

# РАДИОМОДЕМЫ GUARDIAN – ЭФФЕКТИВНАЯ ОСНОВА СЕТЕЙ ОБМЕНА ДАННЫМИ

С.Маргарян sm@rodnik.ru

Сегодня в различных отраслях – топливно-энергетическом комплексе, электроэнергетике, промышленности, на транспорте – широко используются сети сбора данных и управления. Радиомодемы для построения таких сетей предлагает американская компания CalAmp ([www.calamp.com](http://www.calamp.com)). О характеристиках этих модемов и сетях обмена данными на их основе рассказывается в настоящей статье.

**Р**адиомодем Guardian-100/200/400/900 (табл.1) разработан 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. Данный радиомодем должен стать основой перспективной радиотехнической платформы, которая будет включать в себя радиомодем для удаленного объекта, ретранслятор, базовую станцию (БС), а в ближайшем будущем заменить и радиомодемы Dataradio I-Base/Integra-TR радиотехнической платформы "Г".

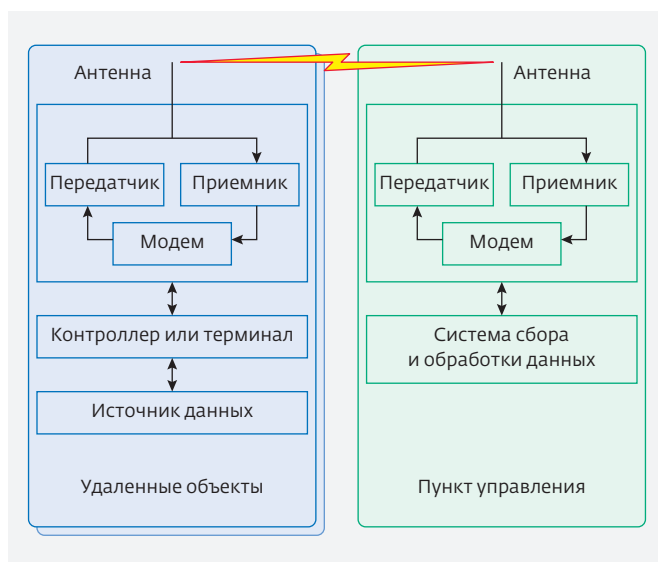
Guardian представляет собой асинхронное устройство реального времени, не требующее сложной настройки и использующее внешний протокол обмена данными. Данные передаются в радиоканал в той последовательности, в которой были приняты радиомодемом от контроллера, терминала или компьютера по интерфейсу RS-232/422/485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

В радиомодеме встроен специализированный приемопередатчик, использующий технологию программно-определяемых радиосистем (Software Defined Radio – SDR), с малым временем доступа к радиоканалу на основе современного цифрового

сигнального процессора. Модем 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 выполняется программно. Радиомодем поддерживает практически все основные промышленные протоколы, 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 дает возможность 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.

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. Модем также поддерживает управление сигналами RTS/CTS, когда скорость передачи данных от терминального



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

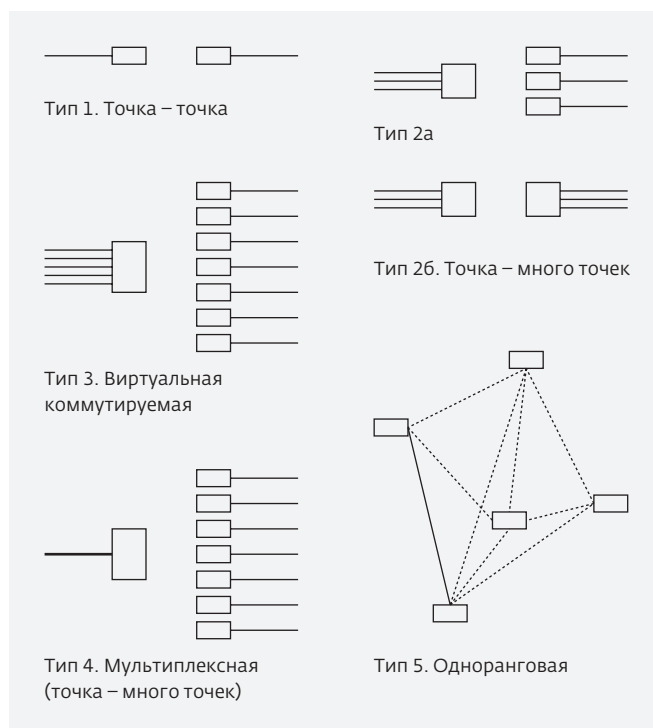
устройства превышает скорость обмена данными в радиоканале. Он имеет два последовательных порта, для передачи данных и настройки, и полностью совместим с радиомодемами T-Base/T-96SR.

