

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 004.056.53: 004.4

Л. А. Глущенко,  
А. П. Нырков,  
Д. В. Швед

## ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КАЧЕСТВА РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНЫМ МИКРОФОНОМ

*В статье на основании проведенных экспериментальных исследований показана возможность использования корреляционного подхода к определению качества речевой информации, зарегистрированной по лазерному акустическому каналу при проведении закрытых совещаний на объектах защиты органов управления транспортом. На эксперименте реализован гетеродинный режим функционирования «лазерного микрофона». Гетеродинный режим позволяет получить речевую информацию на основе частотной модуляции лазерного излучения, и режим прямого фотодетектирования. Эти режимы позволяют получить речевую информацию на основе амплитудной модуляции лазерного излучения. Экспериментально подтверждена возможность применения корреляционного подхода для определения словесной разборчивости речи применительно к каналам, в которых присутствуют мультипликативные шумы. Ранее применение корреляционного подхода ограничивалось только каналами с аддитивными шумами. Ограничением для применения рассмотренного подхода к определению словесной разборчивости речи в лазерном акустическом канале может считаться необходимость цифровой обработки сигнала.*

*Ключевые слова: акустический сигнал, лазерный микрофон, словесная разборчивость речи, корреляционный подход, модуляция лазерного излучения, информационный канал.*

**О**ДНИМ из источников информации ограниченного доступа являются помещения (служебные кабинеты, конференцзалы и др.), где проводится обсуждение вопросов с использованием информации ограниченного доступа как содержащей, так и не содержащей сведений, составляющих государственную тайну. Наибольшую угрозу утечки акустической информации представляет лазерный канал утечки речевой информации, который образуется при облучении лазерным лучом оконных стекол, зеркал, осветительных приборов и т. д.) [1] – [4].

В связи с этим актуальным остается решение задачи по определению качества зарегистрированной информации. Перехват конфиденциальной акустической информации системами лазерного и СВЧ подслушивания основан на модуляции отраженных лазерных или СВЧ излучений колеблющимся стеклом или другой тонкой перегородкой [1]. Различают три вида модуляции излучений, которые можно использовать для извлечения акустической речевой информации из отраженного излучения:

– частотная модуляция, вызванная эффектом Доплера, вследствие вибрации оконного стекла или тонкой перегородки под воздействием звуковых волн, источниками которых являются люди или работающая техника внутри контролируемого помещения;

– фазовая модуляция, связанная с наличием в отраженном сигнале дифракционных компонентов;

– амплитудная модуляция, вызванная колебаниями подсвечивающего лазерного пучка относительно направления максимального, зеркального отражения. Колебания вызваны перемещением оконного стекла под воздействием акустического сигнала. Это связано с тем, что амплитуды колебаний стекла слишком малы — от нескольких нанометров до нескольких сотен нанометров в зависимости от интенсивности и частоты акустического сигнала.

Эффективность  $\eta$  функционирования информационного канала принято измерять в виде отношения

$$\eta = \frac{J_0}{J_1}, \quad (1)$$

где  $J_0$  — количество информации, поступающей от передающего источника;  $J_1$  — количество информации, полученной на выходе приемного устройства.

В таком виде, основанном на строгой теории информации, оценка качества информационного канала проводится редко. В частности, для каналов, передающих речевую информацию, часто используют понятие *разборчивости* (понятности) речи. Следует отметить, что разборчивость речи является важнейшим параметром, характеризующим как каналы передачи, так и каналы утечки речевой информации, поэтому методы расчета и измерения непрерывно развиваются. Измерения разборчивости речи можно производить как с участием дикторов и аудиторов (*субъективные* методы измерений), так и без их участия (*объективные* методы измерения) [5]. Очевидный недостаток «чисто» субъективных подходов — неизбежное влияние на результаты измерений особенностей речи и слуха людей, участвующих в испытаниях. Для устранения этого недостатка применяют «объективизированные» методы. Наиболее распространенным среди них является *метод артикуляционных исследований*, заключающийся в определении разборчивости речи, полученной по конкретному информационному каналу с помощью оптико-акустической аппаратуры [6] – [7]. Для этого Н. Б. Покровский предлагает использовать специально подобранный набор тестовых сигналов [7].

