

УДК 51.74

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДИКТОФОНОВ

Сагдеев К.М., Ивакина Д.А.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: info@ncfu.ru

В статье рассматривается проблема, связанная с предотвращением негласного перехвата конфиденциальной речевой информации за счет ее записи на цифровые диктофоны мобильных телефонов. Проведенный эксперимент показал, что подавители диктофонов обладают ограниченными возможностями. Для установления причин неэффективности подавителей диктофонов в работе проведено схемотехническое моделирование физических процессов, протекающих в трактах речепреобразования исследуемых мобильных телефонов. В результате проведенного моделирования разработаны электрические схемы замещения, реализующие ультразвуковой и электромагнитный СВЧ способы подавления диктофонов. В результате исследований, проводимых с помощью разработанных моделей, установлено, что электромагнитный СВЧ способ подавления является неэффективным, ультразвуковой способ подавления эффективен только для смартфонов типа iPhone, построенных по принципу МЭМС технологий. Подавление диктофонов, имеющих ЕСМ микрофоны возможно только способом акустического шумления.

**Ключевые слова:** цифровые диктофоны, мобильные телефоны и смартфоны, способы подавление диктофонов, Моделирование способов подавления диктофонов

## MODELING AND RESEARCH OF THE PROCESS OF SUPPRESSION DIGITAL VOICE RECORDERS

Sagdeev K.M., Ivakina D.A.

Stavropol State Pedagogical Institute, Stavropol, e-mail: mail@sspi.ru

The article considers the problem associated with the prevention of the covert interception of sensitive voice information through its recording to digital recorders mobile phones. The experiment showed that the suppressor of recorder have disabilities. To determine the causes of inefficiency of suppressor of recorder in the work performed circuit simulations of physical processes in paths of the speech of mobile phones. As a result of modeling the electric circuit implementing ultrasonic and electromagnetic microwave methods for the suppression of voice recorders. As a result of research conducted using the developed models, it was found that electromagnetic microwave method of suppression is ineffective, ultrasonic method of suppression is effective only for Smartphone like iPhone, built on the principle of MEMS technologies. Suppression of recorders with ECM microphones only possible way of acoustic noise.

**Keywords:** digital voice recorders, mobile phones and smartphones, ways suppressing recorders, modeling ways of suppressing recorders

Бурное развитие информационных технологий и микроминиатюризация технических средств, в частности мобильных средств беспроводной связи, способствует, с одной стороны, расширению их функциональных возможностей, а, с другой стороны, к утечке конфиденциальной информации. Например, наличие цифровых диктофонов в сотовых телефонах позволяют использовать их в качестве электронных устройств негласного получения информации, обеспечивающих запись конфиденциальной информации с последующей передачей по радиоканалу.

В качестве средств защиты от данного способа негласного получения информации используются подавители диктофонов. На отечественном рынке представлено большое разнообразие подобных устройств: «Шумотрон», «Шторм», «Бастион», «Рамзес», «Тайфун 2», «Бубен», «Ассистент», «МГ-3», «Канонир», «Канонир-С», «Мангуст» и др. [2, 3, 5]. Несмотря на такое разнообразие средств, все подавители построены и рабо-

тают примерно по одинаковым принципам. В большинстве из них реализованы способы ультразвукового подавления и электромагнитного высокочастотного подавления. Тогда как способ акустического шумления применяется в подавителях диктофонов значительно реже, поскольку обладает таким недостатком как слышимость акустических помех, что мешает разговору и демаскирует работу средства защиты. Кроме того, проведенный анализ показал, что разработчики подавителей, как правило, указывают, что они обладают ограниченными возможностями, так как подавляют только определенный тип диктофонов [3, 4].

В связи с этим возникает предположение, что современные подавители диктофонов способны подавлять только ограниченный набор диктофонов. Целью данной статьи, в таком случае, является выявление причин неэффективности подавителей диктофонов.

