

ЗАХИСТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБЛАДНАННЯ / SOFTWARE & HARDWARE ARCHITECTURE SECURITY

DOI: [10.18372/2225-5036.22.11099](https://doi.org/10.18372/2225-5036.22.11099)

ФОРМИРОВАНИЕ И ГЕНЕРАЦИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА ДЛЯ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ЛОКАЦИИ

Борис Журиленко, Надежда Николаева, Зоя Самосуд, Любовь Рябова

Национальный авиационный университет, Украина



ЖУРИЛЕНКО Борис Евгеньевич, к.ф.-м.н.

Год и место рождения: 1946 год, г. Чугуев Харьковской области, Украина.
Образование: Киевский государственный университет им. Т.Г.Шевченко, 1974 год.
Должность: доцент кафедры автоматизации и энергоменеджмента учебно-научного Аэрокосмического института НАУ с 2014 года.
Научный интерес: методы съема и методы технической защиты информации.
Публикации: более 100 научных статей и патентов на изобретения.
E-mail: zhurilenko@mail.ru



НИКОЛАЕВА Надежда Константиновна

Год и место рождения: 1954 год, г. Киев, Украина.
Образование: Киевский институт инженеров гражданской авиации, 1980 год.
Должность: ведущий инженер кафедры телекоммуникационных систем учебно-научного Института аэронавигации НАУ с 2015 года.
Научный интерес: методы съема и методы технической защиты информации.
Публикации: 15 научных статей, тезисов и патентов на изобретения.
E-mail: nnikolaeva17@yandex.ru



САМОСУД Зоя Олеговна

Год и место рождения: 1985 год, г. Киев, Украина.
Образование: Национальный авиационный университет, 2007 год.
Должность: соискатель кафедры методов защиты информации.
Научный интерес: информационная безопасность, системы защиты информации.
Публикации: более 20 научных публикаций, среди которых научные статьи, тезисы докладов и патенты на изобретения.
E-mail: z.samosud@google.com



РЯБОВА Любовь Владимировна

Год и место рождения: 1975 год, г. Житомир, Украина.
Образование: Киевский институт инженеров гражданской авиации, 1999 год.
Должность: ассистент кафедры средств защиты информации учебно-научного Института информационно-диагностических систем НАУ с 2004 года.
Научный интерес: биометрическая идентификация.
Публикации: 20 научных статей, тезисы и патенты на изобретения.
E-mail: lubanau@ukr.net

Аннотация. Данная работа посвящена вопросу формирования и генерации акустического импульсного сигнала для метода акустической локации. В этом методе дальность до места положения речевого закладного устройства определяется по времени прохождения акустического импульса до микрофона закладного устройства. Проведенные экспериментальные и теоретические исследования показали, что использование акустического видеоимпульса в методе акустической локации поиска речевых закладных устройств практически невозможно. Исследования показали, что на искажение формы излучения акустического видеоимпульса в значительной степени влияет наличие высокочастотных гармоник и отсутствие низкочастотных. Отсутствие высокочастотных гармоник в большей степени влияет на крутизну фронта и спада и в меньшей степени на форму импульса. Чтобы использовать динамик, который излучает в диапазоне средних акустических частот, и сохранить форму излучаемого импульса необходимо использовать несущую частоту, которая соответствует средней частоте диапазона излучения, с модуляцией видеоимпульсом. В этом случае боковые гармонические составляющие при модуляции попадут в диапазон излучаемых динамиком частот. Следовательно, чтобы сформировать и сгенерировать акустический импульсный сигнал, пригодный для измерения задержки по фронту при его распространении, необходимо сформировать и сгенерировать акустический радиоимпульс. Таким образом, в результате проделанной работы определены условия и требования формирования и генерирования акустического импульса для метода акустической локации.

Ключевые слова: акустический видеоимпульс, акустический радиоимпульс, высокочастотные гармоники, низкочастотные гармоники, речевое закладное устройство, динамик, крутизна фронта и спада, форма импульса.