Разборчивость передаваемой речи измеряется в процентах или долях единицы величиной  $W$  по зависимости

$$W = \frac{N_0}{N_1}, \quad (2)$$

где  $N_0$  — число правильно принятых по испытываемому каналу элементов речи;  $N_1$  — их общее количество.  $N_1$  должно быть достаточно большим для статистической достоверности.

В зависимости от полученной величины  $W$  обеспечивается определенное качество акустической речевой информации. В таблице [8] приводятся данные, полученные по результатам сопоставления качества информации и величины словесной разборчивости речи.

#### Качество акустической речевой информации

Величина $W$	Качество информации
1 – 0,8	Обеспечивается составление подробной справки (доклада) о содержании переговоров
0,6 – 0,7	Подробный отчет о содержании зарегистрированной информации невозможен
0,4 – 0,5	По перехваченному речевому сообщению можно составить краткий отчет, отражающий предмет, проблему и общий смысл зарегистрированного разговора, отдельные слова не воспринимаются
0,2 – 0,3	Перехваченное сообщение содержит отдельные правильно понятые слова, позволяющие установить предмет разговора
Менее 0,2	Анализ перехваченного сообщения позволяет определить только факт наличия речи, проведения переговоров, при этом голос говорящего не идентифицируется, тема разговора не определяется

Объективизация в методе артикуляции достигается за счет усреднения результатов измерений, поскольку в измерениях разборчивости участвуют специально подобранные брига-

ды (артикуляционные бригады). Интуитивно ясно, что словесная разборчивость речи, применяющаяся к конкретным каналам, а именно — акустическим, близка по смыслу к абстрактной теоретической величине  $\eta$ . Следует отметить, что  $W$  — величина эмпирическая, носящая статистический характер. Теоретический анализ речевых каналов на основе исследования словесной разборчивости речи по этой причине представляет сложную научно-техническую проблему.

Поскольку артикуляционный метод непосредственно реализуется артикуляционными бригадами и для объективизации требуется большой объем измерений, процесс этот сложный и трудоемкий. Это не позволяет реализовать автоматизацию измерений и провести теоретический анализ канала. Применение на практике артикуляционного метода чрезвычайно неудобно из-за серьезных временных и материальных затрат. Артикуляционные испытания должны проводиться опытной бригадой исследователей, сопровождаться соответствующим набором статистических данных и обработкой результатов по определенной процедуре. Значимость артикуляционного метода заключается в установленных основных зависимостях для получения аналитической модели оценки разборчивости речи [6]. Однако этот подход не годится для автоматизации процесса определения словесной разборчивости речи. Для решения проблемы автоматизации этого процесса необходима разработка надежной математической модели.

Известно, что ухо, как измерительный прибор, реагирует только на первые два момента воздействующего случайного процесса. Именно поэтому был предложен корреляционный подход к теории разборчивости речи [9]. Корреляционный подход основан на следующих предположениях:

- разборчивость как качество образует норму в функциональном пространстве реализаций финитных непрерывных речевых сообщений  $S(t)$  длительностью  $T$ ;
- существует реализация речевого сообщения  $S_0(t)$ , имеющая максимальную относительную разборчивость  $A(S_0) = 1$ ;
- любое преобразование реализации  $S_0(t)$  только уменьшает разборчивость;
- существует класс преобразований речевых сообщений  $\{G\}$ , не изменяющих разборчивость речи (класс инвариантов), например — задержка по времени  $\tau$  и связанные с ней фазовые изменения в спектре речи, а также изменения масштаба речевого сообщения  $C$  в определенных пределах (до появления ограничения);
- разборчивость реализации речевого сообщения является монотонно невозрастающей функцией среднеквадратического отклонения реализации выходного речевого сигнала от входного  $\varepsilon^2$ .

Для связи реализаций речевого сигнала на входе ( $A_0$ ) и на выходе канала ( $A(S(t))$ ) в работе [9] предлагается использовать функцию

$$A(S(t)) = \left( 1 - \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon_{\max}^2} \right) A_0, \quad (3)$$

где  $\varepsilon^2 = \min \langle (S(t) - S_0(t))^2 \rangle$  — среднеквадратическое отклонение реализации сигнала на выходе канала;  $\langle \dots \rangle$  — означает статистическое усреднение.