Для подтверждения выдвинутого предположения был проведен эксперимент,

в котором в качестве технического средства подавления использовался подавитель «Тайфун 2», а в качестве электронных устройств негласного получения информации – диктофоны трех различных типов смартфонов, а именно: Lenovo A 660, Samsung I 9100 Galaxy s2, iPhone. Выбор данных моделей вызван их достаточно большой популярностью у абонентов сотовой связи. В результате эксперимента установлено, что запись на диктофон была подавлена только у смартфонов с расширенной функциональностью типа iPhone, тогда как записанная информация на диктофонах двух других типов смартфонов при ее воспроизведении характеризовалась полной разборчивостью речи, даже при условии, что запись осуществлялась на расстоянии 30 см от подавителя.

Для установления причин неэффективности подавителей диктофонов в работе было проведено схемотехническое моделирование физических процессов, протекающих в трактах речепреобразования исследуемых мобильных телефонов, в среде прикладного пакета National Instruments Multisim. Выбор данного пакета обусловлен тем, что он позволяет достаточно просто разрабатывать и наглядно исследовать электрические схемы замещения различных физических процессов, имеющих электромагнитную природу [1]. В основу схемотехнического моделирования положены функциональные схемы, характеризующие процессы подавления трактов речепреобразования сотовых телефонов (см. рис. 1).

Проведенный анализ показал, что использованные в эксперименте сотовые телефоны имеют некоторые различия в построении тракта речепреобразования. В сотовых телефонах и смартфонах старых моделей тракт речепреобразования состоит из электретного конденсаторного микрофона (ЕСМ), микрофонного усилителя сигнала с фильтром нижних частот (ФНЧ), ограничивающего полосу пропускания, и кодека [4]. В смартфонах новых моделей, например iPhone, ЕСМ не используются, поскольку эти микрофоны подвержены внешним шумам, а их миниатюризация уже давно дошла до своих пределов. Поэтому смартфонах типа iPhone используются микрофоны в виде микро электромеханической системы (МЭМС). Применение новой технологии построения привело к системной и функциональной интеграции на единой кремневой подложке микрофонов с транзисторами, на которых выполняются усилитель звуковых сигналов и аналогово-цифровой преобразователь [6]. В результате такой интеграции акустический сигнал преобразуется в цифровой электрический сигнал без процедуры низкочастотной фильтрации.

Из проведенного анализа следует, что электрическая схема замещения процесса энергетического подавления тракта речепреобразования должна содержать источник речеподобного электрического сигнала, имитирующего микрофон, микрофонный усилитель сигналов с возможностью подключения и отключения ФНЧ, а также источник (генератор) помех.



Рис. 1. Функциональная схема реализации:  
 а – ультразвукового способа подавления и б – электромагнитного способа подавления диктофонов

На рис. 2 представлена электрическая схема замещения, реализующая ультразвуковой способ подавления диктофонов. Описание данной схемы приведено ниже.

зисторах R5 и R6, с ФНЧ на элементах R4 и C2;

• коммутационные устройства S3 – S6 для удобства исследования.

