

Перспективная радиосеть обмена данными для АСУ управления войсками и оружием тактического звена



В статье рассмотрены вопросы, связанные с созданием и эксплуатацией перспективной радиосети обмена данными нового поколения для автоматизированных систем управления (АСУ) войсками и оружием тактического звена вооруженных сил. Предлагаемое решение предусматривает использование адаптированного оборудования узкополосной радиосети управления и сбора данных гражданского назначения, работающего в диапазоне ультракоротких волн (УКВ). Статья может представлять интерес для руководителей и технических специалистов организаций, выполняющих разработку АСУ для армии, авиации и флота.

ООО «Независимый исследовательский центр перспективных разработок» (НЦПР), г. Москва

Использование в интересах вооруженных сил (ВС) серийно выпускаемого радиоэлектронного оборудования, первоначально создававшегося для гражданских нужд, получило достаточно широкое распространение. В США этот принцип комплектования, получивший название COTS¹, применяется с начала 1980-х годов. Он предполагает принятие на вооружение и снабжение ВС гражданской продукции различного назначения после ее предварительной адаптации к действующим требованиям.

Основными преимуществами использования такой продукции являются:

- сокращение сроков создания и принятия на вооружение новых и модернизированных систем оружия и боевой техники за счет использования уже разработанных и проверенных на практике современных программно-технических средств;

- снижение финансовых затрат, связанных с созданием и эксплуатацией боевой и специальной техники;
- оперативное освоение и внедрение в войска перспективных технологий, разработанных за счет финансовых средств, не относящихся к бюджету Министерства обороны.

Применение аппаратуры связи и обмена данными УКВ-диапазона в тактическом звене управления ВС имеет многолетнюю историю и обусловлено параметрами распространения радиоволн в этом диапазоне, а также преимуществами данной аппаратуры, которая обеспечивает решение широкого круга оперативных задач. Значительная часть этих задач должна выполняться автоматически, в масштабе времени, близком к реальному:

- передача сигналов управления;
- доведение до подчиненных средств целеуказаний и сигналов оповещения;
- передача и прием докладов о ходе и результатах выполнения поставленных задач;

- всестороннее информационное обеспечение;

- удаленное управление техническими средствами;

- мониторинг и контроль местоположения подчиненных средств;

- взаимодействие с автоматизированными системами соседних подразделений и других родов войск;

- мониторинг технического состояния аппаратуры связи и обмена данными в целях обеспечения высокой надежности и живучести системы управления.

Возможности рассматриваемой аппаратуры позволяют эффективно использовать ее для решения следующих основных задач:

- функционирования АСУ боевых подразделений, а также подразделений обеспечения и обслуживания;

- дистанционного управления оружием и боевой техникой;

- взаимодействия между полевыми АСУ различных родов войск при совместных действиях;

- загоризонтного целеуказания, в том числе с использованием бес-

¹ От англ. Commercial off the shelf, то есть товар с полки, готовый коммерческий продукт.

пилотных летательных аппаратов (БЛА);

- ▶ передачи разведывательной, метеорологической и навигационной информации;

- ▶ трансляции сигналов единого времени.

Радиосеть обмена данными, работающая в УКВ-диапазоне и позволяющая организовать автоматический обмен информацией между стационарными пунктами управления и подвижными группами, а также подвижных групп между собой, является идеальным средством для управления подчиненными средствами в обширной оперативной зоне, не требующим развертывания сложной технической инфраструктуры. Она может использоваться также для дистанционного управления техническими средствами, сбора данных, идентификации и контроля, обеспечивая возможность их быстрого развертывания в заданной точке и оперативного перемещения в другой район в случае изменения стоящей задачи.

Следует отметить, что существующие возможности по сопряжению радиосети УКВ-диапазона с аппаратурой других сетей связи и магистральными каналами связи обеспечивает возможность удаленного управления подчиненными средствами практически на любом удалении. Так, в одном из реализованных на практике проектов специалисты компании с технической площадки в г. Москве на протяжении длительного времени производили удаленную настройку радиотехнического и электронного бортового оборудования и контролировали работу карьерных самосвалов и локомотивов промышленного железнодорожного транспорта на территории другого государства по каналу, включавшему в себя проводные линии связи, радиорелейный канал и технологическую радиосеть УКВ-диапазона. Общая протяженность канала связи составила более 3000 км.

