

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЖАТИЯ ЗВУКА (AAC, OPUS, AC-3) НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И ЗАДЕРЖКУ

Ибрагимов Дониёр Бахтиярович
ассистент кафедры СТРВ, ТУИТ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20528103>

Аннотация: В данной работе рассматривается влияние современных технологий сжатия аудиосигнала — AAC, OPUS и AC-3 — на качество передачи звука и величину задержки при цифровом вещании и потоковой передаче мультимедийного контента. Проведен сравнительный анализ характеристик кодеков, включая эффективность компрессии, устойчивость к сетевым потерям, качество звучания при различных битрейтах и уровень задержки при обработке сигнала [1]. Исследование показывает, что выбор аудиокодека оказывает существенное влияние на качество пользовательского восприятия и производительность систем цифрового телевидения и интернет-вещания.

Ключевые слова: аудиокодек, AAC, OPUS, AC-3, цифровое телевидение, задержка сигнала, качество звука, битрейт, аудиосжатие.

Введение

Современные системы цифрового телевидения, потокового мультимедиа и видеоконференцсвязи требуют эффективной передачи аудиоданных при ограниченной пропускной способности каналов связи. Для решения данной задачи применяются технологии сжатия аудиосигнала, позволяющие существенно уменьшить объем передаваемой информации без значительной потери качества звука.

Наиболее распространёнными аудиокодеками в современных системах являются AAC (Advanced Audio Coding), OPUS и AC-3 (Dolby Digital). Каждый из этих кодеков обладает собственными особенностями, преимуществами и ограничениями [3]. AAC широко используется в потоковых сервисах и мобильных устройствах благодаря высокому качеству при низких битрейтах. OPUS ориентирован на приложения реального времени и обеспечивает минимальные задержки передачи. AC-3 активно применяется в системах цифрового телевидения и домашних кинотеатрах благодаря поддержке многоканального звука [4].

Важнейшими характеристиками аудиокодеков являются [5]:

- степень сжатия;
- качество восстановленного сигнала;
- устойчивость к ошибкам передачи;
- вычислительная сложность;
- задержка кодирования и декодирования.

Особенно важной проблемой является задержка сигнала, поскольку в системах видеоконференций, IPTV и цифрового телевидения даже небольшие задержки могут ухудшать восприятие контента пользователями.

Целью данной работы является исследование влияния технологий сжатия AAC, OPUS и AC-3 на качество звука и величину задержки при передаче аудиосигнала.

Материалы и методы

Для анализа были рассмотрены три популярных аудиокодека [5]:

- AAC;
- OPUS;
- AC-3.

Исследование проводилось на основе сравнительного анализа технических характеристик кодеков и результатов экспериментального моделирования передачи аудиоданных при различных битрейтах.

Основными параметрами оценки являлись [6]:

1. Качество аудиосигнала;
2. Величина задержки;
3. Эффективность сжатия;
4. Использование пропускной способности канала.

Для оценки качества звука использовались следующие показатели:

- субъективное восприятие звучания;
- уровень искажений;
- сохранение высоких и низких частот.

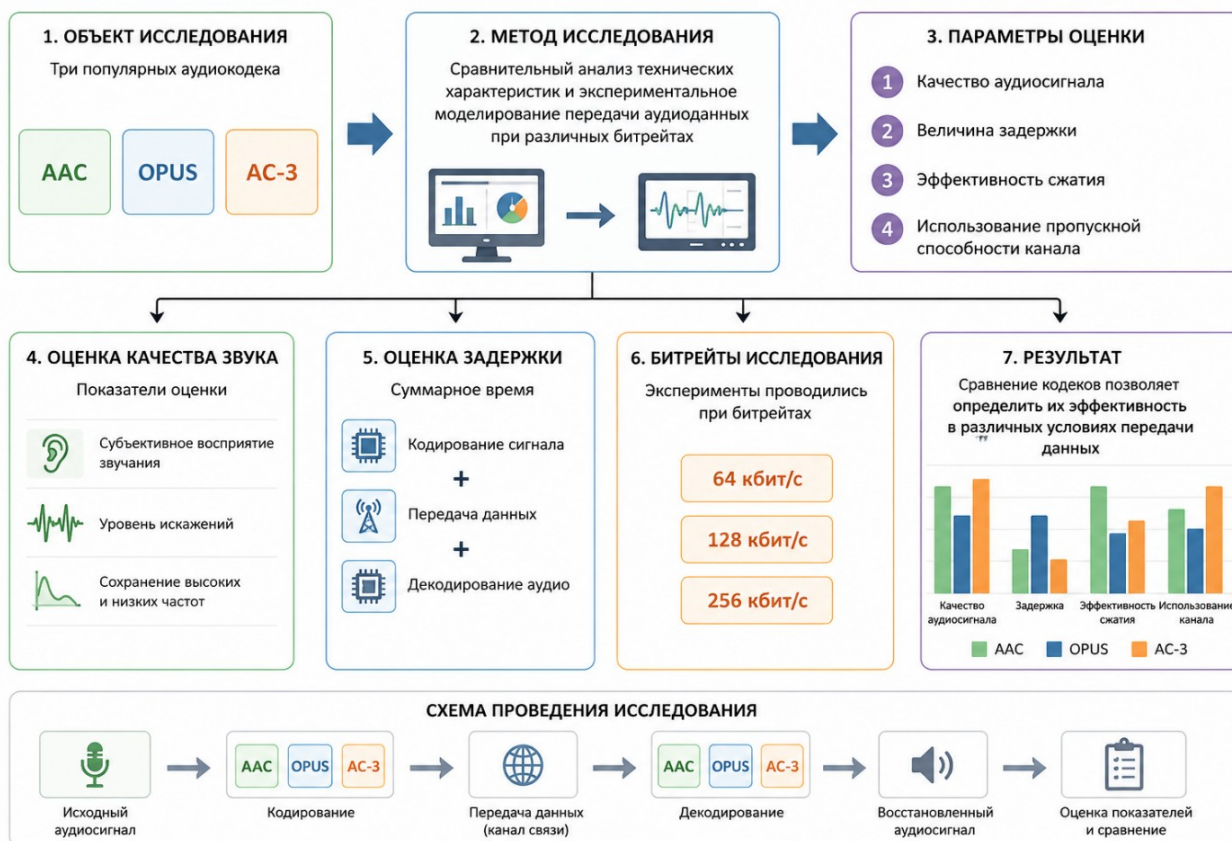
Задержка определялась как суммарное время:

