

# **Звуковые кодеки для Bluetooth наушников**

Баландин Артём  
Магистр 2 курса

# Основные понятия

- **Частота дискретизации** – частота оцифровки аналогового звука. Единицы измерения – Герцы (Гц), то есть количество отсчетов в секунду
- **Разрядность** (бит) определяет точность кодирования каждого участка, определенного частотой дискретизации. Большие значения обеспечивают лучшую точность, но пропорционально возрастает объём требуемых данных.
- **Битрейт** зависит от выше перечисленных параметров и характеризует поток, необходимый для кодирования и передачи звука через канал за единицу времени. Битрейт зависит от степени компрессии сигнала и косвенно определяет качество звука. Измеряется в битах в секунду (бит/с).

# Основные понятия

- Эталон цифрового звука — компакт-диск, который использует частоту дискретизации 44100 Гц при разрядности 16 бит, отсутствие сжатия и два канала обеспечивают битрейт 1411 кбит/с.



# Плюсы и минусы передачи по Bluetooth

## Плюсы:

- Не ломается провод
- Не запутывается провод наушников

## Минусы:

- Заряд аккумулятора
- Дополнительная нагрузка на устройства-передатчик
- Возможна зашумленность из-за Wi-Fi
- Сигнал слабеет по мере удаленности от источника

# Что такое кодек?

- Кодек – это программный алгоритм, тесно связанный с аппаратным обеспечением, которые кодируют сигнал перед отправкой с помощью Bluetooth в наушники, и внутри наушников раскодируют сигнал для его воспроизведения.
- В идеальной ситуации любой кодек стремиться уменьшить количество передаваемых данных при условии сохранения оригинального качества звучания. Но это идеал и ещё ни один кодек не смог этого достигнуть.

# Разновидности кодеков

- **SBC или Subband Coding**
- **AAC или Advanced Audio Coding**
- **Линейка кодеков aptX (aptX, aptX HD, aptX Low Latency)**
- **LDAC**

# SBC или Subband Coding

- **SBC или Subband Coding** — эффективный кодек передачи аудио через Bluetooth с потерями. SBC появился задолго до распространения мощных смартфонов, а его первоочередная задача — снижение вычислительной нагрузки на кодирование и декодирование звука.
- Другие задачи — экономичная и стабильная передача в любых условиях. Алгоритм действует грубо и основан на несовершенстве человеческого слуха. Частотные диапазоны, неразличимые в совокупности аудио тракта, вырезаются и не кодируются. Битрейт 328 кбит/с при частоте дискретизации 48 кГц и глубине 16 бит, что сравнимо с MP3, но итоговое качество значительно уступает. Вырезаются верхние частоты.

# Плюсы и минусы SVC

## Плюсы:

- Битрейт от 10 до 1500 кбит/с
- Бесплатный
- Распространенный стандарт

## Минусы:

- Максимальная частота дискретизации 48кГц
- Максимальный битрейт 384 кб/с
- Обрезание частот

# ААС или Advanced Audio Coding

- Изначально ААС разрабатывался как преемник MP3 — он дает лучшее качество звука при том же битрейте за счет нескольких оптимизаций: к примеру, удаляются не воспринимаемые человеком частоты, удаляется избыточность в кодированном сигнале, используется более широкое окно в 2048 точек. Так что в итоге такой кодек работает существенно лучше SBC и вполне подходит для повседневного прослушивания музыки по Bluetooth — главное, чтобы его поддерживали как наушники, так и само устройство — иначе будет использоваться стандартный кодек SBC с печальными последствиями для звука.

# Плюсы и минусы AAC

## Плюсы:

- Лучшее качество при одинаковом битрейте, в сравнении с MP3

## Минусы:

- Должен поддерживаться как приемником, так и передатчиком
- Обрезание частот

# Линейка кодеков aptX (aptX, aptX HD, aptX Low Latency).

## AptX

- Это — один из немногих кодеков, который может передавать по BT звук в MP3 и AAC без дополнительной обработки — а, значит, и без влияния на качество звука. Двухканальный звук тут передается с битрейтом до 352 кб/с, и, разумеется, никакие частоты не обрезаются: используется частотный диапазон от 10 Гц до 22 кГц, чего более чем хватает для человеческого уха.

