

В наше время, когда беспроводная связь охватывает всё больше сфер нашей жизни, очень распространенным методом получения ценной информации является прослушка с помощью радиомикрофонов.

В последние десятилетия в мире существенно возросла роль информационных и телекоммуникационных технологий во многих сферах деятельности. В развитых странах высокие технологии всё активнее и масштабнее применяются в системах вооружения, управления войсками и оружием и, как следствие, оказывают серьёзное влияние на формирование теории применения вооружённых сил. Потому отставание в этом вопросе будет влиять на обороноспособность государства.

Вместе со всеми Вооружёнными Силами идет модернизация войск связи. В настоящее время на вооружение принято много новых средств связи.

Совершенствование системы связи Вооружённых Сил ведётся одновременно по нескольким приоритетным направлениям. Это перевод стационарной системы связи на цифровые способы передачи и обработки информации, модернизация имеющихся на вооружении подвижных комплексов связи в различных звеньях управления, создание унифицированной автоматизированной системы управления связью на всех уровнях военного управления, обеспечение информационной безопасности системы связи. Под информационной безопасностью понимается защищенность информации и поддерживающей ее инфраструктуры от любых случайных или злонамеренных воздействий, результатом которых может явиться нанесение ущерба самой информации, ее владельцам или поддерживающей инфраструктуре.

Для решения задач по развитию системы связи Вооружённых сил спланирован и выполняется комплекс работ, организационно сгруппированных в соответствующие государственные программы. Все работы проводятся на основе использования передовых информационно-телекоммуникационных технологий и направлены на достижение условий для интеграции доступа и услуг, высокой пропускной способности, устойчивости и скрытности при обеспечении управления войсками (силами) и оружием во всех звеньях управления в любых условиях обстановки. Скрытность обеспечивается организационными и техническими мерами. Технические меры, в первую очередь, реализуются за счёт применения специальных технических средств предварительного шифрования информации, аппаратуры автоматического засекречивания. Организационные меры заключаются в чётком соблюдении всеми военнослужащими требований руководящих документов по обеспечению режима секретности. Важную роль при этом играет постоянный контроль за соблюдением данных требований, в том числе с использованием технических средств. Данные устройства позволяют регистрировать факты несанкционированного использования радиотехнических средств, которые являются одним из основных технических каналов утечки информации.

В данной дипломной работе решается задача по разработке устройства обнаружения активности радиоэлектронных устройств для категоризованных помещений, которое позволит расширить возможность обнаружения мобильных устройств в спецпомещениях подразделений связи. Что даёт возможность обеспечить сохранность секретной документации и изучаемой аппаратуры.

Наиболее подробно в дипломном проекте представлена разработка детектора мобильных устройств, обеспечивающего обнаружение мобильных телефонов работающих в сетях GSM на частотах 900 и 1800 МГц.

## НЕКОГЕРЕНТНЫЙ ПРИЕМНИК СИГНАЛОВ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Ткачев В.Ю.

Карпушкин Э.М. – к.т.н., доцент

Надёжность один из важнейших показателей для системы связи так как, надёжность – способность системы связи обеспечивать связь, сохраняя во времени эксплуатационные показатели в пределах соответствующих условий войсковой эксплуатации, технического обслуживания, восстановления и ремонта. Надёжность один из важнейших параметров, которым определяется такой показатель, как устойчивость системы связи. Наибольшая помехоустойчивость приема частотно-манипулированных сигналов достигается при их когерентной обработке. Однако необходимость восстановления опорных колебаний с точностью до начальной фазы включительно приводит к усложнению когерентных приемников и создает проблему вхождения в синхронизм. Поэтому с практической точки зрения определенный интерес представляют некогерентные приемники ЧМ сигналов, которые при некотором снижении помехоустойчивости относительно когерентного приема упрощают техническую реализацию приемного устройства, тем самым повышая надёжность системы связи. Цифровые символы в сигналы, совместимые с характеристиками канала. При узкополосной модуляции (*base band modulation*) эти сигналы обычно имеют вид импульсов заданной формы. В случае полосовой модуляции (*band pass modulation*) импульсы заданной формы