- кодирования сигнала;
- передачи данных;
- декодирования аудио.

Исследования проводились при битрейтах:

- 64 кбит/с;
- 128 кбит/с;
- 256 кбит/с.

Сравнение кодеков позволило определить их эффективность в различных условиях передачи данных.



Результаты исследования

Полученные результаты показали, что каждый кодек демонстрирует различные характеристики качества и задержки.

Кодек AAC

AAC обеспечивает высокое качество звука при сравнительно низких битрейтах. Особенно эффективно данный кодек работает в диапазоне 128–256 кбит/с. При этом задержка обработки сигнала находится на среднем уровне.

Преимущества AAC:

- высокое качество звучания;
- хорошая совместимость с мультимедийными платформами;
- эффективное сжатие.

Недостатки:

- относительно высокая вычислительная сложность;
- задержка выше по сравнению с OPUS.

AAC широко применяется в:

- YouTube;
- Apple Music;
- IPTV;
- мобильных приложениях.

Кодек OPUS

OPUS показал наименьшую задержку среди исследуемых кодеков. Благодаря этому он активно используется в системах реального времени [7]:

- VoIP;
- Zoom;

- Discord;
- видеоконференциях.

Даже при низких битрейтах OPUS обеспечивает хорошее качество речи и приемлемое качество музыки.

Преимущества OPUS:

- минимальная задержка;
- высокая устойчивость к сетевым потерям;
- адаптивный битрейт.

Недостатки:

- качество музыки при высоких нагрузках может уступать AAC;
- повышенные требования к обработке в некоторых режимах.

Средняя задержка OPUS составляет менее 30 мс, что значительно ниже показателей AAC и AC-3.

Кодек AC-3

AC-3 ориентирован преимущественно на цифровое телевидение и многоканальные аудиосистемы. Кодек обеспечивает стабильное качество звучания и поддержку форматов 5.1.

Преимущества AC-3:

- поддержка многоканального звука;
- высокая совместимость с телевизионным оборудованием;
- стабильность передачи.

Недостатки:

- более высокий битрейт;
- большая задержка;
- менее эффективное сжатие по сравнению с AAC и OPUS.

Кодек AC-3 наиболее эффективен в системах DVB и домашних кинотеатрах.

Обсуждение

Проведённый анализ показывает, что выбор аудиокодека напрямую зависит от области применения системы передачи данных.

Для потокового мультимедиа и онлайн-сервисов наиболее эффективным является AAC, обеспечивающий высокое качество звука при умеренных требованиях к пропускной способности сети.

Для приложений реального времени оптимальным решением является OPUS благодаря минимальным задержкам и устойчивости к потере пакетов.

В системах цифрового телевидения и многоканального аудио целесообразно использование AC-3, обеспечивающего стабильную работу и поддержку объемного звучания.

Сравнение кодеков показало:

- OPUS обеспечивает минимальную задержку;
- AAC демонстрирует наилучшее соотношение качества и битрейта;
- AC-3 лучше подходит для многоканального телевидения.

Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что технологии сжатия звука оказывают существенное влияние как на качество аудиосигнала, так и на величину задержки передачи.

Кодек AAC обеспечивает высокое качество звука и эффективное использование полосы пропускания. OPUS демонстрирует минимальную задержку и является оптимальным для систем реального времени. AC-3 сохраняет актуальность в цифровой телевидении благодаря поддержке многоканального звука.

Таким образом, выбор аудиокодека должен осуществляться с учетом требований конкретной системы передачи данных, характеристик сети и типа мультимедийного контента.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Bosi M., Goldberg R. *Introduction to Digital Audio Coding and Standards*. Springer, 2003.
2. Watkinson J. *The Art of Digital Audio*. Focal Press, 2013.
3. ITU-R BS.1116-3. Methods for the Subjective Assessment of Small Impairments in Audio Systems.
4. RFC 6716. Definition of the Opus Audio Codec. Internet Engineering Task Force, 2012.
5. Dolby Laboratories. *AC-3 Digital Audio Compression Standard*.
6. ISO/IEC 13818-7. Advanced Audio Coding (AAC).
7. Pohlmann K. *Principles of Digital Audio*. McGraw-Hill Education, 2010.