

6. *Alexits G.* Convergence Problems of Orthogonal Series, New York: Pergamon, 1961, pp. 46-62.

7. *Файн Б.* Связь между преобразованиями Хаара и Уолша-Адамара // ТИИЭР. – 1972. – № 5. – С. 100-113.

8. *Богданов А.М., Зинченко Я.В.* Модификация алгоритма умножения сверхбольших чисел на основе коэффициентов Уолша // Захист інформації. – 2002. – № 3. – С. 46-52.

9. *Садыхов Р., Шаренков А.* Алгоритмы ускоренной свертки // Автоматика. – 1986. – № 3. – С. 71-75.

10. *Богданов А.М., Зинченко Я.В.* Умножение сверхбольших чисел и быстрое преобразование Хаара // Захист інформації. – 2002. – № 4. – С. 58-67.

11. *Задирака В.К., Мельникова С.С.* Быстрое умножение многоразрядных чисел с использованием БПФ // Кибернетика и системный анализ. – 1996. – № 3. – С. 63-67.

Надійшла 23.11.2004р.

УДК 681.3

Рыбальский О.В., Близников С.А., Мыслинский А.В., Брягин О.В.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ АУТЕНТИЧНОСТИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОГРАММ, ПОЛУЧЕННЫХ ОПЕРАТИВНЫМ ПУТЕМ

Все более часто при сборе доказательств по уголовным делам, связанным, например, со взятками, применяется цифровая аппаратура видеозвукозаписи.

Ее использование поясняется преимуществами цифровой техники – малыми габаритами, высокой надежностью, высокой точностью передачи фиксируемой информации, удобством применения и простотой обслуживания.

Вместе с тем, ее конструктивные особенности требуют нового качественного подхода как к процессу проведения экспертизы сигналограмм, записанных на такой аппаратуре, так и к правовому подходу в процессе сбора, закрепления и оценки таких сигналограмм с доказательной точки зрения.

В первую очередь это относится к постановке вопросов экспертам. Ответы на них должны подтвердить (или опровергнуть) подлинность информации, записанной на оцениваемой сигналограмме. Но если ранее, при использовании аналоговой аппаратуры магнитной записи (ААМЗ), на разрешение экспертизы ставились типичные вопросы "Является ли представленная на экспертизу сигналограмма копией или оригиналом?" и "Не подвергалась ли представленная на экспертизу сигналограмма механическому, электроакустическому или иному монтажу?", то для цифровой сигналограммы часть этих вопросов теряет смысл.

По нашему мнению, для цифровых сигналограмм эти вопросы должны предлагаться в другой редакции: "Является ли представленная на экспертизу сигналограмма аутентичной?" и "Не содержит ли представленная на экспертизу фонограмма следов цифровой обработки, возникающих при монтаже?".

Это поясняется тем, что применительно к цифровым сигналограммам изменились способы монтажа и цифровую сигналограмму нельзя смонтировать без применения цифровой техники обработки сигналов [1].

Разработанная теория выявления следов цифровой обработки фонограмм, а так же методы и средства их выявления позволяют достоверно определить аутентичность цифровой сигналограммы (в том числе цифровой видеозвукозаписи), т.е. определить, подвергалась ли фонограмма такой обработке [2–7].

Полностью теряет смысл вопрос об оригинальности сигналограммы. Это поясняется тем, что с точки зрения восприятия следов, остающихся на обработанной цифровой

сигналограмме, совершенно безразлично, были ли они оставлены в результате только копирования, или в результате копирования и монтажа, поскольку и для той и для другой операции необходимо использовать не менее двух различных цифровых устройств, содержащих разные тактовые генераторы и квантователи уровня [2].

