

ПРИМЕНЕНИЕ ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СКРЫТОЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

В настоящее время среди реально применяемых в Украине радиосетей подвижной радиосвязи практически полностью отсутствуют служебные системы с гарантированной стойкостью передаваемой по радиоэффиру информации. Это положение, исходя из примера развитых зарубежных стран, не объясняется одними лишь объективными причинами, как то отсутствие в их применении насущной необходимости или, например, сильной конкуренцией со стороны цифровых сотовых сетей второго поколения, на данный момент уже достаточно широко развёрнутых в ряде регионов страны. Для сравнения напомним, что военные системы скрытой и защищённой от перехвата и подавления стационарной и подвижной радиосвязи, как известно, традиционно были и остаются важнейшим звеном управления в войсках любой страны, включая и Украину. Однако, наряду с чисто военными целями существует определённое количество и других организаций и специальных служб где применение закрытых радиосистем связи с гарантированной стойкостью информации является не только желательным но и необходимым условием их успешной деятельности. Использование же для этих целей открытых и общедоступных стандартов или коммерческих телефонных сетей, с учётом развития современных технических средств перехвата, очевидно, является всё более неприемлемым. Таким образом, как видно, существует и с каждым годом становится всё более острой потребность в разработке, а затем и в создании на основе базовой концепции реально действующих систем закрытой служебной подвижной радиосвязи. Рассмотрим теперь наиболее общие требования и условия которыми должны руководствоваться разработчики данной системы.

В первую очередь необходимо отметить, что создаваемая система скрытой радиосвязи по существу может быть лишь *цифровой*. Для этого достаточно вспомнить, что любая из существующих ныне аналоговых систем связи в принципе не является и не может быть скрытой, а так же не способна гарантировать приемлемую стойкость передаваемой информации. Положение существенно не меняет и использование метода сложной инверсии (низкочастотного скремблирования) для закрытия исходной речевой информации, поскольку время, необходимое для перебора всех возможных комбинаций частотно-временных перестановок на современной специализированной ЭВМ, практически займёт не более нескольких секунд. Единственными субъективными причинами продолжающегося господства аналоговых радиосетей среди систем служебной радиосвязи Украины являются, по-видимому, их относительная дешевизна и отсутствие необходимых средств на полную и адекватную замену.

Другим важным требованием к разрабатываемой системе должна стать её относительная *широкополосность* с точки зрения базы сигнала. Это, с одной стороны, проистекает из необходимости обеспечения значительно большей помехоустойчивости и безошибочности процесса передачи и приёма цифровой информации в сравнении с обычными аналоговыми системами, что является, само по себе, уже достаточно серьёзной и сложной задачей, учитывая всю сложность реальной радио- обстановки, проявляющуюся особенно заметно в городских условиях. При этом, как известно из практики построения систем сотовой связи, необходимо разработать действительно эффективные меры противодействия снижению качества связи из-за такого, практически неизбежного явления, как многолучевое распространение сигналов. С другой стороны, служебная цифровая

система радиосвязи должна, по возможности обладать повышенной скрытностью и малой заметностью своей работы в эфире, что может быть достаточно существенным требованием при проведении определённых специальных мероприятий. Целесообразно так же определённое внимание уделить и требованию сохранения устойчивости связи в условиях целенаправленно создаваемых искусственных помех. При этом, естественно, желательно, чтобы работоспособность системы в целом сохранялась при воздействии на каналы связи как отдельных узкополосных, так и широкополосных заградительных сигналов. Достаточно очевидно, что соответствовать приведенным выше условиям могут лишь те системы связи, которые используют в своей работе радиосигналы с широкой базой. Однако, прежде чем перейти к более подробному описанию принципов построения и функционирования связных радиосистем, использующих сигналы расширенного спектра, рассмотрим некоторые технические решения и особенности работы уже существующих и успешно применяемых общедоступных цифровых широкополосных систем связи и передачи данных.

