

технічному прогнозуванню. - М. Прогресс, 1977. 15. Качинський А. Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. - К.: 2003. - 472 с. 16. Грабовецький Б. С. Економічне прогнозування і планування. - К.: Центр навчальної літератури, 2003. - 188 с. 17. Литвак Б. Г. Разработка управленческого решения. - М.: Дело, 2000.- 392с. 18. Катренко А. В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації. - Львів: "Новий світ - 2000". -424с. 19. Пугачев В. С. Теория вероятности и математическая статистика. - М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. - 496 с. 20. Петренко С. А. Управление информационными рисками.- М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004.- 384 с. 21. Петренко С. А., Петренко А. А. Аудит безопасности. Internet .- М.: ДМК Пресс, 2002.- 416 с.

УДК 681.391

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ АРТИКУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАСКИРОВАННОЙ ШЕПОТНОЙ РЕЧИ

*Владимир Журавлёв, Александр Храмов\*, Сергей Завьялов\**

*Киевский национальный технический университет Украины (НТУУ "КПИ"),*

*\*Запорожский национальный технический университет*

*Анотація.* Розглянута методика і результати артикуляційних випробувань сигналів маскованої шепітної мови. На основі аналізу характеристик залежності експериментальної розбірливості фонем від відношення "сигнал – завада" зроблено висновки про природну постійність завадостійкості шепітних фонем, що вокалізуються.

*Summary.* The new method of speech research is proposed. The analysis of the results of articulation researches of whisper speech words and phonemes noise-immunity is realized. On the base of dependence analysis of phoneme experimental legibility from the ratio signal / noise the conclusion as to noise-immunity nature constant of vocalized phonemes in the word structure was made.

*Ключевые слова:* Шепотный речевой сигнал, артикуляционные исследования, помехоустойчивость фонем.

### I Введение

На сегодняшний день акустическая и виброакустическая защита выделенных помещений от несанкционированного доступа представляет наиболее динамично развивающееся направление комплексной защиты информации. В первую очередь это обусловлено уникальными особенностями речевого информационного ресурса, который является первичным общедоступным выражением результата мыслительного процесса человека, оперативностью обмена, высокой конфиденциальностью некоторых сообщений, а также возможностью идентификации личности говорящего. Вышеприведенные аргументы в основном определяют актуальность проблемы защиты речевого информационного ресурса.

Речевой сигнал имеет особую структуру, в которой закодирована семантическая информация. Поэтому процесс слухового восприятия речи представляет собой, прежде всего, процесс расшифровки и распознавания семантического и аутентификационного содержания информации, содержащейся в речевом сигнале аудитора. Исследование процесса преобразования центральной нервной системой акустических признаков речевого сигнала в его фонетическое и смысловое содержание, является одной из актуальных проблем в современной науке. Одной из задач этой проблемы является изучение помехоустойчивости различных речевых сигналов, обладающих информационной составляющей. Одной из реализаций речевого обмена является т. н. "шепотная речь" – речевой сигнал, в котором отсутствует составляющая вибрации голосовых связок, однако присутствует информационная составляющая. Авторы не обнаружили в открытых источниках информации о помехоустойчивости шепотной речи, поэтому её анализ, по нашему мнению, будет интересен в части познания и исследования частных реализаций природного процесса обмена информацией.

### II Постановка задачи

В соответствии с законом Украины [1], целью информационной защиты является предотвращение утечки, хищения, утраты, искажения и подделки (имитации) информации. На данном этапе анализа считаем целесообразным применяя метод декомпозиции представить речевой сигнал (РС) в виде двух составляющих – информационной и аутентификационной. Информационная составляющая РС включает в себя "что" говорит диктор, а аутентификационная – "как" он это "что" артикулирует. С точки зрения информационной

разведзащищенности необходимо акцентировать внимание на информационной составляющей РС, которая должна быть сокрыта сигналом маскирования (СМ) в точке несанкционированного доступа технической разведки противника (ТРП). Приступая к анализу, определим, что головным критерием обеспечения информационной разведзащищенности при анализе системных методов исследования информационных параметров и характеристик качества сокрытия РС будем считать семантическую адекватность информации. Под термином "семантическая адекватность информации" будем понимать логический параметр информационной разведзащищенности, который определяет адекватность передаваемых диктором и получаемых ТРП смысловых образов.

