

# **Построение многофункциональных систем радиомониторинга на основе семейства малогабаритных цифровых радиоприемных устройств и модулей.**

**Рембовский Анатолий Маркович,**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Ашихмин Александр Владимирович,**  
кандидат технических наук

**Сергиенко Александр Ростиславович**

Отечественный рынок технических средств радиомониторинга за последние 5 – 6 лет претерпел значительные изменения. Разработано и запущено в серийное производство несколько поколений комплексов радиомониторинга, пеленгования, выявления технических каналов утечки информации на основе отечественных цифровых радиоприемных устройств (ЦРПУ). Настоящая статья продолжает [1-2] цикл работ, посвященных новым разработкам на основе модулей серии «АРГАМАК», и развивает сравнительно мало освещенный в отечественной периодике подход к построению многофункциональных технических средств, заключающийся в объединении нескольких ЦРПУ для решения таких задач, как повышение производительности панорамного анализа, обеспечение когерентной многоканальной обработки, многоканального радиоконтроля и записи радиосигнала в векторной форме в системах массового обслуживания и т.д. Такой подход в сочетании с использованием дополнительного оборудования и программных пакетов, как будет показано ниже, позволяет обеспечить решение большинства задач автоматизированного радиомониторинга при минимизации затрат.

Наиболее важные технические характеристики, производительность, а также функциональность комплекса радиомониторинга напрямую зависят от того, какое радиоприемное устройство используется в качестве ядра комплекса. Долгое время отечественные производители были вынуждены идти по пути использования импортных связанных приемников, в изобилии представленных на российском рынке, в комплекте с БПФ-процессорами. Несомненное преимущество подобного подхода заключается в его сравнительной дешевизне. Тем не менее, подобный подход имеет ряд существенных недостатков, среди которых ограниченность по функциональности, производительности, а также по 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 были разработаны и запущены в серийное производство отечественные цифровые панорамные РПУ АРК-ЦТ на основе одноканального (АРК-ЦТ1) и двухканального (АРК-ЦТ2) преобразователей радиосигналов. В созданном на основе АРК-ЦТ1 многофункциональном портативном комплексе радиомониторинга и выявления технических каналов утечки информации АРК-Д1Т были достигнуты высокие по тем временам для российского рынка показатели производительности в 150 МГц/с и динамического диапазона по интермодуляции третьего порядка в 70 дБ. Данное ЦРПУ пришло на замену импортным связным приемникам также в мобильных и стационарных системах радиомониторинга и пеленгования. На его же основе были созданы измерительные средства АРК-Д1ТИ и АРК-Д1ТР [3 - 5], сертифицированные Госстандартом Российской Федерации.

Следующим этапом стало создание двухканального ЦРПУ 4-го поколения на основе преобразователей радиосигналов АРК-ЦТ3. Данное устройство позволяет осуществлять когерентный параллельный прием по двум каналам и имеет при динамическом диапазоне 70 дБ 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, обеспечивающего скорость панорамного анализа до 2000 МГц/с во всем рабочем диапазоне. Данное изделие также стало основой для

построения серии мобильных и стационарных многофункциональных комплексов радиомониторинга и пеленгования 4-го поколения, реализующих двухканальную модификацию корреляционно-интерферометрического метода пеленгования [6].

Несмотря на несомненные преимущества, включающие высокие технические характеристики, производительность, функциональность, указанные радиоприемные устройства имели и недостатки - сравнительно крупные габариты, большой вес и повышенное энергопотребление. Другим недостатком РПУ 3-го и 4-го поколения является относительно низкая технологичность их производства. В связи с этим встала задача разработки радиоприемного устройства нового поколения, которое, обладая всеми положительными характеристиками своих предшественников, в то же время имело бы низкие массогабаритные показатели и было бы более технологичным в изготовлении.

### Модули семейства АРГАМАК.

В конце прошлого года было разработано новое, пятое, поколение радиоприемных устройств и составляющих их модулей серии АРГАМАК [1, 7]. ЦРПУ АРГАМАК в базовом составе включает два основных модуля: преобразователь радиосигналов АРК-ПС5 (при размещении в корпусе имеет шифр АРГАМАК-Т), осуществляющий перенос радиосигналов на одну из промежуточных частот, и модуль цифровой обработки, осуществляющий аналого-цифровую обработку сигнала на промежуточной частоте. АРГАМАК-Т 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. К настоящему времени существует две модификации модуля цифровой обработки АРК-ЦО2 и АРК-ЦО5, осуществляющие цифровую обработку сигнала в полосах 2 МГц и 5 МГц с дискретностью, соответственно, 3 и 6 кГц. Разработан также модуль АРК-ЦО10 с полосой одновременной обработки 10 МГц. Кроме того, в состав модулей входит специализированный вычислитель АРК-С5, позволяющий в сочетании с модулями АРК-ЦО существенно повысить производительность цифровой обработки. Функциональные схемы АРК-ЦО10 и АРК-С5 представлены на рис 1, 2, технические характеристики – в таблицах 1 – 3.

