

РЕМБОВСКИЙ Юрий Анатольевич,  
кандидат физико-математических наук  
СОПОВЬЕВ Игорь Олегович

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАЩИЩЕННЫХ КАРМАННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАДИОМОНИТОРИНГА НА МЕСТНОСТИ

**А**рмии США, Израиля, Индии вооружают своих солдат карманными компьютерами (КПК) в промышленном исполнении, позволяющем использовать их в полевых условиях. Промышленные защищенные КПК способны работать при повышенной влажности воздуха, под дождем, в песчаную бурю, при повышенном и пониженном давлении, при низких и высоких температурах, должны быть устойчивы к акустическому шуму.

Основным применением промышленных КПК [1] в полевых условиях в настоящее время являются задачи, связанные с навигацией. В комплекте с приемником GPS, а также устройствами передачи данных промышленный КПК становится мощным средством, которое помогает ориентироваться на местности при выполнении поставленной задачи. На экране КПК могут быть отображены текущее местоположение мобильной группы, точка назначения, предпочтительный маршрут движения. При необходимости там же могут отображаться аналогичные данные, относящиеся к работе других групп, задействованных для выполнения поставленной задачи, что позволяет повысить качество взаимодействия подразделений и сделать управление более гибким. На электронной карте местности возможно отображение различных объектов, включая данные о минных по-

лях, вероятные места расположения противника и пр. Особый интерес заключается в том, что вся указанная информация может изменяться динамически.

Промышленные КПК также могут служить в качестве индивидуальных средств сбора различной информации, которая при наличии соответствующих средств связи может передаваться на удаленный центральный пост для последующей обработки.

Наконец, промышленные КПК могут служить для управления различной специальной аппаратурой, что позволяет использовать их для создания аппаратно-программных систем, предназначенных для решения специальных задач в полевых условиях. Именно об этом применении промышленных КПК и пойдет речь далее более подробно.

Промышленные КПК производятся в различных странах мира. Производятся они и в России. Промышленный КПК отечественной разработки «Кулон» имеет ряд существенных преимуществ по сравнению со своими зарубежными аналогами.

Сверхмалые габариты (90x150x33 мм) и масса (450 г) устройства обеспечивают высокий уровень мобильности и доступности вычислительных ресурсов. Карманный компьютер можно штатно транспортировать на амуниции (в специальном кармане или закрепленным на ремне). Раз-

решение экрана VGA (640x480, 256 цветов) позволяет отображать больший, по сравнению с другими карманными компьютерами, объем информации. Это дает дополнительные преимущества при использовании устройства для навигации, работы с электронными таблицами и Интернетом.

Наличие слота PCMCIA, полноценного последовательного порта (порт RS-232 выведен во внешний разъем DB-9 на корпусе изделия) и USB 1.1 Host (внешний разъем USB-A на корпусе изделия) дает возможность подключения широкого спектра периферийного оборудования (внешних накопителей, ЦАП/АЦП и т.д.), оснащенного драйверами под соответствующие операционные системы.

КПК «Кулон» оснащен штатным аккумулятором высокой емкости 1800 мАч, обеспечивающим длительность автономной работы изделия до 13 ч (в зависимости от яркости подсветки и ресурсоемкости приложений). Обычно устройства данного класса оснащаются аккумуляторами 900 – 1300 мАч.

На переднюю панель КПК «Кулон» выведена клавиша включения/выключения беспроводного интерфейса для удобства использования и экономии заряда батареи (продление срока автономной работы).

Корпус КПК «Кулон» выполнен путем литья из алюминий-магниевого сплава, что обеспечивает высокую стойкость к внешним механическим воздействиям, таким, как вибрации и удары. Все разъемы изделия защищены резиновыми заглушками для обеспечения их защиты от влаги и пыли. Ввод информации и управление осуществляются главным образом с помощью сенсорного экрана и четырех функциональных клавиш, которые могут быть запрограммированы на вызов отдельных баз данных, программных средств и пр. Возможно подключение внешней промышленной USB-клавиатуры. Изделие комплектуется док-станцией для связи с любым компьютером, оснащеннымшиной USB 1.1.

Возможна поставка КПК «Кулон» с предустановленной ОС Microsoft Windows Mobile 2003, позволяющей использовать огромное количество приложений, совместимых с линейкой операционных систем: PPC 2000, PPC 2002, WM 2003. В табл. 1 приведена спецификация КПК «Кулон». В табл. 2 приведены данные об устойчивости КПК «Кулон» к внешним воздействующим факторам в рабочем режиме.

