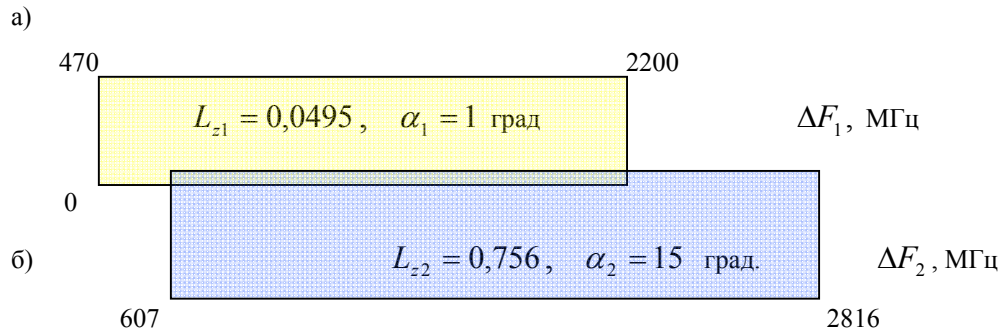




**Рисунок 3 – Ширина смуги робочих частот: конічна спіраль стиснута (а); конічна піраль розтягнута (б)**

Коефіцієнти перекриття робочих діапазонів спіральної антени по частоті фактично не змінюються, що відповідає відомим дослідженням. Так, для стиснутої спіралі ( $\alpha_{\min} = 1^\circ$ ) коефіцієнт перекриття діапазону по частоті складає  $K_H = 4,68$ , для розтягнутої ( $\alpha_{\max} = 15^\circ$ ) –  $K_H = 4,62$ .

Антену може працювати у надширокій смузі робочих частот, а саме від 0,3 до 3,0 ГГц. Максимальні розміри антени з механізмом регулювання: діаметр антени з екраном 0,1 м, довжина  $L = 0,170$  м, вага  $P = 0,231$  кг.

Спосіб формування поля випромінювання в дальній зоні не потребує використання дорогого обладнання та значних коштів. Тому така антена є перспективною для нових та майбутніх радіотехнічних систем спеціального призначення.

Для антени цього класу використовують дуже просту та дешеву технологію виготовлення, яка дозволяє вже сьогодні розробляти спеціальні антени з потужністю від 100 мВт до 100 кВт. Антени ефективні, економічні, надійні, багатофункціональні і можуть використовуватися для здійснення навколосемного та космічного радіозв'язку. Такі антени можна застосовувати у будь-яких галузях, наприклад, у радіопристроях нового покоління, а саме: в сучасних та нових радіотехнічних системах технічного виявлення та захисту несанкціонованого витоку конфіденційної інформації з різних електронних-інформаційних джерел, у радіоапаратурі технічної та військової розвідки та радіоборотби, радіостеження, радіоастрономії, радіонавігації, радіопеленгації, радіовимірювання, радіоастрономії тощо.

*Література:* 1. Kraus J. *Antennas*. 2-nd Ed. 1988. 892 p. 2. Fudjimoto K., James J. R. *Mobile Antenna Systems Handbook*. 2-nd Ed. 2001. 710 p. 3. Крушин А. Спіральні антени в сотових телефонах. «Інженерна мікроелектроніка». Україна. <http://chipnews.com.ua>. Березень, 2004 р. 4. Курбатов І. Ю., Міць Ю. К. Радіопеленгаційна антена UNF діапазону. Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні, вип. 2 (13), 2006 р. С. 199–201. 5. Міць Ю. К., Курбатов І. Ю. Спіральна антена. Патент UA №20040705815. Бюл. №2, 15.02.200 р. 6. Рудольф Кюн «Микроволновые антенны». 7. Антенны сверхвысоких частот. Пер. с нем. В. И. Тарабарина и др., под ред. проф. М. П. Долуханова. – Л.: Судостроение, 1967, с. 424–464.

**УДК 654.924**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА ВЗАИМНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ МАСКИРОВКИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ФУНКЦИИ «HAND FREE» ПРИ ЗАЩИТЕ ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ**

**Игорь Порошин, Анатолий Ситник, Борис Петруня, Александр Сигаев**  
НИЦ "ТЕЗИС" НТУУ "КПИ"

*Аннотация:* Розглянуто проблему збереження функції «HAND FREE» при захисті цифрових телефонних апаратів. Показано, що проблема може бути вирішена шляхом перетворення керуючого сигналу пристрою захисту. Відзначається, що гарантоване включення режиму захисту після завершення сеансу «HAND FREE» можна забезпечити за допомогою спеціального сигналу, параметри якого вибираються з урахуванням закономірностей взаємного акустичного маскування.