Таблица 1

#### **Технические характеристики модуля АРК-ЦО10**

Уровень входного сигнала соответствующий полной разрядной сетке аналого-цифрового преобразователя	(минус 17±0,5) дБм
Односигнальная избирательность по побочным каналам на зеркальных и промежуточных частотах	не менее 70 дБ
Динамический диапазон по интермодуляции третьего порядка при уровне входных сигналов минус 27 дБм	не менее 75 дБ
Неравномерность коэффициента передачи аналого-цифрового преобразования в полосе пропускания	не более ±1,5 дБ
Связь с управляющим компьютером	USB 2.0
Управление аппаратурой	две дифференциальные шины стандарта RS-485
Напряжение питания	9...16 В
Потребляемая мощность	не более 9 ВА

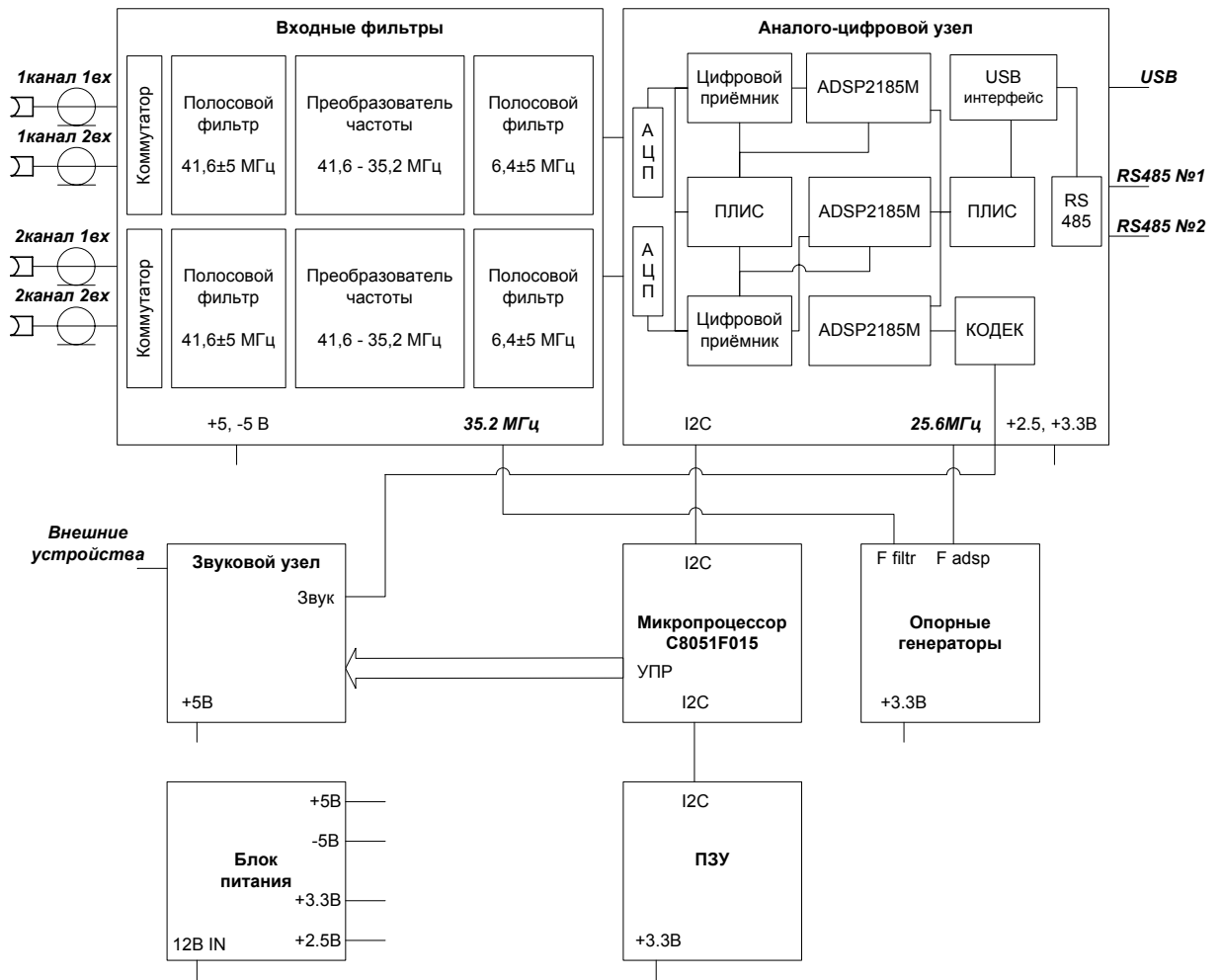


Рис. 1 Функциональная схема АРК-ЦО10

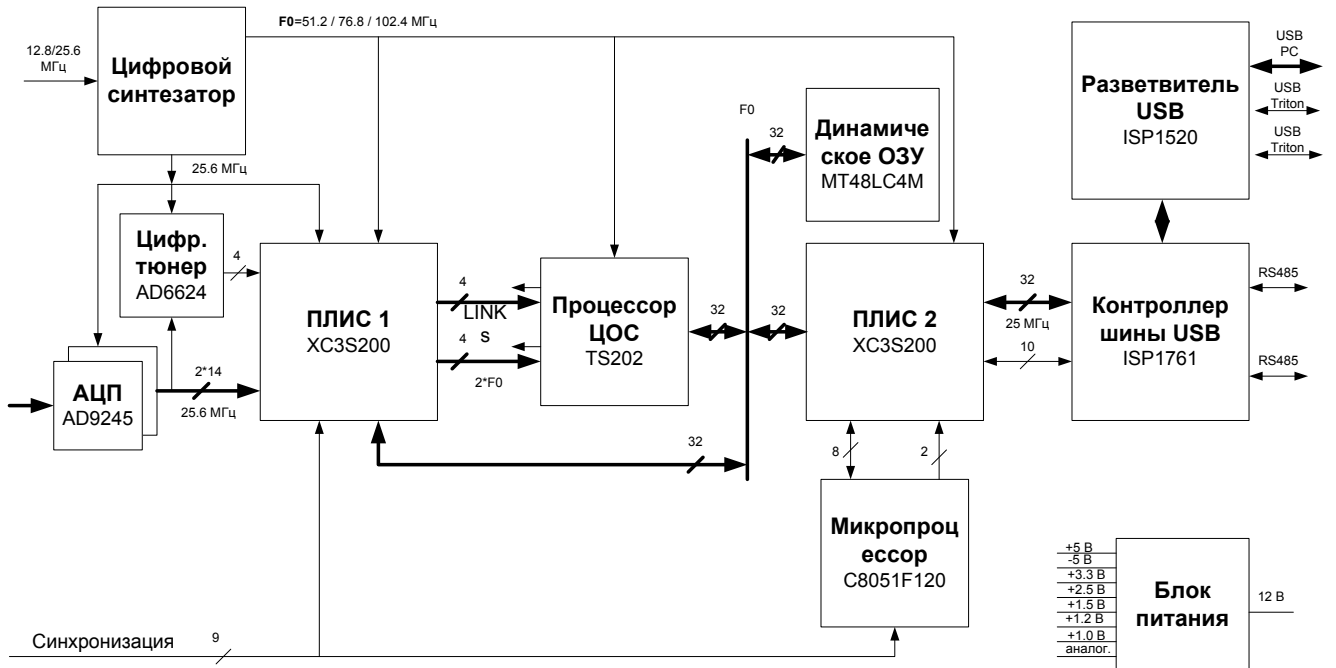


Рис. 2 Функциональная схема АРК-С5

Таблица 2

**Технические характеристики модуля АРК-С5**

Центральная частота входного сигнала	не менее 1,6 МГц
Динамический диапазон по интермодуляции третьего порядка при уровне входных сигналов 0,3 В	не менее 75 дБ
Амплитуда входного сигнала соответствующего полной разрядной сетке аналого-цифрового преобразователя	(1±0,1) В
Неравномерность коэффициента передачи аналого-цифрового преобразования в полосе входного сигнала от 0,6 МГц до 5,7 МГц	не более ±1,5 дБ
Время вычисления 2-х канального БПФ на 1024 точки с учетом умножения на окно	100 мкс
Связь с управляющим компьютером	USB 2.0
Напряжение питания	9...16 В
Потребляемая мощность	не более 20 ВА

Таблица 3

**Варианты исполнения АРК-ЦО5, АРК-ЦО2, АРК-ЦО10**

Модуль	Количество каналов	Полоса (МГц)	Значение ПЧ (МГц)
АРК-ЦО2.10	2	2	10.7
АРК-ЦО2.41	2	2	41.6
АРК-ЦО5	2	5	41.6
АРК-ЦО10	2	10	41.6
АРК-ЦО2.41-1	1	2	41.6
АРК-ЦО2.10-1	1	2	10.7
АРК-ЦО5-1	1	5	41.6

На базе модулей серии АРГАМАК к настоящему времени созданы приемник панорамный измерительный «АРГАМАК-И» [5], носимый измерительный комплекс АРК-НКЗИ радиомониторинга и пеленгования на его основе, ручной пеленгатор АРК-РПЗ и ручной пеленгатор широкополосных сигналов АРК-РП4 [1].

