

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

ООО «НЦПР» (Технический бюллетень)

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, связанных с созданием и эксплуатацией систем управления технологическими процессами водо-, тепло- и электроснабжения, канализации и наружного освещения.

(Составлено по материалам канадской компании Dataradio, ныне Calamp www.calamp.com).

1. 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 учёта 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, включая системы 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).



Водоочистные сооружения (Фото: <http://vseon.com/analitika/programmy/programma-chistaya-voda-2>)

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

2. 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 в восточной части 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, www.se.com/ru). В рамках данного проекта была на практике проверена возможность использования технологической радиосети для обеспечения функционирования АСУ водоснабжения крупного города с населением в несколько миллионов человек.

Представляет интерес реализация одной из радиосетей управления водонапорными башнями и резервуарами, реализованный в Камеруне (Африка) при полном отсутствии другой инфраструктуры связи.

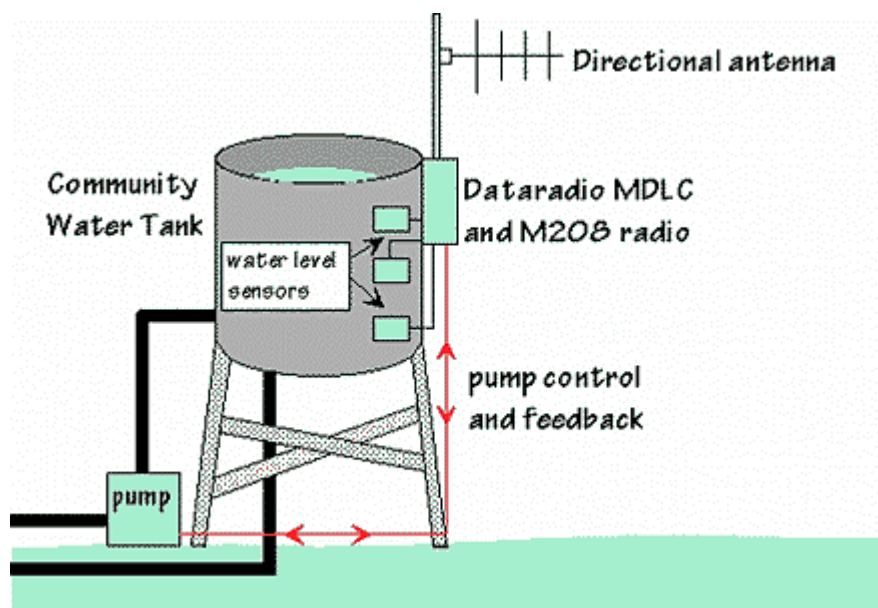
Направленная антенна

Радиомодем и контроллер

Датчик уровня

Насос

Программируемый контроллер



Резервуар с водой

Контролируемый объект, подключенный к технологической радиосети обмена данными (*архив компании CalAmp www.calamp.com*).

В данном случае технологическая радиосеть была сегментирована на две подсети, каждая из которых работала через собственную базовую станцию. С целью экономии затрат на радиочастотный ресурс, работа обеих подсетей была организована на одной радиочастоте. Исключение коллизий в процессе обмена данными решалось программным обеспечением верхнего уровня, которое направляло запросы последовательно на порт заданной базовой станции, выдерживая необходимые задержки для гарантированного приёма ответной информации. Всего в составе радиосети функционировало 15 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» и отладить работу программного обеспечения создаваемой 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 учёта электроэнергии (АСКУЭ). Бурное развитие таких 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 надёжность связи, например, за счет возможности подключения к сетям двух различных операторов.


Однако значительная часть АСУ ТП в ЖКХ продолжила использование в качестве основного средства связи технологических радиосетей управления 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 гарантироваться 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 Таблицах 1 и 2.

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:			
- приём	360 мА (10 В); 200 мА (20 В); 150 мА (30 В)		

Общие характеристики	Базовая станция/ретранслятор T-Base (Guardian)		
			
	ОВЧ	УВЧ	900 МГц
- передача 40 дБм (10 Вт)	4,6 А (10 В); 2, 04 А (20 В); 1,37 А (30 В)		
- передача 30 дБм (1 Вт)	1,2-3,6 А (10 В); 0,6-1,8 А (20 В); 0,4-1,2 А (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) x 47,5 (В) x 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	32
		406,1-470 МГц	
		62	
		450-512 МГц	

Общие характеристики	Базовая станция/ретранслятор T-Base (Guardian)		
			
	ОВЧ	УВЧ	900 МГц
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-232/422/485		
Антенна	N-типа (мама)		
Модем			
Скорость кбит/с	4,8; 9,6; 19,2		
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, приём/передача		
Вид модуляции	2FSK		

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:			
- приём, 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) x 10,80 (Г) x 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		
Передачик			
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) – приём/передача, SMA (мама) – приём (для дуплексных моделей)		
Модем			
Скорость, кбит/с	4,8; 9,6; 19,2		
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, приём/передача		
Вид модуляции	2FSK		


Практическая реализация радиосетей на основе вышеуказанного оборудования подтвердила возможность использования его 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 прикладной задачи, вопрос наличия другой инфраструктуры связи в зоне действия распределенной АСУ ТП не стоит. Тем не менее, при наличии доступа к сети сотовой связи последняя может и часто используется в качестве резервной, что предусмотрено основными руководящими документами по созданию АСУ ТП.

3. 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, 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) продолжает широко применяться 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 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 Таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Технические характеристики базового 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 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			
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)
- 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 канале, 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 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:				
- 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

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)	
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	

Представляется важным остановиться на одной теме, которая незаслуженно редко рассматривается разработчиками в настоящее время — устойчивость 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» (<https://msk.tele2.ru/help/article/timing-troubleshooting>).

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 как нужно и умеют работать (постоянно поддерживают профессиональные навыки работы) в таком режиме. И зачем тогда нужна такая автоматизированная система?

Работоспособность технологической радиосети поддерживается техническим персоналом использующей его 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 (не охраняемых) и не защищенных 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 надёжная работа становится невозможной.

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

В результате атаки один из крупнейших операторов связи США компания Verizon одноmomentно 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 (<https://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/problemy-ispolzovaniya-sistem-sotovoy-svyazi-v-chrezvychaynykh-situatsiyakh/>).

Во время аварии в энергосистеме в США и Канаде в 2003 году, когда без электричества остались около 40 млн. человек, мобильная сотовая связь «работала очень плохо» и 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 обесточили 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

заклучалась в необходимости вести высотные работы на обледеневших неустойчивых конструкциях. Сроки ремонта на самых сложных объектах сотовые операторы оценили в одну-две недели (<https://regnum.ru/news/accidents/3125320.html>).

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 (https://nvo.ng.ru/wars/2019-09-20/6_1062_reb.html).

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 ещё раз подтверждает актуальность, «отечественной» поговорки: «По Сеньке и шапка, по Ереме колпак» – каждая задача должна иметь соответствующее ее важности решение. Да и «международную» мудрость о том, что нельзя складывать все яйца в одну корзину, когда организуешь управление ответственной автоматизированной системой, никто пока не опроверг.

С формированием на рынке услуг 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 компании, она получает современную, надежную (на основе радиомодемов строятся решения для радиосетей повышенной надёжности 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.

Сноски