КПК имеют в целом худшие характеристики по сравнению со своими «старшими» собратьями – ноутбуками и планшетными компьютерами. У них более слабый процессор, меньший объем памяти. Основными преимуществами являются малые вес, энергопотребление и компактные размеры. Поэтому применение данных устройств для управления специализированной аппаратурой является оправданным, если и сама специализированная аппара-

**Таблица 1. Спецификация КПК «Кулон»**

Операционная система	Microsoft® Windows Mobile 2003
Процессор	Intel XScale PXA255, 400 МГц
ОЗУ	128 Мб (SDRAM)
ППЗУ	64 Мб (NAND flash)
Дисплей	4" TFT LCD, 480x640, 256 цветов; либо 240x320, 64K цветов сенсорный экран, стилус
Средства ввода информации пользователем	
Звук	встроенный монофонический динамик, встроенный микрофон
Внешние порты	USB x 2 (host x 1 USB 1.1) стандартный разъем, client x 1 mini connector); последовательный порт x 1 (DB9 RS232, COM1); PCMCIA x 1 (type II), Compact flash слот доступен с применением PCMCIA-to-CF переходника SD x 1 (только для карт памяти); разъем подключения внешнего микрофона/наушников (jack) x 1; разъем питания x 1; разъем подключения док-станции x 1
Основная батарея	Lithium-Ion, 7,4 В, 1800 мАч
Встроенная батарея резервного питания	NiMH, 3,6 В, 20 мАч
Корпус	магниево-алюминиевый сплав
Размеры	90x150x33 мм
Масса	450 г, включая батарею (110 г)

тура настолько компактна, что может перемещаться одним человеком, а также быть использована для работы при движении оператора. В противном случае более целесообразным является использование промышленных ноутбуков или планшетных компьютеров.

Таким образом, защищенные КПК имеет смысл применять для управления так называемыми носимыми средст-



**Фото 1. Защищенный КПК «Кулон»**



**Фото 2. Ручной пеленгатор АРК-РПЗ**

**Таблица 2. Стойкость КПК «Кулон» к внешним воздействующим факторам в рабочем режиме**

Название теста	Методика
Устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации	ускорение 6 г; частота колебаний 5 ... 500 Гц; длительность теста 1 ч
Устойчивость к воздействию случайной вибрации	частота 5 ... 1000 Гц; спектральная плотность ускорения 0,001 ... 0,01 г <sup>2</sup> /Гц; длительность теста 2 ч
Устойчивость к воздействию одиночного удара	ударная нагрузка 120 г; длительность воздействия 5 мс; количество ударов 18 (3 удара по 6 направлениям)
Устойчивость к механическим ударам многократного действия	ударная нагрузка 15 г; длительность воздействия 15 мс; количество ударов 10 000
Устойчивость к воздействию линейного ускорения	ускорение 15 г; длительность воздействия 3 мин (по каждому из 6 направлений)
Устойчивость к низкой температуре	температура -20° С; длительность теста 4 ч
Устойчивость к высокой температуре	диапазон температуры +23 ... +55° С; цикл 12 ч при +23° С, 12 ч при +55° С (всего 24 ч); количество циклов 3
Устойчивость к атмосферным конденсированным осадкам (иену и росе)	перепад температуры -20 ... +20° С; цикл 2 ч при -20° С в выключенном состоянии, 3 ч при +20° С (влажность 60%, давление 764 мм рт. ст.); длительность теста 5 ч
Устойчивость к пониженному давлению в рабочем режиме	минимальное давление 140 мм рт. ст. (максимальная высота над уровнем моря 12 км); длительность теста 1 ч
Устойчивость к воздействию повышенного атмосферного давления	давление 1140 мм рт. ст.; испытания проведены как в рабочем, так и нерабочем состоянии
Устойчивость к повышенной влажности воздуха	16 ч при температуре +55° С и влажности 93%; 8 ч при температуре +50° С и влажности 100%; длительность цикла 24 ч; количество циклов 10
Устойчивость к воздействию дождя	скорость выпадения осадков 5 мм/мин; угол падения капель 45°; размер капель 0,5 ... 4,5 мм; длительность теста 2 ч
Устойчивость к воздействию солнечного излучения	плотность теплового потока 1120 Вт/м <sup>2</sup> ; температура +20° С; давление 101,3 кПа; длительность теста 120 ч
Устойчивость к воздействию статической пыли	концентрация пыли 2 г/м; скорость потока 1 м/с; длительность теста 2 ч + 2 ч (воздушный поток в течение 2 ч, затем оседание пыли в течение 2 ч)

вами. Именно к этому классу устройств относятся ручной пеленгатор APK-RP3 (фото 2) и носимый измерительный комплекс радиомониторинга и пеленгования APK-HK3I. Ручной пеленгатор APK-RP3 предназначен для определения местоположения источников радиоизлучений на местности. Он построен на основе цифрового радиоприемного устройства «АРГАМАК» (APK-PR5) [2] и обладает всеми основными характеристиками (табл. 3), обеспечиваемыми данным устройством.