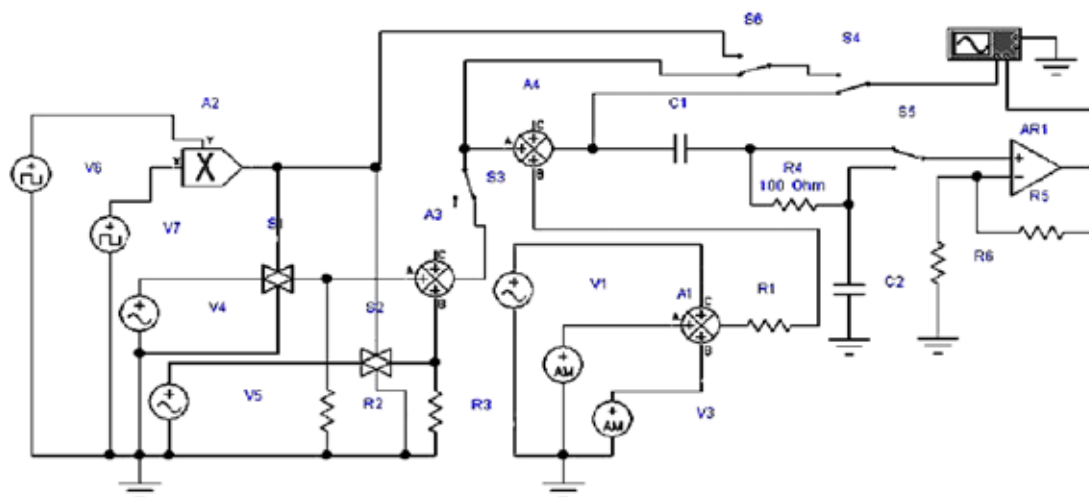


Рис. 2. Электрическая схема замещения, реализующая ультразвуковой способ подавления диктофонов

Схемотехническая модель, имитирующая ультразвуковой способ подавления диктофонов, содержит:

- источник речеподобного электрического сигнала, синтезированный на генераторе гармонических сигналов V1, генераторах амплитудно-модулированных сигналов V2 и V3, аналоговом сумматоре A1 и сопротивлении источника R1;

- источник ультразвуковой помехи, состоящий из формирователя квази псевдослучайного видеосигнала, реализованного на импульсных генераторах V6, V7 и аналоговом умножителе A2, генераторов ультразвуков V6 и V7, схемы формирования сигнала с псевдослучайной перестройкой частоты ультразвука, выполненной на аналоговых коммутаторах S1 и S2, резисторах R2 и R3 и аналогом сумматоре A3;

- схему замещения микрофона на аналоговом сумматоре A4, в котором образуется аддитивная смесь сигнала и помехи;

- микрофонный усилитель, выполненный на операционном усилителе AR1 и ре-

зультаты исследований, проводимых с помощью данной схемотехнической модели, представлены на рис. 3 а, б в виде осциллограмм и спектров.

Из проведенного исследования следует, что воздействие ультразвуковой помехи в виде сигнала с псевдослучайной перестройкой частоты ультразвука приводит микрофонный усилитель смартфона с МЭМС микрофоном в режим перегрузок (см. рис. 3 а). В результате в сигнале на выходе усилителя возникают значительные нелинейные искажения, воспринимаемые человеком как шум, поскольку в спектре сигнала образуется множество дополнительных гармонических составляющих. Итак, iPhone, имеющий МЭМС микрофон, успешно подавляется подавителем диктофонов, что видно из рисунка 3 а). Тогда как наличие в тракте речепреобразования ФНЧ обеспечивает частотную селекцию ультразвуковой помехи, следовательно, как видно из рисунка 3 б), телефоны и смартфоны с ЕСМ микрофоном не подавляются, а только незначительно зашумляются.

