ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАДИОСЕТЕЙ ОБМЕНА ДАННЫМИ

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЗКОПОЛОСНЫХ РАДИОМОДЕМОВ СЕМЕЙСТВА GUARDIAN

С. А. МАРГАРЯН *– Заместитель генерального директора по ИТ и специальным проектам, главный конструктор ЗАО «НПП «РОДНИК»*

В настоящей статье рассматриваются отдельные технические вопросы, связанные с созданием узкополосных технологических радиосетей обмена данными УКВ-диапазона с использованием перспективных радиомодемов Guardian. Представленные в статье данные могут использоваться при проектировании и развертывании технологических радиосетей сбора данных и управления нового поколения в топливно-энергетическом комплексе, электроэнергетике, промышленности и на транспорте.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ РАДИОМОДЕМ GUARDIAN-100/200/400/900

Радиомодем Guardian-100/200/400/900 разработан и производится американской компанией CalAmp (www.calamp.com) для замены широко применяемых в Российской Федерации и ряде государств СНГ радиомодемов Dataradio T-Base/T-96SR радиотехнической платформы «Т», выпускавшихся с середины девяностых годов прошлого столетия и прекрасно зарекомендовавших себя в процессе продолжительной эксплуатации в составе технологических радиосетей обмена данными компаний «Газпром» и «Связьтранснефть», а также ряда компаний электроэнергетики. Данный радиомодем должен стать основой перспективной радиотехнической платформы, которая будет включать в себя радиомодем для удаленного объекта, ретранслятор, базовую станцию и базовую станцию повышенной надежности и живучести, а в ближайшем будущем заменить и радиомодемы Dataradio I-Base/Integra-TR радиотехнической платформы «I», применяемые в подразделениях компаний «ЛУКойл», «Новатек», «Роснефть», «Связьтранснефть», «Славнефть», «Сургутнефтегаз», «Татнефть» и ряда других.

Основные технические характеристики радиомодема Guardian представлены в Таблице 1.

Радиомодем Guardian имеет следующие отличия от заменяемых радиомодемов Dataradio T-Base/T-96SR:

- Более широкий диапазон настройки выходной мощности;
- 100% цикл работы на всех моделях;
- Программируемый шаг сетки радиочастот 25 и 12,5 кГц;
- Поддержка портов RS-232/422/485;
- Диагностика технического состояния в оперативном и автономном режимах;
- Более широкий диапазон входящего напряжения питания;
- Поддержка работы в режиме RTS/CTS и DOX;
- Поддержка работы в симплексном, полудуплексном и дуплексном режимах (дуплексный радиомодем имеет дополнительный антенный порт и предусматривает использование внешнего дуплексера, либо работу на две антенны);
- Возможность использования в качестве ретранслятора;
- Наличие оборудования на диапазон 215–240 МГц.

Радиомодем Guardian представляет собой асинхронное «прозрачное» устройство реального времени, не требующее сложной настройки и использующее внешний протокол обмена данными. Данные передаются в радиоканал в той последовательности, в которой были приняты радиомодемом от контроллера, терминала или компьютера по интерфейсу RS-232/422/485 без искажений и дополнительной обработки.

ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАДИОСЕТЕЙ ОБМЕНА ДАННЫМИ НА РАДИОМОДЕМАХ GUARDIAN

Радиомодем Guardian предназначен для построения современных радиосетей удаленного сбора данных и управления стационарными объектами. Он имеет встроенный специализированный приемопередатчик, использующий технологию SDR[1] (Software Defined Radio) с малым временем доступа к радиоканалу на основе современного цифрового сигнального процессора. Обеспечивает асинхронный обмен данными на скоростях 19200, 9600 или 4800 бит/с в радиоканалах с шагом сетки радиочастот 25 или 12,5 кГц. Настройка шага сетки радиочастот выполняется программно. Радиомодем поддерживает работу практически всех основных промышленных протоколов, включая ModBus, ModBus-RTU и AB DF1.

Встроенная функция удаленной диагностики позволяет в реальном масштабе времени контролировать состояние устройства (наличие питания, температуру, напряжение питания, мощность сигнала, наличие соединения с антенно-фидерными устройствами). Это позволяет строить на основе радиомодема Guardian технологические радиосети обмена данными повышенной надежности и живучести с контролем технического состояния каждого устройства в составе радиосети в масштабе времени, близком к реальному.