Введение

Существует большое количество различных технических методов и способов несанкционированного получения конфиденциальной информации злоумышленником. С помощью технических средств передача информации может осуществляться по радио, оптическому, проводному и акустическому каналам. По этим каналам могут передаваться все виды информации. Одним из важных видов информации, которая легко и непосредственно воспринимается злоумышленником, является акустическая речевая. Защита от утечки акустической информации осуществляется либо поиском закладных устройств, либо постановкой различного рода помех. Поиск речевых закладных устройств также может осуществляться множеством различных способов в зависимости от типа канала передачи информации. Эти методы и способы поиска обычно сложны и не указывают на место и направление к месту нахождения закладного устройства. Однако, существует метод акустической локации [1-3], который позволяет определить направление и местонахождение микрофона акустической закладки либо любого другого устройства с акустоэлектрическим эффектом, если от закладного устройства есть сигнал в поисковом приемнике, телефонной линии, нелинейном локаторе или другом поисковом приборе.

Метод акустической локации основан на генерации акустического импульса, по направлению и задержке которого определяется место нахождения микрофона закладного устройства. Основной проблемой данного метода является формирование и генерация акустического импульса для метода акустической локации.

Анализ существующих исследований

В литературе не приводится универсальный метод формирования и генерации акустического видеоимпульса. В каждом конкретном случае вопрос формирования и генерации необходимого импульса

решается индивидуально, исходя из заложенных требований.

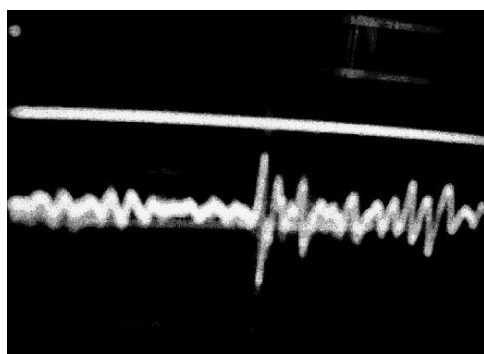
Наиболее близкими к теме данных исследований являются работы [4, 5]. В работе [4] при создании устройства предотвращения аварий транспортных средств, для измерения расстояния до объекта предлагается использовать генерацию серии ультразвуковых импульсов. В этом случае используется специальный ультразвуковой излучатель, и он же приемник. Серия импульсов после излучения превращается в колоколообразный радиоимпульс, что не соответствует поданному на излучатель сигналу. Следует заметить, что в данной работе серия импульсов необходима для управления работой предлагаемого устройства, а не для генерации формы ультразвукового импульса.

В работе не рассмотрены физические процессы, влияющие на генерацию и форму ультразвукового импульса. Кроме того, применяемые длительности импульса, скважность, диапазон излучения не могут быть использованы для метода акустической локации при поиске речевых закладных устройств. Закладные устройства гарантировано пропускают речевой диапазон (300-3400) Гц и могут не пропускать ультразвуковой, если в закладке используется фильтр на речевой диапазон. Следовательно, требования, предъявляемые к формированию и генерации акустического импульса в методе акустической локации для поиска закладок, будут существенно отличаться от метода [4]. Одним из требований в методе – является использование обычного акустического динамика в качестве излучателя. Кроме того, в методе акустической локации должна использоваться последовательность импульсов с большой скважностью, чтобы исключить ложные сигналы, возникающие при многократных отражениях импульса от стен и предметов в помещении.

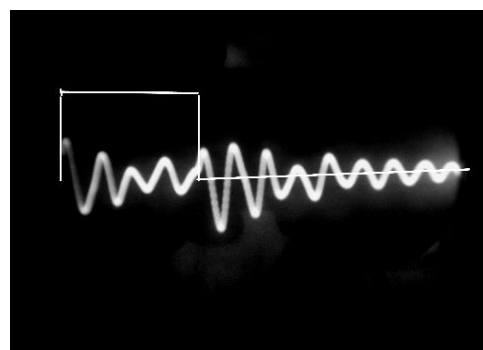
В теоретической работе [5] предложен метод формирования на расстоянии в заданной точке пространства акустического импульса любой формы за счет излучения гармонических составляющих отдельными излучателями – динамиками. Предпола-

гается, что каждый динамик будет генерировать свою гармоническую составляющую с фазой, соответствующей той или иной форме импульса.

