

# СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

УДК 621.3

**В.В. Журавель**

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФОНОГРАММ, ЗАПИСАННЫХ С ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ

*Рассмотрены функциональные схемы съема информации с каналов телефонной связи. Выявлены особенности, возникающие при записи таких фонограмм в цифровой форме. Показано, что при съеме информации с каналов мобильной связи, записанные цифровые фонограммы могут быть проверены только на целостность содержащейся в них информации. При съеме информации с аналоговых каналов фонограммы также могут быть проверены на оригинальность. На основе проведенного анализа сформулированы требования к инструментарию, необходимому для проведения экспертизы целостности информации, содержащейся в фонограммах.*

**Ключевые слова:** аналого-цифровой преобразователь, аппаратура цифровой звукозаписи, канал связи, мобильная связь, монтаж, вырезание фрагмента, ставка фрагмента.

*Розглянуті функціональні схеми зняття інформації з каналів телефонного зв'язку. Виявлені особливості, що виникають при запису таких фонограм у цифровій формі. Показано, що при зніманні інформації з каналів мобільного зв'язку, записані цифрові фонограми можуть бути перевірені лише на цілісність інформації, що міститься в них. При зніманні інформації з аналогових каналів фонограми також можуть бути перевірені на оригінальність. На основі проведеного аналізу сформульовані вимоги до інструментарію, необхідного для проведення експертизи цілісності інформації, що міститься у фонограмах.*

**Ключові слова:** аналого-цифровий перетворювач, апаратура цифрового звукозапису, канал зв'язку, мобільний зв'язок, монтаж, вирізування фрагменту, вставлення фрагменту.

*The functional diagrams of output of information from telephone communication channels are considered. Features arising up at the record of such phonograms in a digital form are deduced. It is shown that at the output of information from mobile communication channels, written in digital phonograms can be checked only for an integrity of the information contained in them. At the output of information from the analog channels of phonogram also can be checked for originality. On the basis of the analysis requirements are set forth to the tool, necessary for the examining of integrity of the information contained in phonograms.*

**Keywords:** ADC, apparatus of the digital audio recording, communication channel, mobile communication, editing, excision of fragment, rate of fragment

## Вступлення

Проводимые с разрешения суда записи телефонных переговоров часто являются одним из важнейших факторов при расследовании преступлений и формировании доказательной базы. Однако для формирования этой базы требуется проведение фоноскопической экспертизы фонограмм, полученных таким методом получения доказательной информации. В процессе такой экспертизы, кроме идентификации участвующих в разговорах личностей по параметрам их речи, производится проверка достоверности и целостности записанной речевой информации.

В связи с широким внедрением цифровых технологий в процессы передачи, записи и обработки речевых сигналов, появилась острая необходимость обновления экспертного инструментария, предназначенного для проведения фоноскопической экспертизы. Для этого необходимо четко представлять особенности формирования фонограмм, предъявляемых на экспертизу.

Целью статьи является рассмотрение условий формирования фонограмм, записанных с каналов связи. Такое рассмотрение необходимо для разработки функциональных схем записи таких фонограмм и определения требований к экспертному инструментарию, необходимому для проверки целостности и достоверности информации, зафиксированной на таких фонограммах.

## Основная часть

При проверке целостности и достоверности информации, записанной на фонограммах, всегда используются следы аппаратуры записи, оставленные в сигналах, записанных на этих фонограммах [1].

Основные модели, описывающие процессы возникновения следов аппаратуры записи, как и следов обработки цифровых сигналов в цифровых фонограммах (далее – ЦФ), описаны в работах [1; 2]. На этих моделях, в частности, показано, что такие следы проявляются в виде появления дополнительных частотных составляющих в спектре ЦФ, полученных в результате перезаписи с одной АЦЗЗ на другую. При этом большое значение имеет способ введения цифровой информации в аппаратуру, на которую переписывается ранее записанная (и, возможно, обработанная) информация. В этих же работах показано, что возможны два варианта такой перезаписи: с аналогового выхода на аналоговый вход и с цифрового выхода на цифровой вход АЦЗЗ, участвующей в этом процессе. Разработанные модели позволили рассмотреть разные способы монтажа и возникающие при этом следы, фиксируемые в шумах ЦФ [2]. Они позволили выявить источники и механизм возникновения и фиксации идентификационных признаков АЦЗЗ и аппаратуры обработки сигналов в ЦФ.

