



## Радиомодемы послужат альтернативой GSM-каналам Телеметрическая система мониторинга газораспределительных пунктов на оборудовании RACOM

**Алексей Терешин**, руководитель отдела продаж ООО «Евромобайл»  
alexey.tereshin@euroml.ru

**В статье дано описание телеметрической системы мониторинга объектов газовых магистралей. В качестве передающих устройств в ней использованы уникальные радиомодемы марки RACOM, позволяющие осуществлять обмен данными без участия GSM-операторов, обеспечивая тем самым высокую надежность связи и достоверность транслируемой информации.**

Главной целью создания системы телеметрического мониторинга газораспределительных пунктов (СТМ ГРП) является достижение экономического эффекта за счет оперативного получения точных и достоверных данных об измеряемых и контролируемых параметрах. Разработанный программно-технический комплекс системы предназначен для оперативного дистанционного наблюдения за состоянием контролируемых процессов и оборудования ГРП, передачи по каналам связи значений непрерывно изменяющихся параметров контролируемых процессов или критических отклонений от заданных режимов работы.

### Описание системы

Контроль состояния объектов ГРП обеспечивает диспетчерская служба газовой компании. Количество планируемых объектов — 400. Расстояние от объекта до диспетчерского пункта (ДП) — не более 20 км. Принцип работы системы следующий: датчики избыточного давления, преобразователь разности давлений, термосопротивление и конеч-

ный выключатель преобразуют физические величины измеряемых параметров в унифицированный токовый выходной сигнал, передаваемый по специальному кабелю на комплекс телеметрии. Он, в свою очередь, находится в режиме «активного ожидания» либо в так называемом «спящем режиме», обеспечивающем максимальное энергосбережение внутреннего источника питания.

Проблема питания шкафного регуляторного пункта (ШРП) стоит достаточно остро. В связи с отсутствием внешней сети для этого используют исключительно автономные источники питания, поэтому функциональность ограничена с целью увеличения срока работы в автономном режиме.

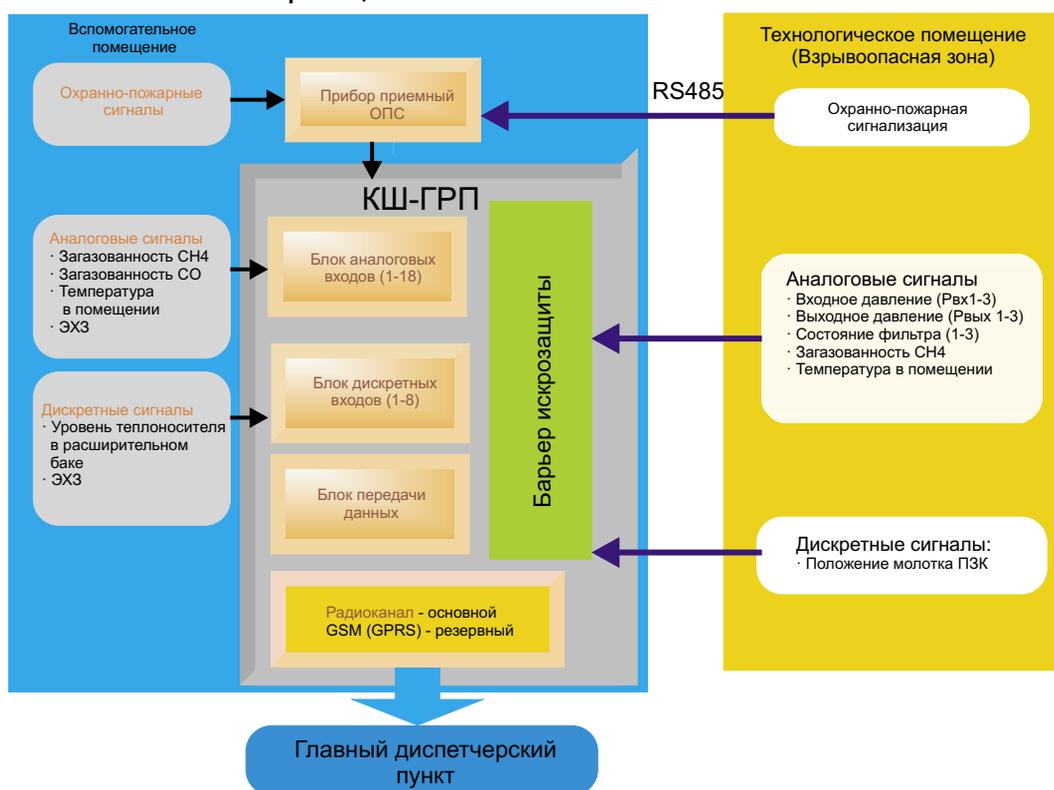
В случае возникновения тревоги или начала сеанса связи с ДП комплекс выходит из режима ожидания, проводит измерение и обработку контролируемых параметров и передает полученные данные по радиоканалу на ДП. Параметры опроса и границы параметров срабатывания комплекса на тревожные события настраиваются на этапе его внедре-

