

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ В ЗАДАЧАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В.А. Трушин, И.Л. Рева, А.В. Иванов

В статье проводится сравнение зависимостей полученных из артикуляционных испытаний со связными текстами и зависимостей рассчитанных по существующей методике оценки разборчивости речи. Предлагаются варианты усовершенствования методики путем линейризации функций коэффициента восприятия от уровня ощущений  $P(E)$  и словесной разборчивости от формантной  $W(R)$ . Проводится расчет и анализ зависимостей полученных по усовершенствованной методике оценки разборчивости речи в задачах защиты информации.

**Ключевые слова:** разборчивость речи, технические каналы утечки информации, коэффициент восприятия, уровень ощущений, линейризация.

### Введение

В настоящее время для оценки акустических и виброакустических каналов утечки информации применяется коэффициент словесной разборчивости речи. Для оценки данного параметра используется методика Хорева А.А., Желязняк В.К., Макарова Ю.К. [1], в основе которой лежит расчетно-экспериментальный метод Покровского Н.Б. [2].

Следует отметить то, что методика Покровского Н.Б., разрабатывалась для оценки качества линий связи, а не для задач защиты информации.

Зависимости, лежащие в основе методики, были получены в результате ряда артикуляционных испытаний с использованием максимально некоррелированных таблиц, чтобы максимально исключить «человеческий фактор». В задачах защиты информации мы наоборот имеем дело со связными текстами, более того, злоумышленник имеет возможность записать текст (закрытые переговоры) на диктофон, следовательно, может прослушать его многократно и применить средства обработки (фильтрации).

Также следует отметить, что в экспериментах Покровского Н.Б. фоновый шум не превышал 40 дБ; в задачах же защиты информации уровни шумов при использовании средств активной защиты (САЗ) могут достигать 80 дБ, что требует различных зависимостей для коэффициента восприятия  $P(E)$  (Рисунок 1). [2]

### Сравнение экспериментальных результатов с расчетами по существующей методике

Авторами данной статьи ранее были проведены новые артикуляционные испыта-

ния [3,4] в условиях максимально приближенных к задачам защиты информации:

- связные тексты;
- уровни шумов до 80 дБ;
- возможность многократного прослушивания аудитором записанных текстов.

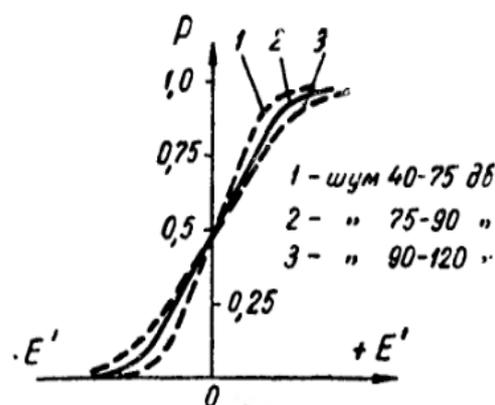


Рисунок 1 - Характер изменения крутизны функции  $P(E)$  при различной интенсивности шума [2]

Результаты проведенных испытаний, существенно не совпадают с теоретическими расчетами по исходной методике (Хорева А.А.). Иллюстрация полученных результатов приведена на графиках зависимостей коэффициента словесной разборчивости ( $W$ ) от отношения сигнал/шум ( $c/\mu$ ) для различного типа шумов (белый, розовый, формантоподобный), построенные по методике и противопоставим им графики, полученные в результате испытаний (рисунок 2 – белый шум, рисунок 3 – розовый, рисунок 4 – формантоподобный).