В число этих характеристик входят, в частности, малые размеры и небольшой вес, что делает весьма эффективным его использование в качестве средства обнаружения местоположения радиопередатчиков для небольших мобильных групп, передвигающихся пешим порядком [3]. Входящий в состав пеленгатора приемник «АРГАМАК» смонтирован во влагозащищенном ударопрочном корпусе кейсового типа (степень защиты IP65), снабжен сменным комплектом аккумуляторов, обеспечивающих непрерывную работу не менее 6 ч. Изделие рассчитано на работу в диапазоне температур от -20 до +55° С. Пеленгование осуществляется амплитудным методом с помощью комплекта направленных антенных модулей, рассчитанных на диапазон частот от 300 кГц до 3 ГГц. Весь рабочий комплект может располагаться в рюкзаке за спиной у оператора.

Ручной пеленгатор APK-RP3 имеет основной режим работы с помощью выносного пульта, имеющего панорамный дисплей, который обеспечивает базовый набор функций управления. Сюда входит спектральный анализ в окрест-

ности заданной частоты, прослушивание демодулированной передачи, поиск активных радиоканалов в заданном диапазоне частот или же среди заданного списка частот. Для расширения этого базового набора можно использовать защищенный промышленный КПК «Кулон» (фото 1). В комплекте с КПК ручной пеленгатор становится автоматизированным комплексом радиомониторинга достаточно высокого уровня.

Стоит отметить, что потенциальные возможности пеленгатора в качестве комплекса радиомониторинга в наиболее полной мере раскрываются под управлением ноутбука или планшетного компьютера и программного пакета СМО-ПА.

**Таблица 3. Основные технические характеристики ручного пеленгатора APK-RP3**

Диапазон рабочих частот в режиме приема	0,3 ... 3000 МГц
Чувствительность по входу приемника, не хуже	1,5 мкВ
Динамический диапазон	
по интермодуляции 3 и 2 порядка	75 дБ
Дискретность настройки РПУ	1 Гц
Диапазон рабочих температур	-20 ... +55° С
Масса рабочего комплекта (в сумке)	8 кг
Масса полного комплекта (в рюкзаке)	13 кг
Габаритные размеры (в сумке)	400x330x180 мм
Габаритные размеры (в рюкзаке)	510x500x250 мм
Питание от встроенного комплекта аккумуляторов	12 В
Длительность непрерывной работы базового комплекта от аккумуляторов	6 ч
Питание от автомобильной бортовой сети	10 ... 32 В
Питание от сети переменного тока	90 ... 250 В
Чувствительность в режиме пеленгования	20 ... 50 мкВ/м
Пределы оценки уровня сигнала (с учетом аттенюаторов)	-10 ... 110 дБ
Инструментальная точность пеленгования	7 ... 15°

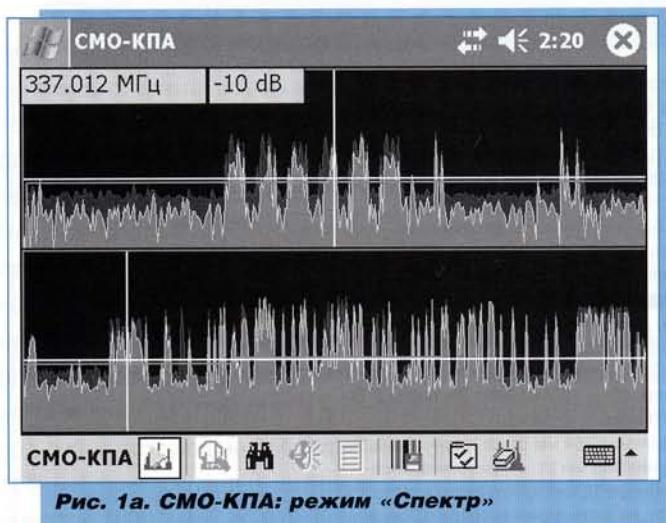


Рис. 1а. СМО-КПА: режим «Спектр»

Однако при этом теряется одно из наиболее ценных качеств пеленгатора – возможность его использования в движении. Практика же использования ручных пеленгаторов в условиях пересеченной местности показывает, что для достижения хороших результатов оператор должен перемещаться, постоянно уточняя результаты определения направления на источник излучения. Таким образом, защищенный КПК является наилучшим решением в случае, когда в полевых условиях требуется, с одной стороны, высокая мобильность, с другой стороны, необходимы функции, несколько выходящие за рамки базового набора.