Пример реализации радиосети обмена данными тактического звена управления

В качестве примера предлагается рассмотреть вариант реализации радиосети обмена данными, обеспечивающей боевое применение современного берегового противокорабельного ракетного комплекса, так как

в данном случае обеспечивается обмен данными между наземным, воздушным и морским компонентами. Такой вариант прорабатывался для конкретной задачи. В примере использован современный радиомодем Viper-SC+ зарубежного производства, поскольку отечественные аналоги такого оборудования находятся в стадии разработки. Автор располагает достоверной информацией о том, что аналогичное оборудование уже применяется в ВС ряда государств, в частности в сухопутных войсках Египта в интересах обеспечения функционирования в полевых условиях органов тылового обеспечения. Кроме того, российскими разработчиками были проведены успешные полевые испытания, в ходе которых был обеспечен надежный обмен данными в направлении «борт — борт» между двумя боевыми самолетами тактической авиации ВКС РФ.

Представленная ниже информация не затрагивает вопросы обеспечения надежности обмена данными в условиях радиоэлектронного противодействия, а также задачи закрытия информации, которые выполняются дополнительными программно-техническими средствами. При этом предполагается, что задача повышения надежности работы радиосети будет дополнительно обеспечиваться штатными средствами базовой станции за счет подстройки скорости обмена данными в зависимости от условий приема (при ухудшении условий приема автоматически снижается скорость обмена данными, в результате чего повышается вероятность доставки информации).

Радиосеть используется для организации обмена данными между самоходными командными пунктами (СКП, в составе комплекса имеются основной и резервный пункты), четырьмя самоходными пусковыми установками (СПУ), четырьмя транспортно-перегрузочными машинами (ТПМ), группой беспилотных летательных аппаратов разведки и целеуказания, а также взаимодействующими кораблями и самолетами морской авиации. В радиосети используются базовые радиомодемы, установленные на СКП и выполняющие функции главной станции радиосети, и мобильные радиомодемы, развернутые на остальных средствах. Практический опыт эксплуатации радиомоде-

мов в приложениях, связанных с обеспечением работы технических средств контроля подводной обстановки, подтверждает возможность подключения к радиосети таких средств и использования данных от них в целях обнаружения подлежащих поражению надводных целей.

Радиосеть имеет централизованное управление, которое может автоматически передаваться с основного СКП на резервный и обратно. Подсеть управления БЛА использует такие же технические средства, как и сеть управления комплексом, но функционирует на отличных от них радиочастотах, за исключением собственно пункта управления, который также подключен к основной радиосети. СКП может организовывать и поддерживать связь с СПУ и ТПМ с заранее подготовленных позиций или в движении.

Радиосеть использует всего два основных номинала радиочастот УКВ-диапазона с шагом сетки 25, 12,5 или 6,25 кГц. Возможности по задействованию резервных номиналов радиочастот определяются техническими характеристиками аппаратуры для каждого рабочего поддиапазона. При этом допускается работа как непосредственно через базовую станцию СКП («точка — много точек»), так и с ретрансляцией данных через любой удаленный радиомодем («каждый с каждым»), находящийся в зоне электромагнитной доступности.

Общая схема радиосети управления берегового противокорабельного ракетного комплекса представлена на рис. 1.

Технические возможности радиосети обмена данными позволяют организовать связь между всеми потребителями наземного, воздушного и морского базирования на едином радиочастотном ресурсе и с использованием типовых комплектов аппаратуры. Технические возможности и пропускная способность радиосети позволяют частично или полностью автоматизировать выполнение следующих операций:

- ▶ выдвигание в район оперативного предназначения и развертывание пусковых установок на позиции;
- ▶ точную привязку к местности (за счет трансляции дифференциальной поправки);
- ▶ сбор и распределение метеорологической информации;