---

[1] *SDR (англ. Software-defined radio, SDR) – программно-определяемая радиосистема, радиотелекоммуникационная система, которая может быть настроена на произвольную полосу частот и принимать различные виды модулированного сигнала, состоящая из программируемого оборудования с программным управлением.*

Таблица 1. Основные технические характеристики радиомодема Guardian

Общие характеристики	Радиомодем Guardian-100/200/400/900			
	ОВЧ		УВЧ	900 МГц
Диапазон частот, МГц	136-174	215-240	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 – передача 40 дБм (10 Вт), А – передача 30 дБм (1 Вт), А	360 (10 В); 200 (20 В); 150 (30 В) 4,6 (10 В); 2,04 (20 В); 1,37 (30 В) 1,2–3,6 (10 В); 0,6-1,8 (20 В); 0,4–1,2 (30 В)			
Номинальная задержка при холодном старте, с	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 $1x10^{-6}$), дБм: – 25 кГц – 12,5 кГц	-100 (19,2 кбит/с), -107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с) -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	38	64 (406,1-470) 62 (450-512)	32
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			

Радиомодем Guardian поддерживает работу в режиме DOX (data-activated transmit), не требующем использования сигналов управления потоком RTS/CTS: передача инициализируется поступлением данных на порт радиомодема. Также поддерживает управление сигналами RTS/CTS, когда скорость передачи данных от терминального устройства превышает скорость обмена данными в радиоканале. Он имеет два последовательных порта, для передачи данных и настройки, и полностью совместим с радиомодемами T-Base/T-96SR.

Радиомодем Guardian выпускается также в дуплексном варианте. Он может использоваться для создания дуплексной базовой станций (БС) или ретранслятора. В этом случае орадиомодем оснащается дополнительным антенным портом и может работать на две или одну (с использованием внешнего дуплексера) антенну.

Радиомодем Guardian позволяет создавать относительно недорогие, эффективные и гибкие технологические радиосети обмена данными, способные функционировать на протяжении многих лет с минимальным техническим обслуживанием, обеспечивая обмен данными в реальном масштабе времени.

Типовая упрощенная схема коммутации технологической радиосети обмена данными представлена на рис. 1.

Источником данных на удаленном объекте является счетчик (группа счетчиков) или контроллер. Информация от источника принимается радиомодемом по стандартному интерфейсу RS-232. Радиомодем преобразует поступающие цифровые данные в радиочастотный сигнал, который посредством радиопередатчика передается в пункт управления (например, диспетчерскую или полевой пункт управления). Здесь процесс обработки происходит в обратном порядке: модем преобразует поступивший от радиосигнал в цифровую форму, пригодную для его дальнейшей автоматизированной обработки.

В типовых приложениях обмен данными производится под управлением центрального объекта (топология «звезда»), работающего через базовую станцию по принятым для конкретной радиосети протоколам обмена данными.

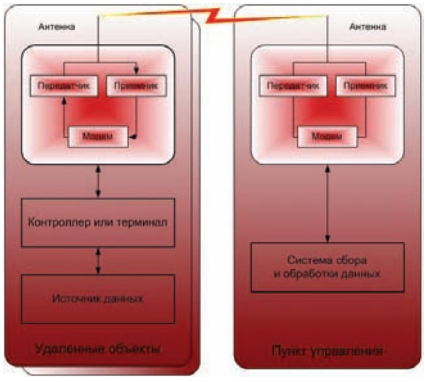

Рис. 1. Типовая упрощенная схема коммутации технологической радиосети обмена данными