Однако эти модели не рассматривают практические аспекты формирования ЦФ, достаточно часто поступающих на экспертизу. Это, в первую очередь, относится к ЦФ, снятым с каналов связи.

Рассмотрим особенности формирования ЦФ, записанных при съеме информации с каналов мобильной связи.

Такую запись ЦФ можно проиллюстрировать функциональной схемой, представленной на рис. 1.

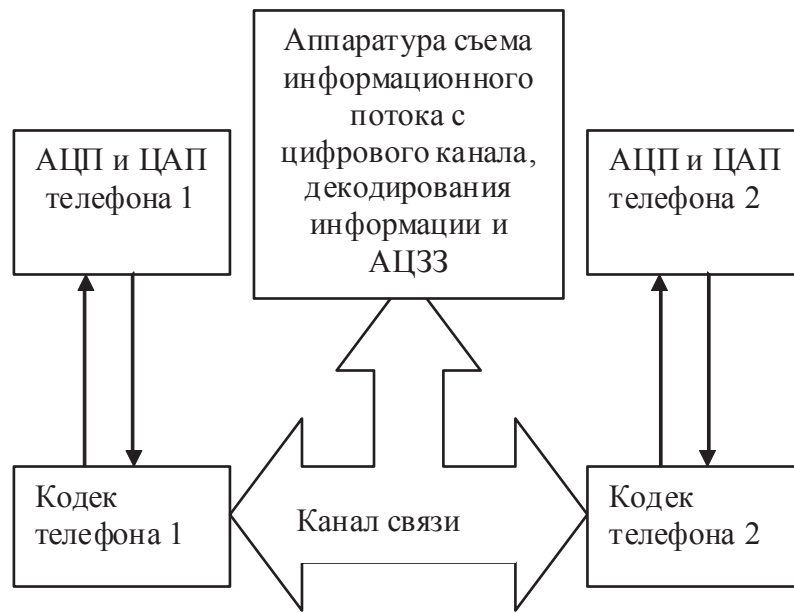


Рис. 1. Функциональная схема записи ЦФ при перехвате с цифрового канала связи

Из схемы, представленной на рис. 1, видно, что в этом случае записывается цифровая информация, и АЦП АЦЗЗ устройства съема в процессе записи не участвует. Записываются цифровые потоки, образованные при аналого-цифровом преобразовании речевых сигналов двумя разными АЦП двух разных мобильных телефонов. Казалось бы, что в записанной фонограмме должны присутствовать сигналы, содержащие идентификационные признаки АЦП двух разных телефонов. Но этого не происходит, т.к. кодеки каждого из телефонов преобразуют цифровые сигналы речи в цифровой поток, содержащий только коэффициенты линейного предсказания речевых сигналов, и не содержат шумов пауз. К этому следует добавить дополнительные преобразования, связанные с пакетной передачей сигналов в канале связи. Поэтому проверить оригинальность (первичность) ЦФ, записанных при таком съеме, невозможно. Можно проверить лишь целостность и, следовательно, достоверность содержащейся в них информации. Однако при этом необходимо обеспечить эксперту возможность корректной записи образцовых фонограмм на АЦЗЗ канала перехвата цифрового потока. Это, в свою очередь, требует разработки специальных ведомственных инструкций и методик, обеспечивающих корректное проведение экспертизы таких фонограмм, что не является предметом нашего исследования. Однако при этом возникает задача проверки целостности таких ЦФ, что тотчас ставит вопрос о том, какой обработке они могут быть подвергнуты в пункте съема информации и будут ли они содержать какие-либо ее следы.

Однако информация может сниматься не только с каналов мобильной связи, но и с каналов городской телефонной сети, в том числе и аналоговых. Функциональная схема записи ЦФ при съеме информации с аналоговых каналов связи показана на рис. 2.