Модем выпускается также в дуплексном варианте. Он может использоваться для создания дуплексной базовой станции или ретранслятора. В этом случае радиомодем оснащается дополнительным антенным портом и может работать на две или одну (с использованием внешнего дуплекса) антенну.

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.

Источником данных на удаленном объекте является счетчик (группа счетчиков) или контроллер (рис.1). 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 радиосигнал в цифровую форму, пригодную для его дальнейшей автоматизированной обработки.

В типовых приложениях обмен данными производится под управлением центрального объекта



**Рис.2.** Варианты построения технологических радиосетей обмена данными

(топология "звезда"), работающего через базовую станцию по принятым для конкретной радиосети протоколам обмена данными. Возможны различные варианты построения технологических радиосетей обмена данными (рис.2).

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

Наиболее высокая надежность работы достигается в системах, где обеспечивается прямая радиовидимость между объектами, то

Таблица 1. Основные технические характеристики радиомодема Guardian

Характеристики	Радиомодем Guardian-100/200/400/900			
	ОВЧ	УВЧ	900 МГц	
Общие характеристики				
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	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)			
Габариты, 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 $1 \cdot 10^{-6}$ ), 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	25	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			

Таблица 1. Продолжение

Характеристики	Радиомодем Guardian-100/200/400/900		
	ОВЧ	УВЧ	900 МГц
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		

Таблица 2. Типовые задержки при обмене данными в технологической радиосети УКВ-диапазона третьего поколения \* \*\*

