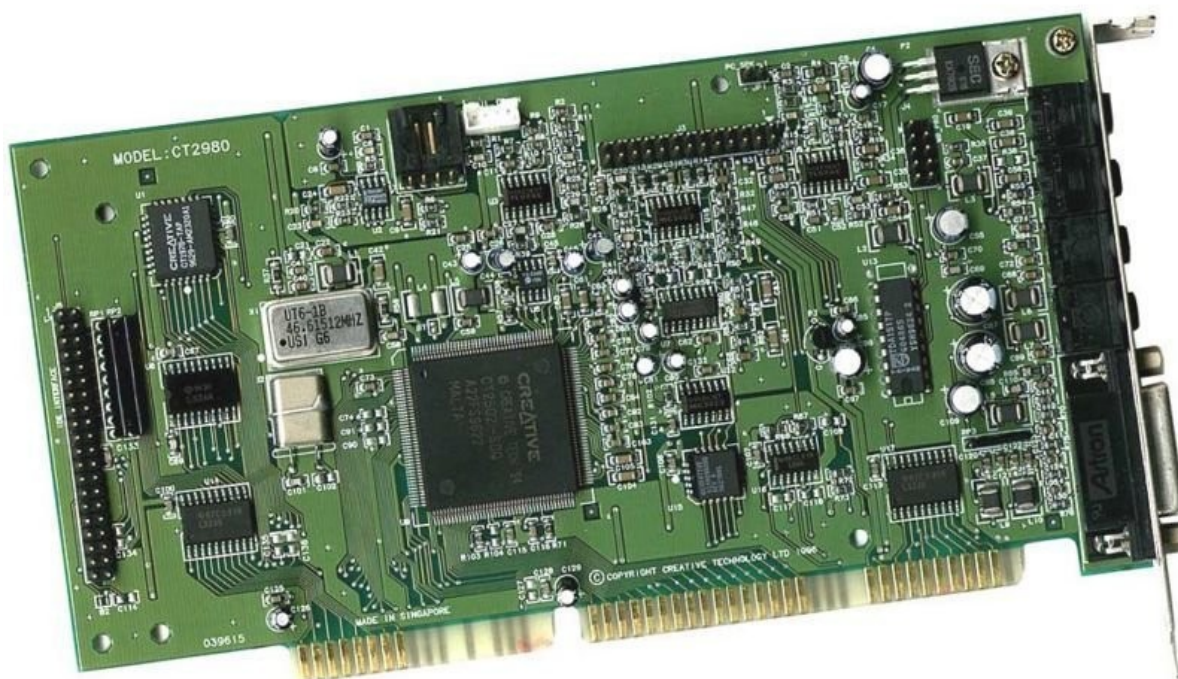


Почти в то же время появился еще один игрок — канадская компания AdLib. Одноименная карта обладала всего одним чипом Yamaha YM3812, но этот 11-голосный синтезатор FM-типа давал более естественное звучание, чем CMS! Вторым неоспоримым плюсом стала низкая цена — порядка \$100. В этой битве Creative потерпела поражение.



*Adlib*

В 1991 году на рынке появилась новая звуковая карта от Creative — Sound Blaster. После этого события название карты долгое время оставалось синонимом понятия «звуковая плата». Оно и понятно: более семи лет у устройств этой серии не было конкурентов. Меж тем ничего принципиально нового в SB не было, просто компания объединила два чипа — Yamaha YM3812 и 8-битный ЦАП типа Sovox. В результате синтезатор мог воспроизводить различные MIDI-мелодии с качеством, идентичным AdLib, а ЦАП позволял выдавать предварительно оцифрованный аналоговый звук, например человеческую речь. Все это было дополнено еще одним чипом, позволявшим записывать аудиосигналы. Качество воспроизведения и записи было весьма посредственным: 8-битное моно с частотой дискретизации 22 кГц по звучанию уступало даже магнитофонам.



*Sound Blaster*

SB начал эволюционировать. Сначала появилась версия карты с поддержкой стерео, потом частота дискретизации воспроизводимого звука увеличилась до 44,1 кГц, а чуть позже в свет вышла Sound Blaster 16 — первая 16-битная звуковая плата от Creative. Недолго думая, компания обвесила свое творение патентами. И поскольку копировать архитектуру SB16 конкурентам уже было нельзя, на рынке стало появляться множество карт, не похожих друг на друга.