Для оговоренного класса преобразований  $\{G\}$  можно записать

$$\varepsilon^2 = \min_{C, \tau} \langle (C\varphi(t - \tau) - S_0(t))^2 \rangle, \quad (4)$$

где  $C\varphi(t)$  — речевое сообщение, преобразованное в результате передачи по каналу;  $C$  — масштабный коэффициент;  $\tau$  — задержка по времени;  $\varepsilon_{\max}^2 = P_S = \langle S_0(t)^2 \rangle$ .

Исходя из (3), можно записать

$$A_\varphi = M_n(B_s) R_{S, \varphi}^2(0), \quad (5)$$

где  $R_{S,\varphi}$  — коэффициент корреляции между переданным и принятым речевыми сигналами;  
 $R_{S,\varphi}^2(\tau) = \frac{\langle S_0(t)\varphi(t) \rangle}{P_S P_\varphi}$ ;  $P_S = \langle S_0(t)^2 \rangle$  — мощность передаваемого сигнала;  $P_\varphi = \langle \varphi(t)^2 \rangle$  — мощность сигнала на выходе канала;  $M_n(B_s)$  — коэффициент, зависящий от изменения условий восприятия речи,

$$M_n(B_s) = 1 - \exp\left[-\frac{225}{B_s}\right]. \quad (6)$$

Сущность корреляционного подхода заключается в том, что коэффициент взаимной корреляции в виде (5) определяет словесную разборчивость речи.

В работе [10] на основе экспериментальных исследований акустических речевых сигналов получено эмпирическое соотношение для словесной разборчивости речи

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

где  $K_p$  — коэффициент разборчивости речи. Показано, что для акустического канала, в условиях действия некоррелированного с речевым сообщением шума в качестве коэффициента разборчивости речи можно принять  $K_p = A_\varphi$ .

В настоящей работе на основе выполненных экспериментальных исследований показано, что корреляционный подход применим к более широкому классу преобразований и при наличии мультипликативных шумов. Рассматривался лазерный микрофон. Следует отметить, что в оптико-акустическом канале действует несколько различных по физической природе шумов. Это акустические шумы, оптические шумы и шумы электронного тракта. Преобразование сигнала не сводится к масштабированию и сдвигу. Воздействие — более сложное функционально. Акустический сигнал возбуждает структурные волны в ограждающих конструкциях, которые, в свою очередь, приводят к модуляции (амплитудной, фазовой или частотной) оптического сигнала. Отдельно следует отметить тот факт, что на оптический сигнал действует полезный виброакустический сигнал вместе с виброакустическим шумом, т. е. оптический сигнал модулируется смесью сигнала с шумом, таким образом, в канале присутствуют мультипликативные шумы. Обобщение соотношения (7) на лазерный акустический канал представляется весьма важным, так как показывает возможность использования корреляционного подхода для разных физических каналов.

Следует отметить, что лазерный акустический канал приводит к спектральному искажению сигнала. Однако современные цифровые методы обработки и шумоочистки сигналов позволяют минимизировать эти искажения. Это было показано при проведении экспериментальных исследований. Использовались различные, в основном полосовые, цифровые фильтры, а также фильтры, построенные на основе вейвлет-анализа [11] – [14].

В ходе выполнения экспериментальных исследований были реализованы две схемы построения «лазерных микрофонов»:

- режим гетеродинного приема (частотная модуляция) (рис. 1);
- режим прямого фотодетектирования (рис. 2).

### **Гетеродинный метод**

«Лазерный микрофон», работающий в режиме гетеродинного приема, был реализован на базе лазерного виброметра LV-2, работающего в режиме гетеродинного приема, при мощности зондирующего сигнала 20мВт ( $\lambda = 0,78$  мкм) (изготовитель ООО «Лазерная техника», г. Новосибирск [15]). На рис. 1 приведена структурная схема экспериментальной установки, работающей в режиме гетеродинного приема.

