

Технологическая радиосеть для автоматизированных систем управления в жилищном коммунальном хозяйстве на узкополосных радиомодемах



В настоящей статье представлена краткая информация о развитии технологических радиосетей управления и сбора данных на узкополосных радиомодемах диапазона ультракоротких волн (УКВ), используемых в интересах обеспечения функционирования автоматизированных систем управления (АСУ) различного назначения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Статья предназначена для технических специалистов, чья деятельность связана с созданием и эксплуатацией систем управления технологическими процессами водо-, тепло- и электроснабжения, канализации и наружного освещения. Составлено по материалам канадской компании Dataradio (ныне Calamp).

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

Общая информация

Технологические радиосети управления и сбора данных получили широкое распространение в жилищно-коммунальном хозяйстве, где они применяются для обеспечения надежного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) различного назначения:

- ▶ водоснабжения, включая станции водозабора, водонапорные башни, водопроводные станции, системы мониторинга состояния трубопроводной сети;
- ▶ канализации, включая канализационные насосные станции и очистные сооружения;
- ▶ теплоснабжения, включая котельные с тепловыми насосами, тепловые пункты и средства мониторинга состояния магистральных теплосетей;
- ▶ энергоснабжения, включая трансформаторные подстанции и электрические сети, а также системы технического и коммерческого учета электроэнергии;
- ▶ газоснабжения, включая газорегуляторные и газораспределительные пункты, системы мониторинга состояния трубопроводной сети;

▶ наружного освещения, включая системы диспетчеризации и единого времени.

Дополнительно технологическая радиосеть используется для обеспечения работы инженерных систем непосредственно на объектах ЖКХ, в том числе систем электропитания, управления климатом, оповещения, пожарной и охранной сигнализации. Такие

возможности позволяют создавать полностью автономные распределенные технологические комплексы, мониторинг функционирования которых производится из единого пункта управления (ПУ).

При всем разнообразии решаемых прикладных задач, объема и характера контролируемых технических параметров и разнообразии применяемых

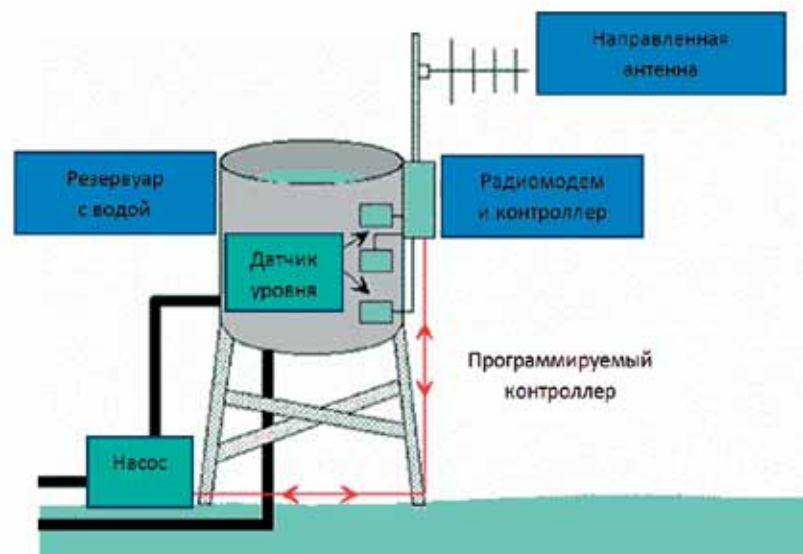


Рис. 1. Контролируемый объект, подключенный к технологической радиосети обмена данными (из архива компании Calamp)

программно-технических средств все вышеупомянутые АСУ имеют одну важную общую характеристику — они представляют собой распределенные системы, функционирующие на относительно больших территориях и требующие управления и контроля в реальном масштабе времени из удаленного ПУ. Поэтому в их составе уже более 30 лет используются технологические радиосети управления и сбора данных диапазона ультракоротких волн (УКВ).