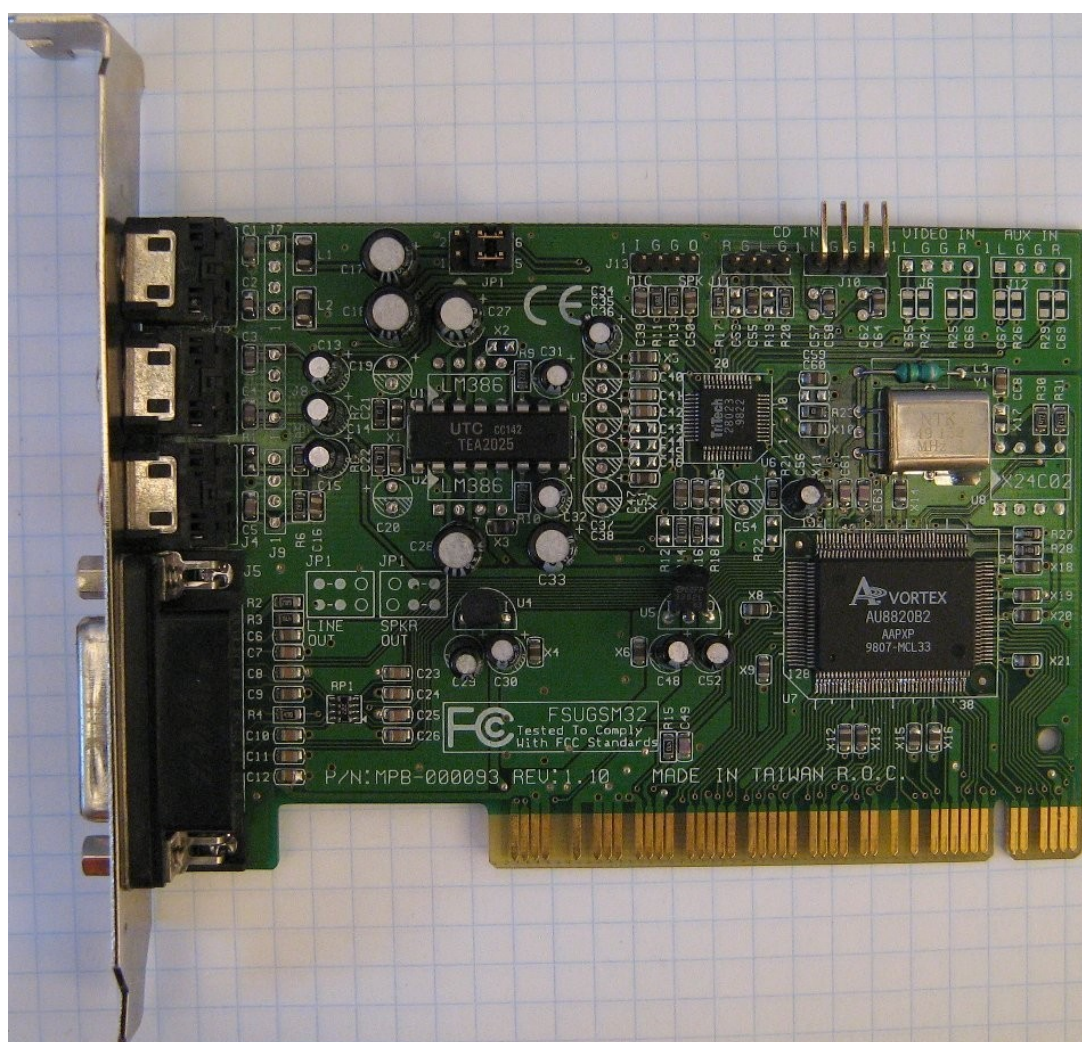


*Sound Blaster 16*



Кстати, SB16 стала первой платой, поддерживающей Microsoft Direct Sound, что только усилило любовь разработчиков к ней. Конкуренты вымирали естественным путем, Creative выиграла борьбу, правда, затем сделала большую промашку, решив, что будущее за воспроизведением синтезированных MIDI-мелодий. Последующие творения бурно развивались в этом направлении, но большинству пользователей от этого не было толку: MIDI-синтезаторы предназначались скорее для полупрофессионального сегмента рынка и в сфере домашних ПК востребованы не были. Ничего принципиально нового Creative не выпускала вплоть до 1998 года...

