

## ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

*Александр Савчук*

*LAN компания Reichle & De-Massari Ukraine*

**Аннотация:** Приведены результаты исследований кабельных систем независимыми западноевропейскими тестовыми лабораториями в области технической защиты информации (ТЗИ) и электромагнитной совместимости (ЭМС). Даны рекомендации по выбору оптимальной кабельной системы с точки зрения ТЗИ и ЭМС.

**Summary:** Are Brought the researches results of cable systems by independent West European laboratories in domain of technical information (DTI) defense and electromagnetic compatibility (EMC). Are Given the recommendations on selection of optimum cable system with point of viewing DTI and EMC.

**Ключевые слова:** Кабельная система, экранирование, затухание, стандарт.

Современные высокоскоростные сети передачи данных являются источником значительных ПЭМИН (побочных электромагнитных излучений и наводок). Эти излучения могут быть приняты существующими антеннами и детекторами, обработаны с помощью радиоэлектронных средств, математических методов и проанализированы. Таким образом, информация, передаваемая по линиям связи, может быть легко скомпрометирована.

Несмотря на значительные усилия по разработке и усовершенствованию оборудования, уменьшающего ПЭМИН от оборудования передачи данных, защита от утечки информации через ПЭМИН от кабельных линий связи остается большой проблемой. В статье приведены результаты исследований независимых западноевропейских тестовых лабораторий и рассмотрены некоторые из стандартов в области ТЗИ и ЭМС (электромагнитной совместимости).

Проблема ПЭМИН для СКС (структурированных кабельных сетей) актуальна лишь в случае использования в них медных кабелей. В современных СКС применяются симметричные кабели на основе витых пар с волновым сопротивлением 100 Ом. Симметричные витые пары разработаны для передачи сигнала в «симметричном режиме», также известном как «дифференциальный режим передачи». Симметричная передача предполагает равенство токов, текущих по проводам витой пары в противоположных направлениях. В идеальном случае излучения в этом режиме отсутствуют. На практике идеальные режимы не достижимы и в кабельной линии всегда присутствует «несимметричный режим» передачи, неуравновешенная составляющая токов. В «несимметричном режиме» излучения от обоих проводников складываются, что приводит к значительным излучениям от витой пары. «Несимметричный режим» появляется в результате работы оконечного (активного) оборудования и в результате дефектов и неидеальности кабелей.

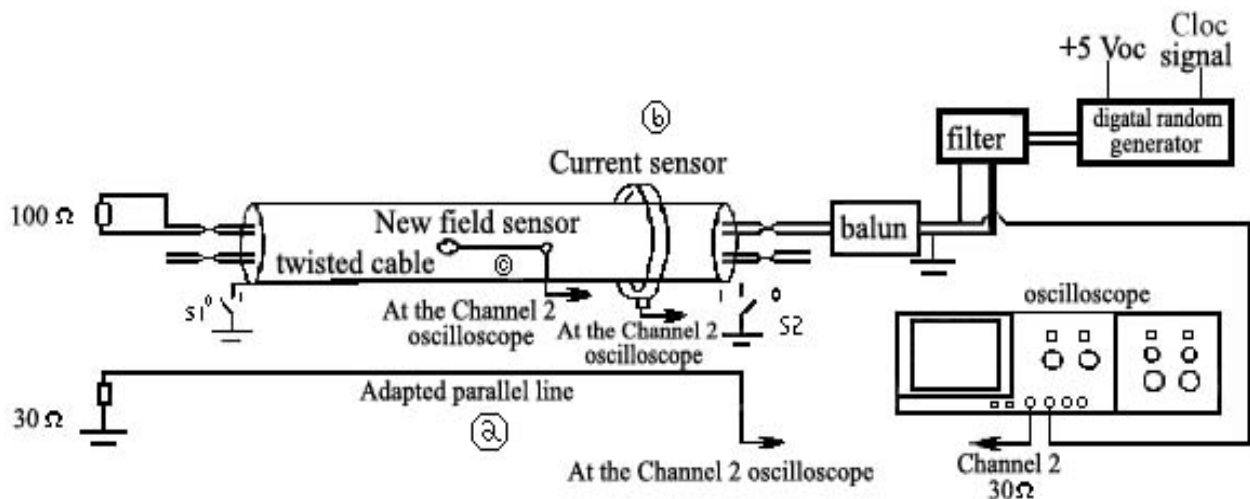
Лаборатория Montena emc SA (Швейцария, создана в 1985 г.) провела исследования качества некоторых типов кабелей, наиболее часто используемых в СКС, чтобы оценить степень безопасности передачи данных по кабельным линиям на основе витой пары.

