

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

ООО «НЦПР» (Технический бюллетень)

Технический бюллетень 22

В статье рассматриваются 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 определенный интерес для руководителей и технических специалистов организаций, выполняющих разработку АСУ для армии, авиации и флота.

1. Общие сведения

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 COTS ([Commercial off-the-shelf](#)), применяется с начала 80-х годов прошлого столетия. Он предполагает принятие на вооружение и снабжение ВС гражданской продукции различного назначения после ее предварительной адаптации к действующим требованиям.

[изображение отсутствует: 33a05bd7f0ce-550.jpg]

Подразделение войск связи в полевых условиях

(Фото: https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12200524%40cmsArticle)

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 вооруженных сил 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 которых должна выполняться автоматически, в масштабе времени, близком к реальному:

- передача сигналов управления;
- доведение до подчиненных средств целеуказаний и сигналов оповещения;
- передача и приём 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 с целью обеспечения высокой надёжности и живучести системы управления.

Возможности рассматриваемой аппаратуры позволяют эффективно использовать ее для обеспечения 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 беспилотных 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 реально реализованных 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 километров.

2. 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, поскольку в данном примере обеспечивается обмен данными между наземным, воздушным и морским компонентами. Такой вариант прорабатывался для реальной 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 надёжный обмен данными в направлении «борт-борт» между двумя боевыми самолетами тактической авиации ВКС РФ.

Представленная ниже информация не затрагивает вопросы обеспечения надёжности обмена данными в условиях радиоэлектронного противодействия, а также задачи закрытия информации, которые выполняются дополнительными программно-техническими средствами. При этом предполагается, что задача повышения надёжности работы радиосети будет дополнительно обеспечиваться штатными средствами базовой станции за счет подстройки скорости обмена данными в зависимости от условий приёма (при ухудшении условий приёма 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 (БЛА) 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 радиомодемов в приложениях, связанных с обеспечением работы технических средств контроля подводной обстановки, подтверждает возможность подключения к радиосети таких средств и использования данных от них в интересах обнаружения подлежащих поражению надводных целей.

Радиосеть имеет централизованное управление, которое может автоматически передаваться с основного СКП на резервный и обратно. Подсеть управления БЛА использует аналогичные с сетью управления комплексом технические средства, 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.

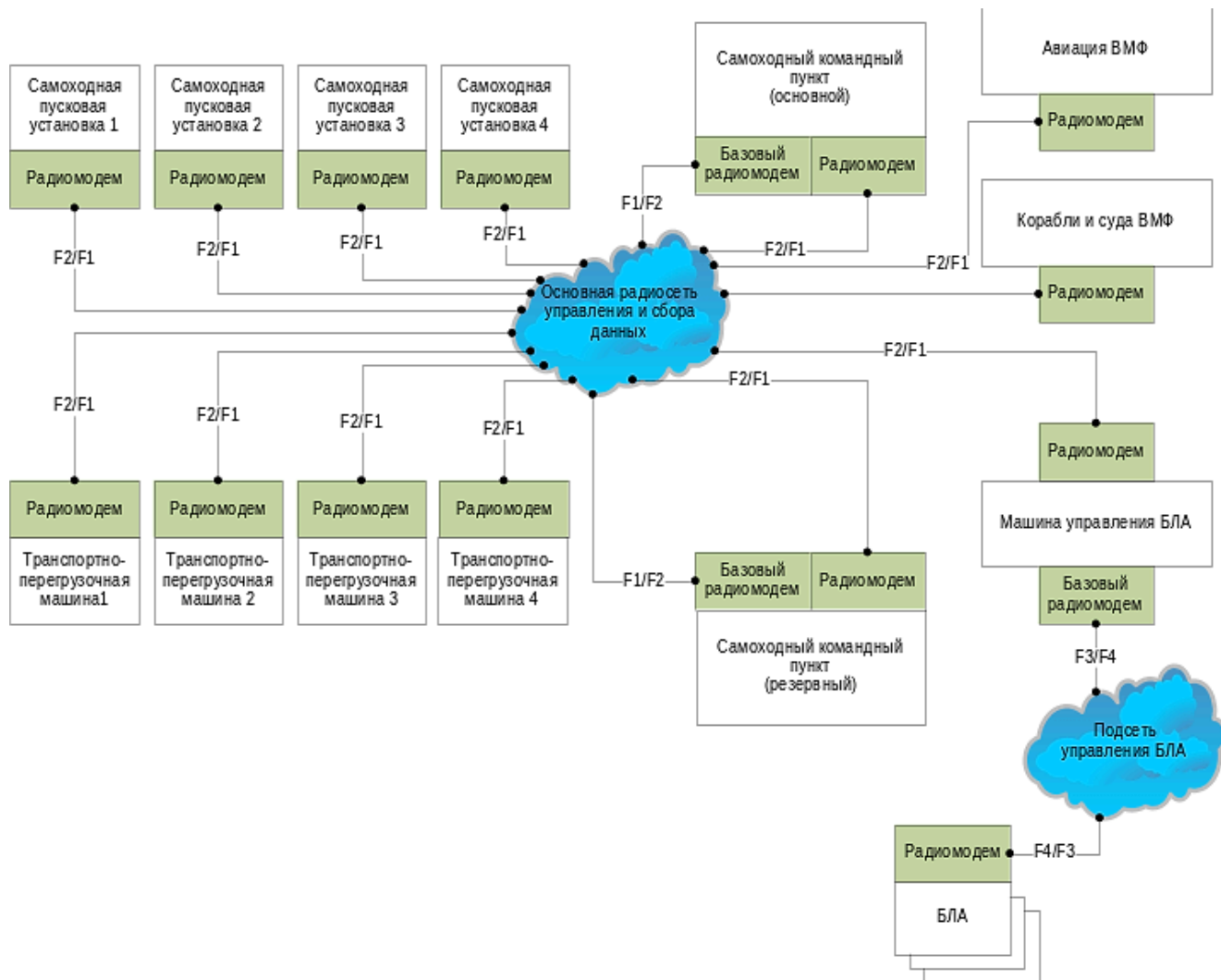


Рис. 1. Общая схема радиосети управления берегового противокорабельного ракетного комплекса.