**Повышение производительности обработки (скорости панорамного анализа).**

Для повышения производительности обработки в широком диапазоне частот может быть использовано два основных подхода. Первый из них заключается в расширении полосы одновременно обрабатываемых частот при соответствующем увеличении разрядности АЦП и увеличении мощности процессора обработки. Такой подход, безусловно, оправдан при низкой загруженности электромагнитной обстановки (ЭМО) или обработке широкополосных сигналов от одного источника, все спектральные компоненты которых связаны между собой определенными амплитудными соотношениями.

В случае использования технических средств панорамного анализа для оценки ЭМО в городских условиях, когда работает большое количество независимых узкополосных источников радиоизлучения (ИРИ), наличие в полосе одновременного анализа хотя бы одного мощного ИРИ приводит к перегрузке и ошибкам при оценке уровня остальных ИРИ в той же полосе анализа. Поэтому в данных условиях оправдан другой подход, реализованный при построении ниже приведенных средств, суть которого заключается в сочетании определенного числа физических каналов частотной селекции (модулей преобразователей радиосигнала АРК-ПС5) и модулей цифровой обработки (АРК-ЦО).

Предлагаемые многоканальные панорамные радиоприемные устройства АРК-РД8М могут иметь в составе несколько (2 - 8) управляемых от одной ПЭВМ независимых преобразователей радиосигнала АРК-ПС5 и, соответственно 1 - 4 двухканальных модулей цифровой обработки АРК-ЦО с полосами одновременного анализа 2, 5 или 10 МГц в каждом канале. Кроме того, для реализации максимальной скорости панорамного анализа в состав данных средств включены высокопроизводительные двухканальные специализированные вычислители АРК-С5, снижающие время вычисления БПФ до 100 мкс.