Беспроводные локальные сети (WLAN)

Идея создания беспроводных локальных сетей возникла относительно недавно и неразрывно связана со всё продолжающимся прогрессом в области коммуникаций и компьютерных технологий. Всё увеличивающееся количество пользователей персональных ЭВМ наряду с огромными возможностями, предоставляемыми им в сетях подобной сети Internet привело во второй половине девяностых годов прошлого века к появлению, а затем и растущему распространению в США и странах Европы беспроводных радиомодемов малого радиуса действия, отвоевавших свою собственную нишу у компаний, традиционно предоставляющих услуги проводной связи. Посредством радиомодемов пользователи персональных ЭВМ получили достаточно удобное и гибкое средство для организации собственных независимых компьютерных сетей малого радиуса действия, причём проведение конференций, обмен видеоинформацией и т.п. может происходить как непосредственно между мобильными участниками сети, так и посредством стационарного компьютерного комплекса, имеющего, например, традиционный канал связи с Internet (радиус действия локальных радиосетей составляет, как правило, не более тысячи метров). В основе построения систем WLAN лежит идея использования шумоподобных сигналов, формируемых либо на основе непосредственной модуляции несущей псевдослучайной шумовой последовательностью (метод DSSS), либо методом псевдослучайной перестройки частоты (метод FHSS). В 1997 году появился стандарт IEEE 802 обобщающий ряд требований и технических условий. В частности, выделены два диапазона работы модемов (2.4 ГГц / 5 ГГц), обусловлены мощности и непосредственные методы формирования и виды передаваемых сигналов. В системе с DSSS исходные низкочастотные данные со скоростью 1 или 2 Мбит/с складываются с 11-разрядным кодом Баркера и используются затем для окончательной модуляции ВЧ-сигнала методом дифференциальной двоичной или четырёхкратной фазовой модуляции. Выигрыш за счёт расширения спектра в соотношении Сигнал/Шум после обработки составляет 10.4 дБ, а занимаемая в эфире одним модемом полоса – примерно 11 МГц. В системе с FHSS низкочастотный поток данных после гауссовского фильтра модулирует частоту ВЧ-несущей, которая совершает медленные (но не менее 2.5 раз в секунду) частотные перескоки между 79 возможными частотными каналами. Скорость передачи данных в обеих системах одинакова. Благодаря использованию одного и того же кода Баркера в системе DSSS, однако, не реализована возможность отдельного кодового доступа и, следовательно, отсутствует возможность одновременной работы нескольких устройств в одном и том же частотном канале (всего для сетей WLAN в диапазоне 2.4 ГГц выделена полоса частот 75 МГц). В системе FHSS благодаря небольшой вероятности перекрытия каналов одновременно могут работать до 13 радиомодемов с разносом центральной частоты в 6 МГц, при этом качество связи остаётся приемлемым. При использовании метода DSSS совместно могут работать лишь 3 модема. Дальнейшее

развитие беспроводных локальных сетей предусматривает переход в диапазон 5 ГГц, где скорости обмена данных увеличены до 54 Мбит/с. Можно так же упомянуть, для примера, разработанную в 1998 году в качестве замены проводных интерфейсов европейскую систему Bluetooth, в которой используется метод медленной перестройки частоты со скоростью 1600 раз в секунду. Обобщая сказанное выделим основные положительные качества и преимущества, вытекающие из принципов реализации радиомодемов с шумоподобными сигналами:

- Уменьшение спектральной плотности сигналов в случае непосредственной модуляции псевдослучайной последовательностью позволяет наряду с улучшением на 10.4 дБ соотношения Сигнал/Шум и одновременным возростанием помехоустойчивости процесса передачи данных заметно снизить влияние на работу других радиопередающих устройств;

- Уменьшение воздействия многолучевого распространения сигналов на восстановление данных на приёмной стороне системы возможно благодаря использованию коррелятора (метод DSSS) или метода переключения частотных каналов (в методе FHSS);

К недостаткам описанных систем передачи данных в локальных беспроводных сетях можно отнести не реализованную в них возможность одновременной согласованной работы нескольких устройств в одной и той же полосе частот, что принципиально возможно при использовании различных специально подобранных ортогональных последовательностей.

