

## ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ КАНАЛОВ УТЕЧКИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

И.Б. БУРАЧЕНОК, В.К. ЖЕЛЕЗНЯК

*Полоцкий государственный университет,  
г. Новополоцк, 211440, Республика Беларусь*

**Введение.** В основе теории оценивания защищенности речевой информации (РИ) в технических каналах утечки (КУ) основным критерием ее защищенности, как правило, является коэффициент разборчивости речи (информационный показатель) – уровень разборчивости речи, воспринимаемый человеческим слухом за пределами выделенного помещения объекта информатизации (ОИ). Он равен нормативному численному значению словесной разборчивости речи [1]. В научной школе под руководством Покровского Н.Б. разработана формантная теория разборчивости русской речи с учетом ее статистических особенностей с использованием стандартных акустических таблиц ГОСТ Р 50840-95. Однако оценка разборчивости речи по инструментально-расчетному методу, предложенному Покровским Н. Б. [1], весьма дорогостоящее и трудоемкое мероприятие (необходимо иметь целую артикуляционную экспертную бригаду). Поэтому чаще всего используется объективный метод оценки, когда разборчивость речи определяют по отношению мощности сигнала к мощности шума (ОСШ) (энергетический показатель), который математически зависит от разборчивости речи [2].

В Республике Беларусь оценка защищенности РИ по техническим КУ на соответствие значениям, установленным нормативными требованиями к показателям эффективности защиты, регламентирована СТБ 34.101.29–2011. Защищенность РИ в техническом КУ оценивают выделением слабых измерительных сигналов (ИС) из шумов высокого уровня с учетом неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), определяя ОСШ за пределами выделенного помещения ОИ при разбиении спектра речевого сигнала (РС) (диапазон от 100 Гц до 10 кГц) на двадцать полос равной разборчивости (ППР) с равными весовыми коэффициентами 0,05 [2].

В Руководстве по эксплуатации на «Комплекс переносной автоматизированный программно-аппаратный для измерения акустических и виброакустических параметров» (ПАК) «Филин А» [3] установлено время излучения гармонических ИС в зависимости от влияющих факторов. Рекомендуются время излучения гармонических ИС  $T_c=1, 10$  и  $25$  с для каждой ППР, что соответствует суммарному времени излучения всех ИС в двадцати ППР, соответственно,  $T_{\text{сум}}=20, 200$  и  $500$  с. Время излучения гармонического ИС определяется ослаблением преграды и степенью оценки защищенности РС по 1-й, 2-й и 3-й категориям. Для измерений с ослаблением преграды (например, стекольное ограждение, двери и т.п.) достаточно изучать гармонический ИС длительностью  $T_c=1$  с, так как в точке приема за преградой его уровень достаточен для его выделения на фоне шумов. Такой вид измерений используют для оценки защищенности РС по 3-й категории. Для преград с большим ослаблением преграды (например, кирпичные, железобетонные стены и т.п.) и необходимостью оценки защищенности РС по 1-й и 2-й категориям необходимо увеличивать время излучения гармонического ИС до  $T_c=10$  с или  $T_c=25$  с. Выделяемые оптимальным приемником полосы частот гармонических ИС с заданными

длительностями равны: для сигналов длительностью  $T_c = 1 \text{ с} - 1 \text{ Гц}$ ,  $T_c = 10 \text{ с} - 0,1 \text{ Гц}$ ,  $T_c = 25 \text{ с} - 0,04 \text{ Гц}$  [2]. Следовательно, при ограничении времени излучения гармонического ИС в измеряемом диапазоне частот его параметры ухудшаются, что приводит к снижению точности оценки в техническом КУ с явно выраженными неравномерностями АЧХ. Поэтому возникла необходимость в анализе и синтезе ИС, а также в поиске новых методов извлечения ИС из маскирующих шумов высокого уровня в условиях значительной неравномерности АЧХ обеспечивающих улучшение важнейших параметров оценки.

**Целью работы** является повышение чувствительности оценки защищенности технических КУ при выделении ИС из маскирующих шумов высокого уровня в условиях значительной неравномерности АЧХ.

Для исключения методической погрешности присущей гармоническому ИС и повышения численных значений основных параметров оценки защищенности РИ в технических КУ предложено использовать сложный ИС с большой базой ( $B \gg 1$ ) [4]. База сигнала  $B$  равна произведению длительности сигнала  $T_c$  на ширину спектра частот  $2\Delta f$ . Предложенный для оценки защищенности КУ сложный ИС имеет ряд особенностей и преимуществ перед гармоническим ИС: существенное сжатие при приеме с увеличением его амплитуды над уровнем помех; возможность одновременного повышения энергетического потенциала и разрешающей способности по частоте. Спектральное представление сгенерированных программными компонентами сложных ИС с большой базой в 20-ти ПРР показано на рисунке 1.

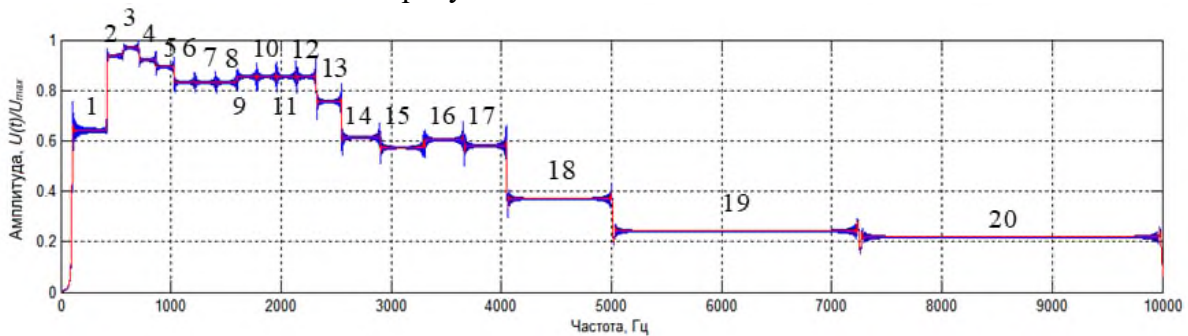


Рисунок 1 – Спектральное представление сложного ИС с большой базой в двадцати полосах равной разборчивости с весовыми коэффициентами 0,05