Толчок к дальнейшему развитию в сфере компьютерного звука дала компания Aureal, разработавшая первый серьезный формат воспроизведения 3D-звука A3D и соответствующий чип AU8820. Реализацией карт на его основе занялась Diamond Multimedia, карта получила название Monster MX300.



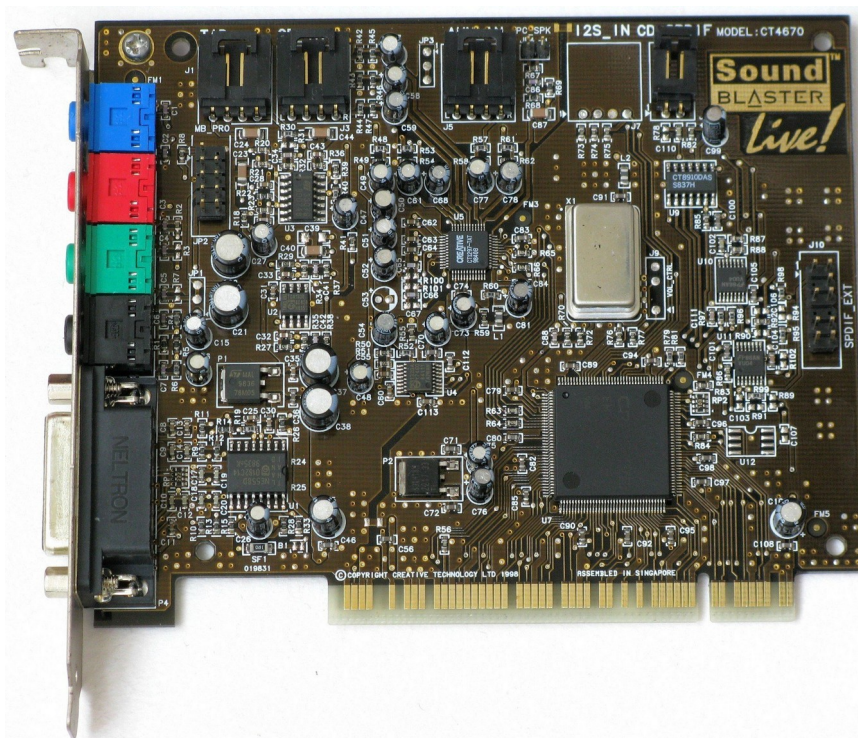
Monster MX300

В основе разработки лежали исследования особенностей человеческого слуха. Технологии разрабатывались для нужд военных летчиков и космонавтов. Целью компании было научить простые наушники правильно позиционировать звук в пространстве — и Aureal с задачей справилась. Чип в реальном времени рассчитывал отражения звука от объектов виртуального мира с учетом геометрии помещения и наличия в нем препятствий. Таким образом, в обработанном аудиосигнале появлялись фазовые запаздывания — эхо с различной задержкой. Мозг, привыкший воспринимать эти запаздывания в повседневной жизни, не чувствовал обмана, что и гарантировало невиданный доселе реализм звучания. Помимо этого, карта аппаратно поддерживала алгоритмы, позволяющие эмулировать механизмы ориентации человека в пространстве: пользователь мог определять, что источник звука располагается «сзади» или «спереди», а не только «слева» или «справа». Официально алгоритмы поддерживали и вертикальное позиционирование звука («сверху» и «снизу»), на практике это было незаметно.

Кроме поддержки A3D, MX300 отличалась качественным звучанием, популярность была гарантирована. В комплекте с платой шла программа для демонстрации возможностей A3D — в ней пчела летала вокруг головы пользователя. И все бы хорошо, но после появления первых игр с поддержкой A3D выяснилась страшная вещь: алгоритмы замечательно работали в случае с движущимися объектами, однако позиционировать статичные объекты технология не умела, кроме того, A3D отличался прожорливостью и сильно нагружал процессор.