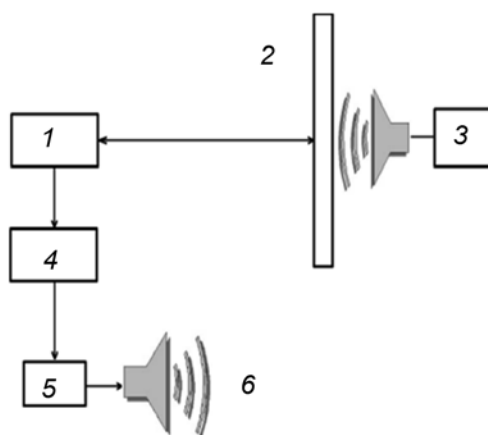


Рис. 1. Структурная схема установки, работающей в режиме гетеродинного приема:  
 1 — приемопередающее устройство LV-2; 2 — оконное стекло; 3 — источник речевого сигнала;  
 4 — электронный блок регистрации и обработки речевой информации на базе ПК;  
 5 — программное обеспечение «Power Graph»; 6 — акустическая приставка к ПК

#### Метод прямого фотодетектирования

На рис. 2 приведена структурная схема установки, работающей в режиме прямого фотодетектирования. Установка создана на базе твердотельного лазерного модуля с диодной накачкой, модель LCM-T-112 с длиной волны излучения  $\lambda = 1,06$  мкм и мощностью 100 мВт, и фотоприемного устройства (ФПУ), созданного в ОАО «НИИ ОЭП» на базе *p-i-n*-фотодиода ФДУК-12С, сопряженного с АЦП E14-440 (фирмы *L-card*).

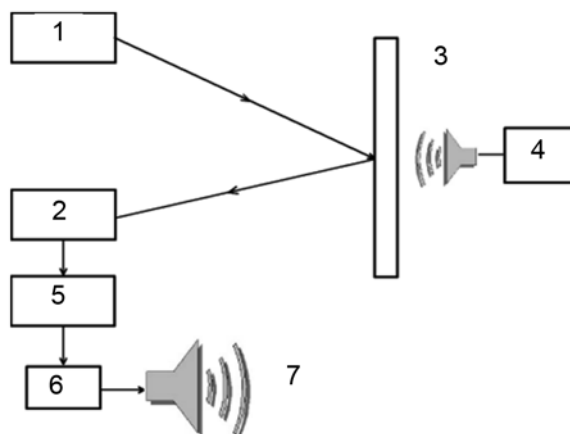


Рис. 2. Структурная схема установки, работающей в режиме прямого фотодетектирования:  
 1 — лазерный излучатель; 2 — фотоприемное устройство;  
 3 — оконное стекло; 4 — источник речевого сигнала;  
 5 — электронный блок регистрации и обработки речевой информации на базе ПК;  
 6 — программное обеспечение «Power Graph»; 7 — акустическая приставка к ПК

В обоих случаях осуществлялся ввод входного и выходного сигнала через многоканальный АЦП в ПК, где проводилась обработка в программном пакете Power Graph, который представляет собой сигнальный редактор (рис. 3, 4).

Источник речевого сигнала — акустическая приставка к ПК, выдающая «ГОСТИрованный» речевой тест (записанный в цифровом виде). Для измерения уровня речевого сигнала и шума служил комплекс «Спрут 6», являющийся сертифицированным программно-аппаратным средством.