Вместе с тем, сама экспертиза производится сравнением параметров спорной и экспериментальной сигналограмм по вейвлет-портретам, что, во-первых, позволяет выявлять дополнительные искажения очень малого уровня, образующиеся при цифровом копировании и монтаже [5]. Во-вторых, при предоставлении эксперту всего комплекса аппаратуры, задействованной при проведении мероприятия, позволяет определить аутентичность цифровой копии сигналограммы. При этом следует отметить, что само копирование цифровой сигналограммы не позволяет замаскировать следы цифрового монтажа (в отличие от аналоговых сигналограмм) и не приводит к ухудшению ее качества с точки зрения восприятия звуковой и видеoinформации человеком, поскольку уровень образующихся при этом искажений лежит на уровне младшего разряда аналого-цифрового преобразования, т.е., во-первых, не снижает динамического диапазона сигналограммы и, во-вторых, значительно ниже разрешающей способности человеческого зрения и слуха. А поскольку экспериментальная сигналограмма в этом случае записывается и переписывается на той же цепочке аппаратов при тех же условиях, при которых записывалась спорная сигналограмма, то и образовавшиеся искажения в них будут одинаковыми. Но в случае монтажа сигналограммы из фрагментов других сигналограмм или способом синтеза в ПЭВМ, эти искажения будут различны, что и позволяет ставить вопрос об аутентичности сигналограммы и наличии или отсутствии в ней следов цифровой обработки, вызванных операциями монтажа [2,5].

Эта методика появилась вследствие некоторых особенностей проведения таких мероприятий. Так, при использовании цифровых диктофонов, объем памяти которых ограничен, записанную информацию приходится переносить в ПЭВМ, где она сохраняется для предъявления следствию, экспертам и в суд (для предоставления такой информации в суд используется перезапись на оптические диски). В зависимости от типа используемого диктофона перезапись может осуществляться как в аналоговой, так и в цифровой форме, т.е. вводится в ПЭВМ либо по аналоговому, либо по цифровому входу. Такая технологическая цепочка позволяет увеличить коэффициент использования спецтехники, т.е. уменьшить парк такой аппаратуры. Вместе с тем, применение предложенной методики экспертизы, при условии строгого применения для записи экспериментальной сигналограммы той же аппаратуры, последовательности и порядка выполнения операций перезаписи позволяет эксперту убедительно доказать аутентичность спорной сигналограммы – если она не подвергалась дополнительной обработке.

Однако если при записи экспериментальной сигналограммы эта методика была нарушена, а спорная сигналограмма копировалась, например, через ПЭВМ, то вне зависимости от того, в какой форме представления информации проводилось копирование, его следы будут обнаружены с помощью программы "Academy", разработанной нами и внедренной в экспертную практику всех НИИ судебных экспертиз страны, проводящих криминалистические исследования материалов и средств видеозаписи [6,7].

Это относится и к сигналограммам, записанным на ААМЗ, т.е. любая попытка перезаписи цифровой сигналограммы на аналоговую аппаратуру, приведет к выявлению в такой копии следов цифровой обработки со всеми, вытекающими из этого, последствиями [5,7].

Такая методика была применена нами при проведении экспертизы по одному из последних уголовных дел, где все предъявленные сигналограммы были записаны на цифровой технике.

Для этого на представленной аппаратуре была проведена перезапись звуковой составляющей спорной сигналограммы, записанной на специальной цифровой видеоаппаратуре. Информация на запись поступала по радиоканалу от специального

комплекта съема информации. В аналогичных условиях при том же комплекте и той же аппаратуре была записана экспериментальная сигналограмма. Эти сигналограммы вводились в экспертную ПЭВМ для проверки их подлинности.

Действительно, если рассмотреть искажения сигналов при их пропуске через всю технологическую цепочку, используемую при документировании спорных сигналограмм и сравнить их с искажениями при записи экспериментальных сигналограмм, можно убедиться в их идентичности.

При нарушении этой цепочки этой идентичности не будет. Это вытекает из рассмотрения моделей прохождения и преобразования сигналов, происходящих в этих случаях.

Рассмотрим модель перезаписи сигналограмм из цифрового диктофона в ПЭВМ в аналоговой форме, представленную на рис. 1. Подобная модель нами рассмотрена в [4], где показано, что за счет расхождения истинных значений частот тактовых генераторов двух различных устройств, участвующих в процессе, сигнал $s(t) = A_m \cos \omega_{10} t$ на аналоговом выходе ПЭВМ, в которую копировалась сигналограмма, принимает вид

$$s_2(t) = \sum_{n_1=-\infty}^{\infty} \sum_{n_2=-\infty}^{\infty} \text{rect}\left(\frac{t-n_1T_1}{T_1}\right) \text{rect}\left(\frac{n_1T_1-n_2T_2}{T_2}\right) A_m \cos \omega_{10}(n_2T_2). \quad (1)$$

где

n_1, n_2 – количество выборок сигнала в устройствах 1 и 2 соответственно,
 T_1, T_2 – период частоты дискретизации в устройствах 1 и 2 соответственно.