Теоретическая оценка риска перехвата информации очень сложна, поэтому измерения производились в реальной сети. Были использованы и оценены три классических метода обнаружения передаваемых сигналов для различных протоколов передачи:

- измерение паразитной составляющей «несимметричного режима» с помощью токового датчика;
- измерение напряжения, которое наводится на согласованной параллельной силовой линии;
- измерение излученной электромагнитной волны с помощью антенны.

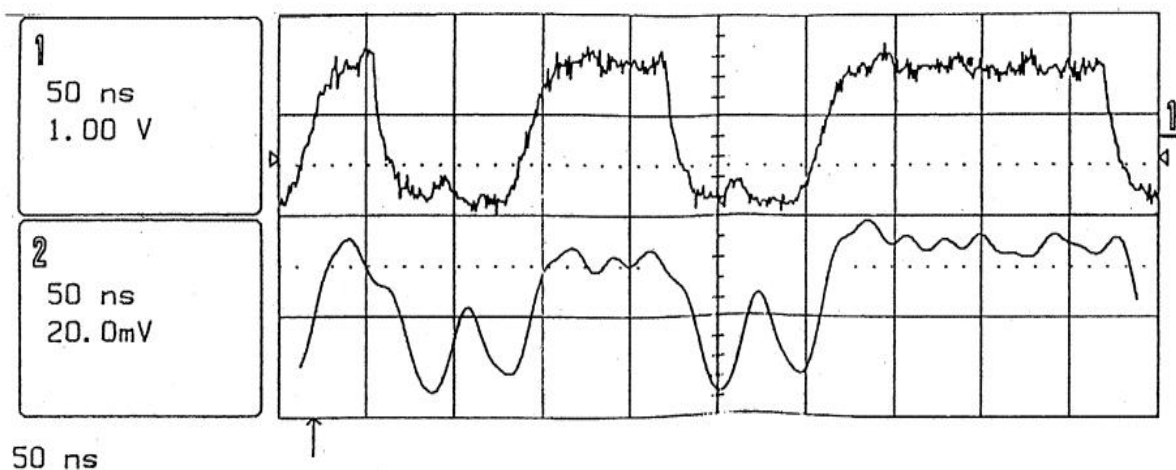
Схема измерительной установки представлена на рис. 1.

Принятые сигналы прошли цифровую фильтрацию (фильтр нижних частот) и отображались на экране осциллографа. Обработанный сигнал можно было легко сравнить с исходным сигналом, переданным в кабельную линию.



**Рисунок 1 – Схема измерительной установки (лаборатория Montena emc SA, Швейцария)**

Вначале было измерено излучение от нескольких наиболее распространенных сетей. Хотя и предполагалось, что передаваемые сигналы могут быть восстановлены, неожиданной была легкость, с которой это было сделано. Рис. 2 показывает переданный и обработанный сигналы «несимметричного» режима передачи. Очевидно, что возможно восстановление переданного сигнала.



**Рисунок 2 – Исходный и восстановленный сигнал от кабельной линии**

На рис. 2 верхняя линия обозначает исходный сигнал в кабельной линии, нижняя – восстановленный сигнал.

Дальнейшие исследования в лаборатории показали, что качество экрана кабеля и качество присоединения этого экрана к оборудованию сильно влияет на уровень излучения передаваемых данных. Также большое значение имело качество заземления активного и пассивного оборудования. Даже наилучшим образом экранированный кабель не защищает в должной мере передаваемые данные, если экран не соединен должным образом. Следовательно, безопасность передачи данных не может быть гарантирована, если были допущены ошибки при проведении монтажных работ.

В общем, если применяются хорошие кабели и реализована соответствующая концепция заземления, передаваемые данные защищены, по крайней мере, от трех рассмотренных способов съема информации. Однако нет никакой гарантии безопасности передаваемой информации, если будут применены более сложные методы съема и обработки сигналов.

Хотелось бы познакомить читателей с некоторыми выводами независимой тестовой лаборатории ЗР (Дания). Результаты исследований этой лаборатории опровергают многие устоявшиеся стереотипы в области ЭМС и ТЗИ. Приведем здесь несколько устоявшихся мнений и их оценку специалистами лаборатории ЗР.