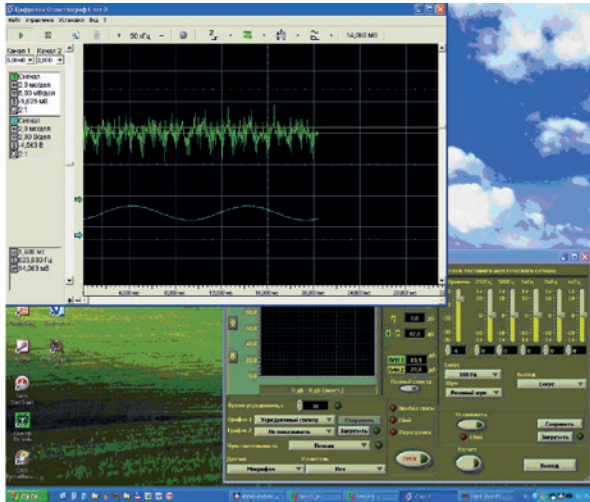


Рис. 3. Осциллограмма тестового сигнала вибродатчика, частота 100 Гц

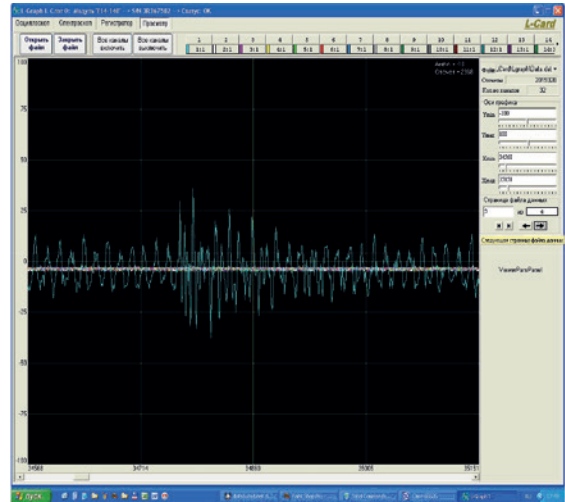


Рис. 4. Осциллограмма вибраций стекла, вызванных акустическим речевым сигналом, записанная по лазерному каналу

На рис. 5, 6 показаны примеры регистрации входного (тестового речевого) и выходного сигналов. Статистические характеристики сигналов вычислялись с помощью программы Power Graph. На рис. 7 показана корреляционная функция входного и выходного сигналов. При проведении измерений расстояние от источника лазерного излучения на базе виброметра LV-2 (длина волны излучения  $\lambda = 0,78$  мкм, мощность 20 мВт) до оконного стекла составляло 5 м.

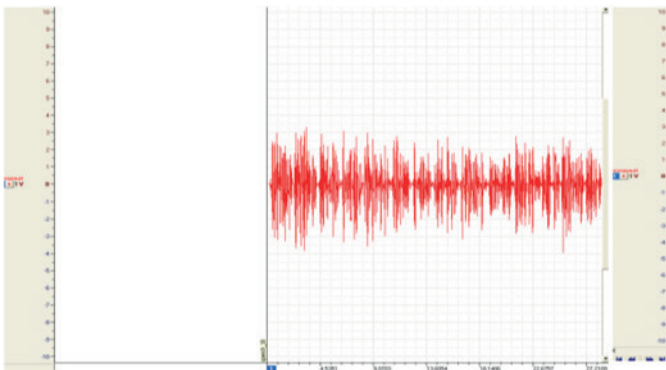


Рис. 5. Осциллограмма тестового речевого сигнала (исходного)

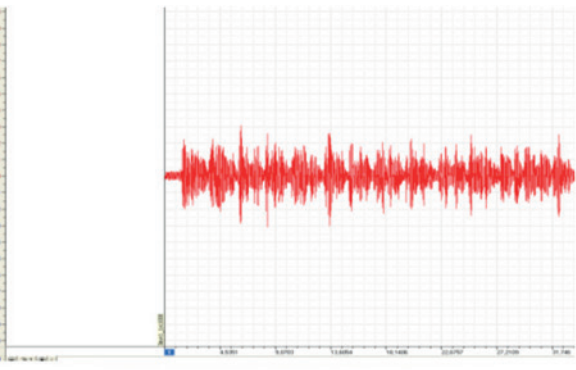


Рис. 6. Осциллограмма выходного сигнала

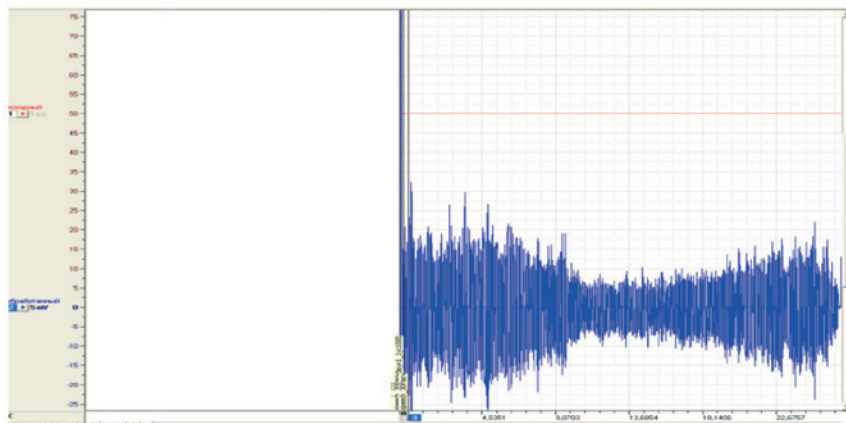


Рис. 7. Корреляционная функция сигналов

Оценки словесной разборчивости речи, полученные после обработки на основе соотношений (5) – (7), хорошо согласуются с данными табл. 1 и совпадают с точностью до 30 % с результатами, полученными по методике [16], [17]. Следует отметить, что хорошего согласия с оценками, выполненными по методике [16], удавалось добиться лишь в случае, если уровень входного и выходного сигналов составлял 80 дБ. Ограничение это не представляется существенным, так как в установке с цифровой обработкой легко можно добиться необходимого уровня сигналов.