Технологическая радиосеть обеспечения работы АСУ ТП ЖКХ

Одна из первых технологических радиосетей управления и сбора данных в системе водоснабжения была развернута в 1986 году в одном из небольших городов Восточной Канады. Радиосеть заменила уже действовавшую систему связи, использовавшую коммутируемые телефонные каналы, и функционировала на скорости 4,8 бит/с в диапазоне 136–174 МГц. Проект достаточно быстро окупился за счет отказа от аренды дорогостоящих телефонных линий связи.

В 1987 году аналогичное решение на радиомодемах производства компании Dataradio (Канада) было реализовано в штате Калифорния (США). Радиосеть имела в своем составе базовую станцию, два дуплексных ретранслятора и 23 удаленных радиомодема, в том числе установленных на водозаборах и работавших на революционной для того времени скорости 9,6 кбит/с в диапазоне 900 МГц. На удаленных объектах применялись контроллеры производства фирмы Square-D (в 1991 году приобретена компанией Schneider Electric). В рамках данного проекта была на практике проверена возможность использования технологической радиосети для обеспечения функционирования АСУ водоснабжением крупного города с населением в несколько миллионов человек.

Представляет интерес построенные радиосети управления водонапорными башнями и резервуарами в Камеруне (Африка) — проект, реализованный при полном отсутствии другой инфраструктуры связи.

В данном случае технологическая радиосеть была сегментирована на две подсети, каждая из которых работала через собственную базовую станцию.

Таблица 1. Основные технические характеристики радиомодема базовой станции / ретранслятора T-Base (Guardian)

Общие характеристики	Базовая станция / ретранслятор T-Base (Guardian)		
			
	ОВЧ	УВЧ	900 МГц
Диапазон частот, МГц	136–174	406–470, 450–512	928–960
Шаг сетки частот, кГц	25 или 12,5		
Тип излучения	9K55F1D, 9K35F1D, 11K6F1D, 14K6F1D, 16K4F1D		
Потребляемый ток:			
• прием, мА	360 (10 В); 200 (20 В); 150 (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	20		
Рабочее напряжение, В	10–30, постоянный ток		
Рабочая температура, °С	от -30 до +60		
Температура хранения, °С	от -45 до +85		
Влажность, %	5–95, без образования конденсата		
Габаритные размеры, см	13,1 (Ш) × 47,5 (В) × 23,1 (Г)		
Масса (в упаковке), кг	5,2 с дуплексером		
Рабочий режим	Симплекс, полудуплекс, дуплекс		Симплекс, полудуплекс
Приемник			
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10 ⁻⁶), дБм:			
• 25 кГц	-100 (19,2 кбит/с), -107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)		
• 12,5 кГц	-107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)		
Подавление помех по соседнему каналу, дБ	60 / 12,5 кГц; 70 / 25 кГц;		
Интермодуляция, дБ	>75		
Избирательность, дБ	>60 (12,5 кГц); >70 (25 кГц)		
Передатчик			
Полоса пропускания без подстройки, МГц	38	64 (406,1–470)	32
		62 (450–512)	
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1–10		1–8
Время атаки, мс	<1		
Время переключения между каналами, мс	<15		
Импеданс, Ом	50		
Цикл работы на передачу, %	100		
Стабильность частоты, ppm	1,0		
Интерфейсы	RS-232 / RS-422 / RS-485		
Антенна	N-типа (мама)		
Модем			
Скорость, кбит/с	4,8; 9,6; 19,2		
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача		
Вид модуляции	2FSK		

В целях экономии затрат на радиочастотный ресурс работа обеих подсетей была организована на одной радиочастоте. Коллизии в процессе обмена данными исключались с помощью программного обеспечения верхнего уровня, которое направляло запросы последовательно на порт заданной базовой станции, выдерживая необходимые задержки для гарантированного приема ответной информации. Всего в радиосети функционировало пятнадцать объектов.

