

СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА

И ИХ КОМПОНЕНТЫ



В.Чепелев,
С.Шиляев

Задачи радиомониторинга способны эффективно решать анализаторы радиочастотного спектра семейства "РЧ" фирмы ЗАО "Руднев-Шиляев" (www.rudshel.ru), являющиеся многофункциональными программно-аппаратными измерительными комплексами. Эти приборы применяются для определения соответствия выделенного радиочастотного ресурса заданным ТУ, оптимизации размещения источника сигнала на заданном участке диапазона частот, отображения радиообстановки и анализа индивидуальной особенностей спектра радиосигналов.

Мы живем в океане электромагнитных волн. Разнообразные устройства, излучающие электромагнитные колебания, прочно и основательно вошли в нашу жизнь. Однако не всегда эти устройства способны мирно сосуществовать. Обеспечение их нормального функционирования представляет собой, вообще говоря, довольно сложную задачу электромагнитной совместимости. Для ее решения обычно не достаточно только одних теоретических расчетов, в которых просто невозможно учесть все существующие в данном районе источники помех, как и сложные условия многолучевого распространения радиоволн. На помощь приходят средства радиомониторинга, отображающие реальную картину использования радиочастот и позволяющие оперативно принимать меры по обеспечению электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем.

Средства радиомониторинга необходимы также для обнаружения утечки информации по радиоканалу. При постоянном совершенствовании средств негласного съема информации активно применяются такие методы маскировки радиосигнала, как использование широкополосных шумоподобных сигналов, сокращение времени работы передатчика, псевдослучайные изменения рабочей частоты и др. В ре-

зультате к системам радиомониторинга предъявляются новые, более жесткие требования.

КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ РАДИОМОНИТОРИНГА

Основной элемент любой системы радиомониторинга – измерительное радиоприемное устройство (РПУ), обеспечивающее прием радиосигналов в широком диапазоне частот (обычно до 3 ГГц и выше). В настоящее время в соответствии с техническими требованиями принята классификация РПУ по четырем категориям: А1, А2, Б и В. Особенно популярными стали импортные приемники производства фирм AOR и ICOM, относящиеся к категории А2.

Радиоприемники категории А1 имеют наивысшие параметры чувствительности, частотной избирательности и т.д. К этой категории относятся некоторые импортные РПУ производства фирм Rohde&Schwarz и Hewlett-Packard.

В табл.1 приведены характеристики некоторых популярных приемных устройств, применяемых для создания систем радиомониторинга.

Стоит отметить, что необходимо учитывать и такой параметр, как цена. Приемники класса А1 обычно имеют максимальную цену. Но, к сожалению, предпочтение отдается дешевым устройствам, что приводит к заметному ухудшению характеристик всей системы.

Другой, не менее важной, составляющей системы радиомониторинга является программное обеспечение. В его задачи входит отображение панорамы (панорамный индикатор) выбранного участка спектра, а также управление работой РПУ и режимами измерения. При этом для измерения уровня сигнала обычно используется встроенный в РПУ индикатор уровня. Дополнительные, но не менее полезные возможности ПО – запись фонограмм принимаемых сигналов, документирование результатов измерений, накопление результатов в базах данных, формирование эталонов, корреляционный анализ и др. Из популярных программ для радиомониторинга можно упомянуть ARCON EXPERT.

Как при любом радиоприеме, в радиомониторинге важную роль играет антенно-фидерная система. Обычно используются простые все-

