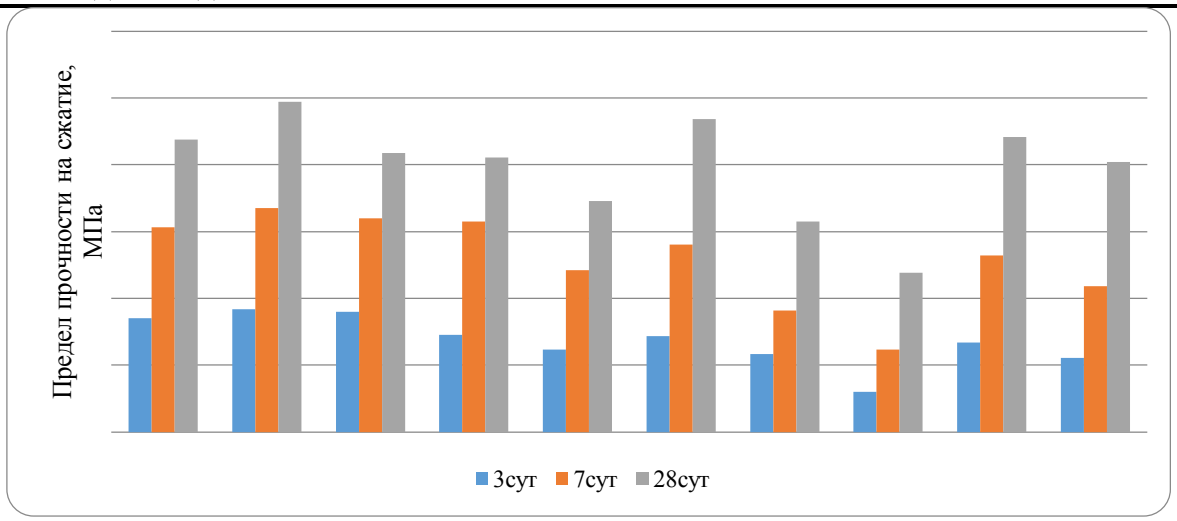


Рисунок 1 – Прочность на сжатие СУБ различных составов

На рис. 1 показана максимальная прочность на 28 сутки наблюдается у 2 состава (49МПа), объясняется такая прочность низким расходом воды, большим расходом цемента и применением микрокремнезема в качестве наполнителя, который создает микроструктуру цементного камня. Минимальная прочность у состава №8 и составляет 28МПа, это связано с высоким В/Ц. Так же высокая прочность наблюдается у состава №9, связанна такая прочность с низким воздухововлечением смеси и высоким расходом наполнителей. Состав №6 показывает высокую прочность, из-за низкого В/Ц и наличием наполнителя в составе.

Таким образом, возможно получение самоуплотняющегося мелкозернистого бетона класса В30 с расходом цемента всего 300 кг/м^3.

Список использованной литературы:

1. Якупов М.И., Морозов Н.М., Боровских И.В., Хозин В.Г. Модифицированный мелкозернистый бетон для возведения монолитных покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. №4. С.257-261.

2. Мелкозернистые бетоны: Учебное пособие / Ю.М. Баженов, У.Х. Магдеев, Л.А. Алимов, В.В. Воронин, Л.Б. Гольденберг; Моск. Гос. Строит. Ун-т. М., 1998. 148 с.

© Степанов С.В., Морозов Н.М., Казанцева А.С., 2015

УДК 534.86 621.396

Стефанова Ирина Алексеевна
канд. тех. наук, доцент ПГУТИ,
г. Самара, РФ, E-mail <aistvt@mail.ru>
Павлов Константин Витальевич
студент ПГУТИ, г. Самара, РФ?
E-mail <konstantin_pavlov_1995@mail.ru>

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА

Аннотация

Современный этап развития систем передачи и приема звуковых сигналов характеризуется не столько увеличением потока передаваемой информации, сколько повышением требований к качеству

воспроизведения. В этих условиях определяющее значение приобрела задача эффективного сжатия аудиоданных. В статье приводятся аппроксимирующие зависимости основных психоакустических свойств слухового анализатора человека, которые могут быть использованы при построении эффективных психоакустических моделей современных кодеков с компрессией цифровых аудиоданных.
Ключевые слова

Сжатие звуковых сигналов, психоакустические свойства слуха, методы сжатия, компрессия аудиоданных, математическое моделирование.

Abstract

The development of modern technologies in transmitting and receiving sounds tends to increase the quality of production rather than the quantity of the transmitted information. Consequently, a perspective strategy focuses on choosing more effective methods of audio compression. The article highlights how psychoacoustic features of a human auditory analyser depend on audio frequency components. The analysed data may be implied in modeling effective psychoacoustic codec models that are based on the compression of digital audio signals.
KEYWORDS

Psychoacoustics, compression of audio (signal), spectral components coding, simulation of rounding.