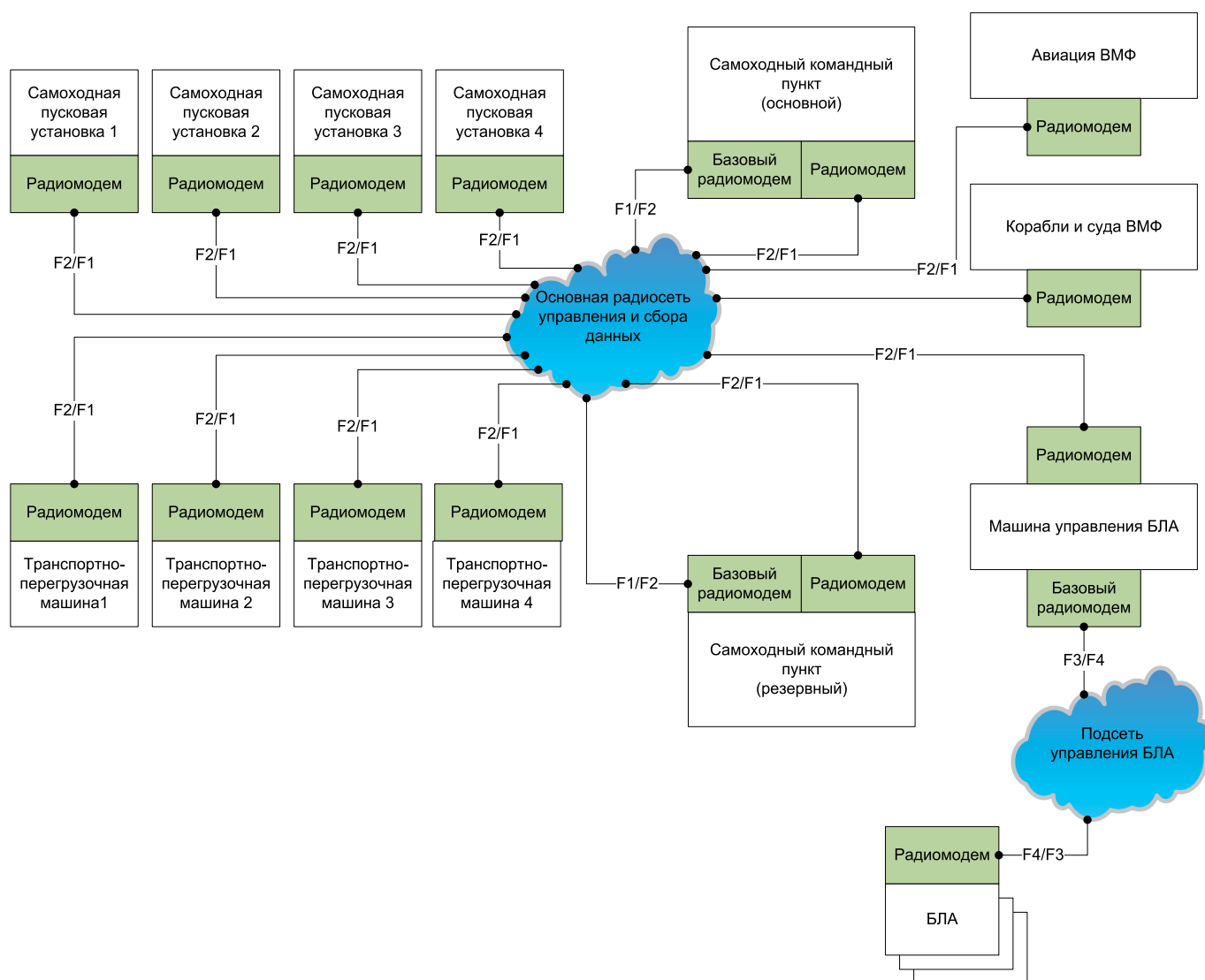


Рис. 1. Общая схема радиосети управления берегового противокорабельного ракетного комплекса

- доведение данных разведки с наземных, воздушных и морских средств;
- передачу данных для стрельбы и команд на пуск ракет по заданным целям;
- взаимодействие с кораблями и морской авиацией в оперативной зоне;
- управление действиями транспортно-заряжающих машин и подготовку следующего пуска ракет.

Оперативное и техническое управление радиосетью организуется с основного СКП. В работе радиосети могут использоваться до 32 заранее настроенных номиналов радиочастот с автоматическим изменением рабочей частоты при потере связи и возможностью автоматической самонастройки для ретрансляции данных через любой узел радиосети (реализация принципа скачкообразного

изменения частоты в рамках данной работы не рассматривалась).

Использование в радиосети IP-протокола обмена данными позволяет подключать к ней практически любые современные электронные устройства, поддерживающие данный протокол, а также оперативно масштабировать радиосеть за счет подключения новых объектов, например, технических средств системы безопасности периметра зоны, в которой развертываются противокорабельные ракетные комплексы, и наземных средств метеорологической разведки.

Радиомодемы Viper-SC+ (табл. 1, 2) имеют достаточно высокую надежность (среднее время их наработки на отказ составляет не менее 400 тыс. часов) и предусматривают возможность реализации удаленного контроля технического состояния, позволяющего

предупреждать выходы оборудования из строя и оперативно устранять возможные отказы, повышая надежность и живучесть радиосети в целом.