Сотовые сети с множественным доступом и кодовым разделением (CDMA).

В настоящее время разработано несколько стандартов относящихся к области применения метода множественного доступа и кодового разделения в системах сотовой связи. Общей особенностью их является расширение спектра сигнала путём непосредственной модуляции несущей ортогональными псевдослучайными последовательностями (DSSS), что делает возможной одновременную работу в одной и той же полосе частот достаточно большого количества абонентов. Так в стандарте IS-95 поток цифровых данных со скоростью 9600 бит/с складывается с псевдослучайными последовательностями Волша порядков от 0 до 64 с частотой следования дискретов 1.2288 Мбит/с, что, в принципе, позволяет использовать каждый частотный радиоканал с полосой 1.3 МГц одновременно 64 пользователям. Все передаваемые базовыми станциями последовательности синхронизированы между собой. Не вдаваясь в подробности конкретной реализации сотовой связи на основе CDMA отметим, что благодаря использованию сигналов с шириной базы $B=128$, удалось значительно уменьшить уязвимость системы от воздействия узкополосных сигналов, а так же за счёт хороших корреляционных свойств выбранных последовательностей обеспечить решение проблемы уменьшения межсимвольных искажений, возникающих в цифровых системах при многолучевом приёме сигналов. Кроме того, учитывая большое число знаков в используемых кодовых последовательностях, несанкционированное декодирование сигналов значительно затруднено даже без применения специальных криптографических методов. Использование частотных ресурсов при методе кодового разделения сигналов так же является наиболее оптимальным по сравнению с частотным или временным разделением. Обладая рядом других ценных свойств и качеств сотовые системы связи CDMA не лишены, однако, ряда недостатков, к которым в первую очередь можно отнести требование более жёсткого и оперативного контроля мощностей мобильных терминалов, жёсткой синхронизации всех базовых станций и излучаемых ими сигналов и, в целом, более сложную организацию работы по сравнению с другими цифровыми сотовыми сетями.

Дальнейшим развитием сетей CDMA является разработка системы мобильной связи третьего поколения - WCDMA, призванной обеспечить кроме передачи речевой

информации и компьютерных данных (скорость 384 кбит/с) возможность локального обмена видеoinформацией в реальном масштабе времени (скорость 2 Мбит/с).

Система глобального определения координат (GPS)

Данная спутниковая система навигации была создана и функционирует под контролем Департамента Обороны США (U.S. Department of Defense). Функционально GPS состоит из трёх различных элементов: спутникового, сегмента управления и пользовательских терминалов, в целом разделяясь так же на специальную *Систему точного позиционирования (PPS)* и на общедоступную *Стандартную систему определения координат (SPS)*. Для работы используются две различные радиочастоты: L1 (1575.42 МГц) и L2 (1227.60 МГц). При этом частота L1 модулируется по фазе (двоичная фазовая модуляция) периодически повторяющейся псевдослучайной последовательностью длиной 1023 бит, которая следует со скоростью 1.023 Мбит в секунду. Каждый из орбитальных спутников имеет свой собственный вариант псевдослучайного кода, который благодаря большой длине и малой взаимной корреляции с другими вариантами кода улучшает соотношение Сигнал/Шум в приёмном тракте терминала примерно на 30 дБ. Именно это и позволяет обойтись пользователям весьма небольшими по сравнению с другими спутниковыми системами антеннами. Аналогично частота L2 модулируется по фазе, используя уже значительно более длинные псевдослучайные криптографические последовательности, следующие со скоростью 10.23 Мбит/с. Обе частоты используются для более точного определения трёхмерных координат местоположения терминалов авторизированных пользователей. Достаточно очевидно, что именно расширение спектра сигнала в данном случае с помощью непосредственной модуляции достаточно длинной псевдослучайной последовательностью при значительной величине базы сигнала ($B=1023$) и последующем корреляционном приёме позволяет надёжно принимать сигналы, находящиеся в месте приёма значительно ниже уровня естественных шумов эфира.