В настоящее время большинству потребителей доступны как носители информации большого объема, так и высокоскоростные каналы передачи данных. Однако объемы передаваемой информации все время возрастают, поэтому задача эффективного сжатия аудиоданных остается актуальной.

Различают сжатие без потерь (lossless), позволяющее восстановить исходный сигнал в полном объёме и сжатие с потерями (lossy), при котором полное восстановление исходного сигнала невозможно.

Сжатие без потерь основано на принципе сокращения статистической избыточности, то есть более рационального размещения данных в файле, что позволяет уменьшить его размер. Однако даже при использовании достаточно сложных процедур обработки устранение статистической избыточности звуковых сигналов позволяет в конечном итоге уменьшить требуемую пропускную способность канала связи лишь на 20% по сравнению с ее исходной величиной.

Сжатие с потерями разработано на основании алгоритмов сокращения психоакустической избыточности, то есть удаления из файла той части звуковой информации, которая незначительно влияет на восприятие звука человеком. Этими методами можно обеспечить сжатие цифровых аудиоданных в 10 – 12 раз без существенных потерь в качестве звучания.

Известные из психоакустики важные для сжатия звуковых сигналов свойства слуха заключаются в том, что звук не может быть воспринят человеческим слухом по крайне мере в двух случаях. Во-первых, если уровень частотной составляющей звукового сигнала лежит ниже порога слышимости на данной частоте, и, во-вторых, если этот звук маскируется другим, более громким звуком, расположенным вблизи него на оси частот.

Анализируя спектр сигнала и, принимая во внимание свойства слуха, можно рассчитать границу маскирования того или иного участка спектра и выбрать немаскируемые компоненты, а в них требуемое число разрядов для кодирования этих компонент исследуемого фрагмента спектра.

В настоящее время существуют форматы сжатых звуковых файлов учитывающих психоакустическую избыточность, например MPEG, Dolby AC-3, [1, с. 135, 149]. Однако в виду сложной формы кривых маскировки в этих алгоритмах используется упрощенное их аналитическое описание (кривые маскировки представляются двумя-тремя отрезками прямых линий). При этом зависимость крутизны кривой маскировки от частоты тона отображается таблично и также на основе усредненных экспериментальных данных. Указанные недостатки не только снижают эффективность современных систем сжатия аудиоданных, но и приводят к усложнению их технической реализации.

Таким образом, для повышения эффективности сжатия звуковых сигналов с сохранением качества источника цифрового звука требуется в явном виде получить аналитические описания кривых порогов слышимости и кривых маскировки. Аналитические зависимости абсолютного и болевого порогов

слышимости были найдены авторами ранее [4]. При этом использовались экспериментальные данные свойств слуха, приведенные в источнике [3].

В дальнейшем, для аппроксимации кривых будем использовать метод регрессионного анализа, заложенного в математических пакетах – линейной регрессии общего вида [2]. В этом случае заданная совокупность точек приближается функцией вида:

$$F(f, K_1, K_2, ..., K_n) = K_1 \cdot F_1(f) + K_2 \cdot F_2(f) + ...K_n \cdot F_n(f), \quad (1)$$

где $F_1(f)$, $F_2(f)$, ..., $F_n(f)$ – некоторые функции (возможно и нелинейные); а

K_1, K_2, …, K_n – коэффициенты, соответствующие этим функциям.

При этом в качестве критерия точности приближения $F(f, K_1, K_2, …, K_n)$ к экспериментальным точкам данных используется коэффициент детерминации:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{m}\left(\hat{F}_i - \overline{F}_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{m}\left(F_i - \overline{F}_i\right)^2}, \quad (2)$$

где m – общее число исследуемых точек данных; $\hat{F}_i$ и F_i – соответственно, расчётное и экспериментальное значения данных; $\overline{F}_i$ – усреднённое по m значение экспериментальных данных. Причем чем ближе R^2 к единице, тем точнее приближение. Моделирование проводилось с помощью математического пакета *Mathcad-15 (Pro)*.

Найдем сначала аналитическую зависимость ширины частотной группы ΔF, образованной тоном f_m от величины этого тона.

Свойство полосного возбуждения рецептора органа слуха заключается в том, что отдельный тон f_m возбуждает не одну волосковую клетку Кортиева органа, а определенную группу волосковых клеток [3, с. 82]. При этом максимум возбуждения лежит в центре группы. Соответствие между частотой тона f_m и шириной возбуждаемой им группы ΔF волосковых клеток привело к понятию частотной группы, центром которой является воздействующий тон. Отмечается [3], что ширина частотных групп определяется только значением их средней частоты f_m и не зависит от уровня звукового давления.