Предложенный в работе [5] метод формирования акустического импульса не может использоваться в методе акустической локации при поиске закладных устройств. Количество динамиков будет определять количество гармоник, участвующих в формировании импульса. В тоже время форма генерируемого импульса зависит от количества участвующих в его построении гармоник. С увеличением скважности количество гармоник увеличивается и ограниченное количество излучателей приведет к искажениям формы импульса. В работе не приведены исследования и не показано, какие составляющие из ряда Фурье и в какой мере влияют на форму импульса при излучении.



а)



б)

Рис. 1. Осциллограммы от прямоугольных импульсов, которые формировались акустическим излучателем и принимались акустической закладкой, при экспериментальных исследованиях методом акустической локации: а) – фотография осциллограммы от прямоугольного импульса с закладки, находящейся на расстоянии 1,7 метра; б) – форма излученного и принятого прямоугольного импульса с излучателя на микрофон на расстоянии 0,35 метра

Экспериментальные исследования поиска акустического закладного устройства (рис. 1а) проводились в помещении 4х4 метра, высотой 2,5 метра с импульсом длительностью 0,2 мс, который видно на верхнем луче осциллографа. Развертка осциллографа соответствовала 1мс/см. От начала импульса (точки слева на верхнем луче осциллографа) определялась задержка импульсного сигнала (до первого максимума амплитуды на нижнем луче) от акустического излучателя поискового устройства на основе акустической локации [1, 2] до микрофона акустической закладки. В данном случае закладка находилась на расстоянии 1,7 метра от импульсного излучателя.

Из осциллограммы рис. 1а видно, что прямоугольный импульс, который виден в углу слева на верхнем луче и который подавался на акустическую систему и принимался микрофоном закладки (видно на нижнем луче), имеет чередующиеся осцилляции с разной амплитудой. Последующие экспериментальные исследования показали, что серия первых, самых высоких, осцилляций вызвана непосредственным приемом акустического импульса микрофоном закладки. Серия последующих, с более низкой амплитудой, осцилляций связана с отражением акустического импульса от других поверхностей помещения. Наличие осцилляций между излучающим импульсом (импульс на верхнем луче) и откликом закладки (максимальная амплитуда осцилляций на

Таким образом, целью данной работы было исследование возможности формирования и генерации акустического импульса для метода акустической локации в речевом диапазоне (300-3400) Гц.

Основная часть исследований

Чтобы реализовать методику акустической локации необходимо сформировать акустический импульсный сигнал прямоугольной формы, по фронту импульса которого можно было бы определить его задержку во времени от излучающего устройства до микрофона закладки. Точность определения задержки существенно влияет на точность определения местонахождения закладного устройства.

В данной работе были проведены экспериментальные исследования с излучаемыми и принимаемыми акустическими импульсами, осциллограммы которых представлены на рис.1.

нижнем луче) также связана с переотражениями акустического импульса и его малым затуханием в данном помещении. Убрать эти осцилляции можно путем увеличения скважности импульсного сигнала. Из осциллограммы (рис. 1а) не видна зависимость формы осцилляций от параметров, генерируемых импульсов. Чтобы определить форму излучаемого и принимаемого акустического импульса, микрофон размещался прямо перед акустическим излучателем на расстоянии 0.35 метра. Осциллограмма этого эксперимента представлена на рис. 1б. Форма электрического импульса длительностью 4,5 мс, подаваемого на излучатель в виде динамика, показана белой линией на осциллограмме. При увеличении длительности импульса расстояние между максимумами осцилляций увеличивается. Таким образом, реально наблюдаемый сигнал далек от импульсной формы. Такую форму акустического сигнала можно объяснить либо нарушением спектрального состава при излучении импульса, либо малым временем релаксации частиц воздуха при больших длительностях импульса. Очевидно, что при такой форме импульса метод акустической локации, особенно в помещении с большим количеством отражений и при изменяющейся длительности импульса для более точного определения времени задержки, не может быть использован. Для метода акустической локации необходимо иметь в основном четкий фронт акустиче-

ского импульса, чтобы точно определять время задержки.