ния и могут быть изменены удаленно с ДП в процессе эксплуатации.

Для эффективного решения поставленных задач существуют требования, которым должна отвечать СТМ ГРП:

- построение единой, территориально распределенной СТМ для всех объектов ГРП;
- применение высокотехнологичных компонентов и последних достижений в области передачи данных;
- использование в качестве основного канала связи радиоканала, а также инфраструктуры существующих операторов связи — как резервного канала связи;
- возможность интеграции в единую систему сбора и передачи данных, ранее установленную на объектах СТМ, без дополнительных вложений в модернизацию;
- полное соответствие международным стандартам передачи данных;
- высокая надежность и отказоустойчивость с возможностью резервирования критических компонентов системы;
- сокращение затрат на техническое сопровождение за счет широких возможностей централизованного администрирования системы (с «верхнего» уровня), дистанционная установка и настройка параметров работы всех представленных компонентов;

### Принципиальная схема СТМ ГРП



● Рис. 1. Принципиальная схема СТМ ГРП

- диверсификация предлагаемых компонентов и решений, как по уровням применения, так и по функциональности;
- универсальное промышленное решение, обеспечивающее длительный (не менее 5–10 лет) период выпуска совместимых изделий в промышленных масштабах.

Разработанная система телеметрического мониторинга отвечает всем перечисленным требованиям и применяется для автоматизации сбора информации, предоставляемой узлами телеметрии. Может обеспечивать достоверное и оперативное фиксирование и моделирование аварийных ситуаций и неисправностей узлов. Автоматизирует процесс их подключения к системе сбора информации и оперативного реагирования. СТМ ГРП также обеспечивает информационную поддержку принятия решений, позволяя оперативно подготавливать информацию для руководства. Анализирует и оптимизирует аварийные мероприятия. Система контролирует состояние объектов газораспределительного

пункта, оперативно реагируя на внештатные ситуации. При помощи СТМ ГРП можно минимизировать расходы за счет сокращения количества плановых осмотров технического состояния оборудования. Получение статистического материала технологических параметров позволяет планировать капитальный ремонт.