*Summary:* The problem of saving the « HAND FREE » function of numeral telephones, when there's a

protection set, is considered. It is shown, that the problem can be solved at the expense of transformation of a control signal of a protective system. It is marked, that after completion of a « HAND FREE » session it is possible to provide warranted insert of a condition of a guard with the help of a special giving warning signal which parameters are selected in view of regularities of mutual ultrasonic masking.

*Ключевые слова:* Защита цифровых телефонных аппаратов, функция «HAND FREE», преобразование управляющего сигнала защитного устройства, сигнал оповещения, взаимная акустическая маскировка.

## I Введение. Постановка задачи

Защита абонентских цифровых телефонных аппаратов (АЦТА), основанная на блокировании каналов передачи данных при положенной трубке [1], исключает возможность использования абонентом такой важной функции АЦТА как режим «HAND FREE» (режим «Свободные руки» или режим «громкой» связи).

Подобное ограничение функциональных возможностей АЦТА в большинстве практических случаев неприемлемо, поскольку создаёт серьёзные неудобства для абонента, и прежде всего, при совмещении телефонного общения с работой над документами. Поэтому представляется актуальной задача сохранения функции «HAND FREE» в АЦТА, снабжённых устройствами защиты, в которых режим защиты реализуется при положенной телефонной трубке.

Необходимо отметить, что сам по себе режим «громкой» связи не может рассматриваться как нежелательный с точки зрения защищённости информации, поскольку он реализуется аналогичными сигналами и в тех же самых устройствах, что и режим обычной связи через телефонную трубку. Поэтому и разговор по «громкой», и разговор по обычной связи не могут отличаться друг от друга по степени защищённости относительно абонентской линии (АЛ). Таким образом, имеются достаточные основания для того, чтобы поставить функцию «громкой» связи в те же условия, что и функцию обычной связи.

## II Преобразование управляющего сигнала устройства защиты

При использовании устройства защиты, описанного в [1], режим обычной связи становится возможным только после выключения защиты, которое происходит при поднятии трубки. Это выключение обеспечивается путём подачи на устройство защиты специального сигнала управления, формируемого с помощью датчика положения трубки. Состоянию «ТРУБКА ПОДНЯТА» соответствует один управляющий сигнал, а состоянию «ТРУБКА ПОЛОЖЕНА» – другой. Следовательно, для реализации выключения режима защиты при положенной трубке достаточно подать на устройство защиты вместо управляющего сигнала «ТРУБКА ПОЛОЖЕНА» управляющий сигнал «ТРУБКА ПОДНЯТА». Таким образом, для выключения защиты в режиме «громкой» связи необходимо предусмотреть в тракте передачи управляющего сигнала дополнительное устройство, которое должно выполнять следующие основные функции:

- преобразование управляющего сигнала «ТРУБКА ПОЛОЖЕНА» в управляющий сигнал «ТРУБКА ПОДНЯТА» перед началом и во время сеанса «громкой» связи;
- преобразование управляющего сигнала «ТРУБКА ПОДНЯТА» в управляющий сигнал «ТРУБКА ПОЛОЖЕНА» после окончания сеанса «громкой» связи;
- управление преобразованием управляющего сигнала в зависимости от решения абонента.

Следовательно, дополнительное устройство, введённое в тракт управляющего сигнала (рис. 1) между устройством защиты (УЗ) и датчиком положения трубки (ДПТ), фактически является преобразователем управляющего сигнала, который переключается абонентом в одно из двух возможных состояний в зависимости от складывающейся ситуации. Если возникает необходимость провести сеанс «громкой» связи, абонент переводит блок преобразователя управляющего сигнала (БПУС) в состояние «ЗАЩИТА ВЫКЛЮЧЕНА», а по завершении сеанса возвращает БПУС в состояние «ЗАЩИТА ВКЛЮЧЕНА».

