

4. Реактивы. Методы приготовления вспомогательных реактивов и растворов, применяемых при анализе: ГОСТ 4517-87. – Введ. 01.07.88. – Москва : Стандартинформ, 2008. – С. 3–22.

5. Dobrego K.V., Chumachenko M.A., Boiprav O.V., Grinchik N.N., Pukhir H.A. Measurement of Electrical Resistance of Liquid Electrolytes and Materials Containing Them. Journal of Electromagnetic Analysis and Applications, 2020, vol. 12(2), DOI: 10.4236/jemaa.2020.122002.

Е.Р.АДАМОВСКИЙ¹, В.К.ЖЕЛЕЗНЯК², К.Я.РАХАНОВ³

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШУМА КВАНТОВАНИЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

¹Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», г. Новополоцк, Республика Беларусь, старший преподаватель

²Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», г. Новополоцк, Республика Беларусь, заведующий научной лабораторией технической защиты информации, доктор технических наук, профессор

³Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», г. Новополоцк, Республика Беларусь, доцент, кандидат технических наук

На этапе аналого-цифрового преобразования (АЦП) осуществляются дискретизация и квантование речевого сигнала (РС), излучаются физические поля рассеяния: информационные параметры РС и канал утечки информации (КУИ). АЦП является источником шума квантования (ШК), который рассматривается в качестве нового КУИ в шумах высокого уровня. В [1, 2] оценку защищенности КУИ предлагается выполнять с помощью периодической последовательности импульсов треугольной формы. Цель исследований – количественная оценка информационных показателей ШК АЦП аналогового РС.

Методика оценки информационных показателей. Блок-схема автоматизированной оценки КУИ АЦП приведена на рисунке 1.

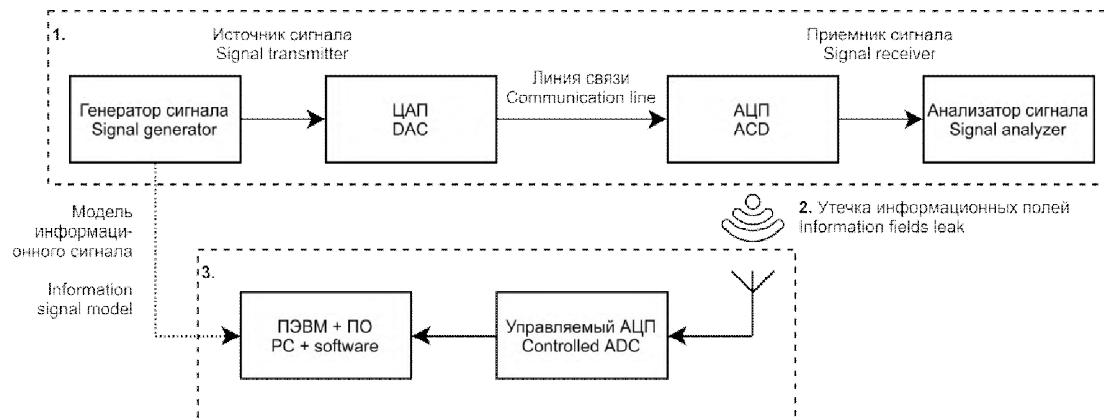


Рисунок 1 – Блок-схема автоматизированной оценки КУИ АЦП

Алгоритм включает следующие этапы:

1. Формируется измерительный сигнал (ИС) в цифровом виде.
2. ИС захватывается с помощью антенны в точке наблюдения, где его значения фазы и амплитуды неизвестны, а сам сигнал искажен и зашумлен.
3. Определяется время задержки ИС путем расчета взаимной корреляции смеси сигнала и шума с модельным сигналом.
4. Рассчитывается ШК путем вычисления разницы принятой смеси сигнала и шума и восстановленной цифровой копией сигнала с учетом фазы.
5. Применяются спектральное накопление и полосовая фильтрация сигналов.
6. Выполняется обнаружение информационных параметров КУИ.
7. Рассчитанные показатели протоколируются и выводятся на экран.
8. Процедура обнаружения информационных параметров повторяется 30 раз, результаты усредняются; мощность шума увеличивается, измерения повторяются.