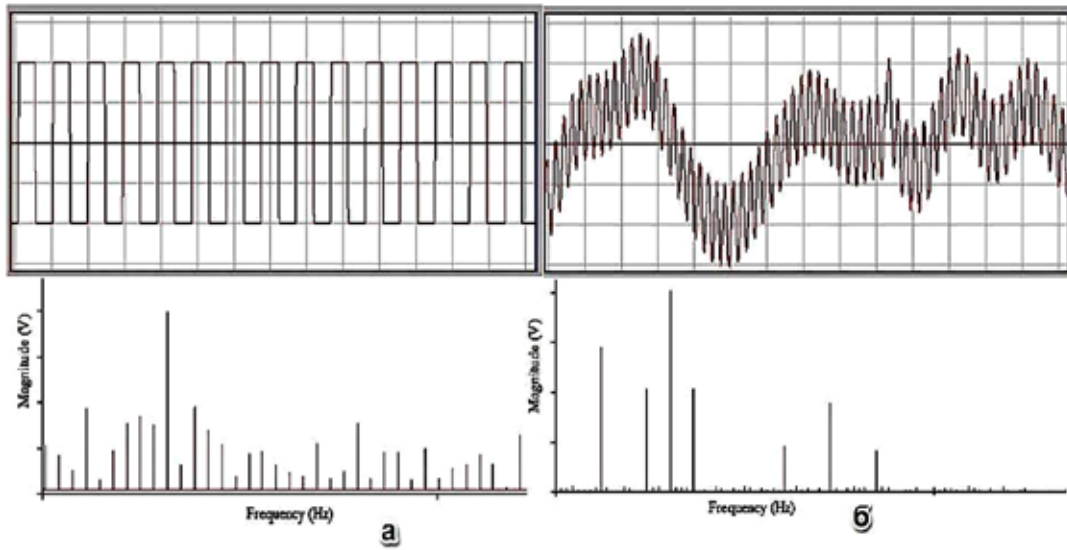


Рис. 3. а – осциллограмма и спектр аддитивной смеси речеподобного сигнала и ультразвуковой помехи при выключенном ФНЧ; б – осциллограмма и спектр аддитивной смеси речеподобного сигнала и ультразвуковой помехи при включенном ФНЧ

Альтернативой ультразвуковым помехам являются электромагнитные помехи, вырабатываемые специальными СВЧ генераторами шума. В тракт речепреобразования СВЧ помехи попадают за счет явления электромагнитной индукции, при этом проводники электрической цепи тракта речепреобразования представляют собой распределенную приемную антенну. Принцип действия таких генераторов основан на наведении электромагнитной помехи непосредственно на микрофонные усилители и входные цепи дик-

тофона [2, 3]. Как правило, для этих целей применяют генераторы радиопомех с относительно узкой полосой излучения, чтобы создавать минимальные помехи радиоприемной аппаратуре различного назначения и максимально увеличить спектральную плотность сигнала. Частоты, на которых работают эти приборы, чаще находятся около 1 ГГц.

Разработанная электрическая схема замещения, реализующая электромагнитный СВЧ способ подавления диктофонов, представлена на рис. 4.

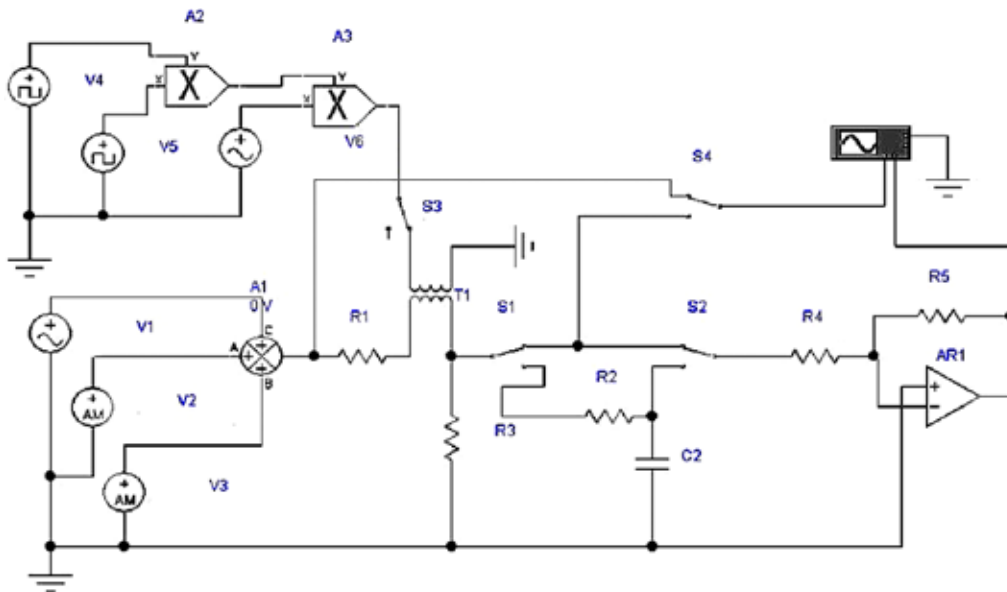


Рис. 4. Электрическая схема замещения, реализующая электромагнитный СВЧ способ подавления диктофонов