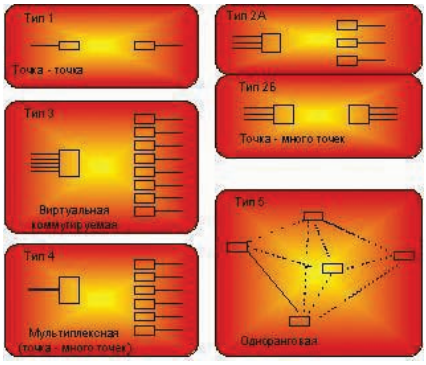

Рис. 2. Варианты построения технологических радиосетей обмена данными

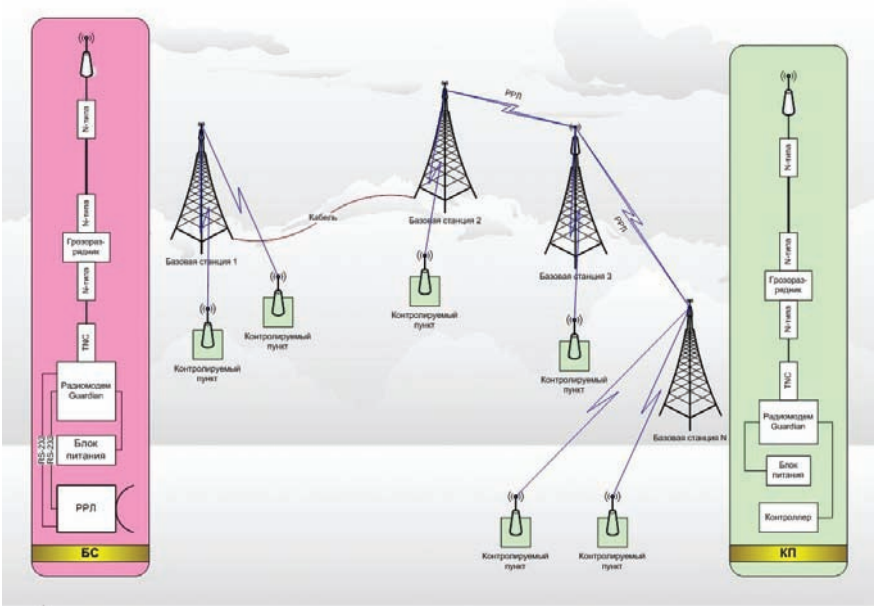

Рис 3. Типовая схема технологической радиосети обмена данными в системе управления телемеханикой продуктопровода

Возможные варианты построения технологических радиосетей обмена данными представлены на рис. 2.

Таким образом, создается радиосеть обмена данными с полностью детерминированными параметрами, исключающая флуктуации информационного потока, способные привести к сбоям в ее работе, и поддерживающая работу удаленных устройств в реальном режиме времени.

Наиболее высокая надежность работы достигается в системах, в которых обеспечивается прямая радиовидимость между объектами, то есть радиосигнал беспрепятственно распространяется от передающей до приемной антенны. Номинально в создаваемых радиосетях зона радиовидимости с одной позиции имеет радиус 30 км на открытой местности и 10 км в условиях города со средней плотностью застройки. Минимальные и максимальные значения зависят от условий местности и могут отличаться на порядок.

Как правило, типовая технологическая радиосеть обмена данными имеет в своем составе группу базовых станций, подключенных к одному или нескольким центрам диспетчерского управления по выделенным магистральным каналам связи (радиорелейным (РРЛ) либо кабельным медным или волоконно-оптическим). Каждая БС, которая строится на радиомодеме Guardian, напрямую или через промежуточный ретранслятор, в качестве которого также применяется радиомодем Guardian, сопрягается с удаленными контролируемыми пунктами по беспроводному каналу связи УКВ-диапазона.

Упрощенная типовая схема технологической радиосети обмена данными в системе управления телемеханикой продуктопровода представлена на рис. 3.

Работа радиосети организуется по опросу, при котором пункт диспетчерского управления направляет запрос в адрес удаленного контроллера конкретного КП телемеханики. Данный запрос передается по магистральному каналу связи на порт ввода-вывода БС, которая транслирует запрос в эфир на присвоенной ей рабочей радиочастоте. Запрос принимается всеми находящимися в зоне электромагнитной доступности и настроенными на рабочую частоту БС удаленными КП, однако ответ на данный запрос дает только тот КП телемеханики, которому этот запрос адресован (остальные КП запрос игнорируют).

Ответ на запрос передается в обратном порядке: КП – БС – пункт диспетчерского управления. Каждая БС в составе радиосети имеет собственный номинал рабочей частоты, что обеспечивает их одновременную работу без взаимных помех. Поскольку передача запросов инициируется центром диспетчерского управления, «коллизии» данных в радиосети полностью исключены.