Для объяснения полученных экспериментальных результатов были проведены следующие теоретические исследования.

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cdot \cos(k \cdot \Omega \cdot t), \text{ где } a_k = \frac{4}{T} \cdot \int_0^{T/2} f(t) \cdot dt, \quad a_k = \frac{4}{T} \cdot \int_0^{T/2} f(t) \cdot \cos(k \cdot \Omega \cdot t) \cdot dt, \quad (1)$$

а $f(t)$ – представление импульса в виде ряда Фурье, T – период следования импульсов, a_0 – амплитуда постоянной составляющей, a_k – амплитуда k гармоники, $\Omega = 2\pi/T$ – угловая частота, t – координата времени.

Выражение (1) может описывать идеальный прямоугольный импульс. В реальных же условиях при генерации импульса нельзя получить бесконечный спектр гармоник. Если в электронных схемах можно обеспечить постоянную составляющую и достаточно большую часть гармонических составляющих импульса, то при излучении акустического импульса динамиком такой возможности нет. Механические части динамика имеют определенную массу, и, как следствие, механические резонансные частоты. В результате этого, спектр генерируемых дина-

Известно, что импульсный сигнал может быть представлен в виде ряда Фурье. Поскольку имеем периодический акустический импульсный сигнал, то, не нарушая общности представления сигнала, можем представить его в виде четной функции с начальным отсчетом в центре одного из импульсов:

миком гармоник, в процессе излучения акустического импульса существенно изменяется и вносит изменения в форму акустического импульса. Из-за массы механической части динамика высокочастотные составляющие спектра также не могут излучаться. Кроме того, динамик не может излучать низкочастотные гармоники из-за быстрой релаксации частиц воздуха в разряжениях и повышении давления в низкочастотных колебаниях акустического сигнала. Таким образом, динамик излучает только ограниченный спектр акустических колебаний.

С учетом этих предположений, были проведены теоретические исследования с ограничениями спектра в ряде Фурье. На рис. 2 представлены результаты этих теоретических исследований.