Схемотехническая модель, имитирующая электромагнитный СВЧ способ подавления диктофонов, содержит:

- источник речеподобного электрического сигнала, синтезированный на генераторе V1 гармонических сигналов, генераторах амплитудно-модулированных сигналов V2 и V3, аналоговом сумматоре A1 и сопротивлении источника R1;

- источник электромагнитной СВЧ помехи, состоящий из формирователя квази псевдослучайного видеосигнала, реализованного на импульсных генераторах V4, V5 и аналоговом умножителе A2, генератора СВЧ сигнала на элементе V6 и модулятора на аналогом умножителе A3;

- схему замещения участка электрической цепи тракта, в котором наводится СВЧ помеха, представленную трансформатором T1 и сопротивлением R3;

- микрофонный усилитель диктофона, выполненный на операционном усилителе AR1 и резисторах R4 и R5, с ФНЧ на элементах R2 и C2;

- коммутационные устройства S1 – S4 для удобства исследования.

При моделировании электромагнитного СВЧ способа подавления диктофонов следует иметь в виду, что мобильные телефоны и смартфоны имеют очень высокую степень микроминиатюризации, т.е. высокую плотность монтажа, экранирования микросхем и малую длину проводников (дорожек печатной платы) электрических цепей. Это приводит к тому, что длина распределенной антенны  $l$ , в которой наводится помеха значительно меньше длины волны  $l$  помехи. В разработанной модели данное условие реализуется путем установки небольшого коэффициента трансформации (порядка 0,05 – 0,01) в трансформаторе T1.

Результаты исследования, проводимые с помощью схемотехнической модели, реализующей электромагнитный СВЧ способ подавления, представлены на рис. 4 в виде осциллограммы и спектра аддитивной смеси сигнала и помехи.