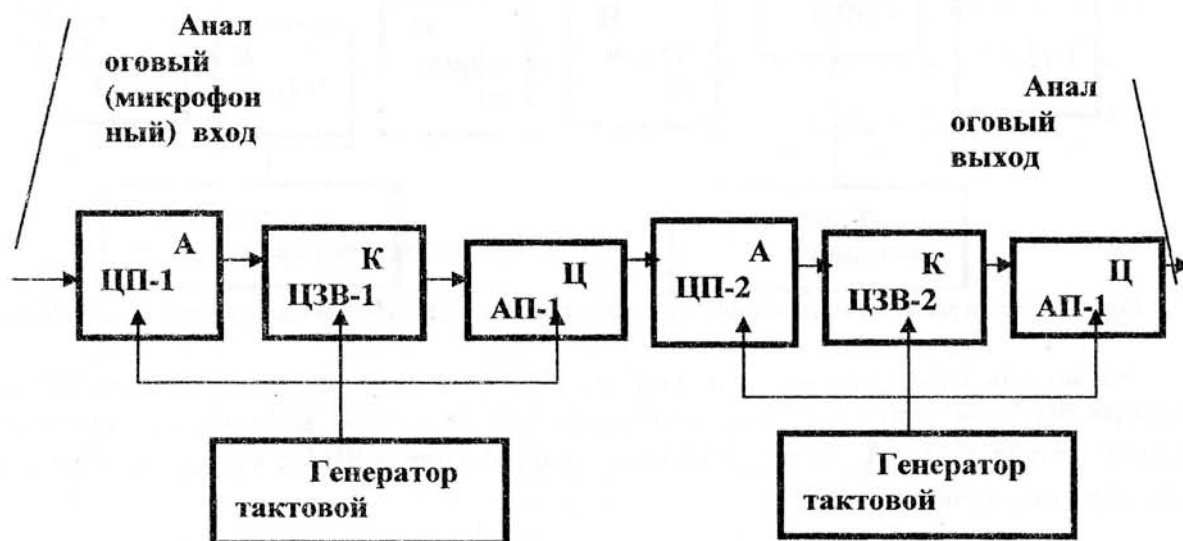


Рис. 1. Схема модели перезаписи сигналограммы в ПЭВМ по аналоговому входу/выходу.

АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

КЦЗВ – канал цифровой записи-воспроизведения.

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь.

1 – элементы первичного устройства цифровой записи-воспроизведения.

2 – элементы ПЭВМ, в которую копируется цифровая сигналограмма.

Спектр этого сигнала будет определяться как

$$S_5(j\omega) = F \left\{ \sum_{n_1=-\infty}^{\infty} \sum_{n_2=-\infty}^{\infty} \text{rect} \left(\frac{t - n_1 T_1}{T_1} \right) \text{rect} \left(\frac{n_1 T_1 - T_2 n_2}{T_2} \right) A_m \cos \omega_0 (n_2 T_2) \right\} =$$

$$= \frac{2A_m \omega_{Д1}}{\omega T_2} \sin \frac{\omega T_2}{2} \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} \frac{1}{\omega - k_2 \omega_{Д2}} \sin \left(\frac{\omega - k_2 \omega_{Д2}}{2} \right) T_1 \times$$

$$\times [\delta(\omega - \omega_0 - k_1 \omega_{Д1} - k_2 \omega_{Д2}) + \delta(\omega + \omega_0 - k_1 \omega_{Д1} - k_2 \omega_{Д2})], \quad (2)$$

где

$F\{*\}$ – преобразование Фурье соответствующих сигналов,
 $\omega_{Д2}$ – частота дискретизации в ПЭВМ.

Однако, таким же искажениям будет подвергнут и сигнал экспериментальной сигналограммы, записанной на той же аппаратуре и переписанной в ту же ПЭВМ.