Полностью разделить РС, ввиду его многофункциональной информативности, на вышеуказанные составляющие нельзя. Принимая во внимание, что в настоящее время не существует единого мнения о методе синтеза, форме и, соответственно, о спектральном составе сигналов основного тона (ОТ), который является первичным в процессе артикуляции спектра фонем акустическим фильтром и определяет, согласно спектральной теории распознавания речи [2], аутентификационные параметры и характеристики фонем РС, можно на данном этапе анализа исключить наиболее значимую аутентификационную составляющую РС – сигнал вибрации голосовых связок, т. е. сигнал ОТ.

Анализ эффективности маскировки шепотного РС целесообразно провести в виде артикуляционных испытаний по стандартной методике [3] для двух вариантов разборчивости элементов речи: словесной, которая принята в качестве базовой при оценке категории выделенных помещений [4], и фонемной, которая информативна в части изучения природного механизма помехоустойчивого речеобразования.

Задачей данной статьи является определение, путем анализа словесной и фонемной разборчивости шепотной речи, маскированной различными СМ с различной интенсивностью, зависимости изменения информационной составляющей РС от стандартного отношения "сигнал/помеха".

### III Предлагаемые алгоритмы и решения

Для экспериментального исследования параметра разборчивости шепотной речи нами были проведены сравнительные артикуляционные испытания на словесных артикуляционных таблицах русского языка [5] для следующих маскирующих сигналов аддитивных СМ:

"помеха1" – сигнал генератора помех ANG-2200;

"помеха2" – сигнал, представленный для анализа НИЦ "Тезис" НТУУ "КПИ";

"помеха3" – программно синтезируемая речеподобная помеха.

#### Методика исследований

1. Артикуляционные испытания проводились на оцифрованной базе стандартных артикуляционных таблиц, подготовленных по пяти таблицам слов ГОСТ 7153-61 [5], которые диктовались профессиональным диктором на аналоговый магнитофон, в отличие от стандартной методики, шепотной речью.
2. Речевые данные и СМ преобразовывались в цифровую форму с параметрами: частота дискретизации 22100 Гц, глубина квантования  $2^{16}$ , таким образом, в частотной полосе оцифрованного сигнала присутствовали первые пять формант и антиформанта. Полоса частот оцифрованных сигналов помехи соответствовала пяти октавам (не менее 250 – 8000 Гц).
3. Для каждого из сигналов рассчитывались нормированные значения спектральной плотности мощности, которые, для СМ и РС суммировались программно, с учетом отношения сигнал/помеха (SN(t)), рассчитанного по общепринятой методике. При расчете исключалось воздействие психометрического фильтра, электроакустических преобразователей и акустики помещения.
4. При артикуляционных исследованиях для сигналов таблиц слов были выбраны следующие отношения – SN(t): +10, +5, 0, -5, -10 дБ.
5. В качестве аудиторов работали студенты Запорожского национального технического университета (5 человек), четыре парня и одна девушка в возрасте 20-23 года, не имеющие дефектов слуха. Бригада аудиторов не проходила тренировку на прослушивание зашумленных таблиц.
6. При анализе результатов аудита маскированных речевых данных шепотных слов процент разборчивости рассчитывался по методике, рекомендуемой в ГОСТ 7153-61. При расчете процента разборчивости маскированных фонем учитывались фонемы, которые были правильно распознаны в правильно и неправильно распознанных словах.

Исследования проводились в объеме пяти таблиц (250) слов, порядка 1500 фонем, количество которых сбалансировано для разговорного русского языка. Общее количество фонем, проанализированных в эксперименте порядка  $1,2 \cdot 10^5$ .