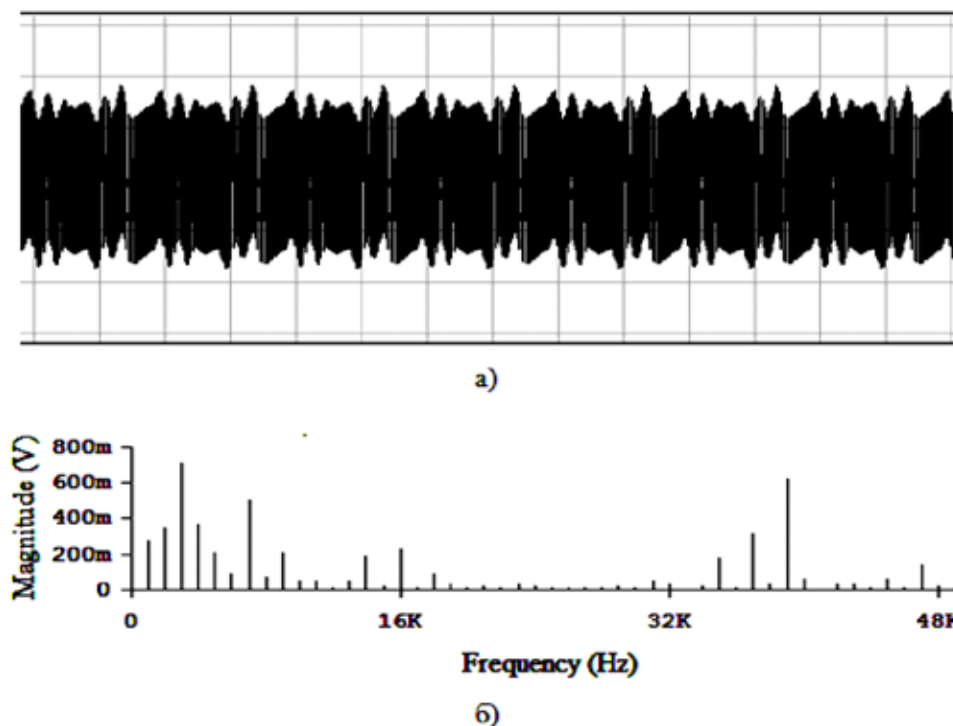


Рис. 5. Осциллограмма (а) и спектр (б) аддитивной смеси речеподобного сигнала и шумоподобной СВЧ помехи на выходе микрофонного усилителя

Из проведенного исследования следует, что воздействие шумоподобной СВЧ помехи на низкочастотный тракт речепреобразования мобильных телефонов и смартфонов неэффективно даже при отсутствии в микрофонном усилителе ФНЧ. Действительно, как видно из рис. 5 а, в сигнале на выходе микрофонного усилителя, несмотря на наличие помехи, наблюдается низкочастотная информационная огибающая, а из рис. 5 б видно, что форманты НЧ речеподобного сигнала практически не искажены. Данное обстоятельство объясняется небольшой мощностью наведенной помехи в тракте речепреобразования по причине того, что  $l \ll \lambda$ , недостаточной мощности помехи, которая ограничивается для обеспечения электромагнитной совместимости.

Таким образом, в работе путем схемотехнического моделирования и исследования физических процессов, протекающих в тракте речепреобразования при подавлении диктофонов мобильных телефонов, установлено следующее:

- электромагнитный СВЧ способ подавления диктофонов не эффективен для всех современных телефонов и смартфонов;
- ультразвуковой способ подавления диктофонов эффективен только для современных смартфонов типа iPhone, имеющих МЭМС микрофоны.

В заключение следует отметить, что единственным эффективным способом подавления диктофонов мобильных телефонов является способ акустического подавления, несмотря на то, что акустические генераторы шума создают неблагоприят-

ные условия лицам ведущим беседу. Если эта мера защита не приемлема, то следует применять организационные мероприятия по проверке и ограничению доступа посетителей в выделенное помещение с различными электронными устройствами, в том числе мобильными телефонами. Для устранения вскрытой в работе проблемы, заключающейся в неэффективности подавителей диктофонов сотовых телефонов, необходимо создавать эффективные способы подавления и совершенствовать современные системы подавления с учетом принципов построения и работы тракта речепреобразования сотовых телефонов.

#### Список литературы

1. Абрамов К.Д., Абрамов С.К. Основы схемотехники. – Харьков: Изд-во ХАИ, 2006. – 88 с.
2. Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др. Технические средства и методы защиты информации: Учебник для вузов. – М.: ООО «Издательство Машиностроение», 2009. – 508 с.
3. Исхаков Б.С. Каргашин В.Л, Юдин Л.М. Подавление диктофонов – возможности и практическое применение // журнал Специальная Техника [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=517&lvl=04.03.06.02> (дата обращения: 29.04.2015).
4. Процессы преобразования сигналов в сотовом радиотелефоне // Сайт Сеть GSM: основы построения и работы [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.uran1980.com/gsm/content/GSM03\\_protocol.html](http://www.uran1980.com/gsm/content/GSM03_protocol.html) (дата обращения: 29.04.2015).
5. СПЕКТР СКС: Подавители диктофонов (глушилки диктофонов) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.spectr-sks.ru/neutralization\\_of\\_dictophones](http://www.spectr-sks.ru/neutralization_of_dictophones) (дата обращения: 29.04.2015).
6. Сысоева С.П. МЭМС микрофоны [Электронный ресурс] // Компоненты и технологии: сайт. – URL: [http://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2010\\_06\\_17.pdf](http://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2010_06_17.pdf) (дата обращения: 29.04.2015).