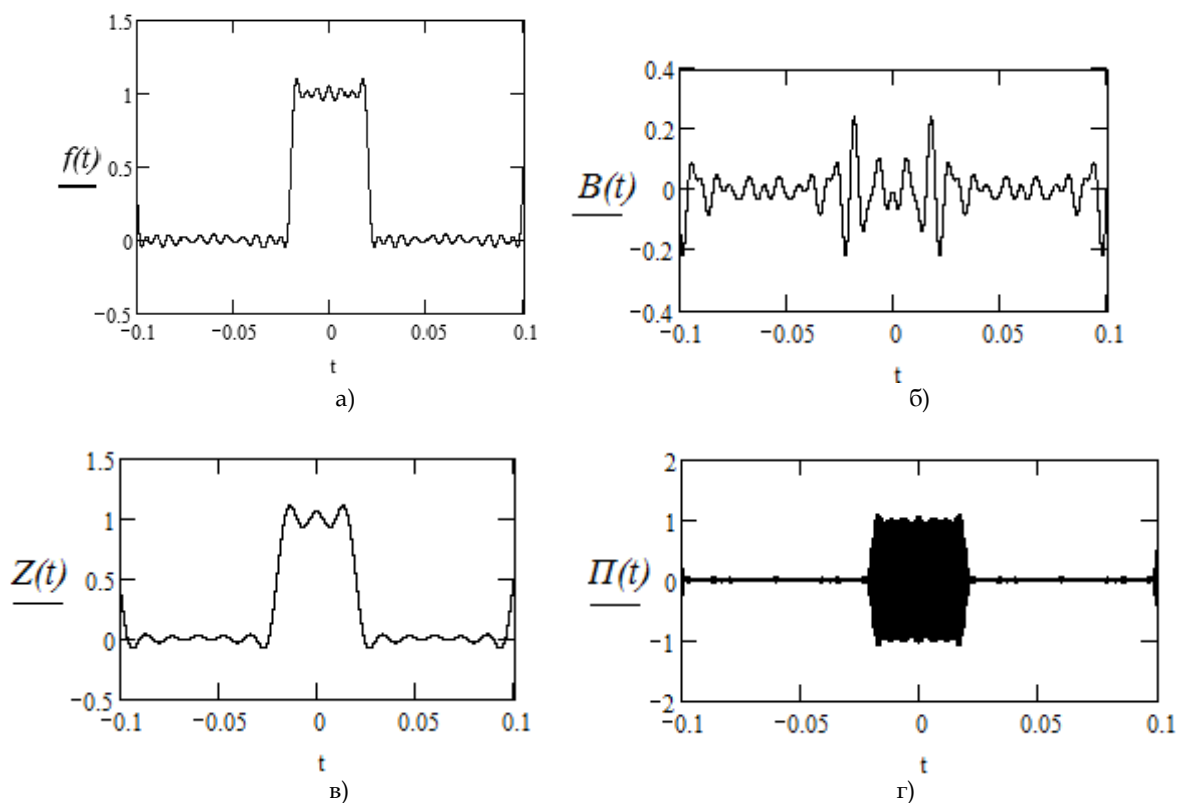


Рис. 2. Результаты теоретических исследований излучаемого акустического импульса: а) - форма импульса, рассчитанного с помощью ряда Фурье и учетом постоянной и первых 20 гармонических составляющих; б) - форма импульса, рассчитанного с учетом от 9 до 20 гармоники включительно; в) - форма импульса, рассчитанного с учетом постоянной составляющей и первых 8 гармоник включительно; г) - акустический радиоимпульс, несущая частота которого модулирована рядом Фурье с учетом постоянной составляющей и первых 20 гармоник

На рис. 2а представлена форма импульсного сигнала, рассчитанного по формуле (1) ряда Фурье с учетом постоянной и первых 20 гармонических составляющих. В расчетах принималась длительность импульса равная 0,04 условной единицы времени, а скважность – 3. Импульс имеет хорошую прямоугольную форму с достаточно крутым фронтом и

спадом по сравнению с длительностью. Ограничение высокочастотных гармоник приводит к появлению высокочастотных осцилляций с достаточно малой амплитудой. Увеличение количества гармоник приводит к еще большему уменьшению амплитуды осцилляций. Следует заметить, что скважность импульса существенно влияет на его форму. Измене-

ние скважности, от использованной в расчетах, приводит к значительным изменениям формы импульса. Зависимость формы импульса от скважности является темой последующих исследований. В данной же работе проведены исследования по ограничению спектра гармонических составляющих на форму импульса, чтобы определить возможности генерации акустических импульсных сигналов в методе акустической локации для поиска акустических закладных устройств в диапазоне (300-3400) Гц.

На рис. 2б представлена форма импульсного сигнала с ограничением количества низкочастотных гармоник. В этом случае использовались только гармоники с 9-ой по 20-ую включительно. Из рис. 2б видно, что отсутствие постоянной составляющей и первых 8 гармоник приводит к существенному изменению формы импульса. Высокочастотные гармонические составляющие приводят только к появлению осцилляций, амплитуда которых увеличивается в области фронта и спада импульса. Такая форма очень похожа на форму в экспериментальных исследованиях (рис. 1б), где форма излучаемого и принимаемого прямоугольного импульса с излучателя на микрофон на расстоянии 0,35 метра, практически совпадают по форме с расчетом. Кроме того, такая же форма наблюдается в экспериментальных исследованиях по поиску акустического закладного устройства методом акустической локации (рис. 1а).

