

УДК 3.621

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ МОНТАЖА В ЦИФРОВЫХ ФОНОГРАММАХ

Д. т. н. О. В. Рыбальский¹, В. В. Журавель²

¹Национальная академия внутренних дел; ²Государственный научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр МВД Украины

Украина, г. Киев

rybalsky_ol@mail.ru fonoscopia@ukr.net

Показаны результаты экспериментальной проверки, подтверждающие теоретические положения о возникновении новых мультифрактальных структур в сигналах смонтированной цифровой фонограммы.

Ключевые слова: цифровая звукозапись, фракталы, экспертиза.

Как было показано в ряде работ, например, в [1], теоретически при вырезании фрагментов и их перестановке внутри цифровой фонограммы (ЦФ) в обрабатываемых сигналах возникают дополнительные спектральные составляющие. Это, в свою очередь, приводит к образованию новых самоподобных структур в исследуемых сигналах, выделенных из ЦФ. Для подтверждения полученных теоретических результатов был проведен ряд экспериментов. Они проводились с использованием программного обеспечения «Фрактал», предназначенного для криминалистических идентификационных исследований аппаратуры цифровой звукозаписи (АЦЗЗ) и диагностических исследований ЦФ [2]. Программа выполняет сравнение самоподобных структур, содержащихся в шумах ЦФ, которые привносятся в них паразитными параметрами АЦЗЗ. При проведении экспертизы сравниваются шумы пауз, записанные на образцовых и спорных ЦФ. При этом если паразитные параметры аппаратуры записи, представленные самоподобными структурами, зафиксированными в шумах ЦФ, близки, то принимается решение об идентичности АЦЗЗ, на которой были записаны эти фонограммы. Как следствие, принимается решение об оригинальности спорной фонограммы с вероятностью ошибки I-го рода, не превышающей заданного значения. Программа и методика ее применения подробно описаны в ряде работ и не являются предметом рассмотрения этой публикации [3]. Однако отметим, что величины фрактальных масштабов, по которым производится расчеты в программе, имеют две области существования: область близких и область различающихся характеристик АЦЗЗ. Решение о выборе области принимается на основе сравнения границ раздела областей, полученных при сравнении между собой образцовых фонограмм, где заранее известно, что исследуемые фонограммы являются оригиналами. При сравнении образцовой и спорной ЦФ определяется мера близости границ раздела к границам, полученным при сравнении нескольких образцовых ЦФ, на основании чего и принимается решение об идентичности АЦЗЗ и оригинальности спорной ЦФ [3]. При сравнении любого файла ЦФ с самим собой граница раздела областей отсутствует, а вероятность ошибки I-го рода равна нулю. Эти сведения нужны для понимания сути и особенностей проведенных экспериментов.

Для проведения экспериментов на различной АЦЗЗ с различными частотами дискретизации был записан ряд ЦФ. Эти фонограммы в цифровой форме были введены в компьютер, а введенные файлы были сохранены под определенными именами. Затем каждый из этих файлов выводился на экран в редакторе звуковых файлов, и в них проводились монтажные операции. При этом отмечалось точное место расположения (по длительности фонограмм) места вырезания и длительность фрагмента, место начала и окончания вставки. В звуковом редакторе также убирались фазовые нестыковки в местах вырезания и вставки фрагментов. Таким образом имитировался цифровой монтаж, выполненный в ЦФ способом вырезания и перестановки фрагментов. Полученный фальсификат сохранялся под новым именем. Были записаны на различной АЦЗЗ и затем обработаны файлы при частотах дискретизации 8; 11,025; 16 и 44,1 кГц.

Затем каждый файл, подвергнутый цифровой обработке, сравнивался с оригинальным файлом. Поскольку при сравнении одинаковых файлов границы раздела областей не существует, появление такой границы при их сравнении свидетельствует о различии их фрактальных структур. Это, в свою очередь, доказывает достоверность полученных ранее теоретических выкладок.