Функциональная схема изделия АРК-РД8М/4 с четырьмя физическими каналами частотной селекции от 25 до 3000 МГц каждый представлена на рис. 3.

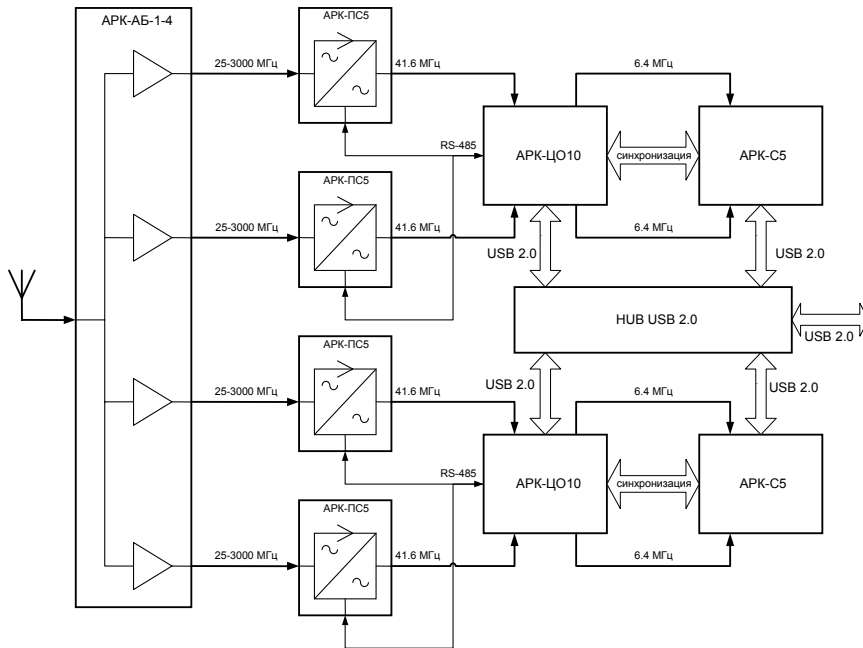


Рис. 3 Функциональная схема АРК-РД8М/4



Рис. 4 Внешний вид изделия АРК-РД8М/4

Полученные характеристики многоканального панорамного приемника АРК-РД8М/4 приведены в таблице 4.

Таблица 4

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Панорамный анализ, быстрый поиск сигналов:	
Рабочий диапазон частот	
- базовый состав	25...3000 МГц
- в максимальной конфигурации	9 кГц...18 ГГц
Аттенюатор	0... 30 дБ с шагом 2 дБ
Чувствительность	1.5 мкВ
Динамический диапазон по интермодуляции 3 и 2 порядка	75 дБ
Ослабление помехи промежуточной частоты, не менее	70 дБ
Избирательность по зеркальному каналу, не менее	70 дБ
Полоса одновременного спектрального анализа в каждом канале:	
- для АРК-ЦО5	5 МГц
- для АРК-ЦО10	10 МГц
Скорость в рабочем диапазоне при 2...8 каналах	
- для АРК-ЦО5 (дискретность 6 кГц)	8...32 ГГц/с
- для АРК-ЦО10 (дискретность 12 кГц)	16...64 ГГц/с
Питание:	
- от сети переменного тока	90 - 250 В
- от автомобильной бортовой сети	10,6 ... 13,6 В
- от автономного аккумулятора	12 В
Оперативный радиоконтроль, запись демодулированных передач:	
Количество контролируемых каналов	2 - 8

Количество частот в задании на сканирование	255
Количество диапазонов в задании на поиск	255
Дискретность настройки на радиосигнал	1 Гц
Виды демодуляции	АМ, ЧМ, ОБПв, ОБПн, телеграфные передачи
<b>Запись радиосигналов, технический анализ:</b>	
Полоса обрабатываемых частот / разрешающая способность для АРК-ЦО5	5МГц/15кГц, 250кГц/500Гц, 120кГц/240Гц, 50кГц/100Гц, 25кГц/50Гц, 9 кГц/20 Гц, 6кГц/12Гц
Полоса обрабатываемых частот / разрешающая способность для АРК-ЦО10	10МГц/30кГц, 250кГц/500Гц, 120кГц/240 Гц, 50кГц/100Гц, 25кГц/50Гц, 9кГц/20Гц, 6кГц/12Гц

Примечание.

параметры каждого приемного тракта определяются характеристиками ЦРПУ АРГАМАК.

Число физических каналов изделия АРК-РД8М в зависимости от решаемых задач может варьироваться от двух до восьми, при этом диапазон возможных скоростей ПА для различных модулей определяется таблицей 5.