# Линейка кодеков aptX (aptX, aptX HD, aptX Low Latency).

## AptX HD

- Тот же самый кодек, но с другим профилем кодирования, имеет скорость потока 576 кбит/с, поддержку частоты дискретизации до 48 кГц и разрядность до 24 бит. Некоторые называют этот кодек aptX Lossless – но это полный бред хотя бы потому, что в настоящий момент невозможно достигнуть значения потока, который мог бы переносить lossless-данные. Особым преимуществом этого кодека регулируемая задержка кодирования, которая может снижаться до 1 мс при частоте дискретизации 48 кГц. Также кодек крайне выгоден с позиции загрузки процессора, в чём выражается преимущество по сравнению с MP3 и AAC.

# Линейка кодеков aptX (aptX, aptX HD, aptX Low Latency).

## AptX LL

- aptX Low latency (или LL) – специальная версия кодека, позволяющая снизить время задержки звука до менее 40 мс.

# Плюсы и минусы линейки aptX

## Плюсы:

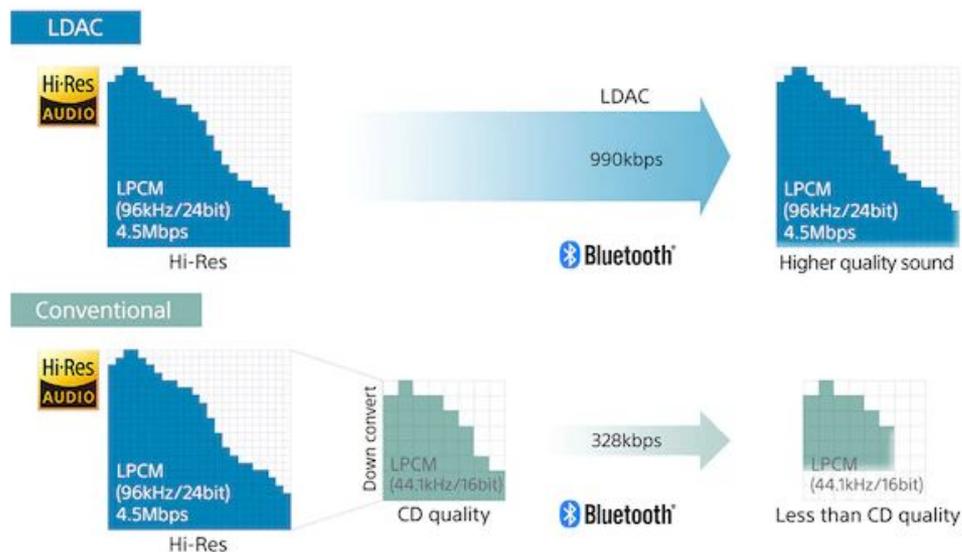
- Не обрезают частоты, т.е не теряется качество звука
- Битрейт в aptX HD – 576 кбит/с

## Минусы:

- Платный, 6000\$ за лицензию и 1\$ за каждое устройство с партии до 10000 штук
- Должен поддерживаться как приемником, так и передатчиком

# LDAC

- Он разработан компанией Sony. Битрейт передачи достигает вплоть до 990 кбит/с при частоте дискретизации 96000 Гц и глубине 24 бит — показатели аудио, записанного на DVD. В целом, качество соответствует Hi-Res, но LDAC всё ещё остается алгоритмом с потерями, несмотря на сложное кодирование и отсутствие топорности, присущей раннему SBC. Степень компрессии находится на уровне aptX.