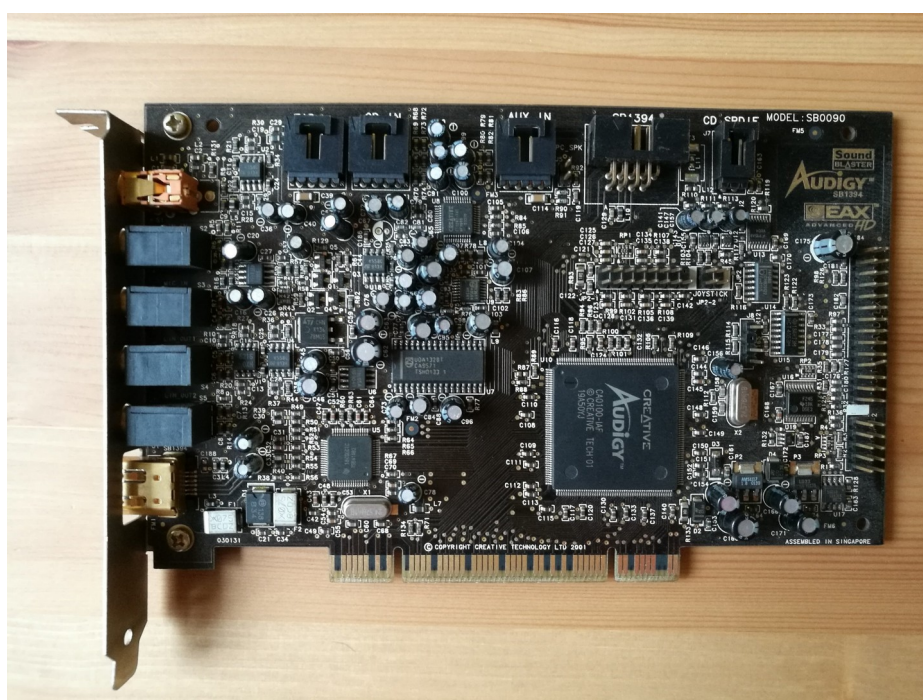
Звуковая карта *SB Live!* — ответ Creative — вышла в 1998 году и использовала совершенно новые технологии. Сингапурская компания сделала ставку на Direct Sound 3D, который занимался довольно примитивным позиционированием звука, и дополнила его своей разработкой, получившей название EAX (Environmental Audio Extensions). Технология изменяла звук в зависимости от типа помещения, который выбирался из фиксированного набора предустановок. Таким образом, эффект трехмерности создавался в большей степени благодаря имитации окружающей среды игрового персонажа. Если последний падал в воду, то звук вокруг него приобретал характерное подводное звучание, в том случае, если персонаж забирался в трубу, его окружало металлическое эхо. Чип мог работать с восьмью звуковыми потоками одновременно и поддерживал 26 вариантов звучаний различных сред. Благодаря простоте и надежности EAX получил одобрение со стороны разработчиков и вскоре стал неотъемлемой частью компьютерных игр.





Sound Live

Дальнейшая судьба Creative связана с непрерывным совершенствованием EAX и выпуском звуковых карт, поддерживающих новые версии. В EAX 2.0 количество звуковых потоков увеличилось до 32, упростился процесс программирования, повысилась функциональность: для точной настройки слушателя могло использоваться до 14 параметров, для источников — до 13. Появились эффекты окклюзии и обструкции, позволявшие имитировать поглощение звука различными преградами. Вторая версия EAX отличалась от первой как небо и земля.



EAX



С приходом серии звуковых плат Creative Audigy в 2001 году была представлена *EAX Advanced HD*. В ней был добавлен эффект эксклюзий, имитировавший особенности звука, проходящего через открытые окна или двери, появилась частотная фильтрация и морфинг, позволявший делать плавные звуковые переходы при резкой смене типа помещения — ранее это делалось мгновенно, что сильно било по ушам. Advanced HD поддерживала уже 64 звуковых потока. В 2003 году вышла EAX Advanced HD 4.0, в которой реализовали поддержку многопространственности. Это позволило моделировать акустические условия не только в помещении, где находился слушатель, но и в смежных. Таким образом, учитывались особенности пространства, где находился источник звука, даже если слушатель был в это время в другом помещении! Кроме того, HD 4.0 позволяла использовать различные аппаратные звуковые эффекты в реальном времени вроде частотного сдвига, хоруса, эха и многих других. EAX Advanced HD 5.0 увеличила количество обрабатываемых потоков до 128.

А что же Aureal? После выхода MX300 компания прожила недолго: сил хватило только на то, чтобы разработать A3D 2.0, после чего в середине 2000 года, не выдержав конкуренции, Aureal заявила о банкротстве. По иронии судьбы компания была куплена Creative и тут же закрыта...

## Ссылки

1. <https://blog.eldorado.ru/publications/est-vopros-zachem-nuzhna-zvukovaya-karta-dlya-pk-28219>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0> – работа аудиокодека
3. <https://fishki.net/2738351-kratkaja-istorija-razvitija-zvukovyh-kart-creative.html> – история развития звуковых плат