

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ В РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СРЕДСТВ РАДИОМОНИТОРИНГА И ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ.

Ашихмин Александр Владимирович,
кандидат технических наук

Козьмин Владимир Алексеевич,
кандидат технических наук, доцент

Рембовский Анатолий Маркович,
доктор технических наук, старший научный сотрудник

В статье рассказывается о новых перспективах развития отечественного рынка радиомониторинга, открывшихся благодаря последним разработкам в области производства цифровых радиоприемных устройств.

Настоящая статья посвящена рассмотрению новых подходов к построению отечественных средств радиомониторинга и возможностей, ставших доступными благодаря появлению семейства модулей цифровых радиоприемных устройств серии «Аргамак», а также одноканальных и многоканальных приемных устройств на их основе.

Наиболее важные технические характеристики, производительность и функциональность средств радиомониторинга напрямую зависят от используемого в них радиоприемного устройства. Долгое время отечественные производители были вынуждены идти по пути использования импортных связных приемников, в изобилии представленных на российском рынке. Несомненное преимущество подобного подхода заключается в его сравнительной дешевизне. Тем не менее, данный подход имеет ряд существенных недостатков, среди которых ограниченность по функциональности, производительности и ряду других технических характеристик. В конце концов, связной приемник и не обязан обеспечивать высокие показатели при использовании его для целей спектрального анализа.

Ситуация в корне изменилась после того, как около шести лет назад было разработано и запущено в серийное производство отечественное цифровое радиоприемное устройство (ЦРПУ) АРК-ЦТ1. В созданном на его основе многофункциональном портативном комплексе радиомониторинга и выявления технических каналов утечки информации АРК-Д1Т были достигнуты сравнительно высокие для российского рынка показатели производительности в 150 МГц/с и динамического диапазона по интермодуляции третьего порядка в 70 дБ. Данное ЦРПУ было также использовано для построения систем пеленгования. На его основе были созданы измерительные средства АРК-Д1ТИ [1,2] и АРК-Д1ТР [3], сертифицированные Госстандартом Российской Федерации и зарегистрированные в качестве измерительных средств.

Следующим этапом стало создание двухканального ЦРПУ АРК-ЦТ3. Данное устройство позволяло осуществлять когерентный параллельный прием по двум каналам и имело для каждого канала полосу одновременного анализа в 5 МГц. Устройство послужило основой для создания двухканального комплекса радиомониторинга, пеленгования и выявления технических каналов утечки информации АРК-Д7К [4],

который, имея показатель динамического диапазона в 75 дБ, обеспечивал производительность уже в 2000 МГц/с при дискретности спектра 6 кГц.

Сегодня мы, по-видимому, можем наблюдать начало очередного витка развития и совершенствования отечественных систем радиомониторинга, положенного разработкой цифрового радиоприемного устройства «Аргамак» [5].

От своих предшественников новое радиоприемное устройство отличают, прежде всего, малая масса и габаритные размеры. Так, если устройство АРК-ЦТ1 имело массу порядка 4 кг, а АРК-ЦТЗ - около 6,5 кг, новое устройство «Аргамак» весит не более 1 кг. Данное обстоятельство является немаловажным, поскольку ведет к большей портативности комплексов, построенных на основе «Аргамака», что, в свою очередь, весьма значительно расширяет область их применения.

Однако не менее важным обстоятельством является тот факт, что устройство «Аргамак» обладает большей простотой конструкции, упрощающей производство. Это приводит к более низкой стоимости конечного изделия. Системные принципы, заложенные при проектировании устройства, позволяют с высокой эффективностью приспособить устройство для конструирования на его основе средств, используемых в самых разнообразных приложениях. Рассмотрим эти принципы более подробно.

ЦРПУ «Аргамак» включает в себя два основных модуля: преобразователь радиосигналов АРК-ПС5 (при размещении в корпусе имеет шифр «Аргамак-Т»), предназначенный для осуществления переноса радиосигналов на одну из промежуточных частот, и модуль аналого-цифровой обработки АРК-ЦО, осуществляющий оцифровку входящего аналогового сигнала на промежуточной частоте и его последующую цифровую обработку. В настоящее время существует две модификации модуля аналого-цифровой обработки АРК-ЦО2 и АРК-ЦО5, осуществляющие цифровую обработку сигнала в полосах 2 МГц и 5 МГц с дискретностью 3 и 6 кГц соответственно. Разработаны также модули АРК-ЦО10 с полосой одновременной обработки 10 МГц и модуль АРК-С5, позволяющий в сочетании с модулями АРК-Т5 существенно повысить производительность цифровой обработки.