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ В ЗАДАЧАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

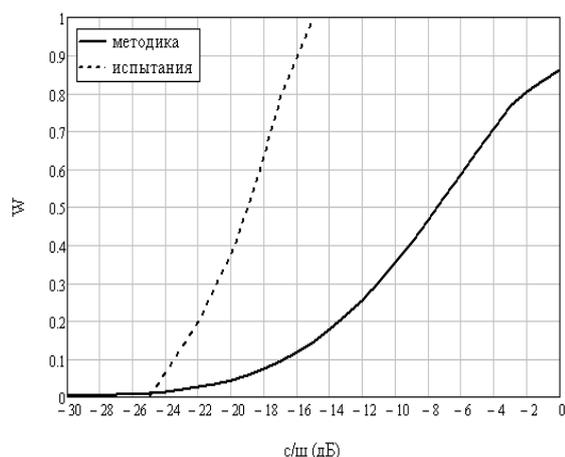


Рисунок 2 - Зависимости  $W(c/\psi)$  для белого шума, полученные по методике и по результатам испытаний

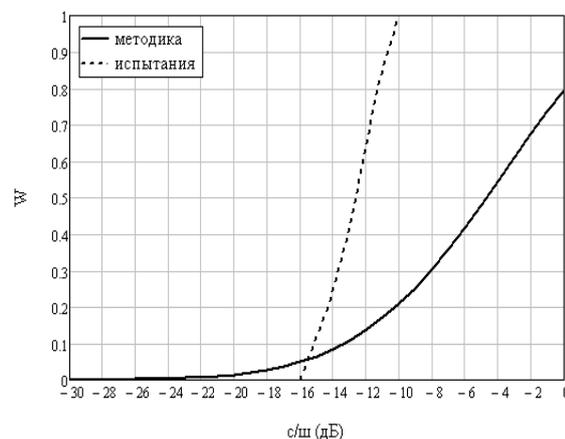


Рисунок 3 - Зависимости  $W(c/\psi)$  для розового шума, полученные по методике и по результатам испытаний

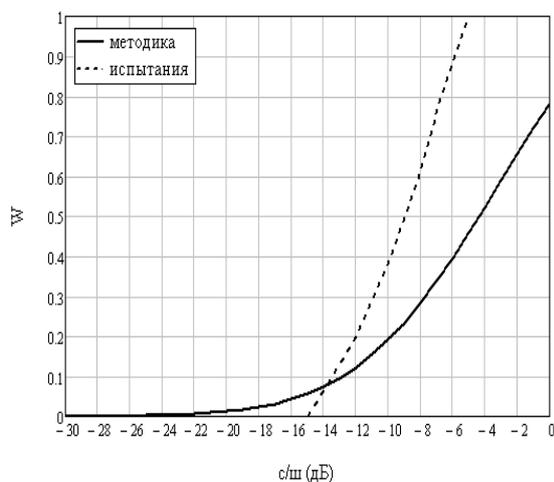


Рисунок 4 - Зависимости  $W(c/\psi)$  для формантоподобного шума, полученные по методике и по результатам испытаний

### Линеаризация функции $W(R)$

Полученные результаты лишней раз подтверждают необходимость усовершенствования существующей методики.

Для перехода от формантной разборчивости к словесной в существующей методике используется зависимость (рисунок 5 – сплошная линия):

$$W = \begin{cases} 1,54 \cdot R^{0,25} \cdot [1 - \exp(-11R)], & \text{если } R < 0,15 \\ 1 - \exp\left(\frac{-11R}{1+0,7R}\right), & \text{если } R \geq 0,15 \end{cases} \quad (1)$$

где  $R$  – формантная разборчивость.

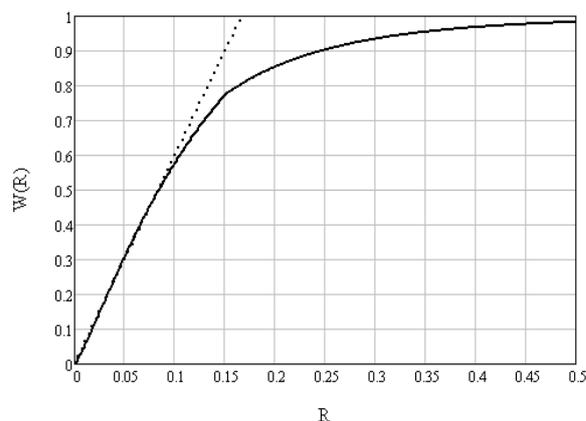


Рисунок 5 - Зависимость словесной разборчивости от формантной (сплошной график – по методике, пунктирный – предлагаемый линейный вариант)