УКВ – трансивер на основе шумоподобных сигналов (TST-8010)

Описываемый портативный приёмопередатчик является одним из первых общедоступных изделий такого рода, появившихся несколько лет назад на рынке связной техники Европы. В соответствии с техническими характеристиками главной особенностью его работы является крайне малая заметность сигнала в эфире и, соответственно, малая вероятность перехвата, а так же значительно большая устойчивость связи по сравнению с любыми другими традиционными решениями в области связи. Исходная акустическая информация после оцифровки в стандартном адаптивном импульсно-кодовом модуляторе ($M*2L$ ADPCM – codec) со скоростью потока 9.6 кбит/с складывается с девятипозиционным кодом Голда длиной в 400 дискретов, в результате чего на двоичный фазовый модулятор приходит цифровые данные со скоростью 3.84 Мбит/с. Обратная процедура декодирования сигнала осуществляется корреляционным приёмником со скользящим пятиканальным коррелятором при общем улучшении соотношения Сигнал/Шум на 26 дБ. Скорость поиска сигнала при потере синхронизации составляет 1400 дискретов в секунду, а занимаемая в эфире полоса – примерно 4 МГц. Общая дальность установления связи между данными трансиверами вполне соответствует дальности связи обычных узкополосных радиостанций с аналогичной (1 Вт) выходной мощностью. Сетка рабочих частот формируется в диапазоне 465МГц +/- 25 МГц (доступны так же диапазоны 920 МГц и 2.4 ГГц). Имеется возможность программирования и замены как непосредственно рабочих частот системы, так и используемого псевдослучайного кода. Более подробную информацию относительно построения радио тракта передатчика и приёмника производитель не приводит, однако имеющиеся данные позволяют судить о том, насколько эффективно в данном случае использование расширения спектра позволяет решить поставленные перед разработчиками задачи по увеличению скрытности и значительному повышению стойкости передаваемой

информации (плотность мощности сигнала в эфире примерно соответствует плотности шума, создаваемого узкополосным источником в 2 мВт).

Импульсная радиостанция с шумоподобными сигналами и дискретным согласованным фильтром

Эта более ранняя, по сравнению с предыдущей, система военной связи была создана в конце 70-х годов прошлого века и предназначалась для обеспечения оперативной связи по радио речевыми сигналами в одном географическом районе и в одном частотном диапазоне без помощи центрального коммутатора. В качестве кодирующей последовательности в ней использовался 63-значный отрезок двоичной шумоподобной M-последовательности с длительностью дискрета 0.4 мкс. Низкочастотный речевой сигнал квантовался с частотой 8 кбит/с, значения амплитуд преобразовывались в фазовые сдвиги импульсов (фазово – импульсная модуляция), а затем каждый из низкочастотных импульсов заменялся данной последовательностью. Каждому абоненту был присвоен определённый шестизначный номер, который набирался на передней панели радиостанции. Адрес, в свою очередь, преобразовывался в двоичную последовательность из 17 элементарных бит, на основе которой генерировалась адресная посылка вызова, передаваемая каждый раз в начале сеанса связи. В качестве высокочастотного метода модуляции в передатчике использовалась относительная двухкратная фазовая модуляция несущей частоты 280 МГц. В приёмном тракте радиостанции осуществлялось первоначальное фазовое детектирование, после этого происходила отдельная согласованная фильтрация сигналов в синфазном и квадратурном каналах, после чего полученные значения возводились в квадрат и суммировались. Благодаря этому методу устранялась принципиальная необходимость восстановления точной синхронизации принимаемого и опорного сигналов. В качестве согласованного фильтра (коррелятора) был применён дискретный цифровой фильтр на 63-каскадном регистре сдвига, что упростило и удешевило всю систему в целом. Однако, потери, связанные напрямую с использованием метода несинхронного приёма и применением дискретного цифрового коррелятора, требующего жёсткого амплитудного ограничения сигнала на входе, привело в общей сложности к тому, что данная система связи обеспечивала хорошую разборчивость речи при минимальном значении Сигнал/Шум порядка -8 дБ, а не -17дБ, которые теоретически позволяет реализовать выбранная база сигнала. Отмечено так же, что радиостанция позволяла проводить до 33 одновременных переговоров с равным уровнем в канале полосой 2.5 МГц.