В статье [5] приводятся экспериментальные доказательства преимущества при приеме сложного ИС на величину его базы, в каждой отдельно взятой ПРР. Применение для оценки защищенности РИ в техническом КУ 20-ти сложных ИС в ПРР позволило не только контролировать всю полосу частот РС, но и обусловило необходимость формирования нормированного показателя оценки защищенности предложенным ИС. Данный показатель сформирован на основании математической зависимости от нормативного показателя защищенности гармоническим ИС. Доказанное преимущество предлагаемого для оценки сложного ИС с большой базой перед гармоническим, равное величине базы сложного ИС, позволило при известной величине базы сложного ИС установить величину разборчивости. Обоснованные оптимальные значения базы сложного ИС в пределах ПРР спектра РС (в нашем случае при постоянном значении длительности  $T_c=4 \text{ с}$  в каждой отдельно взятой полосе) позволили получить нормированные значения оценки защищенности РИ сложным ИС [5]. Использование сложного ИС и обоснованного нормированного показателя защищенности КУ значительно снизили суммарное время оценки защищенности КУ РИ более чем в 6 раз (с 500 до 80 с) в сравнении с использованием гармонического ИС и улучшили значение ОСШ на 16 дБ повысив чувствительность оценки защищенности РИ в техническом КУ.

Последовательное  $n$ -кратное синхронное накопление спектральных составляющих сложного ИС с использованием прямого и обратного быстрого преобразования Фурье и его взаимокорреляционная частотно-временная обработка позволили установить новые качества оценки защищенности РИ в технических КУ.

Высокая точность оценки параметров предложенного сложного ИС в технических КУ на фоне маскирующих шумов высокого уровня достигнута за счет представления его в аналитическом виде преобразованием Гильберта и взаимокорреляционной частотно-временной обработки при компенсации с минимальной среднеквадратичной погрешностью его временного запаздывания и частотного сдвига, что значительно повысило чувствительность и точность оценки [6, 7].

Исследование процесса обнаружения слабых сложных ИС с помощью процесса корреляции из маскирующих шумов высокого уровня показали, что в третьей полосе ПРР сложный ИС обнаруживается при ОСШ  $-19 \pm 1$  дБ, а в двадцатой полосе – при ОСШ  $-32 \pm 1$  дБ.

**Вывод.** Предлагаемая методология позволяет выделить из маскирующих шумов высокого уровня слабые по уровню ИС в условиях значительной неравномерности АЧХ и значительно повышает разрешающую способность по времени и частоте, снижает предельную чувствительность и методическую погрешность оценки защищенности РИ в технических КУ и при этом сокращает время исследования ОИ.

Полученные результаты направлены на усовершенствование аппаратуры ПАК «Филин-А», который сертифицирован Госстандартом Республики Беларусь и разработан по Программе Союзного государства учреждением образования «Полоцкий государственный университет», головной заказчик НИИ ТЗИ (гл. конструктор разработки В.К. Железняк).

## Список литературы

1. Покровский, Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи / Н. Б. Покровский. – М. : Гос. Издательство литературы по вопросам связи и радио. 1962. – 392 с.
2. Железняк, В. К. Защита информации от утечки по техническим каналам: учеб. пособие / В. К. Железняк. – СПб. : ГУАП, 2006. – 188 с.
- 3 Бураченко, И. Б. Определение разборчивости речи в условиях воздействия шумов высокого уровня / И. Б. Бураченко, В. К. Железняк, К. Я. Раханов // Обеспечение пограничной безопасности и охрана Государственной границы Республики Беларусь : теория и практика : материалы 5-й науч.-практ. конф., Минск, 2015 г. / ГУО «ИПС РБ»; в 3 ч. редкол.: А. Е. Виноградов [и др.]. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 228–231.
4. Бураченко, И. Б. Анализ измерительных сигналов для оценки защищенности речевой информации в технических каналах утечки / В. К. Железняк, И. Б. Бураченко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2017. – № 4. – С. 8–14.
5. Бураченко, И. Б. Оценка нормативного показателя защищенности речевого сигнала сложным сигналом с большой базой / В. К. Железняк, И. Б. Бураченко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2015. – № 12. – С. 10–14.
6. Бураченко, И. Б. Оценка с высокой точностью параметров измерительного сигнала компенсацией его временной задержки в каналах утечки речевой информации / И. Б. Бураченко, В. К. Железняк // Доклады БГУИР. – 2016. – № 5. – С. 60–66.
7. Бураченко, И. Б. Компенсация временного запаздывания измерительного сигнала на выходе канала утечки речевой информации / И. Б. Бураченко, В. К. Железняк // Доклады БГУИР. – 2016. – № 6. – С. 100–106.

### **Сведения об авторах**

Бураченко И.Б., к.т.н., доцент кафедры технологий программирования Полоцкого государственного университета.

Железняк В.К. д.т.н., профессор, заведующий кафедрой радиоэлектроники Полоцкого государственного университета.

### **Адрес для корреспонденции**

211440, Республика Беларусь, г. Новополоцк, ул. Блохина, дом. 29,

Полоцкий государственный университет.

тел. +375 (29) 716 30 22;

e-mail: [irina.psu@gmail.com](mailto:irina.psu@gmail.com)

Бураченко Ирина Брониславовна