Таким образом, выполненные экспериментальные измерения по определению словесной разборчивости речи, зарегистрированной лазерным микрофоном, позволяют сделать вывод о возможности использования корреляционного подхода для определения словесной разборчивости речи. Экспериментально подтверждена возможность применения корреляционного подхода для определения словесной разборчивости речи для лазерного акустического канала, т. е. для более широкого класса преобразований сигнала, чем было установлено в [8] и в присутствии мультипликативных шумов. Ограничением в применении корреляционного подхода к лазерному каналу следует считать необходимость выполнения цифровой обработки сигнала.

Предлагаемый подход к определению качества речевой информации, зарегистрированной по лазерному акустическому каналу, позволит специалистам подразделений по защите информации в органах управления транспортом более качественно осуществлять оценку возможности средств разведки по оптико-электронному (лазерному) каналу утечки акустической информации при разработке «Руководства по защите информации в организации», а также формировать перечень актуальных угроз информационной безопасности [18], [19].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение качества лазерного канала утечки речевой информации / А. Глущенко, Л. Глущенко, А. Корзун, А. Казановский // Фотоника. — 2011. — Т. 25. — № 1. — С. 24–27.
2. Большая энциклопедия промышленного шпионажа / Ю. Ф. Каторин, Е. В. Куренков, А. В. Лысов, А. Н. Остапенко. — СПб.: Полигон, 2000. — 896 с.
3. Katorin Yu. F. Assessment of possibilities directional microphones for interception of audio signal / Y. F. Katorin, V. V. Tarnavskiy // Vestnik policii. — 2015. — № 1 (3). — С. 28–33. DOI: 10.13187/VesP.2015.3.28.
4. Каторин Ю. Ф. Техническая защита информации: поиск закладных устройств в помещениях / Ю. Ф. Каторин, А. Е. Монахов, А. П. Ныркв. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2013. — 279 с.
5. Дидковский В. С. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации / В. С. Дидковский, М. В. Дидковская, А. Н. Продеус. — Киев: Имекс-ЛТД, 2008. — 420 с.
6. Железняк В. К. Защита информации от утечки по техническим каналам: учеб. пособие / В. К. Железняк. — СПб.: ГУАП, 2006. — 188 с.
7. Покровский Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи / Н. Б. Покровский. — М.: Радио и связь, 1962. — 392 с.
8. Новые каналы утечки конфиденциальной речевой информации через волоконно-оптические подсистемы СКС / В. В. Гришачев, Д. Б. Халяпин, Н. А. Шевченко, В. Г. Мерзликин // Специальная техника. — 2009. — № 2. — С. 2–9.
9. Железняк В. К. Корреляционная теория разборчивости речи / В. К. Железняк, А. А. Колесников, В. Ф. Комарович // Вопросы радиоэлектроники. — 1995. — № 2. — С. 3–7.
10. Хорев А. А. Оценка эффективности методов защиты речевой информации. Общесистемные вопросы защиты информации: монография. Кн. 1 / А. А. Хорев, В. К. Железняк, Ю. К. Макаров. — М.: Радио-техника, 2003. — 296 с.
11. Способы повышения качества информации в лазерных телекоммуникационных системах / Ф. А. Запругаев, Л. А. Глущенко, П. П. Иванов, Д. В. Круглова // Сборник трудов 21-й Международной конференции «Лазеры. Измерения. Информация». — 2011. — Т. 3. — С. 60–72.
12. Горшков Ю. Г. Новые решения речевых технологий безопасности / Ю. Г. Горшков // Специальная техника. — 2006. — № 4. — С. 41–48.