**Мнение № 1:** *Качественно сбалансированный неэкранированный кабель Cat. 5 удовлетворяет требованиям ЭМС и ТЗИ.*

Это не так. На практике не существует такой вещи, как идеальная симметричность. Но, даже если предположить, что это так, кабельная система по-прежнему не будет соответствовать требованиям ЭМС и ТЗИ. Выходные сигналы от сетевых карт персональных компьютеров и активного оборудования также должны быть идеально симметричными для всего используемого оборудования, которое будет использоваться в вашей сети следующие несколько лет.

**Мнение № 2:** *Если кабель великолепно сбалансирован, то не нужно применять экранирование.*

Это не так. И симметричность, и экранирование улучшают параметры ЭМС и ТЗИ. Большинство экспертов сходятся на том, что улучшение симметричности кабеля уменьшает требования к характеристикам экрана и наоборот.

Существует незначительная разница в качестве симметричности экранированных и неэкранированных кабелей Cat. 5, поэтому разница в качестве симметричности не оказывает существенного влияния на параметры ЭМС и ТЗИ. Влияние же экрана на параметры ЭМС и ТЗИ очень велико и не может быть компенсировано улучшением симметричности.

Вообще можно спросить сторонников неэкранированных кабельных систем о количественном значении симметричности (в дБ или других единицах) и услышать ответ «идеально, великолепно симметричный». «Великолепно» – значит много и не значит ничего.

**Мнение № 3:** *Плохое экранирование хуже, чем применение неэкранированной кабельной системы.*

Это так. Существует большое количество плохо экранированных локальных сетей, при построении которых игнорировались правила монтажа и рекомендации производителей. Как и неэкранированные кабельные системы, эти локальные сети не отвечают требованиям ЭМС и ТЗИ.

Главная проблема – это плохое соединение между экраном кабеля и экраном соединительного оборудования, а также несоответствие активного оборудования ЭМС нормам.

**Мнение № 4:** *Независимое ЭМС тестирование и ТЗИ аттестация кабельных систем могут установить соответствие характеристик требованиям ЭМС и ТЗИ.*

Это не так. Любая тестовая лаборатория, тестирующая кабельную систему, тестирует как кабельную систему, так и активное оборудование, функционирующее в этой кабельной системе.

Таким образом, результаты тестов характеризуют как активное оборудование, так и кабельную систему. Принятие результатов такого тестирования (аттестации) обязывает вас использовать выбранное один раз активное оборудование многие годы после тестирования в будущем. При смене типа или модели активного оборудования сеть должна будет проходить переаттестацию.

Несколько слов хотелось бы сказать о стандартах в области ЭМС. В начале 1996 г. была принята директива для стран членов Европейского Сообщества 89.336.ЕС об электромагнитной совместимости. И хотя Украина пока не является членом ЕС, но дальновидным предпринимателям, думающим о сохранении своих инвестиций, следует позаботиться об удовлетворении требований и этого нормативного документа.

Сегодня в Европе необходимо выполнять следующие стандарты:

- EN55022 (ограничения и методы измерения радиоизлучения оборудования передачи информации);
- EN50081-1 EMC (стандарт, регламентирующий допустимые значения излучения);
- EN50082-1 EMC (стандарт, регламентирующий допустимые значения помехозащищенности);
- prEN55024-4 (ограничение величины напряжения излучения кабелей передачи данных).

Требования настоящих стандартов заставляют задуматься не только европейского потребителя и производителя. Компания Reichle & De-Massari, а вслед за ней и американская компания AMP протестировали и опубликовали результаты исследования соответствия различных кабелей требованиям стандартов (см. рис. 3). Оказалось, что неэкранированные кабельные системы удовлетворяют требованиям стандартов только для низкоскоростных приложений.

Приведенные соображения и результаты приведенных исследований также подтверждаются официальными требованиями к кабелям, которые предъявляются стандартами на СКС (ISO 11801, EN50173). Эти требования приведены на рис. 4 (на момент написания статьи требования к кабелям категорий 6 и 7 официально еще не были приняты). Из приведенных данных легко видеть, что перекрестные наводки (NEXT) между соседними парами одного кабеля, а, следовательно, и перекрестные наводки (NEXT) между соседними парами разных кабелей для одной и той же частоты тем меньше, чем выше категория кабеля. На рисунке выделены два значения перекрестной наводки для кабеля категории 6 при частоте 100 МГц (45дБ) и для кабеля категории 7 при частоте 600 МГц (60дБ). Легко догадаться, что основной причиной достижения кабелями категории 7 таких характеристик является индивидуальное экранирование пар кабеля. Это очень важный вывод, так как параметр перекрестной наводки непосредственно коррелирует с уровнем излучения кабелей во внешнее пространство.