# Плюсы и минусы линейки LDAC

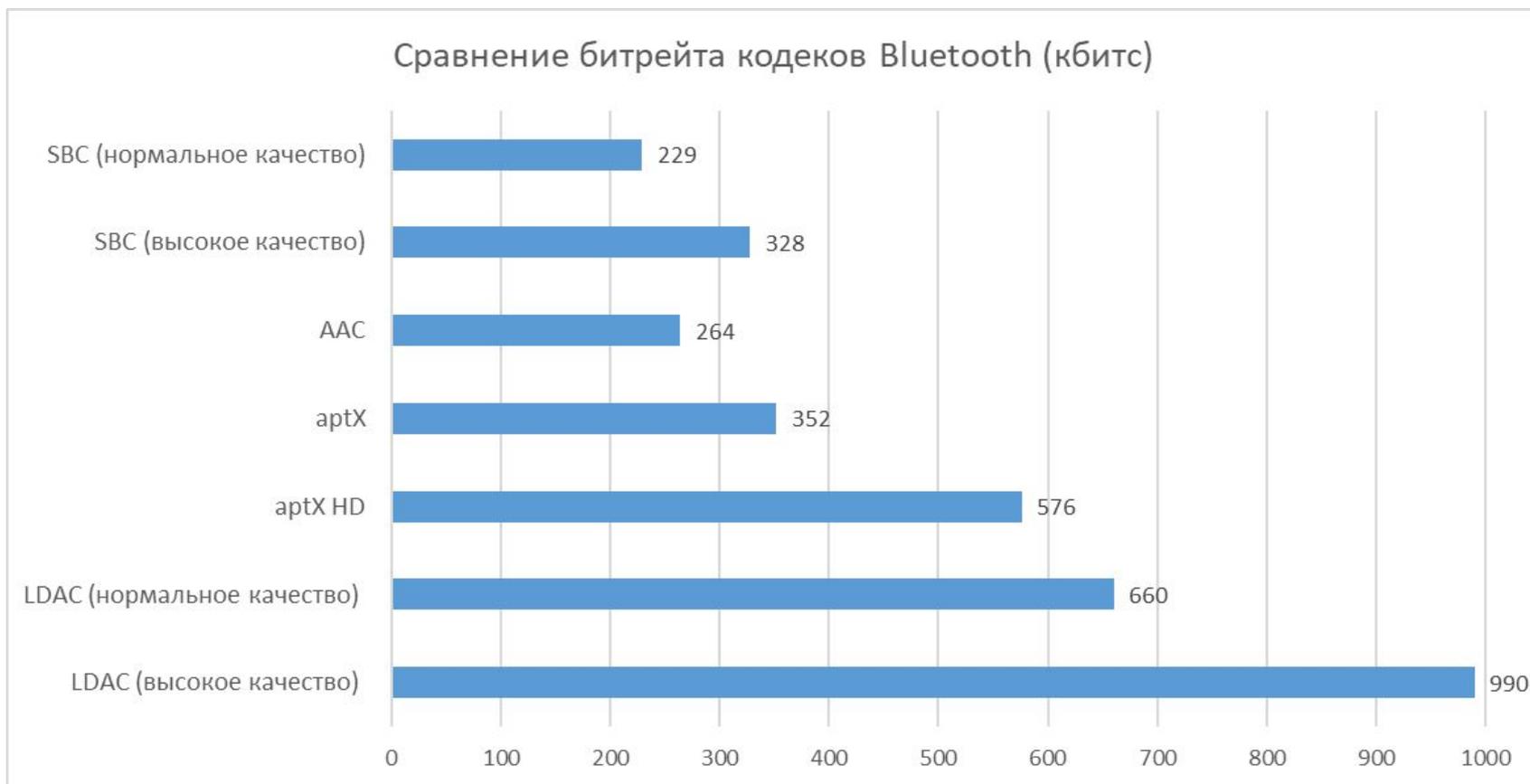
## Плюсы:

- Битрейт до 990 кбит/с
- Высокая частота дискретизации – 96 кГц
- Высокое качество звука

## Минусы:

- Платный
- Должен поддерживаться как приемником, так и передатчиком
- Пока поддержка только в телефонах SONY

# Сравнение по Битрейту



# Сравнение спектров