Таблица 5

Тип модуля	Полоса одновременного анализа в одном канале	Дискретность	Скорость в рабочем диапазоне при 2...8 каналах
АРК-ЦО2	2 МГц	3,125 кГц	3...8 ГГц/с
АРК-ЦО5	5 МГц	6.25 кГц	8...32 ГГц/с
АРК-ЦО10	10 МГц	12.5 кГц	16...64 ГГц/с

Управление приемником осуществляется с помощью внешней ПЭВМ. Для работы с приемником предусмотрено использование следующих пакетов специального математического обеспечения:

- СМО-ПА8М Программный пакет обеспечения панорамного анализа;
- СМО-РД8 Программный пакет обеспечения многоканального радиоконтроля;
- СМО-ТА2 Программный пакет обеспечения технического анализа;

Под управлением данных пакетов приемник обеспечивает следующие функции [1]:

- панорамный спектральный анализ радиосигналов при параллельной перестройке преобразователей радиосигнала, подключенных к одной антенне;
- панорамный спектральный анализ радиосигналов с отдельным независимым заданием для каждого канала;
- накопление панорамы спектров в заданном диапазоне частот, сохранение панорамы загрузки диапазона для последующего анализа;
- статистический анализ результатов панорамного анализа;
- попарно-когерентная многоканальная обработка сигнала для использования в различных приложениях;
- поиск активных радиоканалов в диапазоне частот или по списку частот, автоматическая постановка найденных источников радиоизлучения на регистрацию;
- запись радиосигналов по ПЧ в векторной форме на жесткий диск ПЭВМ;
- технический анализ, определение вида модуляции и измерение параметров радиосигналов;
- запись демодулированных передач на жесткий диск ПЭВМ;
- воспроизведение записанной на жесткий диск ПЭВМ демодулированных сигналов;
- прослушивание демодулированных сигналов в реальном масштабе времени;
- формирование отчетов с результатами радиоконтроля и анализа сигналов.

Следует отметить, что при работе в режиме панорамного спектрального анализа с подключением всех каналов к одной антенне оказывается возможным достичь суммарной производительности в 64 ГГц/с при дискретности 12.5 кГц.

### **Обеспечение когерентной многоканальной обработки**

Особое внимание при проектировании и разработке преобразователя радиосигналов АРК-ПС5 уделено возможности обеспечения когерентной работы нескольких устройств, например, для использования в моноимпульсных системах пеленгования. Для этого в АРК-ПС5 предусмотрена возможность как вывода на разъемы синхронизации сигналов внутренних гетеродинов приемника, так и получение с тех же разъемов сигналов от внешнего источника с дальнейшим их использованием в качестве гетеродинных. Переключение назначения разъемов синхронизации (вход/выход) осуществляется программно. Аналогичным образом организована и синхронизация генераторов опорной частоты. Таким образом, в составе комплекса могут быть организованы следующие режимы работы АРК-ПС5:

- полностью автономная работа преобразователя АРК-ПС5 от внутреннего опорного генератора;
- автономная работа от внешнего опорного генератора с целью повышения стабильности и точности установки частоты, а также возможности частотной синхронизации комплекса из нескольких преобразователей АРК-ПС5;
- работа внутренних гетеродинов от внутреннего или внешнего опорного генератора с выдачей сигналов гетеродинов на разъемы синхронизации для обеспечения попарной когерентной работы преобразователей АРК-ПС5 (например, в составе систем пеленгования);
- работа с отключенными внутренними опорным генератором и гетеродинами для обеспечения когерентной работы нескольких изделий АРК-ПС5 (в составе систем пеленгования).

Управление преобразователем радиосигналов АРК-ПС5 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 АРК-Д13 с функциями, аналогичными комплексам АРК-Д3Т, АРК-Д9 [8].

### **Многоканальный радиоконтроль**

В данном разделе изложены пути реализации многоканального радиоконтроля, ставшие возможными благодаря особенностям предлагаемого модуля АРК-ЦО.

Выбранная внутренняя архитектура модуля цифровой обработки АРК-ЦО делает доступными следующие возможности. В нем предусмотрено наличие аналоговых фильтров, позволяющих однозначно представлять сигнал в цифровой форме. Демодуляция сигнала для слухового контроля осуществляется программно-аппаратными средствами, что позволяет наращивать количество допустимых видов модуляции без изменения аппаратной части и снижать массогабаритные размеры модуля. Имеется возможность регистрации сигналов в векторной форме для последующего технического анализа. Модуль обеспечивает одновременную работу в режиме панорамного анализа и демодуляции сигнала. Модуль является двухканальным (таблица 3), что позволяет при использовании двухканального аналогового преобразователя радиосигналов производить когерентную обработку сигналов принимаемых по обоим каналам. Модуль обеспечивает высокую производительность при решении задач пеленгования, демодуляции и записи радиосигнала в векторной форме. Модуль является связующим звеном в системе управления комплексом радиомониторинга, обеспечивающим обмен между ПЭВМ или другим управляющим устройством, процессорами ЦОС, преобразователями радиосигналов и дополнительным оборудованием.

Функциональная схема изделия АРК-РД8/8 с восемью физическими каналами частотной селекции от 25 до 3000 МГц содержит восемь преобразователей радиосигнала АРК-ПС5 и четыре двухканальных модуля цифровой обработки АРК-ЦО2.10 (таблица 3). Его структурная

схема отличается от приведенной на рис.3 схемы АРК-РД8М/4 отсутствием специализированных вычислителей АРК-С5 и тем, что в качестве базовых использованы модули АРК-ЦО2 с полосой одновременного анализа 2 МГц.