С начала 90-х годов прошлого столетия технологические радиосети обеспечения работы АСУ ТП ЖКХ получили широкое распространение в США и Канаде, а с начала 2000-х годов — в Европе, Южной Америке, Африке и Австралии. Однако после появления функции обмена данными в системах сотовой связи общего пользования значительная часть проектов АСУ ТП ЖКХ стала строиться на этих системах связи. Основное преимущество сетей сотовой связи заключалось в доступности технологии прежде всего для разработчиков собственно АСУ ТП. Действительно, при наличии сети сотовой связи любой разработчик может подключиться к ней и «безвозмездно, то есть даром» отладить работу программного обеспечения создаваемого им АСУ.

Первыми в сотовую связь мигрировали АСУ, не требующие работы в режиме реального времени и наименее зависимые от задержек при доставке данных, например автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). Бурное развитие этих систем повлекло за собой массовое производство соответствующего технологического оборудования, уже имеющего встроенные интерфейсы для подключения к сети сотовой связи. В результате стоимость такого оборудования резко снизилась, что сделало его применение весьма привлекательным для конечных заказчиков. Опыт практического использования данного оборудования позволил существенно улучшить его технические характеристики, в том числе повысить надежность связи, например, за счет возможности подключения к сетям двух различных операторов.

Однако значительная часть АСУ ТП в ЖКХ продолжала использовать в качестве основного средства связи технологические радиосети управления

Таблица 2. Основные технические характеристики радиомодема Guardian

Общие характеристики	Радиомодем Guardian		
			
	ОВЧ	УВЧ	900 МГц
Диапазон частот, МГц	136–174	406–470, 450–512	928–960
Шаг сетки частот, кГц	25 или 12,5 (настраивается программно)		
Тип излучения	9K55F1D, 9K35F1D, 11K6F1D, 14K6F1D, 16K4F1D		
Потребляемый ток:			
• прием, мА	360 (10 В); 200 (20 В); 150 (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	20		
Рабочее напряжение, В	10–30, постоянный ток		
Рабочая температура, °С	От -30 до 60		
Температура хранения, °С	От -45 до 85		
Влажность, %	5–95 (без образования конденсата)		
Габаритные размеры, см	13,97 (Ш) × 10,80 (Г) × 5,40 (В)		
Масса (в упаковке), кг	1,1		
Рабочий режим	Симплекс, полудуплекс, дуплекс		Симплекс, полудуплекс
Приемник			
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10 ^{−6}), дБм:			
25 кГц	-100 (19,2 кбит/с), -107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)		
12,5 кГц	-107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)		
Подавление помех по соседнему каналу, дБ	60 (12,5 кГц); 70 (25 кГц)		
Интермодуляция, дБ	>75		
Избирательность, дБ	>70 (25 кГц); >60 (12,5 кГц)		
Передатчик			
Полоса пропускания без подстройки, МГц	38	64 (406,1–470)	32
		62 (450–512)	
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1–10		1–8
Время атаки, мс	<1		
Время переключения между каналами, мс	<15		
Импеданс, Ом	50		
Цикл работы на передачу, %	100		
Стабильность частоты, ppm	1,0		
Интерфейсы	RS-232 (DB9)		
Антенна	TNC (мама) – прием/передача, SMA (мама) – прием (для дуплексных моделей)		
Модем			
Скорость, кбит/с	4,8; 9,6; 19,2		
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача		
Вид модуляции	2FSK		

и сбора данных, что связано со специфическими требованиями, предъявляемыми к системе связи такими АСУ. Прежде всего это относится к необходимости организации работы в режиме реального времени и детерминированным задержкам при доставке данных, которые должны быть гарантированы системой связи. Выполнение этих условий в полной мере обеспечивается оборудованием радиотехнической платформы Guardian, разработанной специально для передачи телеметрической информации.

Основные технические характеристики радиотехнической платформы Guardian представлены в табл. 1 и 2.

Практическая реализация радиосетей на основе указанного оборудования подтвердила возможность его использования и для обеспечения синхронизации работы АСУ ТП ЖКХ.

Поскольку технологическая радиосеть обмена данными разворачивается ее владельцем, а ее оперативная зона строится исходя из его реальных потребностей и прикладных задач, вопрос о наличии другой инфраструктуры связи в зоне действия распределенной АСУ ТП не стоит. Тем не менее при наличии доступа к сети сотовой связи последняя может использоваться (и часто используется) в качестве резервной, что предусмотрено основными руководящими документами по созданию АСУ ТП.