Проиллюстрируем проведенные эксперименты. На рис. 1 показаны результаты расчета фрактальных масштабов для обработанного и необработанного файлов, записанных при частоте дискретизации 44,1 кГц.

Как видно на рис. 1, в результатах расчета имеется граница раздела областей. Поскольку нам заведомо известно, что один из файлов был обработан, следует принять решение о несовпадении их характеристик. Но для подтверждения этого умозаключения проведем сравнение одного и того же файла, не подвергнувшегося обработке. Результаты такого сравнения показаны на рис. 2.

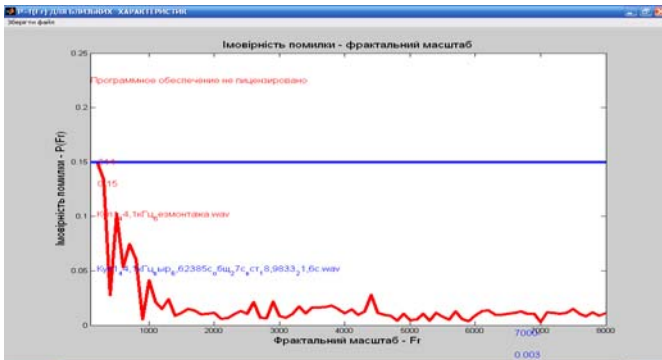


Рис. 1. Фрактальные масштабы для области близких характеристик обработанного и необработанного файлов на 44,1 кГц

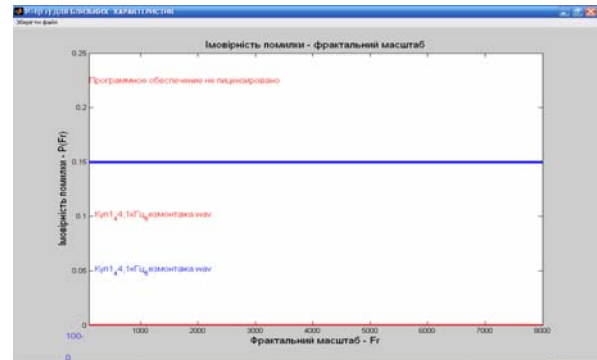


Рис. 2. Фрактальные масштабы для файла с частотой дискретизации 44,1 кГц, не подвергнутого цифровой обработке

Как видно на рис. 2, в результатах расчета фрактальных масштабов граница раздела отсутствует, а прямая на уровне, равном нулю, показывает, что при любом фрактальном масштабе вероятность ошибки I-го рода равна нулю.

Аналогичные результаты были получены и для остальных файлов, записанных на других типах АЦЗЗ с частотами дискретизации 8; 11,025 и 16 кГц.

Таким образом, проведенные эксперименты подтвердили достоверность предложенных теоретических положений.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Рыбальский О. В., Соловьев В. И., Журавель В. В. Следы монтажа в цифровых фонограммах, выполненного способом вырезания и перестановки фрагментов // Реєстрація, зберігання і обробка даних.– 2016.– Т. 21, № 1.– С. 32–41.

2. Рыбальский О. В., Соловьев В. И., Журавель В. В., Татарникова Т. О. Методика ідентифікаційних і діагностичних досліджень матеріалів та апаратури цифрового й аналогового звукозапису зі застосуванням програмного забезпечення «Фрактал» при проведенні експертиз матеріалів та засобів відео та звукозапису: наук.-метод. посіб.– Київ: ДУІКТ, 2013. – 75 с.

3 Рыбальский О. В., Соловьев В. И., Журавель В. В., Шабля А. Н., Татарникова Т. А. Автоматизированный расчет коэффициентов фрактального масштаба в программе «Фрактал» // Сучасна спеціальна техніка.– 2014.– № 4 (39).– С. 5–11.

Rybalsky O. V., Zhuravel V. V.

Experimental confirmation of the results of design of mechanism of origin of identification signs of editing in digital phonograms

The paper presents the results of experimental verification, confirmative theoretical positions about the origin of new multifractal structures in the signals of the edited digital phonogram.

Keywords: *digital audio recording, fractals, examination.*