Наряду с функциями радиомониторинга в изделии АРК-РД8 предусмотрена возможность решения задач выявления технических каналов утечки информации и специальных исследований на наличие ПЭМИН. Обеспечивается возможность генерации специализированных тестовых звуковых сигналов, используемых при специальных исследованиях помещений.

Характеристики многоканального панорамного приемника АРК-РД8 приведены в таблице 6.

Таблица 6

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

<b>Панорамный анализ, быстрый поиск сигналов:</b>	
Рабочий диапазон частот	
- базовый состав	25...3000 МГц
- в максимальной конфигурации	9 кГц...18 ГГц
Аттенюатор	0... 30 дБ с шагом 2 дБ
Чувствительность	1.5 мкВ
Динамический диапазон по интермодуляции 3 и 2 порядка	75 дБ
Ослабление помехи промежуточной частоты, не менее	70 дБ
Избирательность по зеркальному каналу, не менее	70 дБ
Полоса одновременного спектрального анализа в каждом канале	2 МГц
Скорость в рабочем диапазоне при 2...8 каналах	1.2...4.8 ГГц/с
Питание:	
- от сети переменного тока	90 - 250 В
- от автомобильной бортовой сети	10,6 ... 13,6 В
- от автономного аккумулятора	12 В
<b>Оперативный радиоконтроль, запись демодулированных передач:</b>	
Количество контролируемых каналов	2 - 8
Количество частот в задании на сканирование	255
Количество диапазонов в задании на поиск	255
Дискретность настройки на радиосигнал	1 Гц
Виды демодуляции	АМ, ЧМ, ОБПв, ОБПн, телеграфные передачи
<b>Запись радиосигналов, технический анализ:</b>	
Полоса обрабатываемых частот / разрешающая способность для АРК-ЦО2	2МГц/7кГц, 250кГц/500Гц, 120кГц/240Гц, 50кГц/100Гц, 25кГц/50Гц, 9 кГц/20 Гц, 6кГц/12Гц

#### Упрощенный вариант многоканального панорамного приемника.

Рассмотренные выше свойства модуля преобразования радиосигналов АРК-ПС5 и модулей цифровой обработки АРК-ЦО позволяют конструировать на их основе системы самого различного назначения, включая многоканальные системы радиомониторинга, многоканальные системы дистанционного радиомониторинга в одном и многих помещениях, моноимпульсные пеленгаторы, измерительную технику. Особый интерес представляет двухканальная



модификация АРК-Д11 изделия АРК-РД8М, представляющая, по сути, дальнейшее развитие аппаратуры АРК-Д7К на основе модулей семейства АРГАМАК.

В настоящее время завершена разработка двухканального многофункционального комплекса радиомониторинга и выявления каналов утечки информации АРК-Д11 на основе модулей серии АРГАМАК.

**Комплекс АРК-Д11** предназначен для решения задач радиомониторинга и выявления каналов утечки информации. По своим функциям он схож с комплексом АРК-Д7К [9, 10]:

- двухканальный синхронный радиомониторинг в реальном масштабе времени с двумя когерентно связанными каналами приема и обработки;
- двухканальный радиоконтроль;
- двухканальный синхронный или одноканальный поиск и выявление технических каналов утечки информации, накопление и ведение базы данных по источникам и обработка результатов;
- корреляционный прием шумоподобных сигналов;
- запись радиосигналов в векторной форме на жесткий диск ПЭВМ;
- технический анализ, определение вида модуляции и измерение параметров радиосигналов;
- контроль проводных сетей.

Комплекс АРК-Д11 также может быть использован для решения задач пеленгования в комплексе с дополнительной пеленгационной антенной системой и дистанционного радиомониторинга нескольких помещений (до 11) в составе системы дистанционного радиомониторинга АРК-Д9 [8].



Рис.5. Центральный блок АРК-Д11

Отличительной особенностью базовой модели комплекса АРК-Д11 является его внутренняя архитектура, а именно то, что в его состав входят два преобразователя радиосигнала АРК-ПС5, выходы которых подключены к входам двухканального модуля цифровой обработки АРК-ЦО5 с полосой одновременного анализа 5 МГц каждого канала. Благодаря этому в комплексе достигнуты характеристики, приведенные в таблице 7.

Таблица 7.

#### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРК-Д11

Рабочий диапазон частот	
- базовый состав	9 кГц...3 ГГц
- в максимальной конфигурации	9 кГц...18 ГГц
Входной аттенюатор	0... 30 дБ с шагом 2 дБ
Максимальное допустимое напряжение на входе	23 дБм
Коэффициент шума	
- в диапазоне 25 – 465 МГц	не более 12 дБ
- в диапазоне 465 – 3000 МГц	12 - 14 дБ
<b>При работе от внутреннего опорного генератора:</b>	
Относительная погрешность частоты настройки	$\pm 5 \times 10^{-7}$
Температурная нестабильность при -20°C ... +50°C	$\pm 5 \times 10^{-7}$
Нестабильность частоты за сутки	$\pm 5 \times 10^{-7}$

