

УДК 004.056

А.П. Бацула, А.А. Иванов, И.Л. Рева, В.А. Трушин

О достоверности оценки защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам

Рассматривается возможность совершенствования методики оценки защищенности речевой информации на основе результатов артикуляционных испытаний со связанными текстами.

Ключевые слова: разборчивость речи, артикуляционные испытания, огибающая спектра помехи.

Оценка защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам необходима при проведении аттестации объектов информатизации, а также, контроле эффективности установленных средств и систем защиты. В качестве основного количественного критерия защищенности речевой информации принят коэффициент словесной разборчивости W , расчетно-инструментальная оценка которого основана на результатах экспериментальных исследований Н.Б. Покровского [1].

Суть данной методики [2] заключается в следующем:

- весь частотный диапазон речевого сигнала разбивается на 5 октавных полос с центральными частотами 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц соответственно;
- для каждой i -й полосы измеряется уровень шума $B_{\text{ш}i}$ и уровень смеси сигнал + шум $B_{(\text{с+ш})i}$;
- вычисляются уровни сигнала B_{ci} для каждой октавной полосы;
- вычисляются уровни ощущений $E_i = B_{ci} - B_{\text{ш}i} - \Delta B_i$ (где ΔB_i – формантное превышение);
- по известной зависимости $P(E)$ вычисляются коэффициенты восприятия P_i для каждой октавной полосы;
- вычисляется формантная разборчивость речи

$$A_{\text{ф}} = \sum_{i=1}^5 P_i g_i, \quad (1)$$

где g_i – вклад i -й октавной полосы в суммарную разборчивость (известно из формантного распределения русской речи);

- по известным зависимостям переходят от формантной разборчивости к словесной.

К основным недостаткам этой методики разные авторы [3–6] относят следующее:

- аналитическую сложность;
- недостаточное частотное разрешение, т.е. использование всего 5 октавных полос, что теоретически приводит к «потере» 9% формантной разборчивости;
- неучет зависимости коэффициента восприятия от частоты;
- неучет характера зависимости кривой $P(E)$ от уровня шума (используемые в [2] базовые зависимости Н.Б. Покровского справедливы для шума, не превышающего 40 дБ [1, гл. 9]).

Однако эти недостатки не являются принципиальными и достаточно просто устраняются современными программно-аппаратными технологиями.

Главный недостаток расчетно-инструментальной методики оценки разборчивости речи, основанной на исследованиях Н.Б. Покровского (как, впрочем, и Ю.С. Быкова [7] и М.А. Сапожкова [8]), – методический и заключается на наш взгляд, в следующем:

Исследования по разборчивости речи начались в середине прошлого столетия в связи с возникшей необходимостью оценки качества средств связи. Основу таких исследований составляли артикуляционные испытания с использованием специально разработанных таблиц. В результате были получены, в частности, базовые зависимости между различными видами разборчивости: слоговой, словесной, фразовой. При этом таблицы составлялись так, чтобы они были максимально некоррелированы, что важно для исключения «человеческого фактора», т.е. достижения максимальной объективности. Испытания со связанными текстами проводились только для установления зависимости между понятностью и другими видами разборчивости [1, гл. 3].

Однако в задачах защиты речевой информации – ситуация «с точностью до наоборот». Здесь присутствуют только связные тексты, более того, «злоумышленник» имеет возможность без проблем записать текст (беседу, переговоры и т.п.) на диктофон с последующим многократным прослушиванием.

Вышесказанное должно привести к повышению фактической разборчивости речи относительно полученной оценки по существующей методике. Чтобы убедиться и количественно оценить факт возможного повышения разборчивости речи, был спланирован и проведен эксперимент, суть которого (не вникая в детали) заключается в следующем.

1. Был сформирован набор из 10 связных текстов (беседы, дискуссии) длительностью по 3 мин каждый.

2. Скомплектована бригада auditors в количестве 8 человек (4 мужчины, 4 женщины) в возрасте от 20 до 30 лет.

3. Интегральный уровень речи составлял 70 дБ (речь средней громкости).

4. Были сформированы следующие виды помех: белый шум, розовый шум, речеподобный шум (из белого), речевая помеха (речевой хор из отрезков связных текстов), формантоподобная помеха (речевой хор с огибающей соответствующей спектру формант). При этом форма огибающей задавалась в семи октавных полосах с центральными частотами 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц соответственно.