#### IV Результаты экспериментов

Результаты экспериментальных исследований разборчивости слов представлены в виде графиков (рис.1) усредненной по аудиторам зависимости процента разборчивости от отношения сигнал/помеха.

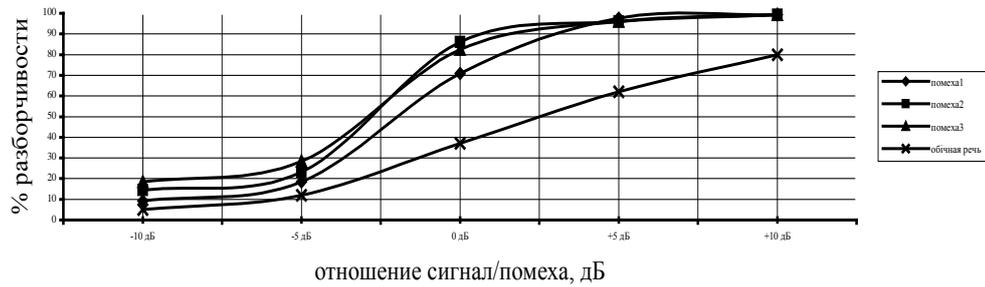


Рисунок 1 – Разборчивость маскированных шепотных слов при изменении SN от -10 до 10 dB

Для сравнения с ранее проведенными исследованиями приведен график зависимости "обычная речь", который отражает зависимость разборчивости слов, произнесенных обычной (вокализованной) речью [6].

Результаты экспериментальных исследований разборчивости фонем представлены в виде графиков (рис. 2 – 4) усредненной по аудиторам зависимости процента разборчивости от отношения сигнал/помеха.

Графики зависимости разборчивости фонем для SN +5 и +10 dB не представлены, в связи с тем, что качественный характер зависимости разборчивости не отличается от представленных на рис. 2, а количественное значение разборчивости приближается к 100%.

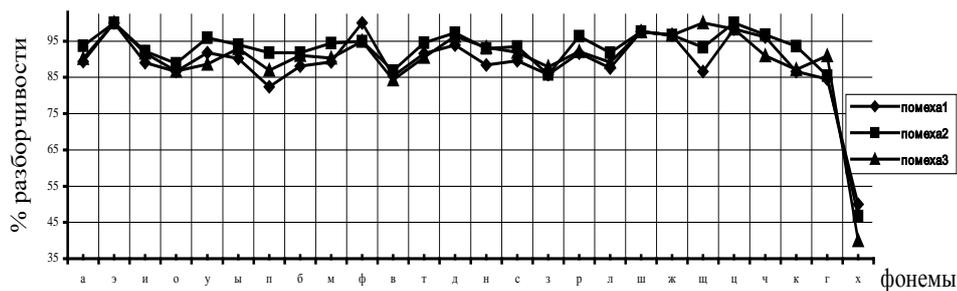


Рисунок 2 – Разборчивость маскированных шепотных фонем при SN = 0dB

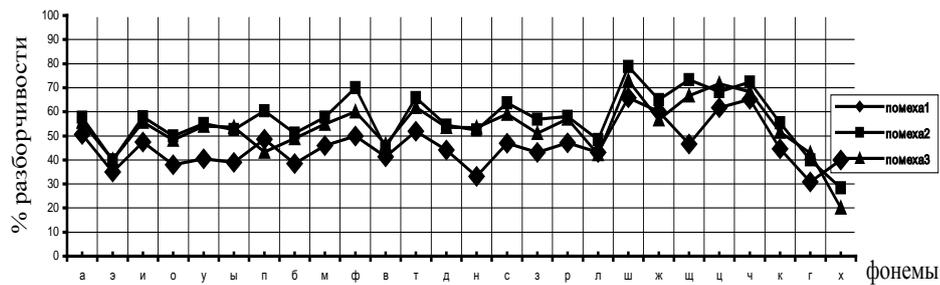
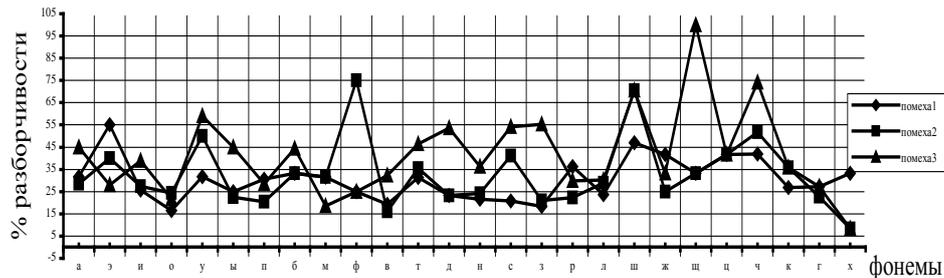


