

Перспективная радиосеть сбора и распределения гидрометеорологической, сейсмической и радиационной информации в арктических районах Российской Федерации на базе узкополосных радиомодемов Viper-SC+

ООО «НЦПР» (Технический бюллетень)

В настоящей статье представлен краткий обзор возможностей по использованию узкополосных технологических радиосетей обмена данными диапазона ультракоротких волн в интересах деятельности подразделений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) в арктических районах Российской Федерации. Дана краткая информация об областях применения радиосетей на базе современных радиомодемов Viper-SC+ и преимуществах таких радиосетей. Статья предназначена для руководителей и технических специалистов Росгидромета, связанных с проведением практических работ в арктических районах.

1. Общая информация

В связи с расширением хозяйственной и военной деятельности Российской Федерации в Арктических районах возрастают требования к ее всестороннему обеспечению со стороны Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета). Обусловлено это тем, что арктические районы являются зоной высокой угрозы возникновения опасных природных явлений¹, а природные условия и климат представляют повышенную опасность для жизни. С целью снижения существующих рисков действующие в этих районах потребители нуждаются в оперативном получении широкого спектра информации, касающейся состояния природной среды. В связи с этим возрастает важность организации оперативного сбора и распределения такой информации.

В настоящее время подразделения Росгидромета используют современные технические средства мониторинга окружающей среды, включая средства космического базирования. Сбор гидрометеорологической² и гелиогеофизической³ информации осуществляется сетью наземных станций, развернутых на территории Российской Федерации, которая постоянно совершенствуется и расширяется. Полученная информация обрабатывается и анализируется, а обработанные данные в виде обзорной и прогностической информации о состоянии окружающей среды предоставляются потребителям, как правило, по каналам спутниковой связи или информационной сети Интернет. Информация для индивидуальных потребителей доступна по каналам мобильной сотовой связи общего пользования.

В связи с отсутствием в настоящее время развитой инфраструктуры связи в арктических районах, оперативная доставка метеорологической информации из пунктов ее сбора и доведение этой информации до конечных потребителей производится по каналам спутниковой связи. Однако данный вид связи не всегда оказывается доступным для пользователей, часто неоправданно дорогим или

нецелесообразным для использования по другим причинам. В этих случаях передача данных по спутниковым каналам связи может быть органично дополнена обменом данными по каналам технологической радиосети обмена данными, построенной на современных радиомодемах, работающих в диапазоне ультракоротких волн (УКВ).

2. Возможности технологической радиосети обмена данными

Технологическая сеть связи⁴ создается на оборудовании и с использованием технических решений, изначально предназначенных для реализации специфических задач, связанных с удаленным сбором данных и телеуправлением. Область применения технологических радиосетей обмена данными определяется следующими основными оперативно-техническими возможностями и преимуществами:

- гарантированной надежностью⁵ работы;
- высокой живучестью⁶ радиосети в различной обстановке;
- рабочей зоной, полностью перекрывающей заданный район использования;
- применением детерминированных протоколов обмена данными, поддерживающих работу в близком к реальному режиму времени и обеспечивающих гарантированную доставку данных в установленные регламентом работы радиосети сроки;
- относительно небольшим временем доступа к каналу передачи данных;
- достаточной пропускной способностью;
- высокой безопасностью данных, функционирующих в технологической радиосети;
- относительно низкой стоимостью эксплуатации;
- независимостью от «чужой» инфраструктуры связи и возможностью ее развития, исходя из реальных потребностей службы;
- совместимостью с разнородным оборудованием сбора и обработки данных по широко применяемым и детально отработанным интерфейсам;
- простотой перемещения и оперативностью развертывания в новом районе;
- возможностью эксплуатации в жестких условиях окружающей среды.

Основным недостатком технологических радиосетей обмена данными для некоторых приложений является относительно небольшая дальность (номинально — 25 км) и скорость обмена данными (до 64 кбит/с в стандартном канале с шагом сетки радиочастот 25 кГц). Первый недостаток «компенсируется» возможностью организации ретрансляции радиосигнала, что позволяет существенно расширить оперативную зону радиосети. Так, сплошная оперативная зона одной из реально действующих технологических радиосетей охватывает более миллиона квадратных километров. Второй обусловлен законами распространения радиоволн, однако, достигнутые в современных устройствах скорости обмена данными удовлетворяют требованиям большинства прикладных задач, решаемых подразделениями Росгидромета в процессе сбора и распределения информации.

Технологические радиосети обмена данными УКВ-диапазона широко используются для обмена гидрометеорологической, сейсмической и радиационной информацией. Одна из наиболее крупных таких радиосетей развернута в Канаде (государственная служба погоды Канады Environment Canada) и США (служба погоды Национального управления океанических и атмосферных исследований National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA). Она действует практически на всей территории этих двух государств. Данная радиосеть обеспечивает передачу цифровой метеорологической информации не только в интересах муниципальных служб, подразделений общественной безопасности, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, но и для широких групп населения. В США радиосеть передачи цифровой метеорологической информации была развернута во исполнение требований закона о гражданах, потерявших трудоспособность (Americans with Disabilities Act) и используется для информирования лиц с ограниченными физическими возможностями, для которых восприятие информации на слух затруднено или невозможно. По каналам радиосети транслируются метеосводки, уведомления и оповещения, передача которых производится автоматически в перерывах между аналогичными речевыми сообщениями.