Перспективная единая технологическая радиосеть обеспечения работы АСУ ТП ЖКХ

В настоящее время в ряде современных проектов автоматизации технологических процессов в ЖКХ используется радиотехническое оборудование четвертого поколения, имеющее наряду с последовательными интерфейсами сетевой интерфейс Ethernet и поддерживающее работу по IP-протоколу. Это относится в первую очередь к системам водоснабжения и канализации, в то время как в системах автоматизации тепло-, энерго- и газоснабжения (газораспределения) по-прежнему широко применяется радиотехническое оборудование предыдущего поколения, использующее только последовательные интерфейсы. В значительной степени переход к применению технологических радиосетей нового поколения связан с совершенствованием оборудования и программного обеспечения АСУ ТП ЖКХ, а также

с расширением требований к их функциональным возможностям. Так, дальнейшая автоматизация водозаборных пунктов с установкой современного технологического оборудования с цифровыми интерфейсами потребовала более жесткого удаленного контроля за их работой, а реализация, например, функции протечек в трубопроводных системах высокого давления — увеличения скорости обмена данными в каналах управления и сбора данных минимум до 64 кбит/с. Работа собственно оборудования стала практически автономной, но аварии и отказы никто не отменял, равно как и необходимость получать информацию о текущем состоянии системы в реальном масштабе времени. В связи с этим разработчики стали использовать в своих проектах более современное оборудование обмена данными — радиотехническую платформу Viper-SC+. Основные технические характеристики радиомодемов данной платформы представлены в табл. 3 и 4.

Представляется важным остановиться на одной теме, которая незаслуженно редко рассматривается разработчиками в настоящее время, — на устойчивости работы системы в чрезвычайных ситуациях, а также в особый период и во время военных действий. Водоснабжение, а в отдельных климатических зонах и отопление являются жизненно необходимыми для проживания и жизнедеятельности. В связи с этим системы водо- и теплоснабжения относятся к критически важным и должны надежно функционировать в любых условиях.

В соответствии с законодательством Российской Федерации, национальными стандартами, техническими нормами и правилами, лицензиями, а также договором об оказании услуг связи, оператор сети сотовой связи оказывает услуги связи круглосуточно. Если иной срок не установлен законодательством Российской Федерации, оператор устраняет неисправности, препятствующие пользованию услугами связи, в течение семи рабочих дней с даты регистрации обращения абонента. Неисправности, вызванные действиями третьих лиц, подлежат устранению в течение 30 (тридцати) рабочих дней с момента, когда оператору стало об этом известно. В отдельных случаях (обстоятельства непреодолимой силы, крупные аварии

и т.п.) сроки устранения неисправностей определяются оператором индивидуально и доводятся до сведения абонентов путем размещения информации на сайте оператора в информационно-телекоммуникационной сети интернет [1].

То есть в случае серьезной аварии использующая каналы сотовой связи АСУ ТП ЖКХ от семи суток до месяца вынуждена будет функционировать в «ручном» режиме. Значит, в штате компании-оператора такой АСУ ТП необходимо на постоянной основе иметь специалистов, которые знают, что нужно делать, и умеют работать (то есть постоянно поддерживают профессиональные навыки работы) в таком режиме. И зачем тогда нужна такая автоматизированная система?

Работоспособность технологической радиосети поддерживается техническим персоналом использующей ее организации, а ее восстановление не требует сложных технических действий или существенных финансовых затрат (стоимость базовой станции сотовой связи на два порядка выше стоимости базовой станции технологической радиосети).

Базовые станции сотовой связи в отличие от радиотехнического оборудования технологической радиосети монтируются на открытых (неохраняемых) и незащищенных от внешнего воздействия площадках. Доступ к оборудованию ограничивается только блок-боксом, в котором оно смонтировано. Сотовая связь, как система общего пользования и достаточно дорогостоящая инфраструктура, требующая длительных сроков на восстановление, является привлекательным объектом для террористических атак. Кроме того, в случае таких атак сети сотовой связи оказываются перегруженными и их надежная работа становится невозможной.