Рисунок 3 – Разборчивость маскированных шепотных фонем при SN = -5dB

Рисунок 4 – Разборчивость маскированных шепотных фонем при  $SN = -10dB$ 

## V Выводы

Анализ вышеприведенных графиков экспериментально полученных зависимостей разборчивости слов и фонем шепотной речи при различных СМ и отношения сигнал/помеха позволяет сделать следующие выводы.

1. Сигналы маскирования имеют различную эффективность в части разборчивости слов и фонем для различных аудиторов.
2. Эффективность маскирующих сигналов хуже для шепотной речи в сравнении с обычной (вокализованной) речью.
3. С учетом практически случайного пробора аудиторов, можно приближенно оценить помехоустойчивость шепотных фонем. При шепотной речи помехоустойчивость вокализуемых в обычной речи фонем (в составе слов) приблизительно одинакова, что существенно отличается от результатов эксперимента, проведенного для вокализованных фонем [7]. Данный факт позволяет сделать вывод о природной информационной сбалансированности помехозащищенности фонем при психофизиологическом синтезе слов связанной речи. При отношении  $SN = -10dB$  она приближается к помехоустойчивости взрывных согласных ("к", "г"). Самой низкой помехоустойчивостью обладает фонема "х", спектральный состав которой [8] согласован со спектром сигналов маскирования.
4. Приведенные результаты экспериментов можно считать предварительными, которые слабо отражают количественное значение параметра эффективности маскирования шепотной речи. Однако, учитывая объем выборки исследованных фонем, качественный результат относительных зависимостей можно считать объективным.
5. Для более аргументированных выводов необходимо доработать методику исследований [3] в части распознавания фонем в неправильно распознанных словах с учетом психоакустического анализа аудиторов. В качестве экспертов должна быть подготовлена профессиональная бригада аудиторов, тренированная на шепотной речи.

В результате экспериментальных исследований предложен новый метод анализа информационной составляющей речевых сигналов. Впервые проведен анализ результатов артикуляционных исследований помехозащищенности слов и фонем шепотной речи. На основании анализа зависимости экспериментальной разборчивости фонем от отношения сигнал/помеха сделан вывод о природном информационном балансе параметра помехоустойчивости вокализуемых фонем в составе слова.

Авторы благодарят профессионального диктора Вячеслава Николаевича Кумейко за неоценимую помощь в подготовке эксперимента, которая заключалась в создании базы стандартных артикуляционных таблиц, впервые надиктованных шепотной речью.

*Литература:* 1. ДСТУ 3396.2-97. Державний стандарт України. Захист інформації, Технічний захист інформації. Терміни та визначення. Київ: - 1998. – с. 12. 2. Фланаган Дж. Анализ, синтез и восприятие речи. Пер. с англ./ под ред. А. А. Пирогова. - М. - Связь - 1968, -- с. 396. 3. ГОСТ Р 50840-95. Государственный стандарт Российской Федерации. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости. Издание официальное. – М.: Госстандарт России, 1997. 4. Дворянkin С. В., Макаров Ю. К., Хорев А. А. Обоснование критериев эффективности защиты речевой информации от утечки по техническим каналам// Защита информации. INSIDE. – С.-П.: 2007.– № 2. – С. 18– 25. 5. Покровский Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи. - М.: Связьиздат, 1962. – 392 с. 6. Иванов В.М., Хорев А. А. Способ и устройство формирования "речеподобных" шумовых помех// Вопросы защиты информации. – М. 1999. – № 4. С. 37 - 44. 7. Рамишвили С. Г. Автоматическое распознавание говорящего по

голосу. - М.: Радио и связь, 1981. – 224с. 8. Журавлев В. Н., Прокофьев М. И. Анализ результатов артикуляционных и сегментальных испытаний сигналов маскирования речи. Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2006. – № 13. – С. 36 – 48.