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:

- выдвижение в район оперативного предназначения и развертывание пусковых установок на позициях;
- точную привязку к местности (за счет трансляции дифференциальной поправки);
- сбор и распределение метеорологической информации;
- 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 с целью ретрансляции данных через любой узел радиосети (реализация принципа скачкообразного изменения частоты в рамках данной работы не рассматривалась).

1. Технические характеристики радиомодема Viper-SC+

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900			
	[изображение отсутствует: 0ba95106695d-437.jpg]			
	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	3K30F1D; 11K2F1D; 16K5F1D; 17K8F1D; 33K0F1D; 52K7F1D			
Потребляемый ток:				
- приём, мА	450 (10 В); 240 (20 В); 170 (30 В)			
- передача 40 дБм (10 Вт), А	4,6 (10 В); 2,04 (20 В); 1,37 (30 В)			
- передача 30 дБм (1 Вт), А	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, град. С	от -30 до +60			
Рабочая температура, град. С	от -40 до +70			
Температура хранения, град. С	от -45 до +85, без образования конденсата			
Влажность, %	5-95, без образования конденсата			
Габаритные размеры, см	13,97 (Ш) x 10,80 (Г) x 5,40 (В)			
Масса (в упаковке), кг	1,1			
Рабочий режим	симплекс/полудуплекс			
Передатчик				

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900			
	[изображение отсутствует: 0ba95106695d-437.jpg]			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
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 приём, 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 x RS-232 (DE-9F), 10Base-T (RJ-45)			
Антенна	TNC (мама) - приём/передача; SMA (мама) - приём (для двухпортовых устройств)			
Приемник				
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10^{-6}):				
- 100 кГц, дБм	-	-103 (64 кбит/с); -96 дБм (192 кбит/с); -89 дБм (256 кбит/с)	-	-100 (64 кбит/с); -93 (192 кбит/с); -86 дБм (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)

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900			
	[изображение отсутствует: 0ba95106695d-437.jpg]			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
- 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 приёма 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, приём/передача			
Вид модуляции	2FSK, 4 FSK, 8FSK, 16FSK			

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900			
	[изображение отсутствует: 0ba95106695d-437.jpg]			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Адресация	IP			

2. Технические характеристики радиомодема Viper-SC+ base station

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900 base station			
	[изображение отсутствует: 4906de48530f-457.png]			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Диапазон частот	136-174 МГц	215-240 МГц	406-470 450-512 МГц	928-960 МГц
Шаг сетки частот	50; 25; 12,5 или 6,25 кГц (настраивается программно)			50, 25 или 12,5 кГц
Тип излучения	6K00F1D, 9K30F1D, 15K3F1D			
Номинальная задержка при холодном старте	60 с			
Рабочее напряжение	10-30 В постоянного тока			
Рабочая температура	-30 град. С до +60 град. С			
Температура хранения	-45 град. С до +85 град. С			
Влажность	5-95% без образования конденсата			
Габаритные размеры	41 (Ш) x 12 (Г) x 29 (В) см			
Масса (в упаковке)	5,2 кг			
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 приём, мс	<1			
Время переключения между каналами, мс	<15			
Импеданс, Ом	50			

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900 base station			
	[изображение отсутствует: 4906de48530f-457.png]			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Цикл работы на передачу, %	100			
Стабильность частоты, ppm	1,0	0,5	1,0	0,5
Интерфейсы	2 x RS-232 (DE-9F), 2 x 10Base-T (RJ-45)			
Антенна	N-типа (мама)			
Приемник				
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10^{-6}):				
- 100 кГц, дБм	-	-103 (64 кбит/с); -96 дБм (192 кбит/с); -89 дБм (256 кбит/с)	-	-100 (64 кбит/с); -93 (192 кбит/с); -86 дБм (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)

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900 base station			
	[изображение отсутствует: 4906de48530f-457.png]			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
- 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 приёма 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, приём/передача			
Вид модуляции	2FSK, 4 FSK, 8FSK, 16FSK			
Адресация	IP			

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 разворачиваются противокорабельные ракетные комплексы и наземных средств метеорологической разведки.

Радиомодемы Viper-SC+ имеют достаточно высокую надёжность (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 надёжность и живучесть радиосети в целом.

В настоящее время ООО «НЦПР» завершает разработку отечественного радиомодема «Гепард-100», имеющего схожие с радиомодемом Viper-SC+ 100 технические характеристики и более широкие функциональные возможности. Предварительные результаты работ представлены в Техническом бюллетене: <https://flexlab.ru/publications/technical-bulletin/142-izveshchenie-07-chast-3-otechestvennaya-radiotekhnicheskaya-platforma-etap-3/file>.

ВЫВОДЫ:

Таким образом, современные радиомодемы УКВ диапазона, разработанные для гражданского применения, обладают всем комплексом характеристик, обеспечивающих их эффективное использование для обеспечения работы АСУ войсками и оружием тактического звена при обеспечении требований по надёжности 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.

[изображение отсутствует: ed777b0c3962-286.png]

115583, Москва, ул. Генерала Белова 26, офис 519

Сноски