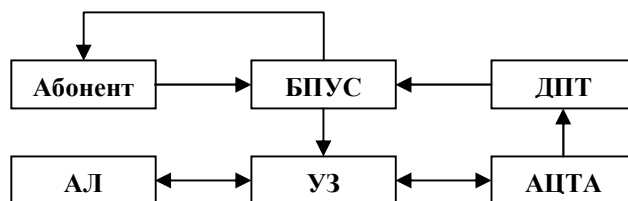


Рисунок 1 – Блок-схема включения УЗ с БПУС

Поскольку моменты переключения БПУС из одного состояния в другое определяются абонентом, то без принятия специальных мер достаточно велика вероятность того, что после окончания сеанса «громкой» связи по той или иной причине защита может остаться в выключенном состоянии на неопределённое время. Для того, чтобы не допустить подобной ситуации, достаточно предусмотреть своевременное уведомление абонента о необходимости переключения БПУС в состояние, обеспечивающее включение режима защиты. Эта ответственная функция может быть также возложена на БПУС, например, путём введения специальной оповещающей обратной связи (см. рис. 1), с помощью которой БПУС автоматически информирует абонента о состоянии, в котором БПУС находится. Такую обратную связь для повышения информативности и надёжности целесообразно выполнить многоканальной, например, в виде совокупности звуковой и световой сигнализации, а также соответствующих надписей, размещённых на видимой абоненту части корпуса БПУС.

Из указанных каналов обратной связи наиболее важным является канал звуковой сигнализации, поскольку именно он призван привлечь к БПУС внимание абонента, сосредоточенное, как правило, на тех предметах, которыми он занят по роду своей основной деятельности. Реагируя на оповещающий звуковой сигнал, абонент непроизвольно обращает внимание на его источник, т. е. на БПУС. И только после этого он начинает воспринимать световой оповещающий сигнал, излучаемый БПУС, а также получает возможность увидеть, в каком положении находится переключатель режимов БПУС (в положении «ЗАЩИТА ВКЛЮЧЕНА» или в положении «ЗАЩИТА ВЫКЛЮЧЕНА»).

### III Выбор параметров оповещающего сигнала

Реализация всех каналов оповещения, кроме звукового, практически не вызывает никаких затруднений. В то же время к сигналу звукового оповещения предъявляются противоречивые требования. Во-первых, во время сеанса «громкой» связи наличие сигнала оповещения в общем акустическом поле не должно снижать эффективности переговорного процесса. Во-вторых, после окончания сеанса «громкой» связи наличие сигнала оповещения должно быть зафиксировано сразу же после завершения переговоров. Очевидно, что для выполнения первого требования сигнал звукового оповещения должен быть по возможности тише. В то же время второе условие может оказаться невыполнимым, если сигнал оповещения будет слишком слабым.

Выбор оптимальных параметров оповещающего сигнала может быть осуществлён с учётом закономерностей эффекта акустической маскировки [2]. Если акустическое поле формируется двумя различными сигналами, то в общем случае имеет место их взаимная маскировка, т. е. каждый из них ухудшает восприятие другого. В режиме «громкой» связи полезным, а значит, маскируемым сигналом является суммарный речевой сигнал участников сеанса «громкой» связи, а маскирующим – сигнал оповещения.

Известно [3], что наихудшими маскирующими свойствами обладают тональные сигналы. Поэтому целесообразно именно тональный сигнал выбрать в качестве оповещающего сигнала. При маскировке тональным сигналом заметное повышение порога слышимости маскируемого сигнала имеет место лишь в сравнительно узкой полосе частот вблизи частоты маскирующего тона. При этом в области частот, расположенной ниже частоты маскирующего сигнала, наблюдается резкий спад кривой порога слышимости. Так, при интегральном уровне маскирующего тона 50 дБ и его частоте 1 кГц уменьшение частоты маскируемого сигнала с 1 кГц до 0,7 кГц приводит к снижению порога слышимости маскируемого тона на 40 дБ. При этом на частотах ниже 0,6 кГц влияние маскирующего сигнала на порог слышимости практически отсутствует. Учитывая отмеченные свойства тональной маскировки, можно сделать вывод о том, что частота тонального маскирующего сигнала фактически определяет верхнюю границу полосы речевого сигнала, не подверженной влиянию маскировки. Поэтому если выбрать частоту оповещающего тонального сигнала вблизи или несколько выше верхней границы основной полосы (0,3...3 кГц) речевого сигнала, то маскирующее влияние оповещающего сигнала можно свести к минимуму.