Особое внимание при проектировании и разработке преобразователя сигналов АРК-ПС5 уделялось возможности обеспечения синхронной работы нескольких устройств в моноимпульсных системах радиомониторинга.

Для организации синхронной работы гетеродинов приемника в составе комплекса из нескольких изделий АРК-ПС5 на его плате размещены четыре разъема. Настройка преселекторов и других узлов обеспечивается по шине управления независимо для каждого изделия АРК-ПС5 в соответствии с текущими задачами. Для когерентной работы нескольких преобразователей АРК-ПС5 в составе многоканальных комплексов предусмотрена возможность использования любого из них в качестве источника сигналов гетеродинов, при этом остальные могут использовать эти сигналы в качестве своих гетеродинов.

Управление преобразователем сигналов осуществляется по последовательному порту с физическим протоколом RS485. Данный выбор обусловлен необходимостью обеспечения управления на расстоянии до нескольких сотен метров, например, при построении распределенных систем дистанционного радиомониторинга с функциями, аналогичными комплексам АРК-ДЗТ, АРК-Д9 [7].

Таблица 1. Основные технические характеристики ЦРПУ АРГАМАК.

Общие параметры:

Рабочий диапазон частот базового комплекта	25 - 3000 МГц
Рабочий диапазон частот в максимальной конфигурации	9 кГц - 3 ГГц
Дискретность настройки ВЧ тюнера по частоте	100 кГц
Входной аттенюатор	10, 20, 30 дБ
Максимальное допустимое напряжение на входе	23 дБм
Коэффициент шума по входу:	
в диапазоне 25 - 500 МГц	не более 12 дБ
в диапазоне 500 - 3000 МГц	12 - 14 дБ
Нестабильность частоты опорного генератора	1×10^{-6}
Относительная погрешность установки частоты при температуре от -20°C до +50°C	1×10^{-6}
Время настройки синтезатора, не более	2 мс
Фазовый шум гетеродина при расстройке на 10 кГц:	
в диапазоне 25 - 1000 МГц	-95 дБс/Гц
в диапазоне 1000 - 3000 МГц	-85 дБс/Гц

Избирательность и нелинейные искажения:

Ослабление помехи промежуточной частоты	70 дБ
Избирательность по зеркальному каналу	70 дБ
Динамический диапазон по интермодуляции 3 и 2 порядка	75 дБ
Точка пересечения интермодуляции (IP3) третьего порядка по входу, не менее	± 1 дБм
Неравномерность коэффициента передачи в рабочем диапазоне частот базового исполнения, не более	± 3 дБ

Сигнал промежуточной частоты:

Частота аналогового сигнала ПЧ	10.7 МГц, 41.6 МГц
Полоса пропускания до выхода ПЧ 10,7 МГц с неравномерностью ± 1 дБ	2 МГц
Полоса пропускания до выхода ПЧ 41,6 МГц с неравномерностью ± 3 дБ	5 МГц

Рабочая температура, вес, габариты энергопотребление:

Интервал рабочих температур:	
вариант 1	-20°C ... +50°C
вариант 2	-40°C ... +30°C
Напряжение питания	9 ... 16 В
Потребляемая мощность, не более	6 ВА
Размеры (ширина x высота x глубина)	106x32x200 мм
Масса рабочего комплекта, не более	1 кг

Аналоговый преобразователь сигналов АРК-ПС5 позволяет получить радиосигнал на промежуточной частоте, однако для решения основных задач радиомониторинга данный сигнал должен быть преобразован в цифровую форму и обработан по определенным алгоритмам. Подобная обработка осуществляется с помощью модулей аналого-цифровой обработки. Выбранная внутренняя архитектура модуля АРК-ЦО делает доступными следующие возможности.

В модуле предусмотрено наличие аналоговых фильтров, позволяющих однозначно представлять сигнал в цифровой форме. Демодуляция сигнала для слухового контроля осуществляется программно-аппаратно, что позволяет наращивать количество допустимых видов модуляции и снизить массогабаритные размеры модуля. Имеется возможность регистрации сигналов в векторной форме для последующего: технического анализа. Модуль обеспечивает работу в режиме панорамного анализа и демодуляции сигнала. Поскольку модуль является двухканальным, при использовании двухканального же аналогового тюнера можно производить когерентную обработку сигналов по двум каналам. В нем также обеспечена возможность генерации специализированных тестовых звуковых сигналов, используемых при специальных исследованиях помещений. Модуль является связующим звеном в системе управления комплексом радиомониторинга, обеспечивающим обмен между ПЭВМ или другим управляющим устройством, процессорами ЦОС, аналоговым тюнером и дополнительным оборудованием.