При проведении работ по измерению защищенности помещений главным образом вызывает интерес диапазон словесной разборчивости от 0 до 0,6. Считается, что при разборчивости выше 60%, при условии связанных текстов, информация не защищена. Как видно из графика участок кривой для  $W=0...0,6$  является практически линейным, следовательно, можно заменить его простой линейной функцией (2), и использовать ее на всем промежутке (рис. 5 – пунктирная линия):

$$W(R) = 6 \cdot R \quad (2)$$

Таким образом, на участке от 0,6 до 1 мы будем получать завышенные значения, но в задачах защиты информации это не играет особой роли, так как и при  $W=0,6$  информация остается незащищенной, следовательно, этим можно пренебречь. Данная замена не вносит изменений в конечный результат, но существенно упрощает расчеты и снижает методическую погрешность.

### Линеаризация функции $P(E)$

Основным этапом усовершенствования методики оценки разборчивости речи является изменение и линеаризация зависимости

## РАЗДЕЛ VI. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

уровня ощущений от коэффициента восприятия  $P(E)$ .

Исходя из результатов артикуляционных испытаний со связными текстами и теоретических данных можно сделать вывод о том, что для рассматриваемых нами видов шумов, при отношении сигнал/шум более -5дБ, восприятие формант составляет 90-100% (следовательно и разборчивость стремится к 1), а при -25дБ – стремится к 0. Можно предположить что функция  $P(E)$  имеет линейную зависимость в этих промежутках (именно о линейном характере функции можно говорить исходя из того, что полученные экспериментальным путем графики зависимостей  $W(c/\omega)$  тоже имеют практически линейных характер). Кстати в зарубежной версии формантной методики (Articulation Index) [5] зависимость коэффициента восприятия тоже линейная.

Таким образом, предлагаемая зависимость  $P(E)$  имеет вид (рисунок 6):

$$P(E) = 0.05E + 1.25 \quad (3)$$

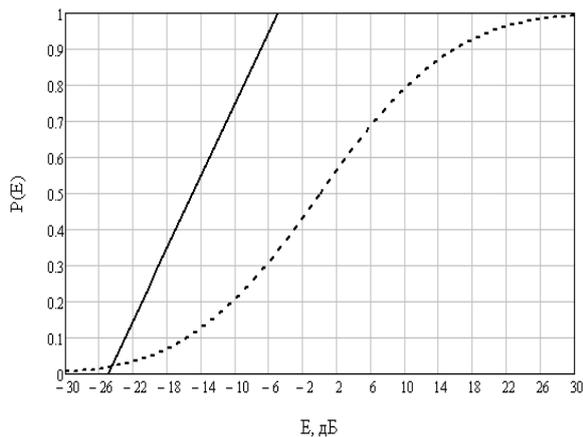


Рисунок 6 - Линейная (сплошной график) и исходная (пунктирный график) зависимости коэффициента восприятия от уровня ощущений формант.

Также можно предложить другой вид зависимости  $P(E)$  для случая измерений без использования САЗ (когда уровни шумов составляют порядка 40-50 дБ), возможно более крутой график (рисунок 1), но для подтверждения данного предположения необходимы новые эксперименты.

### Сравнение результатов

Для проверки корректности полученных зависимостей снова построен графики  $W(c/\omega)$  для рассматриваемых типов шумов, но уже по усовершенствованной методике. (рисунок 7 – белый шум, рисунок 8 – розовый, рисунок 9 – формантоподобный).

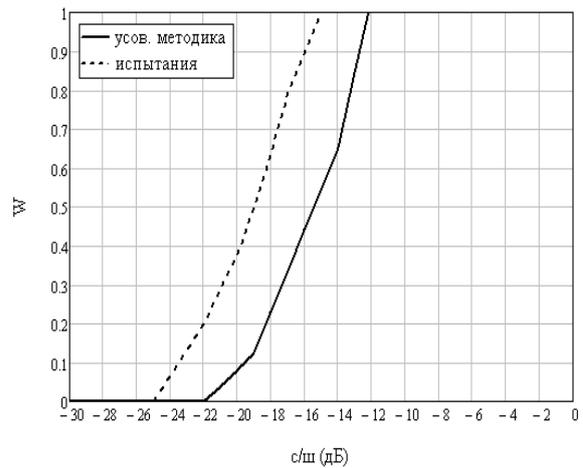


Рисунок 7 - Зависимости  $W(c/\omega)$  для белого шума, полученные по усовершенствованной методике и по результатам испытаний