Так, атака террористов на Всемирный торговый центр в Нью-Йорке 11 сентября 2001 года повлекла за собой не только многочисленные человеческие жертвы, но и нанесла серьезный материальный ущерб. Врезавшиеся в здания самолеты нарушили работу кабельных и беспроводных сетей связи, привели к сильной перегрузке тех из них, которые всё же сохранили работоспособность.

В результате атаки один из крупнейших операторов связи США, ком-

Таблица 3. Технические характеристики базового радиомодема Viper-SC+ base station

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900base 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	10–30, постоянный ток			
Рабочая температура, °С	От -30 до +60			
Температура хранения, °С	От -45 до +85			
Влажность, %	5–95 без образования конденсата			
Габаритные размеры, см	41 (Ш) × 12 (Г) × 29 (В)			
Масса (в упаковке), кг	5,2			
Рабочий режим	Симплекс/полудуплекс			
Передатчик				
Полоса пропускания без подстройки, МГц	38	38	64 (406,1–470); 62 (450–512)	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)			
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			

Таблица 4. 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:				
• прием, 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, °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			
Габаритные размеры, см	13,97 (Ш) × 10,80 (Г) × 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); 62 (450–512)	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)			-111 (16 кбит/с); -104 (32 кбит/с); -97 (48 кбит/с); -89 (64 кбит/с)

Общие характеристики	Viper-SC+ 100/200/400/900			
	ОВЧ	200 МГц	УВЧ	900 МГц
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10 ⁻⁶):				
• 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			

пания Verizon, в одно мгновение потеряла 200 тыс. телефонных линий, 150 тыс. магистралей частных АТС, 3,7 млн каналов передачи данных и 10 ретрансляционных сотовых сайтов. В результате была нарушена связь у 14 тыс. частных и 20 тыс. корпоративных клиентов.

В первые сутки после теракта оказались сильно перегружены коммутационные центры другого оператора мобильной связи, компании Sprint. Попытка решить проблему за счет развертывания дополнительных мобильных базовых станций, которые должны были увеличить пропускную способность сети, существенного эффекта не дала в связи с особенностями организации беспроводной связи в городских условиях [2].

Во время аварии в энергосистеме в США и Канаде в 2003 году, когда без электричества остались около 40 млн человек, мобильная сотовая связь работала с большими перебоями. Стационарная телефонная связь продолжала функционировать, как и большинство жизненно важных служб. Работа последних в значительной степени обеспечивалась технологическими радиосетями обмена данными, функционировавшими в штатном режиме в соответствии с планами предприятий ЖКХ.

Аналогичная ситуация с восстановлением работоспособности сотовой связи возникла в Москве после взрыва газопровода в мае 2009 года.

Сотовая связь в зоне аварии отсутствовала или функционировала с ограничениями не менее трех суток.

В результате ледяного дождя в Приморье в ноябре 2020 года массовые отключения электроэнергии обеспокоили базовые станции операторов сотовой связи. Больше всего аварий произошло 22 ноября — на тот момент не работали около 600 станций. К вечеру 25 ноября удалось восстановить половину из них. Однако некоторые станции не смогли работать даже после подачи электроэнергии по причине имеющихся повреждений из-за обледенения оборудования радиорелейных линий и антенн на мачтовых сооружениях. Дополнительная сложность заключалась в необходимости вести высотные работы на обледеневших неустойчивых конструкциях. Сроки ремонта на самых сложных объектах сотовые операторы оценили в одну-две недели [3].

Следует отметить, что значительная часть тепловых сетей, а также сетей водоснабжения и канализации продолжала функционировать за счет использования имеющихся на объектах резервных источников электропитания, к которым подключаются и технологические радиосети АСУ ТП ЖКХ.