В таблица 2 приведены основные технические характеристики модулей АРК-ЦО2 и АРК-ЦО5.

Таблица 2. Основные технические характеристики модулей АРК-ЦО2 и АРК-ЦО5.

Общие параметры:

Функции модулей	- настройка на заданную частоту, - быстрый поиск новых сигналов, - выбор демодулятора, - вычисление спектра, уровня и полосы принимаемого сигнала, - работа под управлением внешней ПЭВМ
Функции измерения уровня сигнала с выхода демодулятора	- линейно усредненная, - пиковая, - квазипиковая, - логарифмическая, - среднеквадратическая
Детектирование, виды модуляции	АМ, ЧМ, ОБПв, ОБПн, непрерывное излучение, частотная телеграфия
Дискретность установки центральной частоты настройки	1 Гц
Динамический диапазон измерения уровней входного сигнала	0...+90 дБ/мкВ
Скорость панорамного анализа (с дискретностью 3 кГц) при использовании:	
модуля с полосой 2 МГц	500 МГц/с
модуля с полосой 5 МГц	1500 МГц/с
Вход, выходы, интерфейс дистанционного управления и передачи данных	
низкочастотный выход звука	есть
выход звука на наушники	есть
Работа под управлением внешней ПЭВМ:	
последовательный интерфейс	RS485
последовательный интерфейс	USB

Рабочая температура, вес, габариты энергопотребление:

Интервал рабочих температур:	
вариант 1	-20°C ... +50°C
вариант 2	-40°C ... +30°C
Напряжение питания	9 ... 16 В
Потребляемая мощность, не более	9 ВА
Размеры (ширина x высота x глубина)	106x32x200 мм
Масса рабочего комплекта, не более	1 кг

Существующие на сегодняшний день варианты исполнения модулей аналого-цифровой обработки АРК-ЦО перечислены в таблице 3.

Таблица 3. Варианты исполнения АРК-ЦО5, АРК-ЦО2.

Изделие	Значение ПЧ (МГц)	Полоса (МГц)	Количество каналов
АРК-ЦО2.10	10.7	2	2
АРК-ЦО2.41	41.6	2	2
АРК-ЦО5	41.6	5	2
АРК-ЦО2.41-1	41.6	2	1
АРК-ЦО2.10-1	10.7	2	1
АРК-ЦО5-1	41.6	5	1

Рассмотренные выше свойства модулей АРК-ПС5 и АРК-ЦО позволяют конструировать на их основе системы самого различного назначения, включая многоканальные системы радиомониторинга, комплексы выявления каналов утечки информации, моноимпульсные пеленгаторы, измерительную технику. К настоящему времени на основе модулей АРК-ПС5 и АРК-ЦО уже разработаны или находятся в завершающей стадии разработки ряд систем радиомониторинга.

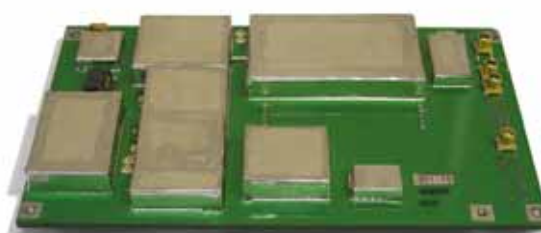
Краткие характеристики этих систем приведены ниже. Немаловажно, что указанные модули поставляются и сами по себе в комплекте с необходимой документацией, касающейся архитектуры и системы команд. Таким образом, можно использовать данные модули для построения средств собственной разработки.

Следует отметить, что разработка модулей велась с учетом существующих стандартов как на значение входных/выходных промежуточных частот (10,7 МГц и 41,6 МГц), так и на используемые физические протоколы обмена данными (USB, RS232). Поэтому преобразователь радиосигналов АРК-ПС5 может быть сопряжен с модулем аналого-цифровой обработки, отличным от АРК-ЦО, равно как и модуль АРК-ЦО может быть сопряжен с преобразователем сигнала, отличным от АРК-ПС5.