Оказалось, что с высокой степенью точности ($R^2 = 0{,}997$) кривая усредненных значений описывается функцией:

$$\Delta F(f_m) = 1.252 \cdot 10^{-5} \cdot f_m{}^2 + 0.1 \cdot f_m + 58.33, \quad (3)$$

На рис. 1 точками показано «облако» экспериментальных данных [3, с.83], а линией – зависимость, рассчитанная в соответствии с формулой (3).

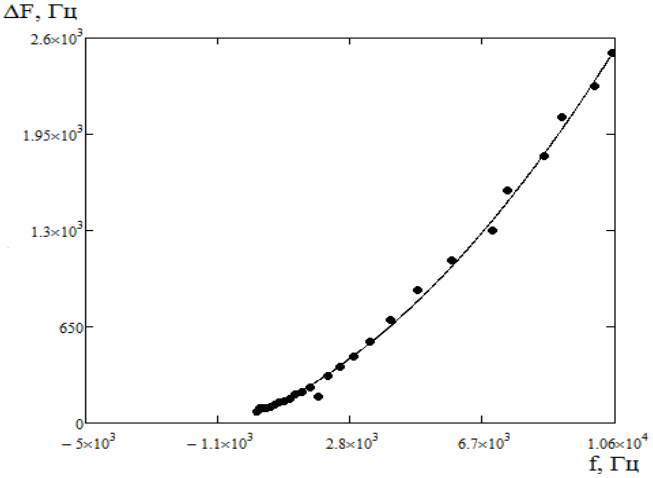


Рисунок 1 – Зависимость ширины частотной группы ΔF от центральной частоты f_m

Свойство частотной избирательности заключается в маскировке (подавлении) тонов меньшей интенсивности тонами большей интенсивности, которые могут быть расположены и за пределами данной частотной группы. Это свойство отображается в виде так называемых кривых маскировки (рис. 2), которые

имеют весьма сложный характер [3, с. 69]. Кривые маскировки не симметричны и имеют чётко выраженный максимум на средней частоте полосы шума. В точках максимумов маскируемый тон становится слышимым при уровне на a_m дБ меньшим соответствующего уровня маскирующего шума. Величина a_m, названная в [3, с.86] коэффициентом маскировки, определяет способность слуха выделять тон из шума.

В качестве аргумента искомой функции примем отношение:

$$F = \frac{f - f_m}{\Delta F}, \qquad (4)$$

где f – текущая частота относительно тона частотой f_m, образующего частотную группу шириной ΔF. При этом все кривые маскировки смещаются в одно облако и практически совпадают, что упрощает нахождение искомой функции с постоянными коэффициентами для всех кривых маскировки.

Аппроксимируя с помощью линейной регрессии общего вида нормированные (4) относительно F кривые маскировки, была получена с высокой степенью точности (R^2=0.997) следующая зависимость (рис.2):

$$L(F) = -43.691 \cdot F^2 - 125.612 \cdot F - 5.434 \cdot |F| + 59.998 \cdot e^F + 70.686 \cdot \sin(F) + L(f_m) + a_m, \qquad (5)$$

где $L(F)$ – интенсивность тона при частоте F аргумента, $L(f_m)$– интенсивность тона, частотой f_m, образующего кривую маскировки, а a_m – коэффициент маскировки частотной группы, зависящий от частоты f_m.

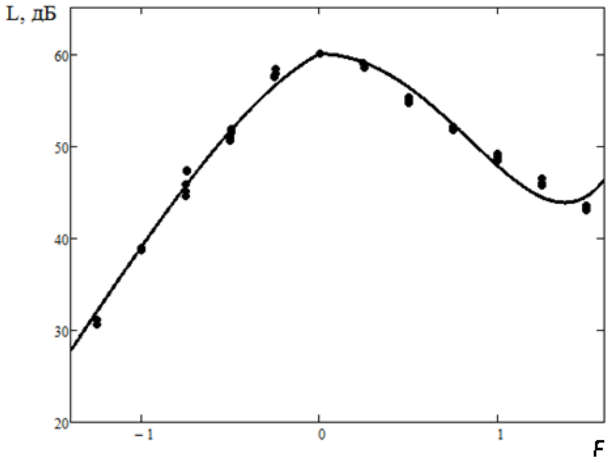


Рисунок 2 – Аппроксимирующая кривая маскировки $L(F)$

Коэффициент маскировки a_m частотной группы, компенсирующий смещение кривой маскировки зависит от текущей частоты f. При увеличении частоты уровни точек максимумов уменьшаются в сторону меньших уровней по закону, отображенному на рисунке 3.