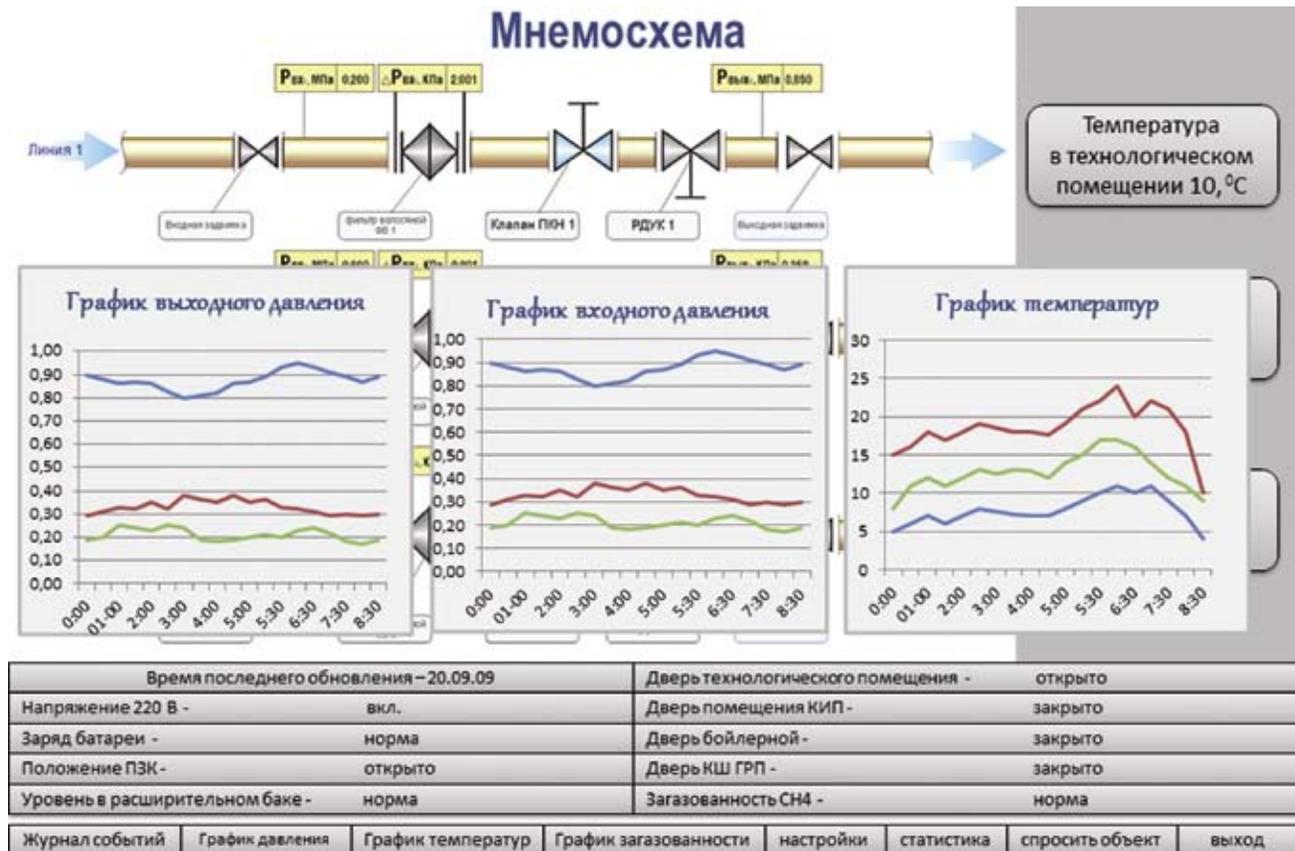
СТМ может принимать аналоговые и дискретные сигналы о значениях основных технологических параметров ГРП, контролировать и автоматически дистанционно регулировать показатели станций электрохимической защиты (ЭХЗ). В случае аварии СТМ ГРП обеспечивает автоматический переход на резервный канал.

Комплекс может выполнять опрос по расписанию, аварийный и принудительный опрос (не используется на объектах с автономным питанием). При отсутствии связи с ДП система обеспечивает буферизацию входных данных. Одна из немаловажных функций — это переход в режим пониженного энергопотребления

при отсутствии внешнего питания от сети 220 В (спящий режим).

СТМ ГРП принимает и выполняет запросы, поступающие от ДП газовой компании, контролирует достижение значений требуемых параметров. Оператор диспетчерского пульта может при помощи СТМ ГРП провести диагностику элементов установленных датчиков. Охранно-пожарная сигнализация и системы контроля доступа также могут контролироваться при помощи СТМ ГРП. Принципиальная схема системы показана на рис. 1.

Одной из основных функций СТМ ГРП является контроль различных параметров газораспределительных приборов. Ниже приведены некоторые из них: входное и выходное давление в магистрали ГРП, состояние фильтра газовой магистрали, температура в помещениях ГРП, положение «молотка» ПЗК, загазованность помещений на CH<sub>4</sub> (метан) и CO, уровень теплоносителя в расширительном баке, температура теплоносителя (дополнительно), работа станций электрохимической защиты (ЭХЗ).



● Рис. 2. Мнемосхема значения параметров в системе

### Возможности СТМ ГРП

Возможности системы очень широки, наиболее важными из них являются передача информации о состоянии системы на ГРП в диспетчерскую службу по радиоканалу, как основному, и по GSM (GPRS) — как резервному каналу. С помощью системы доступно полное конфигу-

рирование объектов непосредственно с диспетчерского пульта. СТМ располагает 18 аналоговыми и 8 дискретными датчиками, при помощи которых производится опрос и контроль состояния объектов, и помимо этого может быть укомплектована интерфейсами для передачи данных с узлов учета газа.