Устройство АРК-ПС5 поставляется в двух различных исполнениях: в виде печатных плат и в корпусе.



Печатная плата преобразователя сигналов АРК-ПС5 для установки в изделие пользователя



Модули аналого-цифровой обработки сигналов АРК-ЦО для установки в изделия пользователя



"АРГАМАК-Т" - преобразователь сигналов в корпусе, вид на переднюю и заднюю панели



Конструктивные модификации одноканального ЦРПУ АРГАМАК

К настоящему времени на основе устройств АРК-ПС5 и АРК-ЦО разработаны и запущены в серийное производство несколько систем.

- **Приемник панорамный измерительный «Аргмак-И» [6].** Предназначен для измерения параметров радиосигналов и напряженности электромагнитного поля, а

также для решения основных задач радиомониторинга. Имеет сертификат Госстандарта РФ.

- **Ручной пеленгатор АРК-РПЗ.** Предназначен для пеленгования амплитудным методом в открытом или скрытом режиме. При подключении ПЭВМ способен в полном объеме решать основные задачи радиомониторинга.
- **Ручной пеленгатор АРК-РП4.** Предназначен для пеленгования широкополосных сигналов, используемых в системах связи типа Bluetooth, IEEE 802.11 и др.
- **Носимый комплекс радиомониторинга и пеленгования АРК-НКЗ.** Предназначен для решения основных задач радиомониторинга и пеленгования амплитудным методом.

Особенностью вышеперечисленных систем являются их улучшенные массогабаритные показатели при высокой производительности.

Ряд портативных систем находится на завершающей стадии разработки.

- **Приемник панорамный многоканальный АРК РД8М.** Соединяет в себе функции комплекса радиомониторинга и выявления каналов утечки информации с возможностью многоканального автоматизированного радиоконтроля. Эффективное число одновременно обрабатываемых радиоканалов может достигать 32. В зависимости от использованного типа модуля обеспечивает производительность от 12 до 64 ГГц/с при дискретности соответственно от 3 до 12,5 кГц.
- **Многофункциональный комплекс радиомониторинга и выявления каналов утечки информации АРК-Д11.** По реализуемым функциям является полным аналогом комплекса АРК-Д7К [4], однако имеет меньшую массу и обеспечивает в полтора раза большую производительность.

Таким образом, семейство ЦРПУ «Аргамак» открывает новый этап в развитии отечественных средств радиомониторинга. Будучи использованными в качестве основы систем радиомониторинга, пеленгования и выявления технических каналов утечки информации, они позволяют существенно увеличить производительность при уменьшении массы и габаритов и сохранении всех прочих характеристик.

Новые системы могут быть построены с использованием модулей преобразования радиосигналов АРК-ПС5 и аналого-цифровой обработки АРК-ЦО, которые составляют основу приемных устройств «Аргамак». Указанные модули поставляются также отдельно в комплекте с документацией на внутреннюю архитектуру и систему команд, что позволяет потребителю проектировать на основе модулей свои собственные системы. Возможности использования модулей ограничены только воображением разработчика

Литература

1. АРК-Д1ТИ – Многофункциональный портативный комплекс радиомониторинга и выявления технических каналов утечки информации. . Сертификат Госстандарта РФ об утверждении типа средств измерений RU.C.35.002.A № 13618 от 03.12.2002, зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 23924-02
2. АРК-Д1ТИ – Многофункциональный портативный комплекс радиомониторинга и выявления технических каналов утечки информации. . Сертификат ФСТЭК № 13618 от 03.12.2002, зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 23924-02

3. АРК-Д1ТР – приемник панорамный измерительный. Сертификат Госстандарта РФ об утверждении типа средств измерений RU.C.35.002.A № 13618 от 03.12.2002, зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 23924-02
4. Рембовский А. М. Повышение эффективности поисковых средств автоматизированного радиомониторинга /I Специальная техника, № 4, 2003.
5. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Сергиенко А.Р., Носимые средства автоматизированного радиомониторинга. - Специальная техника № 4, М. 2004 г.
6. Приемник панорамный измерительный «АРГАМАК-И» Сертификат Госстандарта России об утверждении типа средств измерений RU.E.35.018.A № 18189 от 04.07.2004, зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 27325-04
7. Ашихмин А. В., Рембовский А.М. Дистанционный радиомониторинг помещений - методы и средства, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, Специальный выпуск 2003 г.