модулируют синусоиду, называемую несущей волной (*carrier wave*), или просто несущей (*carrier*), затем следует передача на нужное расстояние с использованием радиочастот, для этого несущая преобразовывается в электромагнитное поле. Может возникнуть вопрос: зачем для радиопередачи узкополосных сигналов нужна несущая? Ответ звучит следующим образом: передача электромагнитного поля через пространство выполняется с помощью антенн. Размер антенны зависит от длины волны  $\lambda$ , и текущей задачи. Для переносных телефонов размер антенны обычно равен  $\lambda/4$ , а длина волны  $c/f$ , где  $c$  – скорость света,  $3 \cdot 10^8$  м/с. Рассмотрим передачу узкополосного сигнала (скажем, имеющего частоту  $f = 3000$  Гц) путем сопряжения его непосредственно с антенной без использования несущей. Какая антенна нам понадобится? Возьмем стандарт телефонной промышленности,  $\lambda/4$ . Получаем, что для узкополосного сигнала 3000 Гц,  $\lambda/4 = 25$  км. Итак, для передачи через пространство сигнала с частотой 3000 Гц без модулирования несущей требуется антенна размером 25 км. При этом, если узкополосная информация модулируется несущей более высокой частоты, например 900 МГц, размер антенны будет составлять порядка восьми см. Приведенные вычисления показывают, что модулирование несущей частоты, или полосовая модуляция, – это этап, необходимый для всех систем, использующих радиопередачу. Полосовая модуляция (аналоговая или цифровая) – это процесс преобразования информационного сигнала в синусоидальную волну; при цифровой модуляции синусоида на интервале  $T$  называется цифровым символом. Синусоиды могут отличаться по амплитуде, частоте и фазе. Таким образом, полосовую модуляцию можно определить как процесс варьирования амплитуды, частоты или фазы (или их комбинаций) радиочастотной несущей согласно передаваемой информации. В общем виде несущая записывается следующим образом

$$s(t) = A(t)\cos\theta(t)$$

(1.1)

где  $A(t)$  – переменная во времени амплитуда;  $\theta(t)$  – переменный во времени угол.  
Переменный во времени угол удобно записывать в

$$\theta(t) = \omega_0 t + \varphi(t)$$

(1.2)

где  $\omega$  – угловая частота несущей;  $\varphi(t)$  – ее фаза.

Если для обнаружения сигналов приемник использует информацию о фазе несущей, процесс называется когерентным обнаружением (*coherent detection*), если подобная информация не используется, процесс именуется некогерентным обнаружением (*no coherent detection*). Вообще в цифровой связи термины «демодуляция» (*demodulation*) и «обнаружение» (*detection*) часто используются как синонимы, хотя демодуляция делает акцент на восстановлении сигнала, а обнаружение – на принятии решения относительно символического значения принятого сигнала. При идеальном когерентном обнаружении приемник содержит прототипы каждого возможного сигнала. Эти сигналы – прототипы дублируют алфавит переданных сигналов по всем параметрам, даже по радиочастотной фазе. В этом случае говорят, что приемник автоматически подстраивается под фазу входящего сигнала. В процессе демодуляции приемник перемножает и интегрирует входящий сигнал с каждым прототипом (определяет корреляцию). К когерентной модуляции/демодуляции относятся: фазовая манипуляция (*Phase Shift Keying – PSK*), частотная манипуляция без разрыва фазы (*Frequency Shift Keying – FSK*), амплитудная манипуляция (*Amplitude Shift Keying – ASK*), модуляция без разрыва фазы (*Continuous Phase Modulation – CPM*) и смешанные комбинации этих модуляций. Некоторые специализированные форматы, такие как квадратурная фазовая манипуляция, со сдвигом (*Onset Quadrature PSK – OQPSK*), манипуляция с минимальным сдвигом (*minimum shift keying – MSK*), принадлежащие к классу модуляций *CPM*, и квадратурная амплитудная модуляция (*quadrature amplitude modulation – QAM*).

Некогерентная демодуляция относится к системам, использующим демодуляторы, спроектированные для работы без знания абсолютной величины фазы входящего сигнала – следовательно, определение фазы в этом случае не требуется.

Таким образом, преимуществом некогерентных систем перед когерентными является простота, а недостатком – большая вероятность ошибки ( $P_E$ ). К некогерентной передаче сигналов относятся модуляции, подобные используемым при когерентной передаче: *DPSK*, *FSK*, *ASK*, *CPM* и смешанные их комбинации. Подразумевается, что для некогерентного приема информация о фазе не используется; так почему же под заголовком «некогерентная передача» указана одна из форм фазовой манипуляции? Это вызвано тем, что одну из важных форм *PSK* можно отнести к некогерентной (или дифференциально когерентной), поскольку она не требует согласования по фазе с принятой несущей. При использовании этой «псевдо-*PSK*», называемой дифференциальной фазовой манипуляцией (*differential PSK – DPSK*), в процессе обнаружения текущего символа в качестве опорной фазы применяется фаза предыдущего символа.

Список использованных источников:

1. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр – М. : дом Вильямс, 2003. – 1106 с.
2. Варакин, Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л.Е. Варакин – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.
3. Карлушкин, Э. М. Основы теории радиотехнических систем. / Э. М. Карлушкин – Мн. : БГУИР, 2007. – 63 с.