Результаты исследований и их обсуждение. Для подтверждения работоспособности предложенного алгоритма проведен имитационный натурный эксперимент, в котором вместо измерительной антенны использовался соединительный кабель, подключенный от выхода ЦАП источника сигнала к аналоговому входу управляемого измерительного АЦП.

Макет включает аппаратную часть и программное обеспечение (ПО), которое реализует алгоритм в среде LabVIEW: ноутбук и встроенный ЦАП, модуль АЦП/ЦАП LCard E20-10, генератор ИС, кабель АЦП-ЭВМ, разъем мини-джек; кабель АЦП/ЦАП USB 2.0 тип А–В, сетевой адаптер ~220 В.

Измерения проводились при изменении количества уровней АЦП L от 8 (3 бита) до 1024 (10 бит) программным способом. Предельные значения частоты и уровня сигнала устанавливали с помощью параметрической зависимости между влияющими факторами и контролируруемыми параметрами как функция многих переменных при 30 повторениях измерения. В таблице 1 приведены результаты обнаружения частоты и уровня ШК.

Таблица 1 – Результаты обнаружения частоты и уровня шума квантования

Разрядность АЦП, L	Ожидаемая частота, Гц	Обнаруженная частота, Гц	Относительная амплитуда ШК
3	1600	1600	0,6000
4	3200	3200	0,1500
5	6400	6400	0,0400
6	12 800	12 800	0,0180
7	25 600	25 600	0,0050
8	51 200	51 200	0,0010
9	102 400	—	0,0005
10	204 800	—	0,0001

На рисунке 2а представлены графики зависимостей среднего количества накоплений для выделения основной гармоник ШК из фонового шума от L . За приемлемое по времени количество накоплений можно оценить лишь некоторые диапазоны ОСШ, при которых гармоники ШК выделяются в пределах 10 итераций.

На рисунке 2б представлены графики зависимостей времени накопления ШК от ширины полосы фильтра. Ограничение полосы фильтра осуществлялось фильтром с заданной полосой вокруг ожидаемого отсчета смеси.

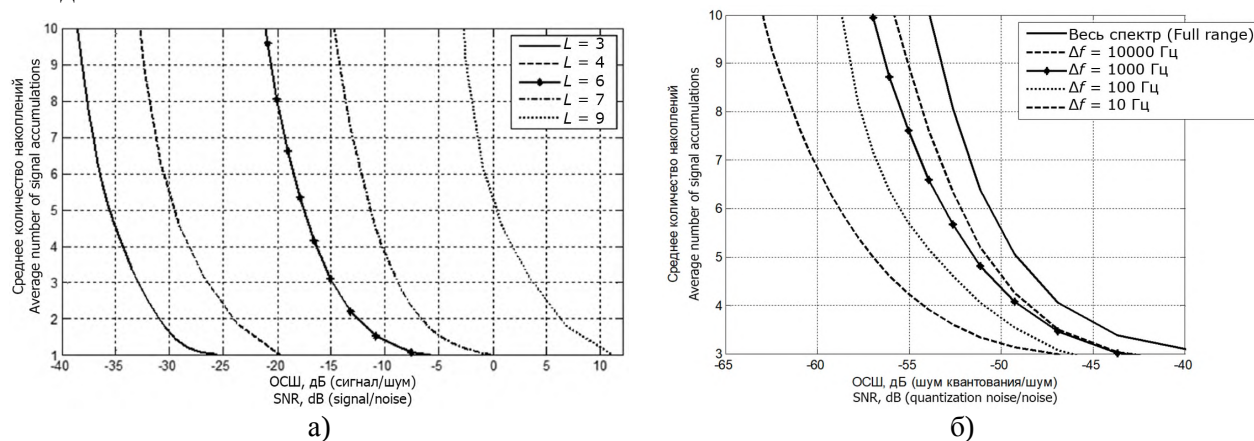


Рисунок 2 – Зависимость количества накоплений для выделения основной гармоник ШК: а) от разрядности АЦП; б) от ширины полосы накопления

Заключение. Разработан макет локальной измерительной схемы, имитационный натурный эксперимент оценки информационных показателей ШК АЦП аналогового РС, в результате которого подтверждены гипотезы оценки информационных параметров ШК, получены численные значения информационных параметров и зависимости времени накопления от отношения сигнал/шум ШК/фоновый шум и времени накопления от разрядности, которые описывают предельные чувствительности и погрешности детектора информационных параметров, зависимости от

контролируемых параметров и влияющих факторов. Уточнение предельных значений оценки информационных параметров необходимо исследовать при подключении измерительных антенн.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Железняк, В. К. Анализ ошибки равномерного квантования периодической импульсной последовательностью треугольной формы в спектральной области / В. К. Железняк [и др.] // Проблемы инфокоммуникаций. – 2022. – Т. 15, – № 1. – С. 39–45.