На рис. 2в представлена форма импульсного сигнала с ограничением количества высокочастот-

$$P(t) = \left[\frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cdot \cos(k \cdot \Omega \cdot t) \right] \cdot \cos(\omega \cdot t), \quad (2)$$

где ω – несущая круговая частота акустического радиоимпульса. При модуляции импульсом вокруг несущей образуется спектр боковых частот импульса, который позволяет передать в полосе частот динамика постоянную и низкочастотные гармонические составляющие, которые, как показали теоретические исследования, в меньшей степени искажают импульсный сигнал.

На рис. 2г представлена форма радиоимпульса, рассчитанного по формуле (2) с учетом постоянной и первых 20 гармонических составляющих и несущей $\omega = 3500\pi$. Из рис. 2г видно, что форма огибающего акустического радиоимпульса полностью соответствует форме видеоимпульса рис. 2а. В регистрирующей схеме, после детектирования, выделяется акустический видеоимпульс, по задержке которого определяется расстояние до закладки. На рис. 3а представлена форма электрического радиоимпульса, подаваемого на катушку динамика. Такая форма была достигнута в результате формирования пачки коротких прямоугольных импульсов, которые подавались через фильтр с расчетной полосой от 300 Гц до 3400 Гц с удалением постоянной составляющей.

Пачка коротких импульсов формировалась таким образом, чтобы с изменением длительности огибающего импульса в пачке не появлялись более короткие импульсы, а скачкообразно изменялось только их количество. Это позволило исключить обогащение спектра акустического радиоимпульса дополнительными гармоническими составляющими

ных гармоник. Здесь использовались только постоянная составляющая и первые 8 гармоник включительно. Из рис. 2в видно, что постоянная составляющая и низкочастотные гармоники описывают форму прямоугольного импульса с изменением фронтов и спада импульса и появлением низкочастотных осцилляций с большей амплитудой, чем на рис. 2а.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования указывают на то, что обычные динамики не в состоянии генерировать видеоимпульсные сигналы в методе акустической локации закладных устройств.

Известно, что динамики имеют достаточно хорошую амплитудно-частотную характеристику в области речевых акустических частот в диапазоне от 300 Гц до 3400 Гц. Акустические закладные устройства съема речевой информации также ограничиваются этим же диапазоном частот. Следовательно, если в этом диапазоне сформировать и сгенерировать акустический импульсный сигнал, то по задержке импульсного сигнала можно определить расстояние до места нахождения закладного устройства. В соответствии с проведенными исследованиями излучить акустический импульс можно, если сформировать сигнал в виде акустического радиоимпульса. В данном случае акустический радиоимпульс представляет собой несущую среднюю частоту 1850 Гц модулированную видеоимпульсом, который определяется рядом Фурье (1):

и, следовательно, дополнительными искажениями при излучении. В верхней части рис. 3б представлена форма акустического радиоимпульса, полученного с микрофона и записанная компьютером с помощью программы Adobe Audition 1.5. Если сравнить радиоимпульсы на рис. 3а и рис. 3б, то можно сказать, что акустический радиоимпульс имеет такое же количество коротких импульсов (7 импульсов) что и электрическая пачка. Однако после акустической пачки импульсов остается некоторый колебательный процесс, выражающийся в затухающих осцилляциях, который вызван резонансными колебаниями механической системы динамика. Отсутствие осцилляций перед акустическим радиоимпульсом обеспечивается большой скважностью сигнала, в результате чего резонансные механические колебания между излучаемыми радиоимпульсами успевают затухнуть. Такой акустический сигнал вполне пригоден для метода акустической локации речевых закладных устройств. Наличие некоторого колебательного процесса после импульса практически не влияет на определение времени задержки и как следствие на определение расстояния до закладки. Такой акустический радиосигнал после двухполупериодного выпрямления и интегрирования позволяет получить видеоимпульс достаточно хорошего качества.

В нижней части рис 3б представлен спектр акустического радиоимпульса. На рисунке видно несколько максимумов. Первый максимум соответствует несущей частоте, а остальные кратные несущей.