<b>Избирательность и нелинейные искажения:</b>	
Ослабление помехи промежуточной частоты, не менее	70 дБ
Избирательность по зеркальному каналу	70 дБ
Динамический диапазон по интермодуляции 3 и 2 порядка	75 дБ
Точка пересечения по интермодуляции 3 порядка (IP3) по входу, не менее	
- без аттенуаторов	0 дБм
- с включенным аттенуатором 30 дБ	30 дБм
Неравномерность коэффициента передачи в рабочем диапазоне частот базового исполнения, не более	±3 дБ
<b>Сигнал промежуточной частоты:</b>	
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 ±1,5 дБ	5 МГц
Чувствительность приемника в режимах АМ и ЧМ	0,5 мкВ
<b>Панорамный анализ и быстрый поиск сигналов:</b>	
Скорость панорамного спектрального анализа при использовании:	
- модуля АРК-ЦО2 с полосой 2 МГц при дискретности БПФ 3 кГц	1200 МГц/с
- модуля АРК-ЦО5 с полосой 5 МГц при дискретности БПФ 6 кГц	3000 МГц/с
- модуля АРК-ЦО10 с полосой 10 МГц при дискретности БПФ 12 кГц	6000 МГц/с
Чувствительность по входу	1 мкВ
<b>Выявление технических каналов утечки информации (25 – 3000 МГц):</b>	
Переходное затухание антенных коммутаторов между каналами, не менее	40 дБ
Интегральная чувствительность системы (мощность передатчика в помещении площадью 8 м x 8 м, обнаруживаемая с вероятностью 0.99)	100 мкВт
Комплекс определяет внутри помещения местоположение радиомикрофонов с АМ, узкополосной и широкополосной ЧМ, статическим техническим закрытием (без изменения параметров закрытия во времени).	
<b>Контроль проводных сетей (в диапазоне 0.05 кГц - 30 МГц):</b>	
Уровень обнаруживаемых сигналов:	
- в диапазоне 0.05 кГц-10 кГц, менее	1 мВ
- в диапазоне 10 кГц-1 МГц, менее	100 мкВ
- в диапазоне 1 МГц-30 МГц, менее	10 мкВ
Входное сопротивление выносного датчика проводных сетей, не менее	1000 кОм
Напряжение проводных сетей	до 400 В

<b>Запись радиосигналов, технический анализ и измерение параметров:</b>	
Полоса обрабатываемых частот/разрешающая способность	5МГц/15кГц, 250кГц/500Гц, 120кГц/240Гц, 50кГц/100Гц, 25кГц/50Гц, 9кГц/20Гц, 6кГц/12Гц
<b>Двухканальный радиоконтроль, запись демодулированных передач:</b>	
Количество частот в задании на сканирование	255
Количество диапазонов в задании на поиск	255
Полоса частот демодуляторов	250кГц, 120кГц, 50кГц, 25кГц, 9кГц, 6кГц, 3кГц
Дискретность настройки на радиосигнал	1 Гц
Виды демодуляции	АМ, ЧМ, ОБПв, ОБПн, непрерывное излучение, телеграфные передачи
<b>Рабочая температура, вес, габариты, энергопотребление:</b>	
Интервал рабочих температур	-20°C ... +50°C
Питание:	
- от сети переменного тока	90 - 250 В
- от автомобильной бортовой сети	10,6 ... 13,6 В
- от автономного аккумулятора	9 ... 16 В
Потребляемая мощность, не более	20 ВА
Размеры	486 x 398 x 194 мм
Масса базового комплекта	11 кг

Параметры каждого приемного тракта определяются характеристиками ЦРПУ АРГАМАК.

Таким образом, изделие АРК-Д11, обладая основными техническими показателями лучшими, чем у АРК-Д7К, обеспечивает в полтора раза большую производительность при заметно меньших массе и энергопотреблении.

Рассмотренные выше изделия представляют примеры построения готовых систем на основе семейства модулей серии АРГАМАК. Немаловажным обстоятельством, однако, является то, что указанные модули поставляются сами по себе в комплекте с необходимой документацией, касающейся архитектуры и системы команд. Таким образом, заинтересованные организации могут использовать данные модули для построения систем собственной разработки, служащих для удовлетворения специфических требований.

### **Комплексное решение задач радиомониторинга ограниченным составом средств**

Иерархическая структура средств автоматизированного радиомониторинга (АРМ), их состав, функции, основные тактико-технические требования для решения задач АРМ в городах, промышленных центрах и на местности, выявления технических каналов утечки информации в одной и многих контролируемых зонах и на их границах, а также контроля эффективности мер по предотвращению утечки информации на защищаемых объектах обоснована ранее [11]. Попытка реализации подобной структуры в полном объеме для конкретного пользователя связана с определенными финансовыми сложностями. Выход из данной ситуации лежит на путях использования многофункциональных средств, обеспечивающих выполнение большинства задач АРМ с высокой эффективностью при минимизации затрат. В [9-10] и данной статье изложен подход к решению данной задачи на основе использования одного средства - многоканального (в минимальной конфигурации – двухканального) панорамного приемного устройства высокой производительности. При таком подходе расширение числа функций достигается применением дополнительных программных пакетов и дополнительного оборудования с существенно меньшей (по сравнению с основным ядром) стоимостью.

В таблице 8 дана оценка возможности выполнения различных функций на основе данных комплексов, представлен состав дополнительных технических средств и приведены ориентировочные данные по увеличению стоимости для их реализации.