С высокой степенью точности (R^2 = 0,998) кривая коэффициента маскировки (рис. 3) описывается следующей формулой:

$$a_m = -2.033 \cdot 10^{-12} \cdot f^3 + 7.12 \cdot 10^{-8} \cdot f^2 - 8.951 \cdot 10^{-4} \cdot f - 2.069 \qquad (6)$$

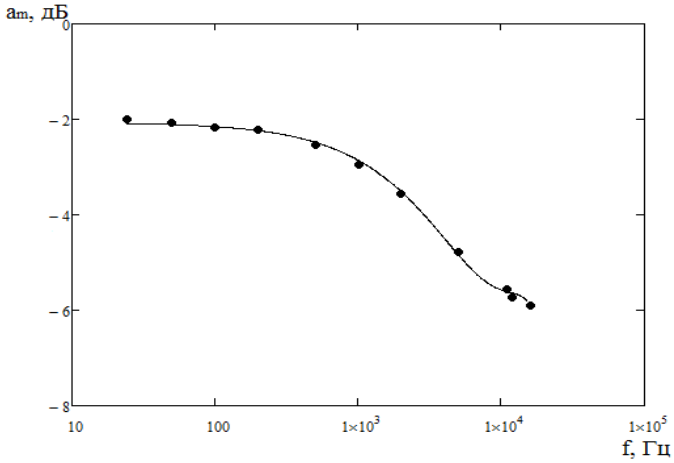


Рисунок 3 – Аппроксимация кривой зависимости значения a_m от частоты f

В заключении можно отметить, что в ходе исследований мы получили эмпирические зависимости ширины частотной группы от ее положения на оси частот и выражения для кривых маскировки, которые можно использовать при построении высокоэффективных алгоритмов сжатия звуковых сигналов, а также для создания моделей, с помощью которых можно исследовать степень сжатия звуковых сигналов.

Список использованной литературы:

1. Ковалгин Ю. А., Вологдин Э. И. Цифровое кодирование звуковых сигналов.−СПб.: КОРОНА-принт, 2004−240 с., ил.
2. Воскобойников Ю. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad. М: Лань, 2011 – 224 с.
3. Цвикер Э., Фельдкеллер Р. Ухо как приемник информации / пер. с немец, под ред. Б. Г. Белкин. М.: Связь, 1971 – 255 с.
4. Павлов К. В., Стефанова И. А. Аппроксимация кривых порогов слышимости. XVI МНТК, том № 1 «Проблемы техники и технологии телекоммуникаций»: сб. докладов г. Уфа, 2015. – с. 112-115.

© Стефанова И.А., Павлов К.В., 2015

УДК 620.92

Чапаев Ахмат Борисович
канд. техн. наук, доцент КБГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик, РФ
E-mail: shek-fmep@mail.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Аннотация

В статье проанализирована проблема повышения энергоэффективности, поиска потенциала энергосбережения топливно–энергетических ресурсов. Показано, что значительная доля расходов на энергоресурсы приходится на затраты на теплоснабжение зданий. В качестве эффективного метода контроля качества строительно-монтажных работ и выявления потерь тепловой энергии в ранее построенных зданиях предлагается тепловизионное обследование зданий.

Ключевые слова

Энергоэффективность, энергосбережение, топливно–энергетические ресурсы, здания, сооружения, тепловизионное обследование.

На сегодняшний день наметилась тенденция все большего повышения внимания к вопросам эффективности энергопользования [1, 2]. Проведя анализ показателей состояния энергетического сектора российской экономики, можно заключить, что он характеризуется высоким фактором энергоемкости.

Как известно, повышение энергоэффективности, поиск потенциала энергосбережения топливно–энергетических ресурсов (ТЭР) является приоритетным направлением развития российской экономики РФ. Расходы на энергоресурсы в общих расходах в бюджете государственных организаций составляют от 20% до 50%. Значительную долю в этих расходах составляют затраты на теплоснабжение зданий.

Анализ показывает, что удельное потребление тепловой энергии зданиями в РФ намного выше, чем в некоторых станах с аналогичными природно-климатическими условиями, что достигнуто как теплотехнической реконструкцией и утеплением старых зданий и сооружений, так и улучшением качества и энергетической эффективности вновь возводимых.

Теплотехническое состояние зданий и сооружений, уровень энергопотребления определяются, главным образом, термическим сопротивлением ограждающих конструкций. Большинство эксплуатируемых в настоящее время зданий и сооружений были построены в советское время. Многие из