

УДК 621.37:621.391

В.И. Барсов<sup>1</sup>, Т.А. Стрелкова<sup>1</sup>, Е.И. Жилин<sup>2</sup>, А.С. Калмыков<sup>1</sup><sup>1</sup>Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков<sup>2</sup>Объединенный научно-исследовательский институт ВС Украины, Харьков

## АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

*Рассматриваются вопросы анализа электромагнитной обстановки на техногенных объектах характеризующихся сложной и разветвленной инфраструктурой. Изложенная в статье методика радиочастотного мониторинга основана на совместной, параллельной оценке совокупности параметров радиосигналов с использованием методов акустооптической спектроскопии и позволяет повысить эффективность анализа электромагнитной обстановки в условиях большого количества пространственно сосредоточенных радиоисточников сигналов и помех.*

*электромагнитная обстановка, техногенные объекты, сложная пространственная структура*

### Введение

Внедрение новейших технологий при построении автоматизированных систем управления на техногенных объектах со сложной пространственно разнесенной инфраструктурой (производственные объединения, комбинаты горноперерабатывающей и тяжелой промышленности, атомные электростанции и др.) в сочетании с устойчивой тенденцией к росту числа и повышению излучаемой мощности мобильных радиосредств работающих в перегруженных радиочастотных диапазонах и расширение круга задач решаемых с помощью этих средств, значительно усложняет поиск подходов к решению проблемы электромагнитной совместимости применяемых радиоэлектронных средств [1]. При этом разработка информационно-управляющих радиосистем требует сбалансированного учета потребностей и невмешательства в работу средств систем связи, контроля и управления, обладающих более высоким приоритетом. Проблема усложняется наличием индустриальных помех вызванных мощными электромагнитными полями, затрудняющих нормальное функционирование радиоэлектронных средств и значительно ухудшающих помеховую обстановку, а так же необходимостью экранирования помещений в промышленных зданиях и сооружениях (на пример атомная электростанция). Совокупность перечисленных факторов создает качественно новую электромагнитную обстановку в мегаполисах и местах расположения крупных промышленных комплексов.

Известно, что решение данной проблемы предполагает всесторонний анализ электромагнитной обстановки подразумевающей исследование совокупности разнородных электромагнитных помех, в первую очередь взаимных, влияющих на функционирование компонент систем связи, контроля и управления на основе использования модели дифференциального

вклада, механизма образования системной помехи, определения источников наиболее опасных помех и, каналов проникновения помех в оборудование [2].

Перспективным средством решения задачи оценки параметров радиосигналов, является применение акустооптических анализаторов спектра, обладающих, в отличие от аналогичных по назначению фильтровых и корреляционных анализаторов, значительно большей полосой пропускания и скоростью обработки сигналов [3 – 5].

**Целью данной статьи** является изложение методики анализа электромагнитной обстановки на техногенных объектах со сложной пространственно разнесенной инфраструктурой, основанной на совместной, параллельной оценке совокупности параметров радиосигналов с использованием акустооптических анализаторов спектра радиосигналов.

Предлагаемая методика основывается на предварительном анализе помеховой обстановки и позволяет выполнить параллельное оценивание параметров групповых сигналов полученных в результате взаимного наложения нескольких радиосигналов, параллельное оценивание и идентификацию коротких радиосигналов, а также выполнять оценивание параметров радиосигналов имеющих различный динамический диапазон [6 – 8].

### Результаты исследований

На примере абстрактного техногенного объекта со сложной пространственной инфраструктурой, рассмотрим подход к построению, необходимой для проведения предварительного анализа помеховой обстановки в регионе, модели воздействия на информационно-управляющую систему пространственно разнесенного комплекса взаимных и непреднамеренных помех.

Считается, что на вход обнаружителя радиосигналов поступает принятая реализация  $u(t)$ , пред-

ставляющая в общем случае аддитивную смесь двух физических процессов: помехового  $w(t)$  и сигнального  $s(t)$ :

$$u(t) = w(t) + s(t). \quad (1)$$

Помеховая составляющая является случайным процессом, имеющим гауссову статистику. При этом способность мобильных радиосредств связи системы управления успешно проводить сеансы связи в условиях действия разнородных по своему характеру электромагнитных полей оценивалась с использованием следующего выражения:

$$P_{sv} = (1 - \prod_{i=1}^n P_i) P_e P_t, \quad (2)$$

где  $P_i$  – вероятность наличия помехи радиосредству связи по  $i$  параметру (совпадение рабочих частотных диапазонов радиосредств, перекрытие диаграмм направленности с мешающим радиоисточником помех и т.д.);  $P_e$  – вероятность проведения сеанса радиосвязи при наличии помех обусловленных

естественными факторами;  $P_t$  – вероятность проведения сеанса радиосвязи при наличии помех техногенного (индустриального) происхождения.