Из схемы, показанной на рис. 2, видно, что цифровой сигнал приходит на запись в АЦЗЗ после АЦП. Это означает, что устройство съема информации с

аналогових каналів зв'язи можна ідентифікувати по паразитним параметрам його АЦП. Это, в свою очередь, означает, что фонограммы, записанные на АЦЗЗ компьютера, входящего в устройство съема такой информации, могут быть проверены на оригинальность.

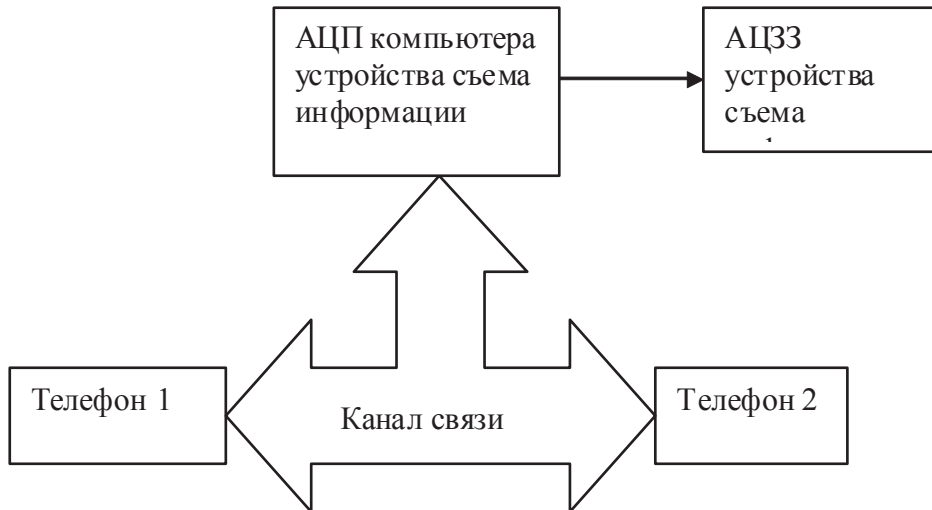


Рис. 2. Функциональная схема записи ЦФ при съеме информации с аналогового канала связи

Отметим, что устройство съема информации с телефонных каналов всегда будет содержать компьютер с программой звукового редактора. Это необходимо для преобразования аналоговой или декодирования снятой цифровой информации в речевую информацию в соответствующем формате записи речевых сигналов, например, в формате wav, что обеспечивает запись ЦФ на внешние носители, представляемые в качестве доказательного материала. Поэтому не исключается возможность коррекции содержащейся информации перед ее записью на внешний носитель. Такая коррекция может проводиться в речевых редакторах, а ее проведение нарушит целостность первичной информации, полученной при съеме сообщения. Такого рода обработка может быть проведена способом вырезания и перестановки фрагментов и обеспечивает возможность полного преобразования смыслового содержания первичной информации.

Известно, что способ цифровой обработки, использующий операции выделения, вырезания и вставки фрагментов из одного места фонограммы в другое, является одним из самых сложных для выявления способов компиляции цифровых фонограмм [3]. Ранее теоретически было показано, что проведение этой операции приводит к изменению спектрального состава вырезаемого и вставляемого участка [4; 5]. Однако проверить это теоретическое положение долго не удавалось, поскольку для этого требовался инструментарий с высокой разрешающей способностью спектрального анализатора и наглядностью представления полученных результатов. Недавно была предпринята попытка проведения экспериментальной проверки этого положения. Проверялся спектр сигналов в паузах на месте вырезания фрагмента и спектр сигналов в паузах в начале и конце вставляемого фрагмента [3]. Проведенные экспериментальные исследования показали, что в случае такого монтажа

спектральный состав сигналов пауз изменяется. Для более полного осмысления и проверки теоретических положений, полученных в работах [4; 5], была предложена математическая модель процессов, происходящих при описанном выше способе цифрового монтажа фонограмм. На ней показано изменение как спектрального, так и фрактального состава сигналов, подверженных такой обработке [6]. Полученные на этой модели теоретические результаты были проверены и подтверждены экспериментально [6]. Ее создание позволило ответить на вопрос возникновения следов такой обработки и определить направления построения системы, предназначенной для выявления такого монтажа.