Рассмотрев вкратце приведенные выше конкретные реализации систем связи с шумоподобными цифровыми сигналами перейдём теперь к более конкретным вопросам и проблемам, возникающим при конструировании подобных устройств.

Наиболее общей чертой всех систем связи использующих расширение спектра является значение базы сигнала, значительно превышающей единицу ($B \gg 1$). С базой сигнала напрямую связаны такие основополагающие характеристики всего устройства, как теоретически возможное улучшение соотношения Сигнал/Шум при согласованном приёме, показатель уменьшения спектральной плотности сигнала по сравнению с другими узкополосными системами и, наконец, максимально возможное количество различных абонентов, могущих одновременно пользоваться одной и той же полосой частот. Теоретически известно два основных принципиально разных метода расширения спектра сигнала – уже упомянутый метод непосредственной модуляции несущей шумоподобной последовательностью (метод DSSS) и метод быстрой перестройки частоты (метод FHSS). Оба метода с присущими им достоинствами и недостатками достаточно давно и подробно были рассмотрены в литературе, чего, однако, нельзя сказать о схемах их конкретной реализации. Напомним только, что в настоящее время непосредственная модуляция несущей с помощью псевдослучайной последовательности (ПСП) используется на практике гораздо чаще метода быстрого перескока частот, а значения баз сигналов в устройствах

гражданского назначения могут находиться в пределах от нескольких десятков до нескольких тысяч, а в военных системах – от нескольких тысяч до миллиона и более. Для устройств с быстрым перескоком частоты значения базы сигнала, как правило, меньше, что связано, вероятно, с большими техническими трудностями реализации таких систем. Практический выбор величины базы сигнала как и всей схемы построения системы связи вообще, является весьма важной и ответственной задачей и зависит от многих факторов и соображений, таких как выделенная полоса радиочастот, назначение и характер проектируемой системы связи, условия прохождения волн, предполагаемый трафик, количество пользователей и предполагаемая загруженность радиолиний, стойкость системы связи с точки зрения возможности несанкционированного перехвата сигналов, уровень защищённости от целенаправленного воздействия помех и многое другое. Выбор базы сигнала, а так же всей схемы построения системы не в последнюю очередь могут диктоваться так же и общим техническим уровнем и отработанностью тех или иных решений. Последнее частично объясняет преобладание среди систем с распределённым спектром устройств, использующих метод непосредственной модуляции несущей с помощью ПСП.

Другим важным определяющим моментом при создании связных систем с расширенным спектром является непосредственный выбор псевдослучайных последовательностей, наиболее подходящих для конкретного использования. От удачного выбора ПСП зависит, в конечном счёте, достоверность и максимальная скорость передачи информации, а так же стойкость каналов связи при воздействии внешних помех и попытках несанкционированного доступа.