При выборе частоты оповещающего сигнала необходимо также учесть, что при пятиоктавной оценке разборчивости речи наименьшее влияние маскирующий сигнал оказывает в самой высокочастотной октаве [4], т. е. в диапазоне частот от 2800 Гц до 5600 Гц.

Кроме того, следует помнить, что мы имеем дело с взаимной маскировкой двух сигналов, и что оповещающий сигнал сам подвергается маскировке со стороны речевой смеси участников сеанса «громкой» связи. Если рассматривать суммарный речевой сигнал интегрально, т. е. как некий шумоподобный сигнал, огибающая спектра которого соответствует огибающей усреднённого спектра человеческой речи [2, 4], то это означает, что уровень спектральных составляющих высокочастотной части такого спектра убывает с ростом частоты примерно на 3 – 4 дБ/окт, и соответственно снижается их маскирующая способность. Поэтому чрезмерное повышение частоты оповещающего сигнала может

привести к выходу из зоны его эффективной маскировки речевым сигналом.

Наконец, для того, чтобы улучшить различимость оповещающего сигнала после окончания сеанса «громкой» связи, желательно выбирать его частоту в области минимальных значений порога слышимости (или вблизи неё), которая находится примерно в диапазоне от 2 до 5 кГц [2, 3]. Таким образом, наиболее предпочтительной для выбора частоты оповещающего сигнала следует признать октавную полосу, диапазон частот которой находится в пределах от 2,8 кГц до 5,6 кГц.

Максимально допустимое значение уровня сигнала оповещения может быть определено исходя из условия его маскировки речевым сигналом во время сеанса «громкой» связи. Особенность слухового восприятия маскируемого сигнала состоит в том, что сравнение (по интенсивности) маскируемого и маскирующего сигналов происходит в ограниченных областях частот, которые носят название частотных групп [3]. Слух начинает различать маскируемый тональный сигнал лишь тогда, когда его уровень превысит интегральный уровень маскирующего шума в полосе той частотной группы, где находится частота тонального сигнала. В таблице 1 приведены параметры частотных групп, частично или полностью входящих в выбранный диапазон оповещающего сигнала.

Таблица 1 – Параметры частотных групп, входящих в диапазон оповещающего сигнала

|                                      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Средняя частота частотной группы, Гц | 2900 | 3400 | 4000 | 4800 | 5800 |
| Ширина полосы частотной группы, Гц   | 450  | 550  | 700  | 900  | 1100 |

Будем считать, что интегральный уровень речевого сигнала при проведении переговоров по «громкой» связи находится в пределах, соответствующих, стандартным интегральным уровням громкой речи и речи средней громкости. Тогда для интегрального уровня речи средней громкости в октаве с центральной частотой 4 кГц, равного 53 дБ [4], соответствующее значение средней спектральной плотности составляет (для полосы октавы 2800 Гц) 18,5 дБ/Гц. Поскольку в пределах указанной октавы усреднённый спектр речи [4] близок к спектру равномерно маскирующего шума [3], то тогда для частотных групп, представленных в таблице 1, при средней спектральной плотности 18,5 дБ/Гц порог слышимости оповещающего сигнала будет находиться в пределах от 39 дБ до 40 дБ.

Несколько меньшие значения порога слышимости дают результаты экспериментальных исследований. Результаты, полученные с учётом анализа экспериментальных данных, приведенных в [3], представлены в таблице 2. В этом случае, с учётом интерполяции данных таблицы 2, для полученного выше значения средней спектральной плотности 18,5 дБ/Гц порог слышимости оповещающего сигнала составляет 35,5 дБ.

Таблица 2 – Порог слышимости тона при маскировке речью в диапазоне частот оповещающего сигнала

|                                                        |      |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|
| Средняя спектральная плотность речевого сигнала, дБ/Гц | - 10 | 0  | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Порог слышимости тона оповещающего сигнала, дБ         | 7    | 17 | 27 | 37 | 47 | 57 | 67 |

По окончании сеанса «громкой» связи акустическое поле будет содержать два основных сигнала: оповещающий сигнал и фоновый шум помещения. Предположим, что фоновый шум представляет собой равномерно маскирующий шум [3], что вполне допустимо для акустической обстановки кабинета с одним работающим. Кроме того, будем считать, что акустический режим соответствует статусу рабочего помещения, предназначенного для административно-хозяйственной деятельности или для измерений и аналитических работ, т. е. интегральный уровень шума в нём не превышает 50 дБ в октаве оповещающего сигнала [5]. Тогда этому уровню интенсивности в полосе октавы, равной 2800 Гц, соответствует средняя спектральная плотность 11,5 дБ/Гц. Интерполируя данные таблицы 2, получаем, что при такой спектральной плотности фонового шума помещения порог слышимости оповещающего сигнала составляет 28,5 дБ.