В настоящее время ООО «НЦПР» завершает разработку отечественного радиомодема «Гепард-100», имеющего схожие технические характеристики с радиомодемом Viper-SC+ 100 и более широкие функциональные возможности.

Радиомодем «Гепард-100С» представляет собой пакетирующее устройство. В дополнение к вышеупомя-

² Пакетирующий радиомодем – устройство, выполняющее передачу цифровых данных с их промежуточным преобразованием, разделением на пакеты (определенным образом оформленные блоки данных). Кроме передаваемых данных каждый пакет содержит служебную информацию, обеспечивающую поддержку соответствующего пакетного протокола.

Таблица 1. Технические характеристики радиомодема Viper-SC+

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900			
				
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Диапазон частот, МГц	136–174	215–240	406–470 450–512	880–902 928–960
Шаг сетки частот, кГц (настраивается программно)	50; 25; 12,5; 6,25	100; 50; 25; 12,5; 6,25	50; 25; 12,5; 6,25	100; 50; 25; 12,5
Тип излучения	3К30F1D; 11К2F1D; 16К5F1D; 17К8F1D; 33К0F1D; 52К7F1D			
Потребляемый ток: • прием, мА • передача 40 дБм (10 Вт), А • передача 30 дБм (1 Вт), А	450 (10 В); 240 (20 В); 170 (30 В) 4,6 (10 В); 2,04 (20 В); 1,37 (30 В) 1,2–3,6 (10 В); 0,6–1,8 (20 В); 0,4–1,2 (30 В)			
Номинальная задержка при холодном старте, с	35			
Рабочее напряжение, В	10–30 (постоянный ток)			
Температура по спецификации, °С	От -30 до +60			
Рабочая температура, °С	От -40 до +70			
Температура хранения, °С	От -45 до +85, без образования конденсата			
Влажность, %	5–95, без образования конденсата			
Габариты (Ш × Г × В), см	13,97 × 10,80 × 5,40			
Масса (в упаковке), кг	1,1			
Рабочий режим	Симплекс/полудуплекс			
Передатчик				
Полоса пропускания без подстройки, МГц	38	38	64 (406,1–470 МГц); 62 (450–512 МГц)	32
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1–10			1–8
Время переключения с передачи на прием, мс	<1			
Время переключения между каналами, мс	<15			
Импеданс, Ом	50			
Цикл работы на передачу, %	100			
Стабильность частоты, ppm	1,0	0,5	1,0	0,5
Интерфейсы	2 × RS-232 (DE-9F), 10Base-T (RJ-45)			
Антенна	TNC («мама») – прием/передача; SMA («мама») – прием (для двухпортовых устройств)			
Приемник				
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10 ⁻⁶):				
• 100 кГц, дБм	-	-103 (64 кбит/с); -96 (192 кбит/с); -89 (256 кбит/с)	-	-100 (64 кбит/с); -93 (192 кбит/с); -86 (256 кбит/с)
• 50 кГц, дБм	-111 (32 кбит/с); -104 (64 кбит/с); -97 (96 кбит/с); -88 (128 кбит/с)			-108 (32 кбит/с); -101 (64 кбит/с); -94 (96 кбит/с); -85 (128 кбит/с)
• 25 кГц, дБм	-114 (16 кбит/с); -106 (32 кбит/с); -100 (48 кбит/с); -92 (64 кбит/с)			-111 (16 кбит/с); -104 (32 кбит/с); -97 (48 кбит/с); -89 (64 кбит/с)
• 12,5 кГц, дБм	-116 (8 кбит/с); -109 (16 кбит/с); -102 (24 кбит/с); -95 (32 кбит/с)			-112 (8 кбит/с); -106 (16 кбит/с); -99 (24 кбит/с); -90 (32 кбит/с)
• 6,25 кГц, дБм	-115 (4 кбит/с); -106 (8 кбит/с); -100 (12 кбит/с)			

Таблица 1 (окончание)

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Подавление помех по соседнем каналу, дБ	45 (6,25 кГц); 60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц); 75 (50 кГц); 70 (100 кГц)			60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц); 75 (50 кГц); 70 (100 кГц)
Интермодуляция, дБ	>75			
Избирательность, дБ	>70 (25 кГц); >60 (12,5 кГц); >55 (6,25 кГц)			
Время переключения с приема на передачу, мс	<2			
Время переключения между каналами, мс	<15			
Модем				
Скорость, кбит/с	4; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 64; 96; 128; 256			
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача			
Вид модуляции	2FSK, 4 FSK, 8FSK, 16FSK			
Адресация	IP			