Таблица 8

Решаемая задача	Дополнение к базовому составу	Увеличение стоимости
<b>АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАДИОМОНИТОРИНГ НА МЕСТНОСТИ</b>		
Автоматизированный радиомониторинг в реальном масштабе времени	программные пакеты СМО-ПА, СМО-АСПД	3 %
Запись и воспроизведение загрузки диапазона в координатах «уровень – частота – время»		
Автоматизированный радиоконтроль, запись и воспроизведение демодулированных передач и служебных параметров		
Увеличение зоны электромагнитной доступности (когерентный двухканальный прием с накоплением)		
<b>ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ</b>		
Запись в векторной форме фрагментов радиосигналов	программный пакет СМО-ТА2	3 %
Технический анализ (определение вида модуляции и параметров передач) в реальном масштабе времени и при отложенной обработке		
<b>МНОГОКАНАЛЬНЫЙ РАДИОКОНТРОЛЬ</b>		
Автоматизированный многоканальный радиоконтроль, запись демодулированных передач и служебных параметров, воспроизведение при отложенной обработке	программный пакет СМО-РД8	3 %
<b>ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ</b>		
Автоматизированная оценка зон энергетического покрытия	антенна АРК-А7А-2, программный пакет СМО-ПАИ	4%
Измерение параметров радиосредств	комплект измерительных антенн, программный пакет СМО-ПАИ	11%
Контроль эффективности мероприятий по защите информации на границах контролируемой зоны		
<b>ПЕЛЕНГОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИРИ</b>		
Автоматическое пеленгование (одноканальное и многоканальное) ИРИ в рабочем диапазоне частот	антенная система АС-МК1М или АС-МК4, программный пакет СМО-ППК	19%
Определение местоположения ИРИ на местности	антенная система АС-МК1М, программные пакеты СМО-ППК, СМО-КН1	30%
Локализация ИРИ на протяженных объектах в контролируемой зоне	антенная система АС-МК1М, WEB-камера, программные пакеты СМО-ППК, СЕКТОР	31%
<b>ДИСТАНЦИОННЫЙ РАДИОМОНИТОРИНГ ОДНОГО И МНОГИХ ПОМЕЩЕНИЙ</b>		
Выявление технических каналов утечки информации, идентификация и локализация радиомикрофонов	широкодиапазонная антенна АРК-А5, программный пакет СМО-ДХ	4%
Контроль сети переменного тока и малоточных проводных сетей	активный и пассивный датчики, программный пакет СМО-ДХ	4%

Дистанционный радиомониторинг удаленных помещений с одного рабочего места	антенный коммутатор, комплект периферийных устройств, программный пакет СМО-Д9	29% на 5 помещений
---	--	--------------------

### **Заключение**

Недавно разработанное и серийно производимое семейство модулей цифровых панорамных радиоприемных устройств серии АРГАМАК, отдельные устройства и комплексы на их основе открывают новый этап в развитии отечественных средств радиомониторинга. В качестве ядра систем радиомониторинга, пеленгования и выявления технических каналов утечки информации данные изделия позволяют существенно увеличить производительность при уменьшении массы и габаритов и сохранении прочих характеристик, расширить число доступных пользователю функций без изменения аппаратной части.

Примерами таких систем являются приемник панорамный многоканальный АРК-РД8М, многоканальный комплекс радиоконтроля АРК-РД8 и двухканальный комплекс радиомониторинга и выявления каналов утечки информации АРК-Д11.

Пользователь может также проектировать и свои собственные системы с использованием указанных модулей, которые могут поставляться отдельно в комплекте с документацией на внутреннюю архитектуру и систему команд. Возможности использования модулей ограничены только воображением разработчика!

### **Литература**

1. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Сергиенко А.Р., Носимые средства автоматизированного радиомониторинга. - Специальная техника № 4, М. 2004 г.
2. Ашихмин А.В., Козьмин В.А., Рембовский Ю.А. Портативная система радиомониторинга и определения местоположения источников радиоизлучения. - Специальная техника № 2, 3, М. 2005 г.
3. АРК-Д1ТИ – Многофункциональный портативный комплекс радиомониторинга. . 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. АРК-Д1ТИ – Многофункциональный портативный комплекс радиомониторинга и выявления технических каналов утечки информации. . Сертификат ФСТЭК № 506/1 от 01.02.2005
5. 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
6. Ашихмин А.В., Виноградов А.Д., Кондращенко В.Н., Рембовский А.М., Современные корреляционно-интерференционные измерители пеленга и напряженности электромагнитного поля. - Специальная техника. Специальный выпуск. С. 30-42. М. 2002.
7. Приемник панорамный измерительный АРГАМАК-И Сертификат Госстандарта России об утверждении типа средств измерений RU.E.35.018.A № 18189 от 04.07.2004,
8. Ашихмин А. В., Рембовский А.М. Дистанционный радиомониторинг помещений - методы и средства, Специальная техника, Специальный выпуск 2003 г.
9. Рембовский А. М. Повышение эффективности поисковых средств автоматизированного радиомониторинга // Специальная техника. – 2003. - № 4 .
10. Рембовский А. М., Комплексное решение задач радиомониторинга на основе многофункциональной аппаратуры с двумя трактами приема-анализа // Специальная техника. – 2003. - № 5.
11. Рембовский А. М. Автоматизированный радиоконтроль и пеленгование излучений – задачи и средства // Успехи современной радиоэлектроники. – 2003. - № 6.