УДК 681.32 (075)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СКАНИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Михаил Глухимчук, Евгений Подгорный, Любовь Рябова*

*Национальный авиационный университет*

*Аннотация:* Статья посвящена решению частного, но принципиального вопроса построения автоматизированных систем управления доступом по биометрическим характеристикам радужной оболочки глаза человека. Рассмотренная проблематика касается процесса формирования информационного описания изображений с помощью традиционных и рекурсивных алгоритмов сканирования. По результатам компьютерного моделирования шумового поля Гаусса-Маркова и обработки реальных изображений радужной оболочки глаза человека проведен сравнительный анализ спектральных и корреляционных характеристик.

*Summary:* The article refers to the presentation private, but principal question of build automating systems control access by biometrical characteristics cornea of eyes. The problem of the processing formation information description of image with use standard and recursive algorithm of scanning. The results of compute modeling noise field Gauss – Markov and results estimation of real images of cornea mans eyes.

*Ключевые слова:* Изображение, информационное поле, сканирование, энергетический спектр, корреляция.

### 1 Введение

Классическая система технической защиты информации главным образом основана на автономности и локальности ресурсов информационных систем. Концепция защиты предусматривает в качестве основной задачи ограничение круга пользователей и создание системы разграничения доступа пользователей в соответствии с категоричностью информации. Задача решается методом анализа наиболее перспективных аспектов построения систем технической защиты с использованием различных сенсорных или телебиометрических устройств, которые отличаются на сенсорном и метрическом уровнях. Сенсорные системы должны обладать определенным уровнем машинного интеллекта. Они обеспечивают непрерывный опрос терминалов биометрики, имеют свои базы данных и контролируют устройства управления доступом. Каждый из пользователей защищенных информационных ресурсов обладает уникальными биометрическими характеристиками, которые воспринимаются высоко безопасными биодетекторами, кодируются в уникальный идентификатор и передаются с помощью специальных протоколов аутентификации. Целый ряд биометрических характеристик человека анализируется сенсорными системами в виде статических и динамических изображений.

Среди множества задач, связанных с автоматическим распознаванием изображений (образов), в отдельный класс выделены задачи минимально достаточного описания образов или задачи разработки экономичных методов их кодирования. Очевидно, что одним из существенных препятствий при решении таких задач является наличие деформаций, уничтожающих или искажающих информацию о реальном образе. Здесь и далее по тексту в качестве образа рассматривается статическое цветное изображение радужной оболочки (РО) глаза человека. Учитывая возмущающее влияние деформаций, анализ образов проводится в два этапа.

Первый – этап компенсации влияния деформаций, который включает подавление шумов, фильтрацию, сглаживание, коррекцию нелинейных искажений [1, 2]. Причем часто процедура предварительной обработки образов заимствуется из теории связи, методов статистического вывода или теории информации, которая модифицируется с учетом наиболее общих и качественных свойств изображений. Успешность подобного подхода очевидна только при существенном ограничении изменчивости деформаций.

Второй этап – этап собственно экономичного кодирования изображений, с учетом статистической и пространственной избыточности. Именно избыточность изображений позволяет реализовать сжатие видеоданных не только при записи/хранении, но и осуществлять эффективный анализ этой преобразованной информации. В современную технологию сжатия визуальных данных включаются методы обработки изображений и распознавания образов, благодаря чему были разработаны более изощренные методы объектно-ориентированного кодирования изображений.