Таблица 2. Технические характеристики радиомодема Viper-SC+ base station

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900 base station			
				
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Диапазон частот, МГц	136–174	215–240	406–470 450–512	928–960
Шаг сетки частот, кГц	50; 25; 12,5 или 6,25 (настраивается программно)			50, 25 или 12,5
Тип излучения	6K00F1D, 9K30F1D, 15K3F1D			
Номинальная задержка при холодном старте, с	60			
Рабочее напряжение, В пост. тока	10–30			
Рабочая температура, °С	От -30 до +60			
Температура хранения, °С	От -45 до +85			
Влажность, %	5–95 без образования конденсата			
Габариты (Ш × Г × В), см	41 × 12 × 29			
Масса (в упаковке), кг	5,2			
Рабочий режим	Симплекс/полудуплекс			
Передачик				
Полоса пропускания без подстройки, МГц	38	38	64 (406,1–470 МГц); 62 (450–512 МГц)	32
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1–10			1–8
Время переключения с передачи на прием, мс	<1			
Время переключения между каналами, мс	<15			
Импеданс, Ом	50			
Цикл работы на передачу, %	100			
Стабильность частоты, ppm	1,0	0,5	1,0	0,5
Интерфейсы	2 × RS-232 (DE-9F), 2 × 10Base-T (RJ-45)			
Антенна	N-типа («мама»)			

Таблица 2 (окончание)

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900 base station			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Приемник				
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10 ⁻⁶):				
• 100 кГц, дБм	-	-103 (64 кбит/с); -96 (192 кбит/с); -89 (256 кбит/с)	-	-100 (64 кбит/с); -93 (192 кбит/с); -86 (256 кбит/с)
• 50 кГц, дБм	-111 (32 кбит/с); -104 (64 кбит/с); -97 (96 кбит/с); -88 (128 кбит/с)			-108 (32 кбит/с); -101 (64 кбит/с); -94 (96 кбит/с); -85 (128 кбит/с)
• 25 кГц, дБм	-114 (16 кбит/с); -106 (32 кбит/с); -100 (48 кбит/с); -92 (64 кбит/с)			-111 (16 кбит/с); -104 (32 кбит/с); -97 (48 кбит/с); -89 (64 кбит/с)
• 12,5 кГц, дБм	-116 (8 кбит/с); -109 (16 кбит/с); -102 (24 кбит/с); -95 (32 кбит/с)			-112 (8 кбит/с); -106 (16 кбит/с); -99 (24 кбит/с); -90 (32 кбит/с)
• 6,25 кГц, дБм	-115 (4 кбит/с); -106 (8 кбит/с); -100 (12 кбит/с)			
Подавление помех по соседнем каналу, дБ	45 (6,25 кГц); 60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц); 75 (50 кГц); 70 (100 кГц)			60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц); 75 (50 кГц); 70 (100 кГц)
Интермодуляция, дБ	>75			
Избирательность, дБ	>70 (25 кГц); >60 (12,5 кГц); >55 (6,25 кГц)			
Время переключения с приема на передачу, мс	<2			
Время переключения между каналами, мс	<15			
Модем				
Скорость, кбит/с	4; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 64; 96; 128; 256			
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача			
Вид модуляции	2FSK, 4 FSK, 8FSK, 16FSK			
Адресация	IP			

нутым последовательным интерфейсам он имеет полноценный сетевой порт Ethernet, дополнительные встроенные средства обмена данными для работы в составе сотовых сетей связи стандартов 3G/4G, а также Wi-Fi (IEEE 802.11b/g/n). Во многом он сопоставим с имеющимися на российском рынке радиомодемами зарубежного производства, поэтому его технические характеристики представлены в сравнении с техническими характеристиками вышеупомянутого американского радиомодема Viper-SC+ 100 150-5018-502 (табл. 3).