### Стандарт излучения EN55022B (на расстоянии 3м)

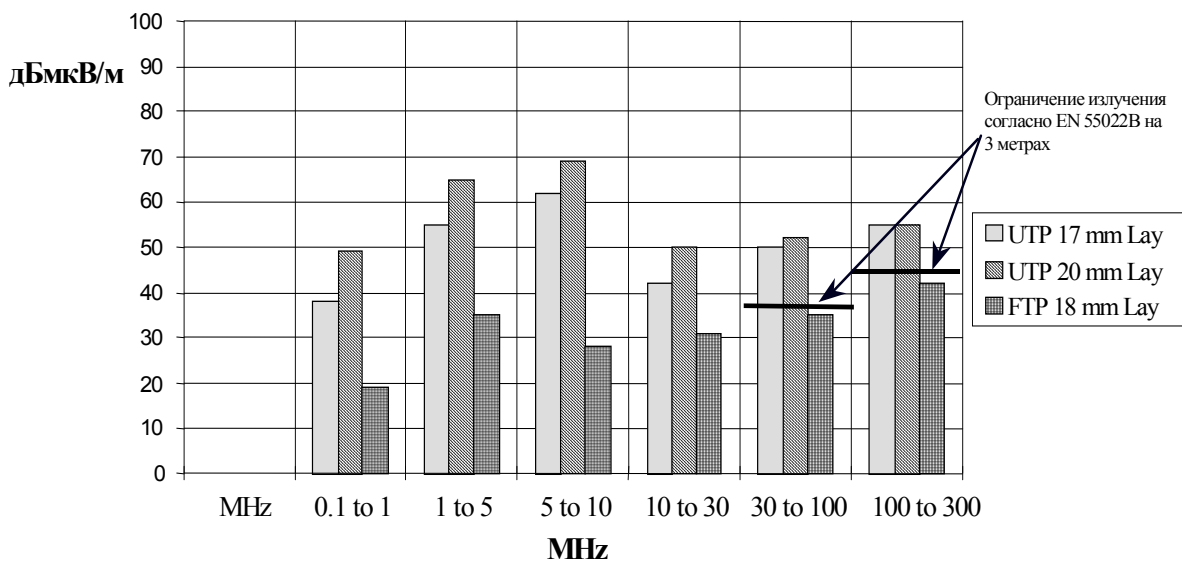


Рисунок 3 – Допустимый уровень излучения на расстоянии 3 м в соответствии со стандартом EN55022B

Frequenz [MHz]	Cat. 5 ISO/IEC 11801		Cat. 5e EIA/TIA proposal		Cat. 6 prEN50288-5/6-1		Cat. 7 prEN50288-4-1	
	Attenuation [dB]	NEXT [dB]	Attenuation [dB]	NEXT [dB]	Attenuation [dB]	NEXT [dB]	Attenuation [dB]	NEXT [dB]
1	2,1	62,0	2,1	65,0	2,1	66,0	2,1	80,0
4	4,3	53,0	4,3	56,0	3,8	66,0	3,9	80,0
10	6,6	47,0	6,6	50,0	6,0	60,0	6,0	80,0
16	8,2	44,0	8,2	47,0	7,6	57,0	7,6	80,0
20	9,2	42,0	9,2	45,0	8,5	55,5	8,5	80,0
31,25	11,8	40,0	11,8	43,0	10,8	52,6	10,6	80,0
62,5	17,1	35,0	17,1	38,0	15,5	48,1	15,0	75,0
100	22,0	32,0	22,0	35,0	19,9	<b>45,0</b>	19,0	71,0
155					25,3	42,2	24,0	68,0
200					29,2	40,5	27,0	66,0
300							33,0	64,0
600							50,0	<b>60,0</b>

Рисунок 4 – Зависимость затухания (Attenuation) и уровня перекрестной наводки на ближнем конце (NEXT) от частоты для кабелей различных категорий

Однако, встает вопрос количественной оценки упомянутых излучений. До недавнего времени не было официальных документов, стандартов, в которых вводились определения и регламентировались величины излучений от пассивных компонентов кабельных систем.