Суммируя результаты проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что для обеспечения режима «громкой» связи уровень оповещающего тонального сигнала должен находиться в пределах от 28,5 дБ до 35,5 дБ.

Влияние оповещающего сигнала во время сеанса «громкой» связи может быть дополнительно снижено,

если сократить суммарное время его звучания, т. е., например, сделав его пульсирующим с достаточно большой скважностью, а частоту пульсаций выбрать близкой естественным, привычным ритмам, например, к частоте человеческого пульса. С другой стороны, пульсирующий характер оповещающего сигнала, прослушиваемого в паузах между репликами участников сеанса «громкой» связи, будет напоминать абоненту о том, что общение ведётся при отключённой защите, а после окончания переговоров дополнительно будет способствовать улучшению различимости оповещающего сигнала на фоне непрерывного естественного шума помещения.

#### IV Результаты экспериментальных исследований

С учётом результатов проведенного анализа был разработан БПУС, функциональная схема которого представлена на рис. 2.

В режиме ожидания вызова и в режиме обычной связи абонент переключает БПУС в состояние «ЗАЩИТА ВКЛЮЧЕНА». При этом устройство управления (УУ) выключает преобразователь управляющего сигнала (ПУС), и управляющий сигнал с выхода ДПТ без преобразования поступает на УЗ, включая режим защиты при положенной трубке и выключая его при поднятой. Одновременно УУ выдаёт сигнал постоянного уровня на светодиодный сигнализатор зелёного цвета (ЗСС). При этом звуковая сигнализация отсутствует.