Принципиальным вопросом, налагающим определённые условия и ограничения на выбор конкретных функциональных схем построения передающих и радиоприёмных частей системы связи, является вопрос о возможности приёма радиосигналов, находящихся в полосе частот значительно ниже уровня естественных или искусственных помех. Как мы видели ранее на примере рассмотренных систем, далеко не всякое устройство связи с распределённым спектром позволяет реально осуществить данную заманчивую возможность и, уж тем более, указанное свойство никогда не проявляется само по себе в системе с распределённым спектром без предварительных тщательных расчётов и разработки. Остановимся на данном моменте подробнее. Как известно из теории связи единственным видом детектора, не ухудшающим соотношение Сигнал/Шум обрабатываемого сигнала является линейный аналоговый балансный перемножитель (смеситель) сигналов. Реализованные на его основе квадратурные фазовые демодуляторы, как известно, давно стали основой систем передачи данных с фазовой модуляцией. В устройствах с шумоподобными сигналами, реализованными за счёт непосредственной модуляции несущей псевдослучайной последовательностью так же преимущественно используется метод относительной двухкратной или квадратурной четырёхкратной фазовой манипуляции. Фазовая когерентная демодуляция ВЧ–сигнала позволяет улучшить значение Сигнал/Шум в канале связи на 3 дБ за счёт подавления квадратурной составляющей шума. Однако, в случае приёма шумоподобных сигналов находящихся значительно ниже общего уровня шумов, осуществление процесса первоначального фазового детектирования встречается с дополнительными трудностями и проблемами. Как было показано на последнем примере связной радиостанции одним из вариантов выхода из этого положения может быть использование метода отдельной обработки потока в двух каналах – синфазном и квадратурном, согласованная фильтрация в каждом из них и, затем, окончательное суммирование квадратов полученных значений. Данный подход позволяет снять требования точной и жёсткой синхронизации принимаемого и опорного сигналов как по фазе, так, в определённой степени, и по частоте за счёт необходимости использования двух параллельных корреляторов и ухудшения на 6 дБ соотношения Сигнал/Шум. Дополнительные потери на 3 – 5 дБ из-за амплитудного ограничения сигналов перед

согласованной фильтрацией были оправданы простотой осуществления дискретного коррелятора, выполненного на сдвиговых регистрах. Другим подходом к проблеме первоначального оптимального фазового детектирования сигнала, находящегося значительно ниже уровня шумов может быть использование одного из каналов (к примеру квадратурного) для формирования сигнала управления, а второго (синфазного) – непосредственно для приёма. Так, при первоначальном рассогласовании фаз и частот принимаемого и опорного сигналов (относительная двухкратная фазовой модуляция ВЧ-сигнала), в каждом из каналов после согласованной фильтрации будут появляться корреляционные максимумы, модулированные сигналом биений. В этом случае сигнал из квадратурного канала может использоваться в качестве меры рассогласования в системе обратной связи, воздействуя, например, через петлю ФАПЧ на опорный генератор. Некоторое усложнение приёмной части можно оправдать тем выигрышем, который обеспечивает данная схемная реализация.

Рассмотрим теперь вкратце так же и другие виды корреляторов, которые используются при построении аппаратуры связи с шумоподобными сигналами. Как известно, все корреляторы можно условно разделить по виду обрабатываемого сигнала на аналоговые и цифровые, а по принципу захвата принимаемой последовательности на параллельные, скользящие и гибридные. Развитие полупроводниковых технологий за последние десятилетия сделало возможным на данный момент создание полностью программируемых параллельных аналоговых корреляторов на основе приборов с поверхностными акустическими волнами и устройств с зарядовой связью. Согласованные фильтры на основе данных разработок имеют принципиально наибольшие быстродействия и не вносят своих собственных потерь в процесс “извлечения” сигнала из-под шума (пример – реализация некоторых приёмников GPS). Длина псевдослучайных последовательностей, обрабатываемых этими устройствами может достигать нескольких тысяч дискретов. Более простые цифровые корреляторы, включающие в свой состав балансные перемножители, сдвиговые регистры и локальные генераторы ПСП, благодаря относительной простоте и большой гибкости в работе нашли своё место в системах с шумоподобными сигналами, работающими выше или на уровне шумов (например CDMA). Вообще говоря, следует заметить, что параллельная организация работы корреляторов в согласованных фильтрах приёмных устройств шумоподобных сигналов позволяет автоматически решить и ещё две возникающие важные проблемы, а именно вопросы синхронизации и корректного восстановления исходной цифровой информации, а так же вопросы подавления эффектов, связанных с многолучевым распространением сигналов.