Такой спектр объясняется тем, что несущая частота акустического сигнала формировалась из пачки импульсов и, следовательно, имеет гармонические колебания, которые и наблюдаются на спектрограмме. Подъем амплитуды сплошных спектральных составляющих в области низких частот объясняется нали-

чием дробового шума во входных цепях полупроводниковых микросхем компьютера. Такой сплошной шумовой спектр наблюдался, когда не было излучаемого акустического радиоимпульса на входе микрофона.

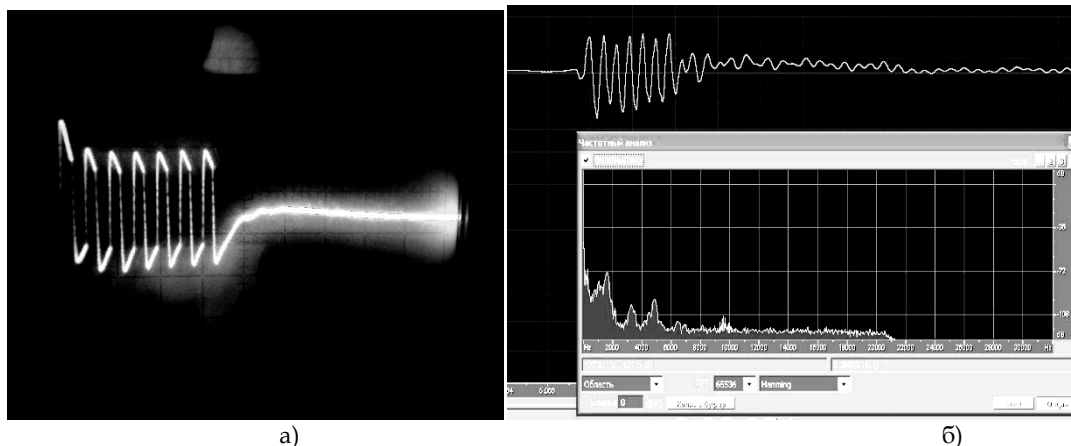


Рис. 3. Форма акустического радиоимпульса: а) – осциллограмма электрического радиоимпульса, подаваемого на динамик; б) – форма акустического радиоимпульса, полученного с микрофона и записанного компьютером с помощью программы Adobe Audition 1,5

Выводы

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы.

Анализ результатов исследований других авторов по формированию акустического импульса указывает на то, что эта проблема остается актуальной до настоящего времени.

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования в данной работе показали, что использование акустического видеоимпульса в методе акустической локации поиска речевых закладных устройств в диапазоне (300-3400) Гц практически невозможно. Показано, что на искажение формы излучения акустического видеоимпульса в значительной степени влияет наличие высокочастотных гармоник и отсутствие низкочастотных. Отсутствие высокочастотных гармоник в большей степени влияет на крутизну фронта и спада, и, в меньшей степени, на форму импульса. Чтобы использовать динамик, который излучает в диапазоне средних акустических частот, и сохранить форму излучаемого импульса, необходимо использовать несущую частоту, которая соответствует средней частоте диапазона излучения с модуляцией видеоимпульсом (1). В этом случае боковые гармонические составляющие от видеоимпульса при модуляции попадут в диапазон излучаемых динамиком частот. После приема закладным устройством акустического радиоимпульса и его детектирования можно получить видеоимпульс с качеством достаточным для определения задержки, а значит определить расстояние до рече-

вого закладного устройства.

Следовательно, чтобы сформировать и генерировать акустический импульсный сигнал, пригодный для измерения задержки при его распространении, необходимо сформировать и генерировать акустический радиоимпульс.

Таким образом, в результате проделанной работы определены условия и требования для формирования и генерирования акустического импульса для метода акустической локации.