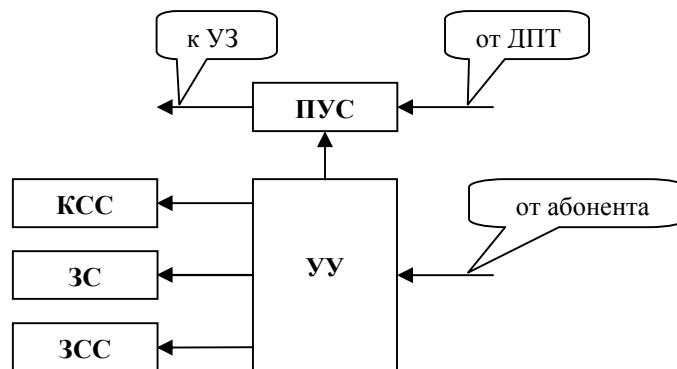


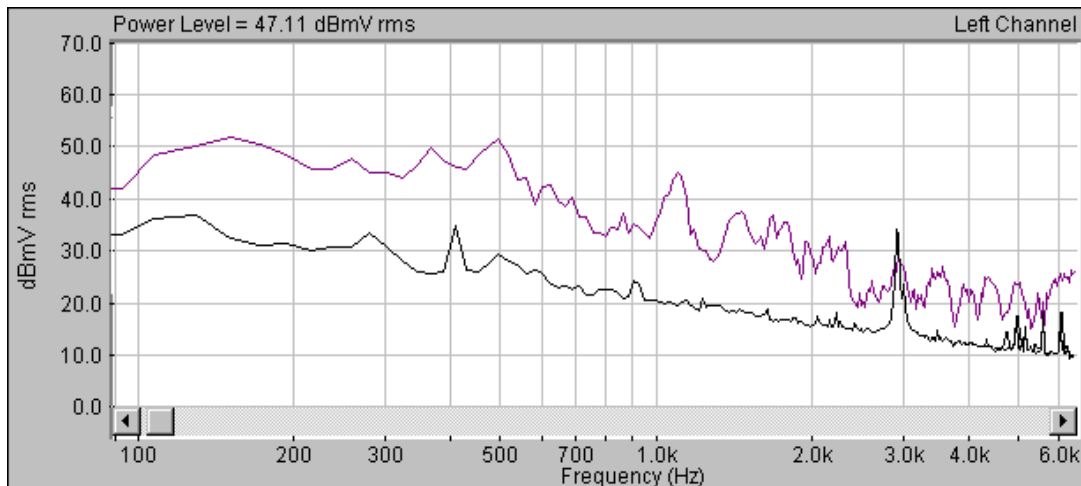
Рисунок 2 – Функциональная схема БПУС

Перед началом сеанса «громкой» связи абонент переключает БПУС в состояние «ЗАЩИТА ВЫКЛЮЧЕНА». При этом УУ включает ПУС, и поступающий на его вход управляющий сигнал преобразовывается в сигнал, соответствующий режиму «ЗАЩИТА ВЫКЛЮЧЕНА». Этот сигнал, поступая на УЗ, выключает режим защиты. Одновременно УУ выдаёт пульсирующий тональный сигнал на звуковой сигнализатор (ЗС), а также импульсный сигнал (с частотой пульсаций тонального сигнала) на светодиодный сигнализатор красного цвета (КСС). После окончания сеанса «громкой» связи абонент снова переводит БПУС в состояние «ЗАЩИТА ВКЛЮЧЕНА». При этом выключается звуковая сигнализация, гаснет красный светодиодный сигнализатор и загорается зелёный.

Оповещающий звуковой сигнал, формируемый БПУС, имеет следующие основные параметры:

- уровень звукового давления (на расстоянии 1 м)....33 дБ;
- частота тона.....2,9 кГц;
- частота пульсаций.....0,85 Гц.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 3. Замеры проводились с помощью комплекта шумомера ВШВ-003-2М. В качестве индикаторного устройства, подключаемого к выходу шумомера, использовался персональный компьютер с программой анализатора спектра звукового диапазона.



**Рисунок 3 – Параметры акустического режима на расстоянии 1м от БПУС: сверху – огибающая спектра речеподобного шума; снизу – огибающая спектра фона помещения (при наличии тонального сигнала с частотой 2,9 кГц и уровнем 33 дБ).**

Усреднённый спектр речи средней громкости имитировался с помощью тестового сигнала «речеподобный шум» с интегральным уровнем 70 дБ. Измерения проводились в помещении, где интегральный уровень фона в октаве с центральной частотой 4 кГц составлял 46 дБ.

Пробная эксплуатация образцов разработанного БПУС, проводившаяся в составе устройств защиты АЦТА «MERIDIAN» моделей М3820 и М3904, показала, что все функции по обеспечению режима «громкой» связи выполняются БПУС в полном объёме, а манипуляции, связанные с переключением БПУС, не вызывают затруднений и потерь времени благодаря простоте управления. Наличие оповещающего сигнала с указанными выше параметрами в акустическом поле помещения во время сеанса «громкой» связи не ухудшало акустического комфорта и, как следствие, не приводило к снижению эффективности переговорного процесса. В то же время, хорошо прослушиваемое в тишине кабинета присутствие оповещающего сигнала полностью гарантировало своевременное включение режима защиты после окончания сеанса «громкой» связи.

## V Выводы

1. Введение блока преобразования управляющего сигнала в состав устройства защиты с одновременным использованием многоканальной оповещающей обратной связи позволяет решить проблему сохранения функции «HAND FREE» при защите цифровых телефонных аппаратов, в которых режим защиты реализуется при положенной трубке.
2. Выбор параметров оповещающего сигнала с учётом закономерностей взаимной акустической маскировки позволяет сохранить акустический комфорт помещения во время сеанса «HAND FREE» и обеспечить своевременное обнаружение оповещающего сигнала после окончания сеанса.
3. Результаты экспериментальных исследований и пробной эксплуатации полностью подтверждают правомерность выбранной концепции сохранения функции «HAND FREE» при защите цифровых телефонных аппаратов, в которых режим защиты реализуется при положенной трубке.

*Литература:* 1. Вербицкий Н., Петруня Б., Прокофьев М., Стеченко В., Тодоренко А. Защита абонентских цифровых телефонных аппаратов от НСД. // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – К., вип. 10, 2005, с. 189 – 192. 2. Сапожков М. А. Электроакустика. – М. Связь, 1978. 3. Цвикер Э., Фельдкеллер Р. Ухо как приёмник информации / пер. с нем. под ред. Б. Г. Белкина.- М., Связь, 1971. 4. С. В. Дворянkin, Ю. К. Макаров, А. А. Хорев. Обоснование критериев эффективности защиты речевой информации от утечки по техническим каналам. //Защита информации. INSIDE . 2007, вып. 2, с. 18 – 25. 5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.