Сотовая связь относится к средствам общего пользования. Однако в настоящее время ее инфраструктура активно задействуется в интересах вооруженных сил, а в особый период

интенсивность такого использования только возрастет. Поскольку этот вид связи де-факто стал элементом государственной системы управления, инфраструктура сотовой связи подлежит подавлению и уничтожению в военное время. Так, во время конфликта в Абхазии в 2008 году с помощью РЛС, развернутой в районе г. Гори, ВС Грузии отслеживали работу всех объектов сотовой связи в зоне конфликта и наносили по ним огневые удары [4].

Технологическая радиосеть АСУ ЖКХ является полностью гражданским объектом и подпадает под действие международного гуманитарного права о защите гражданских лиц и гражданской инфраструктуры. Кроме того, радиотехническое оборудование технологической радиосвязи имеет невысокую стоимость (ниже стоимости любого неуправляемого боеприпаса, способного ее уничтожить, не говоря уже о высокоточном оружии), а восстановление работоспособности такой радиосети даже при полном разрушении занимает совсем немного времени (типовое время развертывания «с нуля», без использования отдельно стоящей радиомачты, составляет не более часа).

Это еще раз подтверждает актуальность русской поговорки «По Сеньке и шапка, по Ереме колпак» — то есть каждая задача должна иметь соответствующее ее важности решение. Да и международную мудрость о том, что нельзя складывать все яйца в одну кор-

зину, когда организуешь управление ответственной автоматизированной системой, никто пока не опроверг.

С формированием на рынке ЖКХ в Российской Федерации мощных региональных компаний, способных предоставлять комплекс услуг, создание и эксплуатация технологических радиосетей управления и сбора данных приобретает более важное значение. Рассматриваемая технология позволяет одновременно обеспечить функционирование нескольких АСУ ТП различного назначения в едином информационном пространстве и на одинаковых принципах. В связи с этим представляется целесообразным формировать инфраструктуру связи для АСУ ТП таких компаний-операторов на основе технологических радиосетей управления и сбора

данных, используя каналы сотовой связи в качестве резервных. В этом случае кроме увеличения капитализации компания получает современную, надежную (на основе радиомодемов строятся решения для радиосетей повышенной надежности и живучести, например атомных электростанций), эффективную и не требующую постоянной оплаты за передачу информации собственную радиосеть, которую она сможет развивать без каких-либо ограничений, исходя из имеющихся и перспективных потребностей.

Источники

1. Сроки устранения неисправностей // Tele2 Россия [сайт] : URL: <https://msk.tele2.ru/help/article/timing-troubleshooting> (дата обращения: 27.01.2020).

2. Проблемы использования систем сотовой связи в чрезвычайных ситуациях //

ООО САГА ТЕЛЕКОМ [сайт] : URL: <https://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/problemu-ispolzovaniya-sistem-sotovoy-svyazi-v-chrezvychaynykh-situatsiyakh> (дата обращения: 27.01.2020).

3. Власти Приморья рассказали о сроках появления интернета и сотовой связи // ИА REGNUM [сайт] : URL: <https://regnum.ru/news/accidents/3125320.html> (дата обращения: 27.01.2020).

4. Применение сил и средств РЭБ в войнах и конфликтах XXI века // Независимая газета [сайт] : https://nvo.ng.ru/wars/2019-09-20/6_1062_reb.html (дата обращения: 27.01.2020).

ООО «Независимый исследовательский центр перспективных разработок» (НЦПР),
г. Москва,
тел.: +7 (499) 113-2698,
e-mail: sm@flexlab.ru,
сайт: www.flexlab.ru



**МАСТЕР-ДИСТРИБЬЮТОР АМЕРИКАНСКОЙ КОРПОРАЦИИ CALAMP
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, СТРАН СНГ
И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРОПЫ**

- ▶ Поставка радиомодемов
- ▶ Разработка сетей радиосвязи
- ▶ Контрактная разработка и производство электроники
- ▶ Технологическая поддержка стартапов



ООО «НЦПР» 115583, г. Москва,
ул. Генерала Белова, дом 26, офис 519
www.flexlab.ru
info@flexlab.ru
+7 499 1132698