Предлагается алгоритм функционирования и общая структурная схема устройства реализующая предлагаемую методику параллельного оценивания параметров групп радиосигналов имеющих различный динамический диапазон, при анализе электромагнитной обстановки на сложных пространственно разнесенных комплексах (рис. 1). В схемном решении, для наиболее достоверной оценки нелинейных откликов на выходе акустооптического анализатора спектра предполагается наличие баз эталонных портретов таких откликов, распределений условных плотностей вероятностей значений признаков распознавания для каждого типа сигналов и априорных вероятностей появления сигналов соответствующих типов.

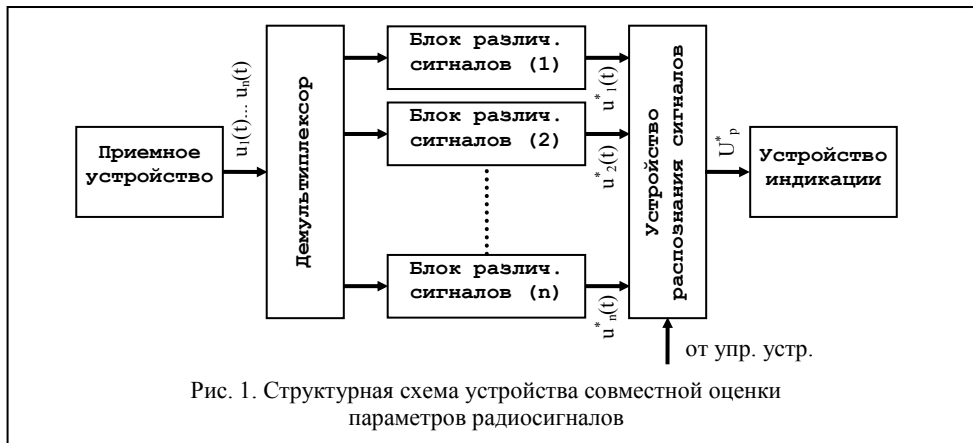


Рис. 1. Структурная схема устройства совместной оценки параметров радиосигналов

Для обеспечения возможности параллельного оценивания в акустооптическом анализаторе спектра параметров, как отдельных сигналов, так и групповых сигналов полученных при взаимном наложении нескольких сигналов, в условиях максимальной энтропии  $H_T(t)$  целесообразным может стать применение процедуры сличения таких сигналов с эталонными формами различных групповых сигналов  $X_{j1}(t)$  в устройстве сравнения [7]. Упрощенный алгоритм функционирования устройства измерения параметров коротких и сверхкоротких радиоимпульсов, при контроле электромагнитной обстановки, может быть описан следующим образом (рис. 1).

Входные сигналы  $u_1(t) \dots u_n(t)$ , после выполнения операций первичной селекции через демультимплексор поступают на сборку из  $i$  блоков различения сигналов, построенных на основе акустооптического анализатора спектра, каждый из которых подсвечивается соответствующим монохроматическим

пучком света. С выхода сборки различения сигналов короткие информационные посылки  $u_1^*(t) \dots u_n^*(t)$  поступают на устройство распознавания сигналов, выполняющего функции идентификации первичных источников радиоизлучения (радиопомех) по откликам акустооптического анализатора спектра и формирования результирующего сигнала  $U_p^*$ . Далее результирующий сигнал, несущий информацию о параметрах источников радиоизлучения действующих в исследуемом диапазоне частот, выдается потребителю информации для анализа, документирования и наглядного отображения. Для случая группового сигнала, по результатам сравнения отклика формируемого акустооптическим анализатором спектра, с эталонными формами различных групповых сигналов устройством управления принимается решение о справедливости той или иной гипотезы относительно составляющих группового сигнала. Апостериорные статистические данные, относительно сигналов подлежащих распознаванию, необ-

ходимые для создания базы эталонных портретов нелинейных откликов акустооптического анализатора спектра, накапливаются непосредственно путем анализа информации о характерных типах сигналов источников излучения, действующих в данном регионе, в ходе экспериментальных измерений. Таким образом, структура блока различения сигна-

лов должна включать непосредственно акустооптические анализаторы спектра, устройство сравнения, блок хранения эталонных форм и блок хранения условных плотностей распределения вероятности значений признаков распознавания и априорных вероятностей появления сигналов соответствующих типов (рис. 2).