5. Для каждого вида помехи задавался интегральный уровень 70 дБ + (5, 10, 15) дБ, (–5, 10) дБ, т.е. чтобы обеспечивались интегральные отношения сигнал / шум –15, –10, –5, 0, +5, +10 (дБ).

6. Таким образом, каждому аудитору предъявляется набор, состоящий из 250 записей, при прослушивании которых (с возможностью неоднократного прослушивания) определялся коэффициент словесной разборчивости.

На рис. 1 приведены усредненные (по 8 аудиторам) зависимости словесной разборчивости W от интегрального соотношения сигнал/шум для разных видов помех.

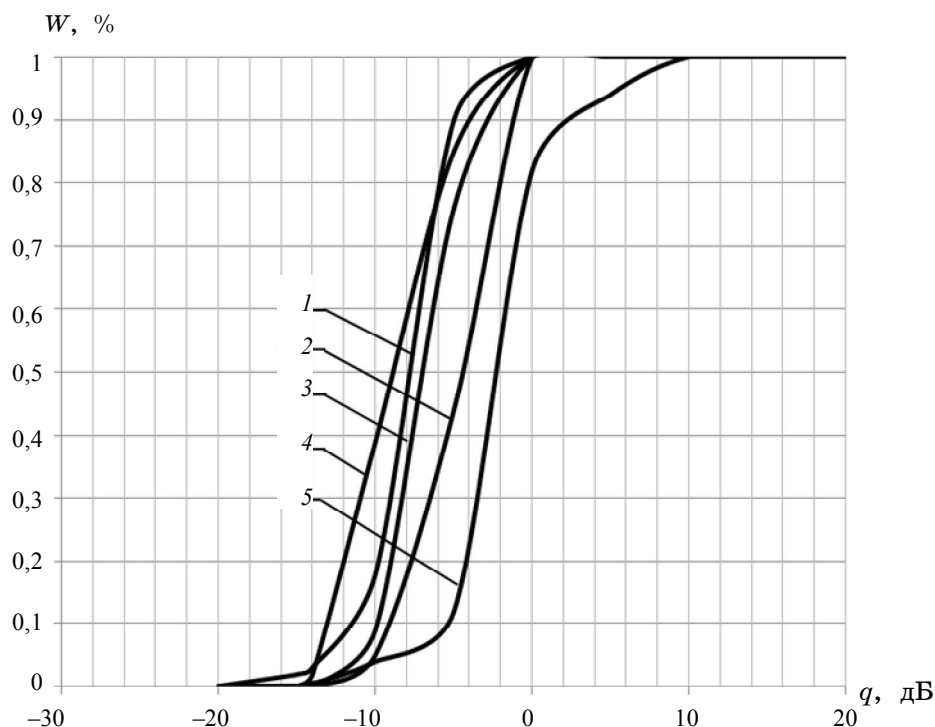


Рис. 1. Зависимость словесной разборчивости W от интегрального соотношения сигнал/шум, q в полосе частот 90×11200 Гц для разных видов помех:
1 – р/б; 2 – реч.; 3 – роз.; 4 – белый; 5 – реч. (Ф)

Для сравнения на рис. 2 приведены аналогичные зависимости, полученные в [2] по традиционному методу.

Сопоставительный анализ графиков позволяет сделать вывод об увеличении словесной разборчивости при использовании связных текстов для одинаковых видов помех и равном соотношении сигнал/шум.