В связи с активизацией промышленной деятельности в Арктике важное значение приобретает сейсмический контроль, обеспечиваемый сетью автоматических станций, устанавливаемых на суше и морском дне. Доставка собранных данных от наземных станций также может производиться по каналам технологической радиосети до ближайшего пункта их обработки. Информация с подводных сейсмических станций доводится по кабельным каналам до устройств сопряжения с технологической радиосетью обмена данными, после чего транслируется в ближайший пункт их обработки. Такое техническое решение подготовлено для аварийно-спасательных центров МЧС России в арктической зоне, а также в интересах эксплуатации морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) «Приразломная», развернутой на шельфе Печорского моря, в 60 км от берега (пос. Варандей). Данная радиосеть позволяет обеспечивать обмен данными в интересах наблюдения за содержанием радионуклидов и опасных химических веществ в объектах природной среды в зоне проведения работ.

Одной из первых технологических радиосетей обмена данными, обеспечивающих сбор и распределение радиационной информации на территории Российской Федерации, является радиосеть Автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) Ленинградской АЭС (Сосновый Бор). Измерительные посты АСКРО располагаются в 30-километровой зоне вокруг станции, в так называемой зоне наблюдения, в населенных пунктах Ломоносовского, Кингисеппского и Волосовского районов Ленинградской области. Радиосеть используется для доставки данных от измерительных постов в автоматическом режиме.

Технологическая радиосеть использовалась для контроля деятельности 2 государственного испытательного полигона (Семипалатинск) в рамках выполнения условий Договора о сокращении стратегических наступательных вооружений (СНВ-1) с целью сбора данных от средств объективного контроля сейсмической и радиационной обстановки.

3. Перспективная технологическая радиосеть обмена данными на базе узкополосных радиомодемов Viper-SC+

Технологическая радиосеть обмена данными на узкополосных радиомодемах Viper-SC+ обеспечивает автоматический двусторонний обмен алфавитно-цифровой и графической информацией между абонентами радиосети и ее автоматическую ретрансляцию между отдельными узлами по IP-протоколу.

Радиосеть позволяет подключать внешние устройства по последовательному порту, обеспечивая автоматическое преобразование интерфейса RS-232 в Ethernet. Таким образом, к сети могут быть одновременно подключены как вычислительные комплексы сбора и обработки данных с сетевыми интерфейсами, так и оконечные устройства, работающие по последовательному интерфейсу. В результате формируется радиосеть обмена данными между средствами мониторинга окружающей среды и устройствами их обработки, функционирующая с использованием широко применяемого открытого промышленного протокола. Учитывая, что полученная от средств мониторинга информация поступает непосредственно в информационную систему, дальнейшее ее распространение как по штатным каналам связи, так и по каналам технологической радиосети не представляет сложности.

Задача непрерывного детального мониторинга состояния окружающей среды во всей арктической зоне является практически неразрешимой для современного уровня развития техники. Однако, в настоящее время уже созданы автоматические метеорологические станции, которые успешно эксплуатируются на береговых (например, на добывающих предприятиях топливно-энергетического комплекса) и плавучих (судах ледокольного флота, а также кораблях и судах ВМФ Российской Федерации) объектах, действующих в Арктике. Сбор метеорологических данных ведется ими в заданных районах на постоянной основе. Кроме того, с развертыванием в арктической зоне группировки воздушно-космических сил Российской Федерации существенно расширились возможности по ведению разведки погоды воздушными средствами, которая выполняется на ежедневной основе в интересах выполнения полетов.

Полученные на вышеуказанных объектах данные, наряду с данными от штатных станций мониторинга состояния окружающей среды, могут использоваться подразделениями Росгидромета в своей деятельности, что позволит расширить контроль за районами Арктики, в которых постоянное наблюдение собственными силами и средствами Росгидромета пока не ведется. Сбор этих данных, равно как и их распределение между различными пользователями, действующими в Арктике, может производиться по единым каналам технологической радиосети обмена данными на различной основе (безвозмездно или платно). В результате появляется возможность получения более детальной и полной гидрометеорологической информации, повышения оперативности ее доведения до потребителей.

Технические возможности технологической радиосети обмена данными позволяют организовать в масштабе времени, близком к реальному, непрерывный сбор подробной информации в интересах:

- гидрометеорологической деятельности с использованием автоматических метеорологических станций;
- непрерывного инструментального мониторинга загрязнения окружающей среды с применением спектрометров, хроматографов, газоанализаторов;
- активного воздействия на окружающую среду, включая искусственное регулирование осадков и рассеивание туманов, а также противоловинную защиту.