13. Халяпин Д. Б. Коктейль из звуков. Использование динамических спектрограмм для оценки качества зашумления речевого сигнала / Д. Б. Халяпин, А. А. Рюмин // Информационная безопасность. — 2005. — № 4. — С. 28–29.
14. Дворянкин С. В. Цифровая обработка изображений динамических спектрограмм аудиосигналов в задачах обеспечения безопасности речевой связи / С. В. Дворянкин // Специальная техника. — 2000. — № 3. — С. 37–45.
15. LV-2 лазерный вибропреобразователь. Техническое описание. Новосибирск: ООО «ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://lasertechnics.org> (дата обращения: 29.07.2015).
16. Глущенко А. В. Математическая модель получения информации об акустическом речевом сигнале по отраженному лазерному излучению / А. В. Глущенко, Л. А. Глущенко, В. И. Тупота // Сборник докладов 20-й Международной конференции «Лазеры. Измерения. Информация-2010». — СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2010. — Т. 1. — С. 209–220.
17. Оценка эффективности получения информации об акустическом сигнале по отраженному лазерному излучению / А. В. Глущенко, Л. А. Глущенко, А. М. Корзун, В. И. Тупота // Сборник трудов IX Международной конференции «Прикладная оптика-2010». — СПб., 2010. — С. 71–75.
18. Каторин Ю. Ф. Защищенность информации в каналах передачи данных в береговых сетях автоматизированной идентификационной системы / Ю. Ф. Каторин, В. В. Коротков, А. П. Ныркков // Журнал университета водных коммуникаций. — 2012. — № 1. — С. 98–102.
19. Ныркков А. П. Методика аудита объектов информатизации по требованиям информационной безопасности / А. П. Ныркков, С. А. Рудакова // Журнал университета водных коммуникаций. — 2012. — № 3. — С. 146–149.

## **THE USE OF THE CORRELATIVE APPROACH FOR DETERMINING THE VOICE QUALITY OF INFORMATION WHICH WAS REGISTERED BY THE «LASER MICROPHONE»**

*In this article the possibility of using the correlative approach for defining the quality of the voice information which were recorded by the laser acoustic channel during private meetings were shown on the basis of experimental studies. The heterodyne regime of functioning of the «laser microphone» was implemented by experiment. Heterodyne regime allows to receive the voice information based on the frequency modulation of the laser radiation and the direct photodetection regime. These regimes help to receive the voice information based on the amplitude modulation of the laser radiation. The possibility of applying the correlative approach for determining the verbal speech with reference to the channels with the multiplicative noises was confirmed by experiment. Previously, the use of the correlative approach was possible only for channels with additive noise. The necessity of the digital signal processing may be considered as a restriction for using this method of determining the verbal speech in the laser acoustic channel.*

*Key words: acoustic signal, laser microphone, verbal intelligibility, correlative approach, modulation of a laser radiation, informational channel.*

### **REFERENCES**

1. Glushhenko, A., L. Glushhenko, A. Korzun, and A. Kazanovskij. “Laser Channel Voice Data leakage Quality Determination.” *Photonika* 1.25 (2011): 24–27.
2. Katorin, Ju. F., E. V. Kurenkov, A. V. Lysov, and A. N. Ostapenko. *Bolshaja jenciklopedija promyshlennogo shpionazha*. SPb.: ООО «Izd-vo Poligon», 2000.
3. Katorin, Yu. F., and V. V. Tarnavskij. “Assessment of possibilities directional microphones for interception of audio signal.” *Vestnik policii* 1(3) (2015): 28–33. DOI: 10.13187/VesP.2015.3.28.
4. Katorin, Ju. F., A. E. Monahov, and A. P. Nyrkov. *Tehnicheskaja zashhita informacii: poisk zakladnyh ustrojstv v pomeshhenijah*. SPb.: GUMRF imeni admirala S.O. Makarova, 2013.
5. Didkovskij, V. S., M. V. Didkovskaja, and A. N. Prodeus. *Akusticheskaja jekspertiza kanalov rechevoj kommunikacii*. Kiev, 2008.