Для внешнего управления с помощью персонального компьютера, карманного или обычного (типа ноутбук или планшетный), ручной пеленгатор APK-RPZ имеет интерфейс USB 2.0. Защищенный КПК имеет USB 1.1 Host, таким образом, скорость обмена будет вестись по протоколу USB 1.1, что приведет к снижению производительности системы по сравнению с потенциально достижимой, однако большая часть функций по-прежнему останется доступна. Для управления ручным пеленгатором APK-RPZ с помощью КПК используется программный пакет для панорамного анализа СМО-КПА. Программный пакет СМО-КПА является составной частью специального математического обеспечения (СМО) носимых средств радиомониторинга. Он рассчитан на работу в операционной системе КПК Pocket PC. Основным режимом программного пакета является режим «Спектр» (рис. 1а), обеспечивающий панорамный спектральный анализ в диапазоне частот, включающем один или несколько непересекающихся участков. В ходе работы пользователь имеет возможность просматривать на экране КПК как панораму спектра радиосигналов во всем анализируемом диапазоне, так и детальный спектр вблизи выбранной частоты, что позволяет пользователю оперативно оценивать радиообстановку. В программе также доступен режим «Прослушивание» (рис. 1б), обеспечивающий поиск активных сигналов с применением различных алгоритмов.

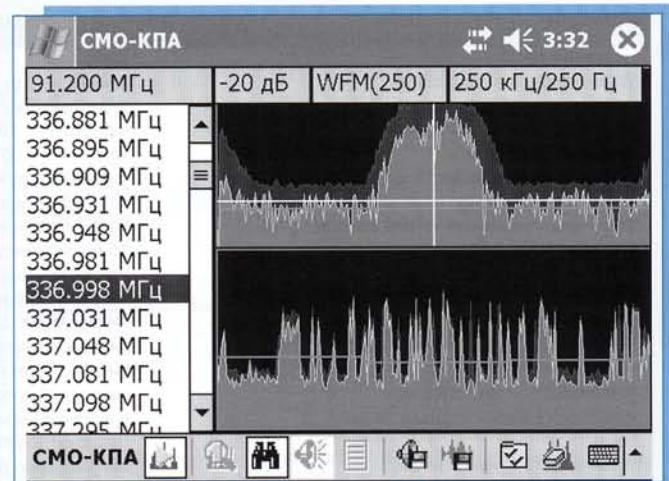


Рис. 1б. СМО-КПА: режим «Прослушивание»

Частоты обнаруженных радиосигналов могут быть сохранены в памяти КПК и в последующем вызываться для контроля в ручном или автоматическом режимах.

Пакет позволяет прослушивать демодулированный сигнал с заданной частотой и выбранным демодулятором, а также просматривать спектр сигнала на заданной частоте с изменяемым разрешением. Предусмотрена запись демодулированного сигнала и сигнала на промежуточной частоте в память КПК для последующего анализа. Возможна также запись частотно-временных данных для последующей отложенной статистической обработки на стационарном компьютере. По результатам работы программы по желанию пользователя может быть сформирован отчет.

Носимый измерительный комплекс радиомониторинга и пеленгования APK-HK3I по своим конструктивным особенностям и функциям близок к ручному пеленгатору APK-RPZ. В его состав также входят цифровое радиоприемное устройство и набор направленных антенных модулей, обеспечивающих пеленгование амплитудным методом в диапазоне частот от 300 кГц до 3 ГГц. Основное отличие заключается в том, что данный комплекс построен на основе приемника панорамного измерительного «АРГАМАК-И» (фото 3), сертифицированного Госстандартом России [4]. Приемник панорамный измерительный выпускается в различных конструктивных исполнениях, в том числе и в защищенном, пригодном для использования в полевых условиях. В табл. 4 приведены основные характеристики приемника «АРГАМАК-И».

По сравнению с панорамным приемником «АРГАМАК» приемник панорамный измерительный «АРГАМАК-И» обеспечивает лучшую стабильность установки частоты, а также более высокую точность в оценке уровня сигнала. Таким образом, в отличие от ручного пеленгатора APK-RPZ у носимого измерительного комплекса APK-HK3I на первом месте стоят его измерительные функции – возможности по точному измерению напряженности электро-



**Фото 3. Приемник панорамный измерительный «АРГАМАК-И»**

магнитного поля и параметров радиосигналов. Эти функции в базовой конфигурации комплекса обеспечиваются с помощью промышленного КПК и программы СМО-КПАИ, которая, обладая всеми режимами программы СМО-КПА, имеет дополнительный режим «Измерение», позволяющий производить в соответствии с методиками Госстандарта России измерения параметров радиосигнала и напряженности электромагнитного поля. Результаты измерений оформляются в виде отчетов в памяти КПК и потом могут быть переписаны в память стационарного компьютера для последующего анализа.