В последние годы сначала у независимых тестовых лабораторий, а затем и в проектах стандартов второй редакции на структурированные кабельные системы (ISO 11801 Ed.2, EN 50173 Ed.2) появилось понятие coupling attenuation (затухание вследствие связи), определяющее свойства ЭМС и ТЗИ кабельной системы. Физический смысл термина объясняется как соотношение переданной мощности в симметричную кабельную систему к излученной мощности. Параметр измеряется в дБ.

Coupling attenuation измеряется для всех кабелей, соединительного оборудования, линков или каналов. Coupling attenuation линков или каналов определяется параметром coupling attenuation наихудшего компонента. Очень важно, что на 10 дБ меньшее coupling attenuation соединительного оборудования сравнительно с кабелями дает в результате такие же свойства по ЭМС и ТЗИ.

ЭМС характеристики для большинства кабелей, соединительного оборудования, базовых линков и каналов приведены на рис. 5 (по данным лаборатории 3P).

Рейтинг	Качество		Характеристики кабельной проводки
	Кабели	Коннект	
1	1-10 дБ	1-4 дБ	Маловероятно, что каблирование будет иметь такую наихудшую ЭМС характеристику
2	11-20 дБ	5-14 дБ	Очень редко каблирование будет иметь такую низкую ЭМС характеристику
3	21-30 дБ	15-24 дБ	Очень плохо подсоединенные экраны. Очень плохо сбалансированное UTP каблирование
4	31-40 дБ	25-34 дБ	Плохо подсоединенные экраны. Очень плохо сбалансированное UTP каблирование.
5	41-50 дБ	35-44 дБ	Плохо подсоединенные экраны. Хорошо сбалансированное UTP каблирование. Специфицированная CENELEC мин. требования для 100 МГц UTP кабелей.
6	51-60 дБ	45-54 дБ	Низкокачественное FTP экранирование. Специфицированные CENELEC мин. требования для 100 МГц экранированных кабелей 55дБ.
7	61-70 дБ	55-64 дБ	FTP экранирование среднего качества. Специфицированные CENELEC мин. требования для 200 МГц экранированных кабелей.
8	71-80 дБ	65-74 дБ	Высококачественное FTP экранирование. Низкокачественное S-FTP экранирование.
9	81-90 дБ	75-84 дБ	Высококачественное S-FTP экранированное каблирование. Специфицированные CENELEC мин. требования для 600 МГц экранированных кабелей.
10	Мин. 91 дБ	Мин. 85 дБ	Специализированное экранирование кабельной системы

**Рисунок 5 – Значения величины coupling attenuation для различных типов кабелей и соединительного оборудования по данным лаборатории 3P (Дания)**

Стандарты ISO 11801 Ed.2, EN 50173 Ed.2 вводят четырехступенчатую градацию ЭМС характеристик кабельных систем в соответствии с параметром coupling attenuation. Следующие уровни ЭМС свойств кабельных систем определены и должны быть использованы для оценки, принятия решений и, возможно, улучшений ЭМС свойств кабельных систем.

**Уровень 1. Coupling attenuation до 30 дБ.**

Этим требованиям отвечают кабельные системы с очень плохими параметрами по ЭМС и ТЗИ.

Характеристики сетей класса D, E или F должны быть лучше уровня 1.

**Уровень 2. Coupling attenuation между 30 дБ и 50 дБ.**

Указанный параметр характеризует неэкранированные кабельные системы, разработанные комитетами по стандартизации приложений и производителями активного оборудования для поддержки приложений класса D. Кабельная система уровня 2 не может быть рекомендована для применения в условиях высокого уровня высокочастотных электромагнитных помех. Рекомендуется применять специальные меры по ЭМС (фильтры и т. д.) при применении в высокоскоростных приложениях.

Если экранированная кабельная система соответствует уровню 2, то это свидетельствует о наличии ошибок в подсоединении экрана и возможности улучшения характеристик кабельной системы до более высокого уровня.

**Уровень 3. Coupling attenuation между 50 дБ и 70 дБ.**

Указанный параметр характеризует экранированные системы с самым простым экраном (например, из алюминиевой фольги (кабель FTP)) и очень хорошо сбалансированные неэкранированные кабельные системы, разработанные комитетами по стандартизации приложений и производителями активного оборудования. Кабельная система уровня 3 не может быть рекомендована для применения в условиях высокого уровня электромагнитных высокочастотных помех. Рекомендуется применять специальные меры по ЭМС (фильтры и т. д.) при применении в высокоскоростных приложениях.