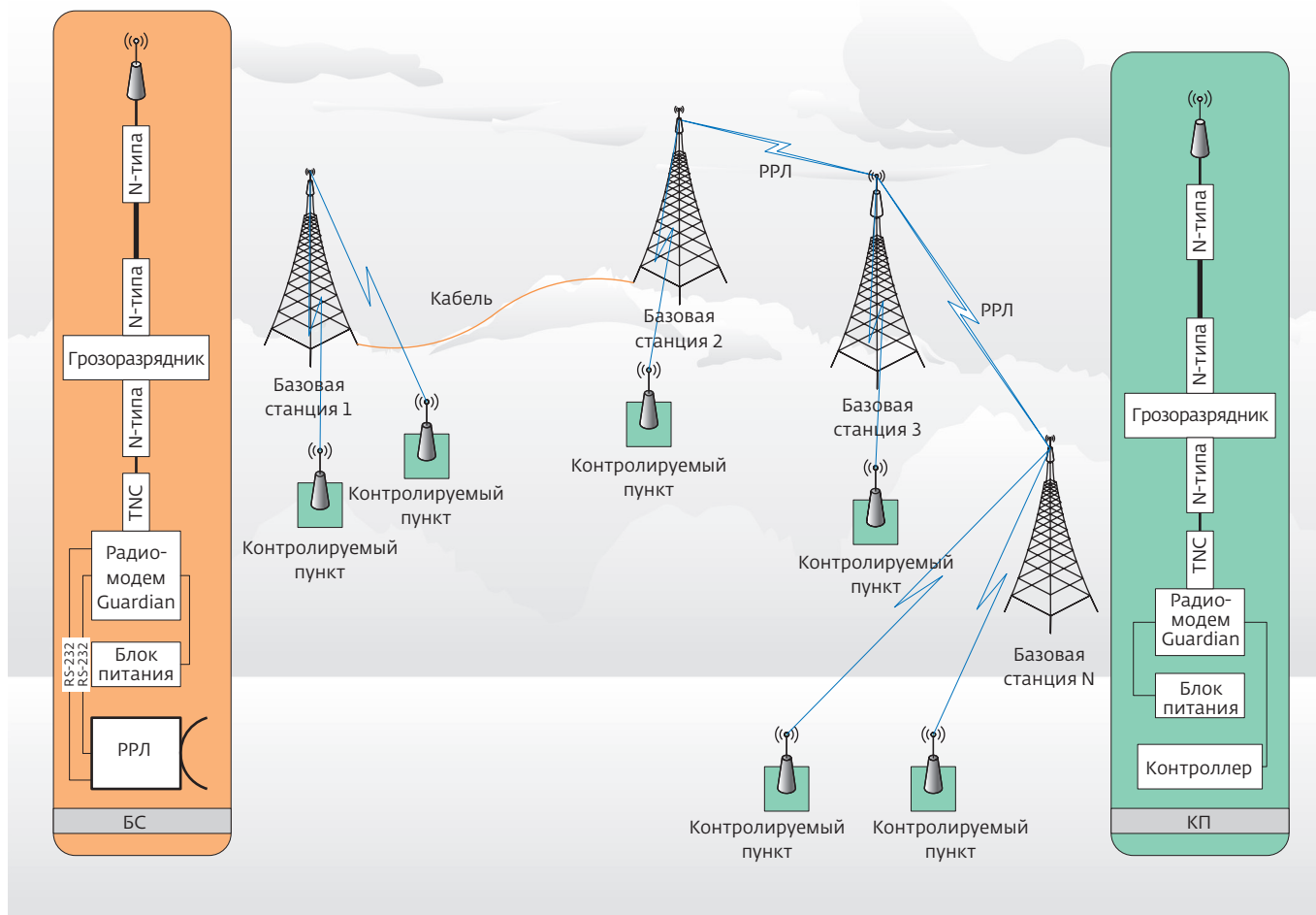
Наименование микрооперации	Время выполнения	
	с	%
Установление связи между БС и КП ***	0,016	0,77%
Передача запроса от БС к КП	0,00104	0,05%
Обработка запроса контроллером телемеханики и генерация ответа	2	96,40%
Установление связи между КП и БС	0,016	0,77%
Передача ответа от КП к БС	0,04167	2,01%
Итого:	2,07471	100,00%

## Примечания:

\* Задержки при передаче данных по магистральным каналам связи от пункта диспетчерского управления до БС не учитываются, 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.

\*\* 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", поддерживающей 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".

\*\*\* Складывается из времени атаки передатчика радиомодема – 1 мс и времени синхронизации – 15 мс в режиме DOX (25 мс в режиме RTS/CTS).



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

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 контролирующими

пунктами (КП) по беспроводному каналу связи УКВ-диапазона (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 быстрее будет получен ответ на запрос, тем больше времени остается у АСУ ТП и диспетчера для реагирования на полученную от КП информацию. Отсутствие ответа на запрос в допустимый период времени является событием, вследствие которого 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.

Продолжительность транзакции в технологической радиосети обмена данными при использовании радиомодема Guardian может составлять 2,07 с (табл.2), 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.

Подводя итог, можно сказать, что технические и функциональные возможности радиомодема Guardian позволяют использовать его для создания современных узкополосных технологических радиосетей обмена данными в топливно-энергетическом комплексе совместно с применяемыми сегодня радиомодемами Dataradio T-Base/T-96SR или вместо них. ●