Таблица 1. Технические характеристики некоторых РПУ

Название (категория)	Диапазон частот, МГц	Виды модуляции	Чувствительность при отношении сигнал/шум 10 дБ, мкВ	Избирательность на уровне 6 дБ, кГц	Шаг перестройки частоты, кГц	Число каналов памяти	Скорость сканирования, канал/с
ESH3 Rohde & Schwarz (A1)	0,5–3000	AM, FM, SSB и др.	0,3–1,0	2,5; 8; 15	0,001; 0,01; 0,1; 1	1000	До 13 ГГц/с
AR-8000 (A2)	0,5–1900	AM, NFM, WFM, LSB, USB, CW	AM: 1,0–3,0; NFM: 0,35–3,0; WFM: 1,0–6,0; SSB: 0,26–1,0	AM, NFM: 12; WFM: 180; LSB, USB: 2,4	Кратный 50 Гц	По 50 в 20 банках	20–30
IC-R8500 (A2)	0,1–2000	AM, NFM, WFM, LSB, USB, CW	AM: 2,5–6,3; NFM: 0,5; WFM: 1,4–2,0; LSB, USB: 0,25–1,0	AM, NFM, LSB, USB: 2,2; NFM, AM: 5,5; FM, AM: 12; WFM: 150	0,01; 0,05; 0,1; 1; 2,5; 5; 9; 10; 12,5; 20; 25; 100; 1000	1000 (по 40 в 20 банках плюс 200)	40
IC-R9000 (A2)	0,03–2000	AM, NFM, WFM, LSB, USB, CW, FSK	AM: 1,4–6,3; NFM: 0,5–1,4; WFM: 1,4–3,0; LSB, USB: 0,16–1,0	AM: 6; NFM: 15; WFM: 150; LSB, USB: 2,4	0,01; 0,1; 1; 2,5; 5; 9; 10; 12,5; 20; 25; 100	1000	40
AR-5000 (A2)	0,01–2600	AM, FM, LSB, USB, CW	AM: 0,36–0,56; FM: 0,2–1,25; SSB: 0,14–0,25	3; 6; 15; 40; 110; 220	От 1 Гц до 1 МГц	По 100 в 10 банках	50
WR-1550e (Б)	0,15–1500	AM, NFM, WFM, SSB, CW	AM: 1–5; FM: 0,35–3,5; SSB: 0,3–0,9	AM: 6; NFM: 17; WFM: 230; LSB, USB: 2,5	От 1 Гц и выше	Определяется программным обеспечением	10–50



Таблица 2. Технические характеристики систем "РЧ"

Параметр	"РЧ-01"*	"РЧ-031"	"РЧ-032"
Диапазон частот	10 кГц–2600 МГц	3 кГц–100 МГц	3 кГц–200 МГц
Спектральное разрешение	от 300 кГц до 240 Гц	от 50 кГц до 240 Гц	от 50 кГц до 240 Гц
Уровень входного сигнала, дБм	От -100	От -20 до +24	От -20 до +10
Скорость сканирования (при разрешении 6 кГц), МГц/с	87	200	200
Управление РПУ	Есть	Нет	Нет

*При комплектации РПУ AR 5000.

направленные антенны. Однако если необходимо не только зафиксировать наличие некоторого радиосигнала, но и определить направление на его источник, применяют направленные антенны. Широкое распространение получили как одиночные логопериодические антенны, так и антенные решетки из четырех и более элементов с программно изменяемой диаграммой направленности.

СИСТЕМА "РЧ-xxx"

Основная отличительная особенность систем радиомониторинга семейства "РЧ" производства ЗАО "Руднев-Шилиев" – использование быстродействующих плат сбора данных и обработки информации. Это позволяет отказаться от измерителя уровня сигнала, встроенного в РПУ, и проводить анализ и обработку непосредственно широкополосного (обычно до 10 МГц) сигнала на промежуточной частоте (ПЧ). В результате такого подхода существенно сокращается время обзора панорамы (возрастает скорость сканирования) по сравнению с классическими системами, использующими в качестве аппаратных средств только сами РПУ и компьютеры. Другое важное преимущество – это возможность демодуляции сложных цифровых сигналов за счет цифровой обработки.

В качестве примера можно привести программно-аппаратный комплекс "РЧ-01" (рис.1). Анализируемый радиосигнал поступает на антенный вход радиоприемного устройства с входным сопротивлением 50 Ом. После предварительного усиления и фильтрации во входных цепях РПУ участок спектра с шириной полосы 10 МГц переносится на промежуточную частоту 10,7 МГц с помощью смесителя РПУ. Центральная частота анализируемого участка спектра определяется частотой настройки РПУ и может задаваться программно с управляющего компьютера в диапазоне 10 кГц–2600 МГц. С выхода ПЧ приемника после усиления во внешнем усилителе сигнал поступает на плату АЦП, где преобразуется в цифровую форму для последующей обработки в компьютере. Типовая обработка заключается в цифровой фильтрации и вычислении спектра с использованием быстрого преобразования Фурье с заданной весовой (оконной) функцией. Результаты измерений отображаются на компьютере в виде панорамного индикатора.