**Уровень 4. Coupling attenuation лучше 70 дБ.**

Указанный параметр характеризует кабельные системы с исключительными параметрами по ЭМС и ТЗИ. Применение специальных мер по ЭМС (фильтры и т. д.) необязательно даже при применении в высокоскоростных приложениях.

Для достижения системой характеристик уровня 4 должны быть обязательно применены очень качественно экранированные кабели (например, с экраном из алюминиевой фольги и металлической оплетки).

## Рекомендации по выбору оптимальной с точки зрения ТЗИ и ЭМС СКС

Безусловно, наилучшими параметрами обладает волоконно-оптическая кабельная система. Для медных кабельных систем с точки зрения ТЗИ и ЭМС предпочтение следует отдавать экранированным кабельным системам и при прочих равных условиях кабельным системам более высокой категории.

Перед выбором типа кабельной системы обязательно необходимо ответить на следующие вопросы.

- Какой уровень безопасности кабельной системы по ПЭМИН необходимо обеспечить?
- Какова ширина спектра сигналов, которые будут передаваться по кабельной системе?
- В каких диапазонах будут находиться источники электромагнитных помех?
- Каков будет уровень электромагнитных помех в течение всего срока эксплуатации системы?
- Насколько правильно и корректно будет выполнен монтаж? Особенно это касается разделения информационных и силовых цепей, качественного подсоединения экранов и реализации системы заземления в здании.

На большинство из поставленных вопросов довольно трудно ответить заранее, а на некоторые не возможно из-за наличия большого числа случайных влияющих факторов. Но необходимо помнить, что ответы на поставленные вопросы должны быть не только четко сформулированы, но и не должны меняться в течение всего срока эксплуатации СКС (иногда более 20 лет). Это необходимо учитывать при выборе уровня кабельной системы, а также начальной избыточности характеристик по ТЗИ и ЭМС.

При окончательном выборе типа кабельной системы, безусловно, необходимо руководствоваться требованиями национальных, европейских, международных и отраслевых стандартов.

На смену «Временным рекомендациям по технической защите информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок» – ВР ТЗИ ПЭМИН-95 и ВР ЭВТ-95 пришел Государственный стандарт Украины – ДСТУ 3396.0-96, предписывающий правила использования экранированных кабелей, металлических коробов и труб. Все компоненты должны иметь правильно организованную систему заземления. Этот стандарт обязателен для органов государственной власти, предприятий всех форм собственности и организаций, которые распоряжаются информацией, подлежащей технической защите.

При окончательном выборе типа кабельной системы, безусловно, необходимо руководствоваться требованиями национальных, европейских, международных и отраслевых стандартов.

УДК 621.396.677

## УЗКОНАПРАВЛЕННАЯ ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ПРОСЛУШИВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Игорь Науменко, Владимир Кизима*

*ОКБ «Шторм» при НТУУ «КПИ»*

*Анотація:* Розглянуто акустичну систему для дистанційного прослуховування локальних джерел мовної інформації, що складається з фазованої антенної решітки, блоків первинної і вторинної обробки та засобів аудіо- відеоконтролю. Висвітлено окремі аспекти апаратної та програмної реалізації системи.

*Summary:* Acoustic system for remote hearing local sources of speech consisting of phased antenna array, units of primary and secondary information processing, audio & video terminals is discussed. Some aspects of its hardware and software realization are cleared up.

*Ключевые слова:* Фазированная антенная решетка, диаграмма направленности, синтез коэффициентов чувствительности.

### I Введение

Сложившаяся в настоящий момент международная политическая обстановка выдвигает особые требования к техническому обеспечению спецслужб. В настоящее время все большую актуальность приобретает проблема создания высокоэффективных антенных систем для дистанционного прослушивания источников речевой информации по акустическому каналу. К подобным системам, как правило, предъявляют следующие основные требования: высокая направленность в рабочем диапазоне частот (1,5...5 кГц); низкий уровень бокового поля; подавление мешающих локальных помех; оперативное управление пространственной диаграммой направленности (ДН) в широком секторе углов (сканирование); низкий уровень собственных помех; возможность прослушивания в реальном времени; мобильность, невысокая