Для случая перезаписи сигналограммы по цифровому входу/выходу функциональная схема прохождения и преобразования сигналов показана на рис. 2.



Рис. 2. Схема модели перезаписи сигналограммы в ПЭВМ по цифровому входу/выходу.

Эта модель также рассмотрена нами в [4], где показано, что за счет расхождения истинных значений частот тактовых генераторов двух различных устройств, участвующих в процессе, сигнал $s(t) = A_m \cos \omega_{10} t$ на аналоговом выходе ПЭВМ, в которую копировалась сигналограмма, принимает вид

$$s_{2d}(t) = \sum_{n_2=-\infty}^{\infty} \text{rect} \left(\frac{t - n_2 T_2}{T_2} \right) A_m \cos \omega_{10} (n_2 T_2), \quad (3)$$

а его спектр определяется соотношением

$$S_{2d}(j\omega) = \frac{A_m \omega_{Д2}}{\omega} \sin \omega \frac{T_2}{2} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} [\delta(\omega - \omega_{10} - k_2 \omega_{Д2}) + \delta(\omega + \omega_{10} - k_2 \omega_{Д2})]. \quad (4)$$

Но при этом таким же образом преобразуется и экспериментальная сигналограмма, записанная и воспроизведенная в той же технологической цепочке.

Очевидно, что в случае записи сигналограммы в аппарате, работающем в формате сжатия информации, к искажения сигнала добавятся потери, образующиеся при преобразовании формата сжатия информации в аппарате записи в формат wav, в который она преобразуется при ее раскрытии в ПЭВМ. Но и они, в случае соблюдения технологической цепи, будут одинаковы для обеих сигналограмм.

Следовательно, при соблюдении оговоренных условий, сравнение параметров сигналов, выделенных из спорной и экспериментальной сигналограмм, корректно.

Итак, для проведения экспертизы цифровых сигналограмм эксперту должны быть предоставлены все конкретные аппараты, входящие в использованную технологическую цепочку. Эксперт обязан выяснить все особенности записи спорной сигналограммы (органы дознания должны ему в этом помочь, т.к. это в их интересах) и произвести запись эталонной сигналограммы на той же цепочке при тех же условиях ввода/вывода информации при перезаписи. Если информация переписывалась в ПЭВМ и с нее делалась цифровая копия на оптический диск, необходимо проверить запись, хранящуюся в компьютере и запись, переписанную на диск. Проверка производится сравнением вейвлет-портретов сигналов, выделенных из экспериментальной сигналограммы с портретами сигналов, выделенных из сигналов спорной сигналограммы, хранящейся в ПЭВМ и на оптическом диске. Для этого проверяемые сигналы с аналогового выхода машины, в которой хранится спорная и куда записана экспериментальная сигналограмма, вводятся в ПЭВМ с программой "Academy" и сравниваются. Так же проводится проверка аутентичности сигналограмм, записанных на оптических дисках.

В процессе подготовки экспертного заключения, с целью подтверждения достоверности полученных выводов, нами были введены в него результаты экспериментов, проведенных ранее [5,7].

При этом мы исходили из того предположения, что подобные экспертизы до этого не проводились и суду будет значительно легче провести юридическую оценку доказательств, имея на руках сравнительные материалы, показывающие различие между спектрограммами сигналов, выделенных из аутентичных и обработанных сигналограмм.

Результаты эксперимента в виде эквивалентов спектрограмм, полученных из вейвлет-портретов сигналов, выделенных всех исследуемых сигналограмм, приведены на рис. 3 и рис. 4.

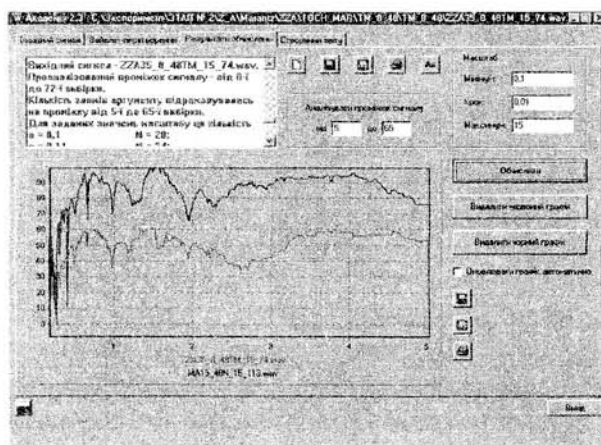


Рис. 3. Спектрограммы, полученные из вейвлет портретов сигналов одной частоты, выделенных из экспериментальной (черный график) и обработанной (красный график) сигналограмм, записанных на одном аппарате звукозаписи