6. Zheleznyak, V. K. *Zashhita informacii ot utechki po tehničeskim kanalām: uchebnoe posobie*. SPb.: GUAP, 2006.
7. Pokrovskij, N. B. *Raschet i izmerenie razborchivosti rechi*. M.: Radio i svjaz, 1962.
8. Grishachev, V. V., D. B. Haljapin, N. A. Shevchenko, and V. G. Merzlikin. "Novye kanaly utechki konfidencialnoj rechevoj informacii cherez volokonno-optičeskie podsistemy SKS." *Specialnaja tehnika* 2 (2009): 2–9.
9. Zheleznyak, V. K., A. A. Kolesnikov, and V. F. Komarovich. "Korreljacionnaja teorija razborchivosti rechi." *Voprosy radiojelektroniki* 2 (1995): 3–7.
10. Horev, A. A., V. K. Zheleznyak, and Ju. K. Makarov. *Ocenka jeffektivnosti metodov zashhity rechevoj informacii. Obshhesistemnye voprosy zashhity informacii: monografija. Kn.1*. M.: Radiotekhnika, 2003.
11. Zaprjagaev, F. A., L. A. Glushhenko, P. P. Ivanov, and D. V. Kruglova. "Sposoby povyshenija kachestva informacii v lazernyh telekommunikacionnyh sistemah." *Sb. tr. 21 mezhdunarodnoj konferencii «Lazery. Izmerenija. Informacija»*. Tom 3. SPb., 2011: 60-72.
12. Gorshkov, Ju. G. "Novye reshenija rechevyh tehnologij bezopasnosti." *Specialnaja tehnika* 4 (2006): 41–48.
13. Haljapin, D. B., and A. A. Rjumin. "Koktejl iz zvukov. Ispolzovanie dinamičeskikh spektrogramm dlja ocenki kachestva zashumlenija rechevogo signala." *Information Security* 4 (2005): 28-29.
14. Dvorjankin, S. V. "Cifrovaja obrabotka izobrazhenij dinamičeskikh spektrogramm audiosignalov v zadachah obespečenija bezopasnosti rechevoj svjazj." *Specialnaja tehnika* 3 (2000): 37-45.
15. LV-2 lazernyj vibropreobrazovatel. Tehničeskoe opisanie. Novosibirsk: OOO «LAZERNAJA TEHNIKA». Web. 29 July 2015 <<http://lasertechnics.org>>.
16. Glushhenko, A. V., L. A. Glushhenko, and V. I. Tupota. "Matematičeskaja model poluchenija informacii ob akustičeskom rechevom signale po otrazhennomu lazernomu izlucheniju." *Sb. dokladov 20-j mezhdunarodnoj konferencii «Lazery. Izmerenija. Informacija-2010»*. Tom 1. SPb.: Izd-vo Politehn. un–ta, 2010: 209-220.
17. Glushhenko, A. V., L. A. Glushhenko, A. M. Korzun, and V. I. Tupota. "Ocenka jeffektivnosti poluchenija informacii ob akustičeskom signale po otrazhennomu lazernomu izlucheniju." *Sb. tr. IX Mezhdunarodnoj konferencii «Prikladnaja optika-2010»*. SPb., 2010: 71-75.
18. Katorin, Ju. F., V. V. Korotkov, and A. P. Nyrkov. "Information security in the channels of data transmission on the waterside networks of automatic identification system." *Zhurnal universiteta vodnyh kommunikacij* 1 (2012): 98–102.
19. Nyrkov, A. P., and S. A. Rudakova. "The technique of audit of information objects for information security requirements." *Zhurnal universiteta vodnyh kommunikacij* 3 (2012): 146–149.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Глуценко Лариса Александровна —  
 кандидат физико-математических наук.  
 ОАО «НИИ ОЭП»  
[laglushenko@rambler.ru](mailto:laglushenko@rambler.ru)  
 Ныркoв Анатолий Павлович —  
 доктор технических наук, профессор.  
 ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени  
 адмирала С. О. Макарова»  
[kaf.koib@gmail.com](mailto:kaf.koib@gmail.com)  
 Швед Дарья Викторовна —  
 лаборант.  
 НИУ ИТМО  
[dasha@cit.ifmo.ru](mailto:dasha@cit.ifmo.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Glushchenko Larisa Alexandrovna -  
 PhD.  
 "НИИ ОЭП" PLC  
[laglushenko@rambler.ru](mailto:laglushenko@rambler.ru)  
 Nyrkov Anatolij Pavlovich -  
 Dr. of Technical science, professor.  
 Admiral Makarov State University  
 of Maritime and Inland Shipping,  
[kaf.koib@gmail.com](mailto:kaf.koib@gmail.com)  
 Shved Daria Viktorovna -  
 laboratory technician.  
 ITMO UNIVERSITY  
[dasha@cit.ifmo.ru](mailto:dasha@cit.ifmo.ru)