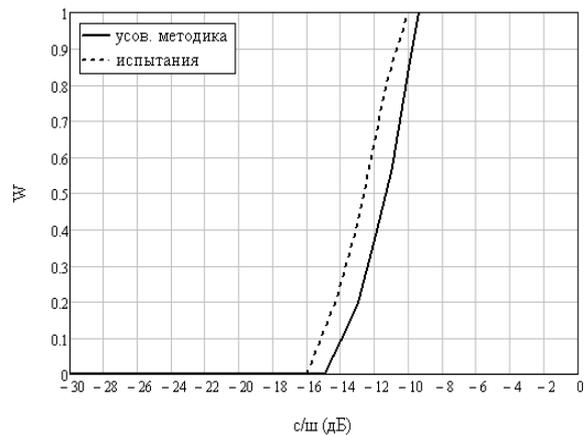


Рисунок 8 - Зависимости  $W(c/\omega)$  для розового шума, полученные по усовершенствованной методике и по результатам испытаний

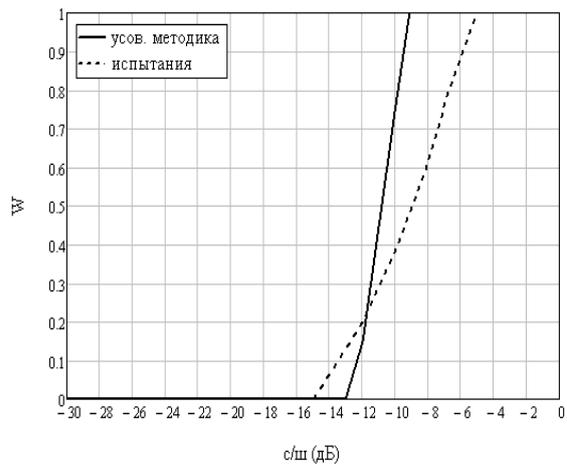


Рисунок 9 - Зависимости  $W(c/\omega)$  для формантоподобного шума, полученные по усовершенствованной методике и по результатам испытаний

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ В ЗАДАЧАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

### Выводы

Из графиков видно, что экспериментальные результаты и результаты, рассчитанные по усовершенствованной методике, практически совпадают, при этом расчетная часть методики значительно упростилась и снизилась методическая погрешность. Полученные результаты свидетельствуют о большем соответствии полученной методике задачам защиты информации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хорев, А.А. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации. [Текст ]/ А.А. Хорев, В.К. Железняк, Ю.К. Макаров // Специальная техника. – М.: 2000. – № 4 – С. 39 - 45.
2. Покровский, Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи. [Текст ] / Н.Б. Покровский - М.: Связьиздат, 1962.-390с.
3. Бацула, А.В. О достоверности оценки защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам. [Текст ] / А.П. Бацула, А.В. Иванов, И.Л. Рева, В.А. Трушин // Доклады ТУСУРа, 2010. №1(21) часть 1
4. Рева, И.Л. Организация эксперимента по оценке разборчивости речи со связными текстами. [Текст ] / И.Л. Рева // Сборник научных трудов НГТУ №4(62) 2010.
5. Продеус, А.Н. О некоторых особенностях развития объективных методов измерений разборчивости речи. [Текст ] / А.Н. Продеус // Электроника и связь 2-й тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии», 2010.

*Зав. каф. защиты информации НГТУ, Трушин В.А., к.т.н., ст.н.с., тел. 8-903-900-19-82, rastr89@mail.ru. - Новосибирский государственный технический университет. Аспирант каф. защиты информации НГТУ, Рева И.Л., тел. 8-923-249-50-09, rain100@yandex.ru. - Новосибирский государственный технический университет. Аспирант каф. защиты информации НГТУ, Иванов А.В., тел. 8-923-249-03-86, ivanov\_av87@mail.ru - Новосибирский государственный технический университет.*