Технологическая радиосеть обслуживает работу системы управления телемеханикой, которая представляет собой автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП). Функционирование АСУ ТП предполагает соблюдение заданных задержек при обмене информацией, которые должны быть минимальными и предсказуемыми – чем меньше время, затрачиваемое на получение ответа на запрос, тем больше времени остается у АСУ ТП и диспетчера для реагирования на полученную от КП информацию, а отсутствие необходимого ответа на запрос в отведенный период времени является событием, по которому автоматически генерируется сигнал тревоги.

Обмен данными в рассматриваемой типовой технологической радиосети складывается из набора нижеперечисленных последовательных микроопераций, формирующих транзакцию «запрос – ответ»:

- Генерация запроса АСУ ТП;
- Передача запроса по магистральному каналу связи в адрес БС;
- Получение БС запроса от АСУ ТП;
- Установление связи между БС и КП;
- Передача запроса от БС к КП;
- Обработка запроса на КП и генерация ответа;
- Установление связи между КП и БС;
- Передача ответа от КП к БС;
- Передача ответа от БС в адрес АСУ ТП по магистральному каналу связи.

Таблица 2. Типовые задержки при обмене данными в технологической радиосети УКВ-диапазона третьего поколения[3].

Наименование микрооперации	Время выполнения, с	Время выполнения, %	Примечание
Установление связи между БС и КП	0,016	0,77%	Складывается из времени атаки передатчика радиомодема – 1 мс, и времени синхронизации – 15 мс в режиме DOX (25 мс в режиме RTS/CTS)
Передача запроса от БС к КП	0,00104	0,05%	
Обработка запроса контроллером телемеханики и генерация ответа	2	96,40%	
Установление связи между КП и БС	0,016	0,77%	
Передача ответа от КП к БС	0,04167	2,01%	
ИТОГО:	2,07471	100,00%	

Информация о типовых задержках, возникающих при обмене данными в технологической радиосети, построенной на радиомодемах Guardian, представлена в Таблице 2[2].

Таким образом, продолжительность транзакции в технологической радиосети обмена данными при использовании радиомодема Guardian может составлять 2,07 с, а в течение минуты может быть выполнено около 29 таких транзакций. Учитывая, что в типовой радиосети в случае ухудшения условий приема может потребоваться повторная передача до 10% всех сообщений, одна базовая станция такой радиосети способна обслужить около 25 контролируемых пунктов в минуту.

Поскольку в радиосетях на базе радиомодема Guardian вышеуказанные задержки являются детерминированными (неизменными), по данному параметру они удовлетворяют требованиям большинства приложений, реализуемых в топливной и электроэнергетике, а расчет пропускной способности таких радиосетей выполняется относительно просто.

Таким образом, технические и функциональные возможности радиомодема Guardian позволяют использовать его для создания современных узкополосных технологических радиосетей обмена данными в топливно-энергетическом комплексе совместно или для замены применяемых в настоящее время радиомодемов Dataradio T-Base/T-96SR. ■

РОДНИК С 1991 ГОДА СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР

ЗАО «НПП «РОДНИК»
117556, Москва,
Нахимовский просп. 1, корп.1
тел. (499) 613-7001, 613-2688
факс (499) 317-9754
e-mail: info@rodnik.ru
www.rodnik.ru

2 Не учитываются задержки при передаче данных по магистральным каналам связи от пункта диспетчерского управления до БС, поскольку эти задержки зависят от выбранной среды передачи и моделей магистрального оборудования. Оценка задержек производится с момента получения БС запроса от пункта диспетчерского управления до момента готовности к передаче ответа от КП в адрес пункта диспетчерского управления.

3 Предполагается, что обмен данными в радиосети, а также между радиомодемом и контроллером телемеханики производится на скорости 19,2 кбит/с. Размер запроса составляет 20, а ответа – 800 байт. Исходные данные взяты для базовой модификации комплекса телемеханики «Телеканал-М2», поддерживающий обмен данными с пунктами управления с использованием стандартизированных протоколов ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и FT1.2 «Телеканал».