2. Железняк, В. К. Математическая модель каналов утечки речевых сигналов при дискретно-квантованном представлении / В. К. Железняк [и др.] // Доклады БГУИР. – 2020. – Т. 18, – № 4. – С. 89–95.

В.М.АЛЕФИРЕНКО¹, А.М.АСИНЕНКО¹

НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТЕГАНОФОНИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь, кандидат технических наук, доцент

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь, магистрант

Компьютерная стеганофония основана на том, что любой звуковой сигнал может быть представлен сонограммой, которая представляет собой амплитудно-частотно-временное представление звукового (речевого) сигнала. Сонограмма чаще всего отображается в виде квазитрехмерного многоуровневого изображения, где по осям ординат y и абсцисс x отложены, соответственно, частота и время, а амплитуда или мощность сигнала на данной частоте в данное время отражается по оси z на плоскости в виде определенного хроматического цвета или оттенков серого (ахроматического цвета). На черно-белых сонограммах именно уровень серого цвета соответствует мощности звукового сигнала в данном узле частотно-временной сетки (рисунок 1) [1].

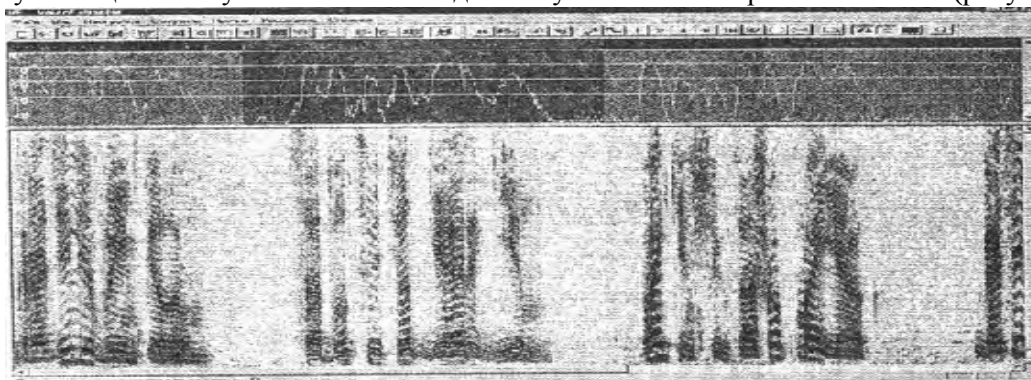


Рисунок 1 – Сонограмма мужского голоса

Если отсканировать изображение сонограммы, то после ее компьютерной обработки можно услышать разборчивую человеческую речь телефонного качества звучания.

Компьютерная стеганофония позволяет не только скрывать текст и графические изображения в аудиофайлах, но и преобразовывать сам текст и изображения в аудиофайлы, в которых, при необходимости, также может быть скрыта соответствующая информация [2]. Эти возможности позволяют использовать стеганофонические методы для скрытой передачи текстовой и графической информации, встроенной в аудиофайлы, по открытым каналам связи. Постановка подписи или специальных графических меток в аудиофайлах позволяет осуществить защиту авторских прав текстового, графического или музыкального произведения [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Петраков, А. В. Защита абонентского телетрафика / А. В. Петраков, В. С. Лагутин. – М. : Радио и связь, 2001. – 504 с.

2. Алефиренко, В. М. Исследование стеганофонических методов скрытия информации / В. М. Алефиренко, Д. А. Никитенко // Технические средства защиты информации: тезисы докладов XVIII Белорусско-росс. науч.-техн. конф., Минск, 9 июня 2020 г. / БГУИР. – Минск, 2020. – 11 с.