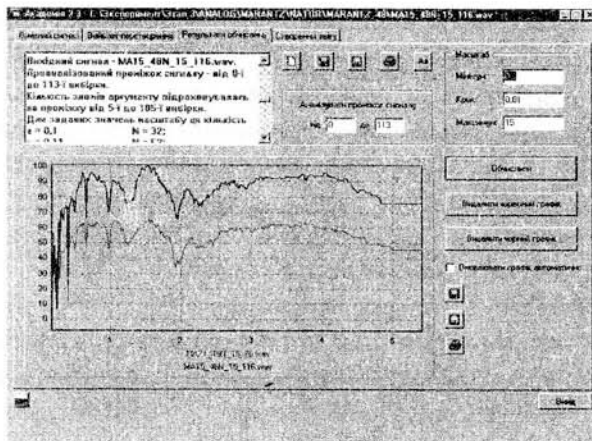


Рис. 4. Спектрограми, полученные из вейвлет-портретов сигналов одной частоты, выделенных из двух экспериментальных сигналограмм, записанных на одной аппаратуре звукозаписи.

Таким образом, исходя из новых реалий, экспертам необходимо производить запись экспериментальной сигналограммы на всей технологической цепочке аппаратуры (при чем именно той, на которой записывалась спорная сигналограмма), оперативным работникам обязательно помечать носители записи номерами аппаратуры, на которой записывалась сигналограмма (или делать какие-либо другие пометки, позволяющие восстановить эту технологическую цепочку), а следователям ставить корректные (с технической точки зрения) вопросы эксперту.

Очевидно, что судьям также следует учитывать особенности и возможности современных способов записи и обработки информации при оценке доказательств и помнить, что непрерывность цифровой (да и аналоговой) сигналограммы отнюдь не является свидетельством ее подлинности. Только отсутствие следов цифровой обработки (при условии отсутствия других признаков монтажа) дает гарантию ее аутентичности.

Выполнение этих требований обеспечит достоверность экспертизы и правильность оценки доказательств в судебном процессе.

Список литературы

1. Рыбальский О.В. Анализ возможных цифровых и аналоговых способов подделки фонограмм и требований к анализаторам для выявления их следов // *Захист інформації*. – К.: КМУЦА, 2004. – Спеціальний випуск. – С. 44–48.
2. Рыбальский О.В. До основ теорії виявлення слідів цифрової обробки фонограм // *Зб. наук. пр. Військового інституту телекомунікацій та інформатизації НТУУ "КІП"*. – К. –2004. – № 4. – С. 129–138.
3. Рыбальский О.В. К основам теории выявления следов цифровой обработки фонограмм // *Защита информации*. Сб. трудов НАУ. – К.: КМУЦА, 2004. – Вып. 11. – С. 50–56.
4. Рыбальский О.В., Жариков Ю.Ф. Современные методы проверки аутентичности магнитных фонограмм в судебно-акустической экспертизе. – К.: НАВСУ, 2003. – 300 с.
5. Рыбальський О.В. Застосування вейвлет-аналізу для виявлення слідів цифрової обробки аналогових і цифрових фонограм у судово-акустичній експертизі. – К.: НАВСУ, 2004. – 167 с.
6. Свідоцтво № 11088 про реєстрацію авторського права на твір. Комп'ютерна програма "Академія". Рыбальський О.В., Волкович С.Лі. (Україна); Рыбальський О.В. № 10986; Заявл. 26.07.2004; Опуб. 17.09.2004.
7. Рыбальский О.В. К экспериментальной проверке достоверности положений теории выявления следов цифровой обработки фонограмм // *Реєстрація, зберігання та обробка даних*. – К. – 2004. – Т.6, № 3. – С. 85–98.

Поступила 23.12.2004г.