Таким образом, учитывая имеющееся разнообразие методов и конкретных схем построения квадратурных демодуляторов, согласованных фильтров и т.п. устройств, а так же постоянное появление всё новых прогрессивных подходов к проблеме обработки данных (например использование специализированных сигнальных процессоров для демодуляции и корреляции потока данных в целом), то можно прийти к заключению о наличии достаточной материальной базы и наработанных схемных решений, которые позволяют спроектировать систему скрытой служебной радиосвязи с параметрами, не уступающим заданным. В заключение упомянем некоторые из вопросов, требующих решения при непосредственном создании такой системы. Как уже указывалось, важнейшим критерием оценки потенциального качества системы связи с шумоподобными сигналами является значение базы сигнала. Учитывая, что необходимо, по возможности, стремиться к увеличению данного показателя в конкретных условиях ограниченности полосы частот то, вероятно, максимально возможные значения базы сигналов будут ограничены значениями в несколько сот при передаче речи и пределом от нескольких тысяч до, возможно, десятков тысяч в случае передачи текстовых сообщений и специальных команд. Осуществление возможности приёма сигналов из-под уровня шумов уже рассматривалось, и, исходя из сказанного, можно предложить, например, схему двухканального согласованного приёмника

на основе аналоговых параллельных корреляторов с использованием одного из каналов в целях синхронизации. Данное решение позволит приблизить параметры системы к теоретически достижимому пределу улучшения соотношения Сигнал/Шум. Выбор и построение всей функциональной структуры системы связи на основе шумоподобных сигналов потребует решения множества иных, не менее важных вопросов, среди которых разработка протокола работы системы, организация эфирного трафика, синхронизация работы базовых ретрансляторов, оперативный контроль мощностей пользовательских станций, оптимальное распределение конкретных псевдослучайных последовательностей, а так же многое другое. Следует заметить, что по мнению авторов статьи наиболее соответствующая целям оперативной скрытой подвижной радиосвязи является такая организация системы, при которой имеется возможность проведения сеансов связи как непосредственно напрямую между несколькими мобильными терминалами в режиме симплекса, так и через базовые ретрансляторы в дуплексном режиме. Так же необходимо предусмотреть ситуацию при которой может возникнуть необходимость резкого повышения вероятности получения и передачи информации, к примеру, в случае преднамеренной постановки помех. Для этого в системе связи должна быть предусмотрена возможность передачи текстовых сообщений и специальных команд с относительно невысокой скоростью данных. За счёт использования одной и той же частотной полосы и большей базы сигнала становится возможным без возрастания мощности передачи значительно увеличить дальность связи по сравнению с основным режимом работы. Если же в увеличении дальности нет непосредственной необходимости, то данный режим работы позволит в целях повышения скрытности существенно уменьшить мощность передатчика и, следовательно, его спектральную плотность.

Поступила 29.07.2002
После дороботки 3.09.2002

УДК 654.1(045)

Г.Ф. Конахович, О.М. Сухопара

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ЗАХИСТУ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ ПІДСИСТЕМ КЕРУВАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Питання побудови систем керування мультисервісними мережами знаходяться в центрі уваги багатьох компаній, що займаються організацією доступу до всесвітньої мережі Інтернет, наданням послуг передачі даних, а також іншими видами діяльності, так чи інакше пов'язаними з використанням телекомунікаційних технологій.

Поточний стан українського операторського ринку такий, що головну увагу оператори змушені приділяти економічним факторам своєї діяльності поряд з постійним удосконалюванням технологій надання послуг. Гостра конкуренція продовжує залишатися рушійною силою впровадження в існуючі системи прогресивних технічних і технологічних рішень. Саме цим обумовлене підвищення інтересу до складних систем керування розподіленими гетерогенними мережами, зокрема до однієї з найважливіших функцій таких систем – керування безпекою.

У вітчизняних виданнях, присвячених проблемам використання телекомунікаційного обладнання, можна відшукати значну кількість публікацій, що висвітлюють ті чи інші аспекти захисту мереж передачі даних (МПД) від несанкціонованого доступу (НСД). В цих публікаціях розглядаються, як правило, проблеми захисту від НСД локальних