Программная оболочка (рис.2) позволяет управлять радиоприемным устройством для выбора необходимого детектора, регулировки полосы

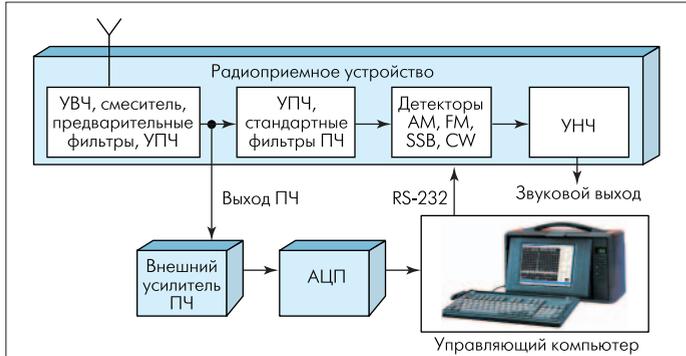


Рис. 1. Структурная схема измерительного комплекса "РЧ-01"

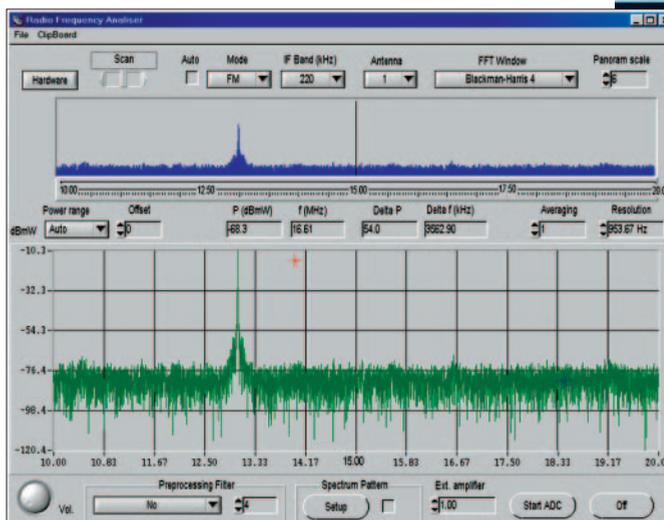


Рис.2. Интерфейс пользователя измерительного комплекса "РЧ-01"

ПЧ, уровня громкости, частоты настройки и режимов сканирования. Управление осуществляется по последовательному каналу RS-232.

Результаты измерений могут быть записаны на жесткий диск в текстовом или двоичном формате для хранения и последующей обработки средствами других программ.

В табл.2 приведены основные технические характеристики различных систем семейства "РЧ".

Системы "РЧ-031" и "РЧ-032" удобны в тех случаях, когда не требуется изменять частоту настройки приемника и значение ПЧ достаточно велико. Например, для решения задач мониторинга и контроля спутниковых, сотовых и других систем связи.

Система "РЧ-01" обеспечивает управление сканирующим приемником и применяется для решения задач радиомониторинга относительно узкополосных сигналов (до 10 МГц) и в тех случаях, когда для обзора всей панорамы необходимо изменение частоты настройки РПУ. Программное обеспечение этой системы адаптировано для управления изделиями производства фирмы AOR, но существует возможность управления и устройствами других фирм.

Благодаря использованию быстродействующих плат АЦП собственного производства для обработки сигналов на ПЧ удалось повысить скорость сканирования (сократить время обзора панорамы) по сравнению с системами, работающими исключительно за счет изменения частоты настройки РПУ. Наряду с этим удалось и расширить круг задач, решаемых данным измерительным комплексом.

Использование высокоскоростных АЦП для цифровой обработки сигналов в радиодиапазоне позволяет применять анализатор "РЧ" не только как систему радиомониторинга, но и как систему цифрового радиоприема.