Естественно, что математическая модель выявления следов обработки способом вырезания и вставки фрагментов в ЦФ, записанных на АЦЗЗ, одинакова для варианта съема информации как с аналоговых телефонных каналов, так и с цифрового канала связи.

Также следует учесть, что в обоих рассматриваемых вариантах записи ЦФ обработанные фонограммы можно компилировать из нескольких записей. Но в любом случае это будут записи, сделанные на одной АЦЗЗ. Поэтому основную роль при экспертизе таких ЦФ играет проверка их целостности по следам, математическая модель возникновения которых представлена в [6].

Анализ рассмотренных функциональных схем съема информации с каналов связи совместно с анализом математической модели, предложенной в работе [6], позволяет сформулировать требования к программе, обеспечивающей проверку целостности информации, содержащейся в ЦФ:

- 1) программа должна обеспечивать разрешающую способность, позволяющую выделять фрактальные структуры из шумов ЦФ;
- 2) программа должна обеспечивать выделение самоподобных структур при малых значениях величин коэффициентов фрактального масштаба;
- 3) программа должна обеспечивать статистическую обработку выделенных фрактальных структур по длительности всей ЦФ;
- 4) программа должна выделять участки фонограммы, на которых существуют аномалии фрактальной структуры сигналов.

Последнее требование по своей сути является требованием к проверке однородности фрактальных структур, характеризующих идентификационные признаки, содержащиеся в шумах ЦФ, по всей ее длительности.

### Выводы

1. Анализ рассмотренных функциональных схем съема информации с телефонных каналов выявил особенности формирования фонограмм, записанных при таком методе получения информации, имеющей доказательное значение.

2. К таким особенностям относится невозможность проверки оригинальности фонограмм, записанных при съеме информации с каналов мобильной связи. Показано, что фонограммы, записанные при снятии информации с таких каналов, могут быть проверены только на целостность содержащейся в них информации.

3. Показано, что информация, записанная при съеме с каналов аналоговой телефонной связи, может быть проверена на целостность, а сама фонограмма, записанная в цифровом виде, на оригинальность.

4. Сформулированы основные требования к инструментарию для проведения экспертиз фонограмм, записанных при съеме информации с телефонных каналов связи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Рыбальский О.В.* Современные методы проверки аутентичности магнитных фонограмм в судебно-акустической экспертизе / О.В. Рыбальский, Ю.Ф. Жариков. – К. : Нац. акад. внутр. справ України, 2003. – 300 с.
2. *Рыбальский О.В.* Застосування вейвлет-аналізу для виявлення слідів цифрової обробки аналогових і цифрових фонограм у судово-акустичній експертизі / О.В. Рыбальський. – К. : Нац. акад. внутр. справ України, 2004. – 167 с.
3. *Рыбальский О.В.* Экспериментальная проверка проявления следов монтажа в цифровых фонограммах / О.В. Рыбальский, В.И. Соловьев // Информатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – Т. 5. – № 1. – С. 38–43.
4. *Рыбальский О.В.* Модели нестандартной подделки цифровых фонограмм / О.В. Рыбальский // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2003. – Т. 5. – № 4. – С. 25–32.
5. *Богданов О.М.* Методологія розробки основ теорії виявлення слідів цифрової обробки фонограм та її деякі аспекти / О.М. Богданов, В.О. Геранін, О.В. Рыбальський // Правове, нормативне, метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. – 2004. – Вип. 8. – С. 27–28.
6. *Рыбальский О.В.* Следы монтажа в цифровых фонограммах, выполненного способом вырезания и перестановки фрагментов / О.В. Рыбальский, В.И. Соловьев, В.В. Журавель // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2016. – Т. 18. – № 1. – С. 32–41.

Отримано 05.10.2015.