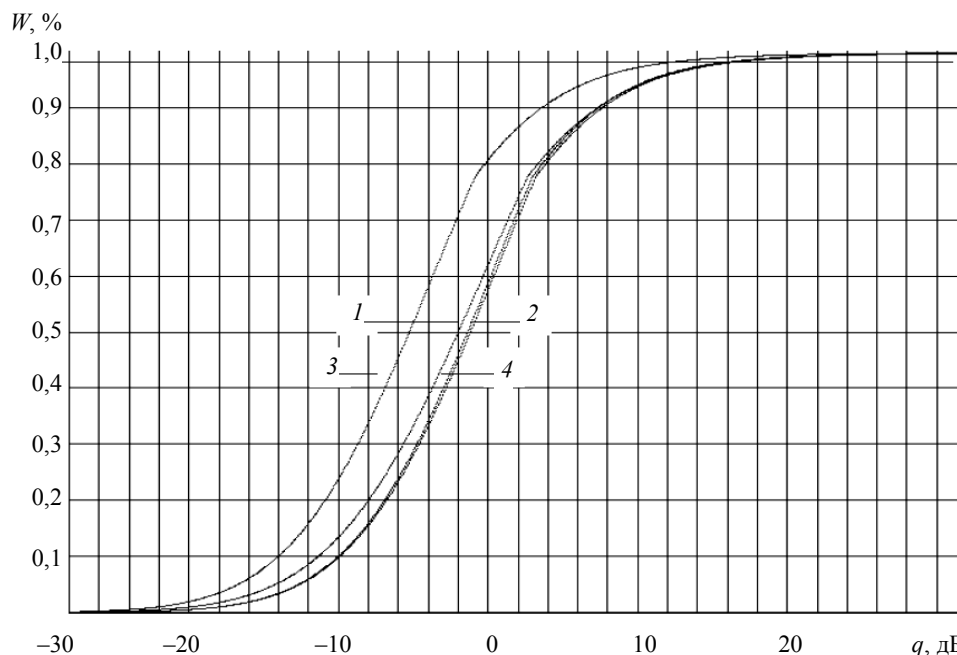


Рис. 2. Зависимость словесной разборчивости W от интегрального отношения сигнал/шум q в полосе частот 180×5600 Гц: 1 – «белый шум»; 2 – «розовый шум»; 3 – шум со спадом спектральной плотности 6 дБ на октаву в сторону высоких частот; 4 – шумовая «речеподобная» помеха

Очевидно, что представленные результаты являются предварительными и требуются дополнительные исследования с большим числом аудиторов.

Литература

1. Покровский Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи. – М.: Связьиздат, 1962. – 390 с.
2. Железняк В.К. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации / В.К. Железняк, Ю.К. Макаров, А.А. Хореев // Специальная техника. – 2000. – № 4. – С.12–16.
3. Совершенствование методических принципов оценки защищенности помещений от утечки речевой информации / В.Л. Каргашин // Специальная техника. – 2001. – №6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=579&lvl=03.03.05>, свободный (дата обращения: 21.05.2010).
4. Григорьев С.В. Оптимизированная по спектру шумовая помеха // Защита информации. Конфидент. – 2003. – № 4. – С. 52–57.
5. Трушин В.А. К вопросу об оценке разборчивости речи // Матер. 9-й Всерос. науч.-практ. конф. «Проблемы информационной безопасности государства, общества и личности». Томск, 15 февраля 2007 г. – Томск: В-Спектр, 2007. – 148 с.
6. Дидковский В.С. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации / В.С. Дидковский, М.Л. Дидковский, А.Н. Продеус. – Киев: Имекс-ЛТД, 2008. – 420 с.
7. Быков Ю.С. Теория разборчивости и повышения эффективности радиотелефонной связи / Ю.С. Быков. – М.: Госэнергоиздат, 1959. – 352 с.
8. Сапожков М.А. Речевой сигнал в кибернетике и связи / М.А. Сапожков. – М.: Связьиздат, 1963. – 452 с.

Бацула Александр Пантелеевич

Канд. техн. наук, начальник ИАС ЗАО НПФ «Микран»,
директор РУНЦ ВС и ДВ «Информационная безопасность». г. Томск
Тел.: 8-913-801-17-40
Эл. адрес: bar@micran.ru

Иванов Андрей Александрович

Аспирант каф. защита информации

Новосибирского государственного технического университета (НГТУ), г. Новосибирск

Тел.: (+7-383-3) 46-08-53

Рева Иван Леонидович

Аспирант каф. защиты информации НГТУ, г. Новосибирск

Тел.: (+7-383-3) 46-08-53

Трушин Виктор Александрович

Канд. техн. наук, ст. н. с., зав. каф. защита информации (НГТУ), г. Новосибирск

Тел. (+7 383-3) 46-08-53

Эл. адрес: rastr89@mail.ru

A.P. Batsula, A.A. Ivanov, I.L. Reva, V.A. Trushin

The reliability of estimate of security of voice information from leaking by technical channels

The article is considering the improvement feasibility of estimate of methods to protecting of voice info on the basis of articulation tests with adjacent texts.

Keywords: voice intelligibility, articulation tests, spectrum noise envelope.