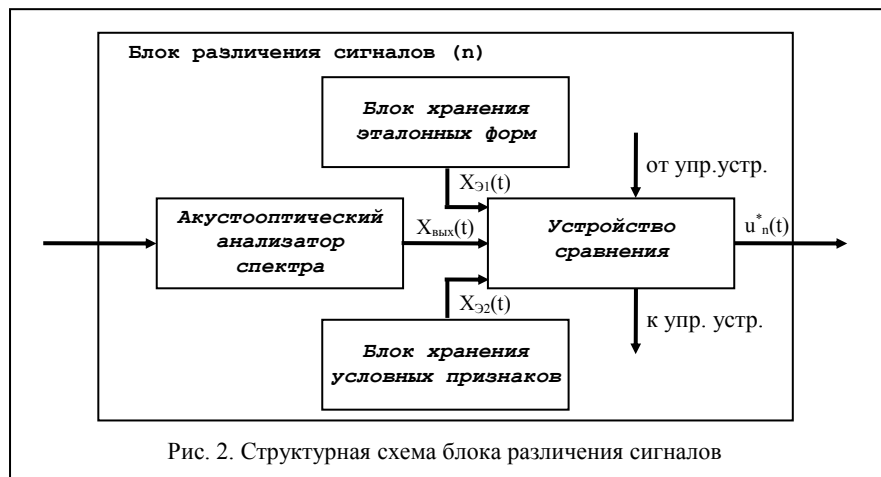


Рис. 2. Структурная схема блока различения сигналов

## Заключение

Вероятности появления характерного нелинейного отклика на выходе акустооптического анализатора спектра для оцениваемых входных сигналов могут быть определены на основании анализа частоты возникновения событий появления таких сигналов. Полагается, что составляющие вектора параметров сигнала являются взаимно независимыми величинами, мгновенные значения которых распределяются по многовариантному закону распределения. В данной работе использовалась следующая система ограничений: воздействием внешних возмущений на процесс обработки сигналов в акустооптическом анализаторе спектра можно пренебречь; внутренние шумы акустооптического анализатора спектра не влияют на амплитуду, форму и другие параметры исследуемых сигналов.

В качестве итога необходимо отметить перспективность создания новых и модернизации существующих методов радиочастотного мониторинга с целью повышения эффективности их применения при анализе электромагнитной обстановки в условиях большого количества пространственно сосредоточенных радиоисточников сигналов и помех. При этом возможными направлениями их модернизации являются: расширение динамического диапазона акустооптических анализаторов спектра для их адаптации к одновременному приему и анализу спектров радиосигналов в широком диапазоне мощностей; повышение частотной точности средств спектрального анализа радиосигналов, определяемой точностью отсчета частоты регистрируемого радиосигнала и разрешающей способностью.

## Список литературы

1. Украинская сеть деловой информации ЛИГАБизнесИнформ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.liga.net](http://www.liga.net).
2. Закон Украины от 1.06.2000 № 1770 – III «Про радиочастотный ресурс Украины» с последними изменениями и дополнениями внесенными Законом Украины от 25.03.2005 № 2505 – IV.
3. Гусев О.Е., Кулаков С.В., Разживин Б.П., Тигин Д.В. Оптическая обработка радиосигналов в реальном времени. – М.: Радио и связь, 1989. – 136 с.
4. Купченко Л.Ф. Акустооптические методы обработки сигналов. – Х.: ХВВКУ, 1980. – 96 с.
5. Мартынов В.А., Селихов Ю.И. Панорамные приемники и анализаторы спектра. / Под ред. Г.Д. Заварина – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Сов. радио, 1980. – 352 с.
6. Стрелков А.И., Барсов В.И., Можжаев А.А., Лытюга А.П., Коротков В.В. Пространственно-временная обработка сигналов малой длительности в акустооптических анализаторах спектра. // Моделювання і інформаційні технології. – К.: НАНУ, ІПМЕ. – 2003. – Вип. 22. – С. 184-195.
7. Стрелков А.И., Барсов В.И., Рябкин Ю.В. Потенциальные возможности совместной оценки параметров радиосигналов в задачах оценки электромагнитной обстановки // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 7 (35). – С. 208-215.
8. Стрелков А.И., Барсов В.И., Рябкин Ю.В. Принципы расширения динамического диапазона акустооптических анализаторов спектра. // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 9 (37). – С. 173-178.

Поступила в редакцию 12.06.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.И. Карпенко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.