

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Современный этап развития систем цифровой обработки и передачи аудиоинформации характеризуется как увеличением потока передаваемой информации, так и повышением требований к ее качеству. В связи с этим одной из важнейших задач является повышение эффективности компрессии цифровых аудиоданных при условии высокого качества субъективного восприятия сжатого звука.

К настоящему времени в стандартах *MPEG (Moving Pictures Expert Group)* и *ATSC (Advanced Television System Committee) Dolby AC-3 (A/52)* рекомендуются алгоритмы высококачественного сжатия звуковых сигналов (ЗС), обеспечивающие цифровые скорости от 64 кбит/с для мультимедиа приложений до 384 кбит/с для цифрового стереофонического вещания. Нестандартные алгоритмы в форматах *PAC, VQF, WMA, Ogg Vorbis* и другие по утверждениям их авторов позволяют без существенного снижения качества субъективного восприятия сжатого звука довести цифровую скорость до 96 кбит/с. Таких успехов удалось добиться за счет обработки цифровых аудиоданных в частотной области, для чего используются дискретные ортогональные преобразования (ДОП). В свою очередь, такое радикальное изменение принципов обработки ЗС стало возможным благодаря результатам экспериментальных исследований психоакустических свойств слуха. Наиболее полно эти исследования провели *E. Zwicker, R. Feldtkeller*. Вместе с тем прикладной характер эти результаты получили благодаря усилиям зарубежных ученых *K. Brandenburg, G. Stoll, G. Theile* и др. В России следует выделить работы Ю.А. Ковалгина и А.М. Синильникова.

Однако дальнейшее развитие высококачественных систем компрессии цифровых аудиоданных сдерживается отсутствием условий эффективного использования психоакустических свойств слуха. Так, в стандартах *MPEG* и *DOLBY AC-3 (A/52)* эффект маскировки учитывается только для оценки допустимой степени округления. А в известных предложениях по повышению эффективности сжатия не учитываются частотные характеристики ДОП и особенности восприятия слухом сжатого спектра. В результате не представляется возможным предметно говорить о более эффективных алгоритмах кодирования спектра ЗС.

В связи с этим актуальной является задача выработки обоснованных рекомендаций относительно ДОП, перспективных для целей сжатия ЗС и условий повышения производительности высококачественных систем компрессии цифровых аудиоданных.

**Цель и задачи работы.** Целью диссертации является повышение эффективности сжатия цифровой аудиоинформации. Для достижения указанной цели в диссертационной работе поставлены следующие задачи:

- сформулировать обоснованные требования и выработать рекомендации относительно ДОП, перспективных для эффективной и высококачественной компрессии цифровых аудиоданных;
- исследовать ДСО коэффициентов перспективных ДОП с учетом их частотных свойств и основных психоакустических свойств слуха;

- исследовать эффективность прореживания коэффициентов перспективных ДОП;
- разработать методики и провести экспериментальное исследование эффективности сжатия цифровых аудиоданных с прореживанием спектра.

**Методы исследования.** При решении поставленных задач использовались методы спектрального анализа, теории вероятностей и математической статистики, теории цифровой обработки сигналов, результаты экспериментальных исследований психоакустических свойств слуха и статистических свойств ЗС, компьютерное моделирование.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

- разработан метод оценки распределения допустимой степени округления коэффициентов гармонических дискретных ортогональных преобразований, учитывающий их частотные характеристики и свойства слухового анализатора человека;
- получены аналитические выражения для оценки вероятности маскировки коэффициентов гармонических дискретных ортогональных преобразований любым участком кривой маскировки;
- разработан алгоритм прореживания коэффициентов гармонических дискретных ортогональных преобразований, учитывающий особенности восприятия слухом компонент сжатого спектра;
- разработан метод оценки частотной области целесообразной для прореживания в заданном рабочем диапазоне частот.

**Личный вклад.** Основные научные положения, теоретические выводы и рекомендации, а также методики экспериментальной обработки цифровых аудиоданных, содержащиеся в диссертационной работе, получены автором самостоятельно.

**Практическая ценность и реализация результатов работы.** Полученные аналитические выражения и зависимости способствуют повышению производительности систем сжатия цифровых аудиоданных при сохранении высоких качественных показателей.

Результаты работы могут быть использованы при разработке новых и усовершенствовании существующих цифровых технологий передачи и обработки цифровой аудиоинформации. Разработанные методики экспериментальной обработки цифровых аудиоданных могут быть использованы для оценки эффективности новых алгоритмов сжатия.

Основные теоретические и практические результаты, полученные в работе, использованы ФГУП СОНИИР и внедрены в учебный процесс ГОУВПО ПГУТИ, что подтверждено соответствующими актами.

**Апробация работы.** Основные результаты и положения работы обсуждались на VI – XVI Российских научных конференциях (Самара, 2007 – 2009), 6 Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (Уфа, 2005), VII Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (Самара, 2006), IX Международной научно-технической конференции «Проблемы техни-