Литература

- [1] Патент UA 43628U Пристрій для визначення місця знаходження закладного пристрою за допомогою лазера кл. G 01 S 7/00, 15/00 бюл. №16 опубл. 25.08.2009.
- [2] Патент UA 86600 Пристрій пошуку закладного пристрою за допомогою акустичної локації кл. G 01 S 7/52, 15/00 бюл. №1 опубл. 10.01.2014.
- [3] Самосуд З.О. Пошук закладних пристроїв за допомогою акустичної локації / З.О. Самосуд// Безпека інформації. – 2015. – №3(21). – С. 263-268.
- [4] Патент UA 37232 Пристрій для вимірювання відстані за допомогою ультразвуку кл. G 01 S 7/52, 15/00 бюл. №4 опубл. 15.05.2001.
- [5] Савчук В.Н. Генерирование низкочастотных гармоник как спектральных составляющих последовательности акустических импульсов / В.Н. Савчук, Т.Л. Савчук, Г.И. Сокол, Я.Д. Левченко// Космическая техника. Ракетное вооружение. – 2015. – №2 (109). – С. 83-88.

УДК 004.056.6 (045)

Журиленко Б.Є., Ніколаєва Н.К., Самосуд З.О., Рябова Л.В. Формування і генерація акустичного імпульсу для методу акустичної локації

Анотація. Ця робота присвячена питанню формування і генерації акустичного імпульсного сигналу для методу акустичної локації. У цьому методі дальність до місця положення мовного закладного пристрою визначається за часом прохо-

дження акустичного імпульсу до мікрофону закладного пристрою. Проведені експериментальні і теоретичні дослідження показали, що використання акустичного відеоімпульсу в методі акустичної локації пошуку мовних закладних пристроїв практично неможливе. Дослідження показали, що на спотворення форми випромінювання акустичного відеоімпульсу значною мірою впливає наявність високочастотних гармонік і відсутність низькочастотних. Відсутність високочастотних гармонік більшою мірою впливає на крутизну фронту і спаду та у меншій мірі на форму імпульсу. Щоб використати динамік, який випромінює в діапазоні середніх акустичних частот, і зберегти форму випромінюваного імпульсу необхідно використати частоту, що несе, і яка відповідає середній частоті діапазону випромінювання, з модуляцією відеоімпульсу. У цьому випадку бічні гармонійні складові при модуляції потрапляють в діапазон частот, випромінюваних динаміком. Отже, щоб сформувати і згенерувати акустичний імпульсний сигнал, придатний для виміру затримки при його поширенні, необхідно сформувати і згенерувати акустичний радіоімпульс. Таким чином, в результаті виконаної роботи визначені умови і вимоги для формування і генерування акустичного імпульсу для методу акустичної локації.

Ключові слова: акустичний відео імпульс, акустичний радіоімпульс, високочастотні гармоніки, низькочастотні гармоніки, мовний заставний пристрій, динамік, крутизна фронту і спаду, форма імпульсу.

Zhurilenko B., Nikolaeva N., Samosud Z., Ryabova L. Forming and generation of acoustic impulse for the method of acoustic location

Abstract. This work is dedicated to the formation and the generation of an acoustic impulse signal for the acoustic location method. In this method, the distance to the place of the secret intelligence device (SID) is determined by the time of an acoustic impulse signal pass to the microphone of the SID. The experimental and theoretical researches have shown that the use of an acoustic video impulse signal in the acoustic location of SID method is practically impossible. Researches have shown that the distortion of the acoustic video impulse of radiation is largely influenced by the presence of high-frequency harmonics and lack low-frequency harmonics. The absence of high-frequency harmonics has a greater influence on the front and fall slope and to a lesser extent on the shape of the impulse. To use a speaker that emits mid-range acoustic frequencies, and keep the shape of the emitted impulse is necessary to use the carrier frequency, which corresponds to a centre frequency of the emission band with modulation by video impulse. In this case, the side harmonics by modulating the fall in the range of frequencies emitted by the speaker. Therefore, to generate an acoustic impulse and to generate a signal suitable for measuring the propagation delay it is necessary to form and generate the radio impulse. Thus, as a result of the work we determined the conditions and requirements for forming and generating an acoustic impulse for acoustic location method.

Key words: acoustic video impulse, acoustic radio impulse, high-frequency harmonics, low-frequency harmonics, secret intelligence device, speaker, front and fall slope, form of impulse.

Отримано 17 вересня 2016 року, затверджено редколегією 8 жовтня 2016 року