Носимый измерительный комплекс, управляемый с помощью промышленного КПК и программы СМО-КПАИ, может с успехом применяться для контроля за использованием радиочастотного спектра и выявления нелицензированных передатчиков.

### Заключение

В настоящее время защищенные карманные компьютеры входят в экипировку подразделений специального назначения многих армий мира. Защищенный карманный компьютер «Кулон» отечественного производства не уступает своим зарубежным аналогам, а по ряду характеристик превосходит их.

Основной областью применения защищенных карманных компьютеров является решение задач навигации и управления при работе небольших мобильных групп, выполняющих специальные задачи в полевых условиях. Тем не менее перспективным направлением является использование защищенных КПК для управления специализированной носимой аппаратурой, рассчитанной на эксплуатацию в полевых условиях. Примерами такой аппаратуры являются ручной пеленгатор АРК-РПЗ и носимый измерительный комплекс радиомониторинга и пеленгования АРК-НКЗИ.

Защищенный КПК «Кулон» и программа панорамного анализа СМО-КПА способны существенно расширить ба-

**Таблица 4. Основные технические характеристики приемника панорамного измерительного «АРГАМАК-И»**

Диапазон рабочих частот	25 ... 3000 МГц
Неравномерность АЧХ в полосе пропускания по выходу ПЧ	не более $\pm 1$ дБ
Полоса пропускания по выходу ПЧ	$2000 \pm 4$ кГц
Ослабление зеркальных каналов приема	не менее 70 дБ
Ослабление сигналов частот, равных промежуточным	не менее 70 дБ
Дискретность установки частоты в режиме измерения	1 Гц
Динамический диапазон по интермодуляции 3 и 2 порядка в полосе пропускания 3 кГц	не менее 75 дБ
Чувствительность (при полосе пропускания 3 кГц и соотношении сигнал/шум 10 дБ) в диапазоне рабочих частот	не более 1 мкВ
Разрешающая способность по различию двух равноуровневых сигналов:	
> при полосе обзора 2 МГц, не более	7 кГц
> при полосе обзора 1 МГц, не более	7 кГц
> при полосе обзора 250 кГц, не более	500 Гц
> при полосе обзора 120 кГц, не более	200 Гц
> при полосе обзора 50 кГц, не более	200 Гц
> при полосе обзора 25 кГц, не более	100 Гц
> при полосе обзора 9 кГц, не более	50 Гц
> при полосе обзора 6 кГц, не более	30 Гц
Предел допустимой абсолютной погрешности измерения уровня синусоидального сигнала с калибровкой	$\pm 1,5$ дБ
Предел допустимой абсолютной погрешности измерения уровня синусоидального сигнала без калибровки	$\pm 3$ дБ
Предел допустимой относительной погрешности измерения частоты синусоидального сигнала (где $F_i$ – частота измерений)	$F_i \cdot 10^{-6}$ Гц
Потребляемая мощность, не более	35 ВА
Напряжение питания	9 ... 32 В
Температура окружающего воздуха	+5 ... +40° С
Относительная влажность при температуре 22° С	до 80%
Атмосферное давление	84 ... 107 кПа
Габаритные размеры приемника в кейсе	270x240x130 мм
Масса, не более	5 кг

зовые возможности ручного пеленгатора АРК-РПЗ. Программа панорамного анализа и измерения СМО-КПАИ является неотъемлемой частью носимого измерительного комплекса радиомониторинга и пеленгования АРК-НКЗИ. Несмотря на то что по ряду показателей КПК уступают планшетным ПК и ноутбукам, они имеют существенно лучшие массогабаритные характеристики, могут эксплуатироваться при движении оператора и в ряде приложений являются незаменимыми.

### Литература

1. Hugh Jameson. The Soldier's Guiding Hand. Armada Issue 2, April/May, 2005, Feature Article (<http://www.armada.ch/05-2/content.cfm>).
2. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Сергиенко А.Р. Носимые средства автоматизированного радиомониторинга. Специальная техника, 2004, № 4, с. 39 – 47.
3. Ашихмин А.В., Козьмин В.А., Рембовский Ю.А. Портативная система радиомониторинга и определения местоположения источников радиоизлучения. Специальная техника, 2005, № 2, с. 27 – 35.
4. 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.