Сбор и доставка вышеуказанной информации в пункты обработки и анализа по линии Росгидромета может производиться в любых климатических и природных зонах. В настоящее время проработаны технические решения и реально реализованы проекты с использованием технологических радиосетей обмена данными в следующих областях:


- мониторинг состояния морской среды в районах нефтедобычи

- контроль уровня воды в реках и водоемах;
- управление градобойными установками;
- разведка погоды средствами воздушного базирования;
- мониторинг лесных пожаров.

В 2015 году специалистами Государственного научного центра «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» в ходе высокоширотной арктической экспедиции была впервые развернута и успешно использована в Арктике современная технологическая радиосеть обмена данными с целью организации непрерывного сбора информации о ледовой обстановке.

Пропускная способность технологической радиосети обмена данными на узкополосных радиомодемах Viper-SC+ позволяет передавать гидрометеорологическую, сейсмическую и радиационную информацию, разделяя потоки от средств сбора данных и к потребителям обработанных данных. В этом случае, все подключенные к радиосети пользователи применяют однотипную аппаратуру и единый протокол обмена данными. Такая радиосеть строится на оборудовании, включающем в себя радиомодемы базовых станций (таблица 1) и удаленных объектов (таблица 2) и может работать в автоматическом режиме на обширной территории. Повышение надёжности ее работы и расширение оперативной зоны обеспечиваются встроенной функцией регулировки скорости обмена данными (балансировки потока данных) для каждого объекта в радиосети в зависимости от уровня принимаемого сигнала. Базовая станция автоматически выбирает скорость обмена данными с каждым удаленным объектом: ближайшие, для которых обеспечивается более высокий уровень сигнала, работают на максимальной скорости, а находящиеся на периферии радиосети, где уровень сигнала ниже, — на более низких скоростях.

Таблица 1. 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	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, постоянный ток			

Общие характеристики		Viper-SC+ 100/200/400/900 base station			
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				
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 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), 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)	

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900 base station	
- 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 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	

Таблица 2. 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	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				
Полоса пропускания без подстройки, МГц	38	38	64 (406,1-470 МГц); 62 (450-512 МГц)	32

Общие характеристики		Viper-SC+ 100/200/400/900			
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)		
- 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)				

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900	
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	

Пользователями технологической радиосети обмена данными могут быть стационарные и подвижные (воздушные и надводные) объекты. Каждый из таких объектов может выступать в качестве пункта ретрансляции данных, обеспечивая практически неограниченное расширение оперативной зоны сети и гарантируя доставку данных в заданной зоне. Использование воздушных средств (самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов) в качестве ретрансляторов позволяет расширить зону действия радиосети на несколько сотен километров, что обеспечивает ее работу не только в территориальных водах, но и практически во всей морской экономической зоне Российской Федерации в Арктике.

Выводы:

1. Современные узкополосные технологические радиосети обмена данными УКВ-диапазона представляют собой эффективное средство обеспечения сбора и распределения алфавитно-цифровой информации в районах со слабо развитой инфраструктурой связи. Они могут стать важным компонентом, предназначенным для обеспечения экономической и военной деятельности в российской Арктике.
2. Технические возможности радиомодемов семейства Viper-SC+ позволяют использовать их в интересах обеспечения мониторинга гидрометеорологической, сейсмической и радиационной обстановки в Арктических районах при развертывании в стационарных условиях, либо на подвижных объектах, включая самолеты, вертолеты, беспилотные летательные аппараты и суда ледокольного, торгового и военно-морского флота.
3. Радиомодемы Viper-SC+ могут эффективно применяться для решения всего комплекса задач по сбору и распределению гидрометеорологической информации, мониторингу загрязнения и активному воздействию на окружающую среду, стоящих перед Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидрометом).

Сноски

1. **Опасное природное явление (ОЯ)** - гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб (Федеральный закон от 02.02.2006 № 21-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О гидрометеорологической службе»). ↩
2. **Гидрометеорология** - научная [дисциплина](#), изучающая процессы, происходящие в гидросфере и атмосфере Земли, обобщающая [данные](#) гидрологии и метеорологии. ↩
3. Гелиогеофизика - научная дисциплина, изучающая влияние изменений в физическом состоянии Солнца, солнечной активности на геофизические процессы. ↩
4. **Технологическая сеть связи** ([англ.](#) *private network*, прежнее название – *ведомственная или корпоративная*) – предназначена для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве. Технологии и средства связи, применяемые для создания технологических сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются собственниками или иными владельцами этих сетей. [Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 N 126-ФЗ]. ↩
5. **Надёжность** ([англ.](#) *reliability*) – [свойство системы](#) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования [ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»]. ↩
6. **Живучесть** ([англ.](#) *survivability*) – свойство системы, характеризуемое способностью выполнять установленный объём функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах [ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения»]. ↩