Радиомодем «Гепард-100С» станет частью отечественной радиотехнической платформы «Гепард», которая, по замыслу разработчиков, должна включать в себя следующие основные компоненты:

► прозрачный³ радиомодем «Гепард-100И» и пакетирующий «Гепард-100С», работающие в симплексном и полудуплексном режимах;

► базовые станции/ретрансляторы «Гепард-100И» и «Гепард-100С» работающие в режимах симплекс, полудуплекс и дуплекс в обычном исполнении, а также в исполнении с повышенной надежностью и живучестью;

► вариант радиомодема «Гепард-100С» для жестких условий эксплуатации;

³ Прозрачный радиомодем — устройство, выполняющее побитную передачу цифровых данных без их промежуточного преобразования. Радиомодемы данного типа еще называют телеметрическими, поскольку они обеспечивают минимальное время доступа к радиоканалу и не добавляют к потоку данных служебной информации.

► радиомодем «Гепард-100М» для подвижной радиосети, работающий в режимах симплекс и полудуплекс, имеющий встроенные средства связи 3G/4G, Wi-Fi, дополненные навигационным приемником GPS/ГЛОНАСС;

► базовую станцию/ретранслятор «Гепард-100М», работающую в режимах симплекс, полудуплекс и дуплекс в обычном исполнении, а также в исполнении с повышенной надежностью и живучестью;

► портативный радиомодем массой до 340 г для использования на малогабаритных беспилотных летательных аппаратах, в составе радио-гидроакустических буев, а также в носимых приложениях;

► ПО мониторинга «Гепард» (выполняемого локально у заказчика или

Таблица 3. Сравнительные технические характеристики радиомодемов Viper-SC+ 100 и «Гепард-100С»

Общие характеристики	Радиомодем Viper-SC+ 100	Радиомодем «Гепард-100С»
		
Диапазон частот, МГц	136–174	146–174
Шаг сетки частот, кГц (настраивается программно)	50; 25; 12,5; 6,25	50; 25; 12,5
Рабочее напряжение, В	10–30 (постоянный ток)	10–30 (постоянный ток)
Габариты (Ш × Г × В), см	13,97 × 10,80 × 5,40	17,0 × 16,0 × 6,1
Масса (в упаковке), кг	1,1	1,4
Рабочий режим	Симплекс/полудуплекс	Симплекс/полудуплекс
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1–10	1–10
Интерфейсы	2 × RS-232 (DE-9F), Ethernet RJ-45	2 × RS-232 (DE-9F), Ethernet RJ-45, USB
Скорость, кбит/с	4; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 64	16; 24; 32; 48; 64; 96; 192
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача
Адресация	IP	IP
Вспомогательные беспроводные интерфейсы	Нет	3G/4G Wi-Fi IEEE 802.11b/g/n

удаленно на перспективном сервере управления радиосетью);

- ▶ служебный мини-сервер, обеспечивающий работу ПО мониторинга локально и безопасный удаленный доступ к серверу управления радиосетью для скачивания обновлений, а также для настройки без нарушения принятых в ЛВС заказчика правил безопасности;

- ▶ инженерный робот на базе микро-ПК для автономного обслуживания устройств радиосети и сбора данных диагностики для варианта ПО мониторинга, не предусматривающего удаленного доступа в информационную систему заказчика, для доставки данных (обновлений) с мини-сервера непосредственно на объект и для

диагностики обратно, если обновление и сбор данных по радиоканалу не предполагаются;

- ▶ переносной комплекс автономной диагностики и настройки, включающий в себя блокнотный компьютер, комплект информационных кабелей и переходников, радиочастотных соединительных кабелей и переходников, блоков питания, антенных компенсаторов на два объекта, специальное ПО для контроля данных по последовательному порту, служебное ПО и рюкзак для переноски;

- ▶ подсистему технического контроля и сопровождения, обеспечивающую рассылку обновлений встраиваемого ПО и технической информации, а также позволяющую производить

удаленную диагностику радиотехнического оборудования.

Выводы

Таким образом, современные радиомодемы УКВ-диапазона, разработанные для гражданского применения, обладают всем комплексом характеристик, допускающих их эффективное использование для обеспечения работы АСУ войсками и оружием тактического звена, в том числе отвечают требованиям по надежности и живучести. Включение их в состав новых или модернизирующихся систем оружия после предварительной адаптации позволяет существенно сократить сроки разработки последних и снизить затраты на их эксплуатацию.

С. А. Маргарян, заместитель генерального директора, главный конструктор,
ООО «Независимый исследовательский центр перспективных разработок» (НЦПР),
г. Москва,
тел.: +7 (499) 113-2698,
e-mail: sm@flexlab.ru,
сайт: www.flexlab.ru