Комплекс может работать автономно от блока аккумуляторов до 6 месяцев. Осуществляет циклический и адресный опрос, а также имеет спорадический режим для экстренной доставки информации с объекта, не дожидаясь планового опроса. Контролирует объекты через имеющиеся каналы связи. Располагает гибким интерфейсом настройки параметров ГРП. Визуально контролирует параметры ГРП на объекте. Осуществляет непрерывный, круглосуточный многопользовательский режим работы, имеет разветвленную систему паролей доступа к информации.

В связи с этим обозначим такую особенность системы, как использование всех видов каналов обмена дан-

ными — радиоканала, GSM/GPRS, xDSL, SAT, сети связи общего пользования (ССОП). Для того чтобы организовать прозрачный доступ потребителя к СТМ ГРП, возможна реализация «сквозного» канала передачи данных в АСУ ТП заказчика. В реальном времени обеспечивается большое количество сигналов (не менее



● Рис. 3. СТМ ГРП, смонтированная в шкафу управления



● Рис. 4. Внешний вид радиомодема RACOM MR160

300 000), при этом система формирует иерархическую многоуровневую упорядоченную структуру имен сигналов. Необходимость программирования на объекте отсутствует, требования к конфигурированию минимальны, поддержка экспорта конфигураций — удаленная. Полностью поддерживаются протоколы: OPC, МЭК 60870-5-101/ 104, Modbus (ASCII/RTU/TCP). Имеется возможность синхронизации времени от систем верхнего уровня по каналам GSM/GPRS.

Система позволяет отображать на компьютерном терминале ДП заданные технологические параметры ГРП – это перепад давления на фильтре, состояние предохранительно-запорных устройств (открыто/закрыто), уровень концентрации газа в технологическом помещении (норма/авария), температура воздуха в технологическом и вспомогательном помещениях, уровень теплоносителя в расширительном баке, защитный ток и потенциал станции ЭХЗ, наличие напряжения питания 220 В (норма/авария), состояние дверей помещений (открыто/закрыто), санкционированность открывания дверей («свой-чужой»), разряд/заряд батареи резервного питания.

СТМ производит опрос состояния ГРП с заданным периодом, информирует персонал о выходе за пороговые значения параметров, хранит и отображает в виде графиков и мнемосхем (рис. 2) архивы значений аналоговых параметров, архивы событий, происшедших в ГРП, и результаты сеансов связи.

В смонтированном виде СТМ ГРП размещается в одном шкафу управления (рис. 3).

### Радиомодем RACOM MR160

Для обеспечения надежного канала связи с диспетчерским пультом выбрана сеть на выделенных частотах диапазона 160 МГц. В качестве основного оборудования связи на базовой станции и пунктах ГРП/ГРШ установлены радиомодемы RACOM MR160 (рис. 4).

Они представляют собой интеллектуальные радиоустройства приемо-

Таблица 1. Технические характеристики радиомодема RACOM MR160

Частотный диапазон	135–175 МГц
Режим передачи	Полудуплекс
Скорость в радиоканале	21,68 кбит/с в канале 25 кГц
Способ настройки частоты	Программно, в диапазоне +3,2 МГц от базисной частоты
Время переключения прием/передача	<1,5 мс
Чувствительность при BER=10 <sup>-3</sup>	-107 дБм
Выходная мощность	Настраивается программно 0,1–25 Вт
Модули расширения, выбираются заказчиком	Ethernet макс. 2х; RS232 макс. 4х; RS422/485 макс. 2х; GPS; M-BUS; I/O-2xAI,2xAO,2xDI,2xDO
Промышленные протоколы	Более 70 (Modbus, IEC, DF1, DNP3, Profibus и т. п.)
Питание	13,8 В (10,2–15,6 В)
Потребление	RX — 380 мА (Ethernet +40 мА, I/O +50 мА, GPS +15 мА) TX — 1,3 А / 1 Вт; 2,0 А / 5 Вт; 5,5 А / 25 Вт
«Спящий» режим	Потребление тока 2,5 мА
Размеры, мм	208×108×63
Масса	1,2 кг
Соответствие нормам	ETSI EN 300 113-2 V 1.3.1; FCC part 90, RSS1 19 EMC (электромагнитная совместимость); ETSI EN 301 489-5 V 1.3.1 (электрическая безопасность); CENELEC EN 60 950:2000 (использование в мобильных средствах), UN Regulation No.10 (EHK No.10)



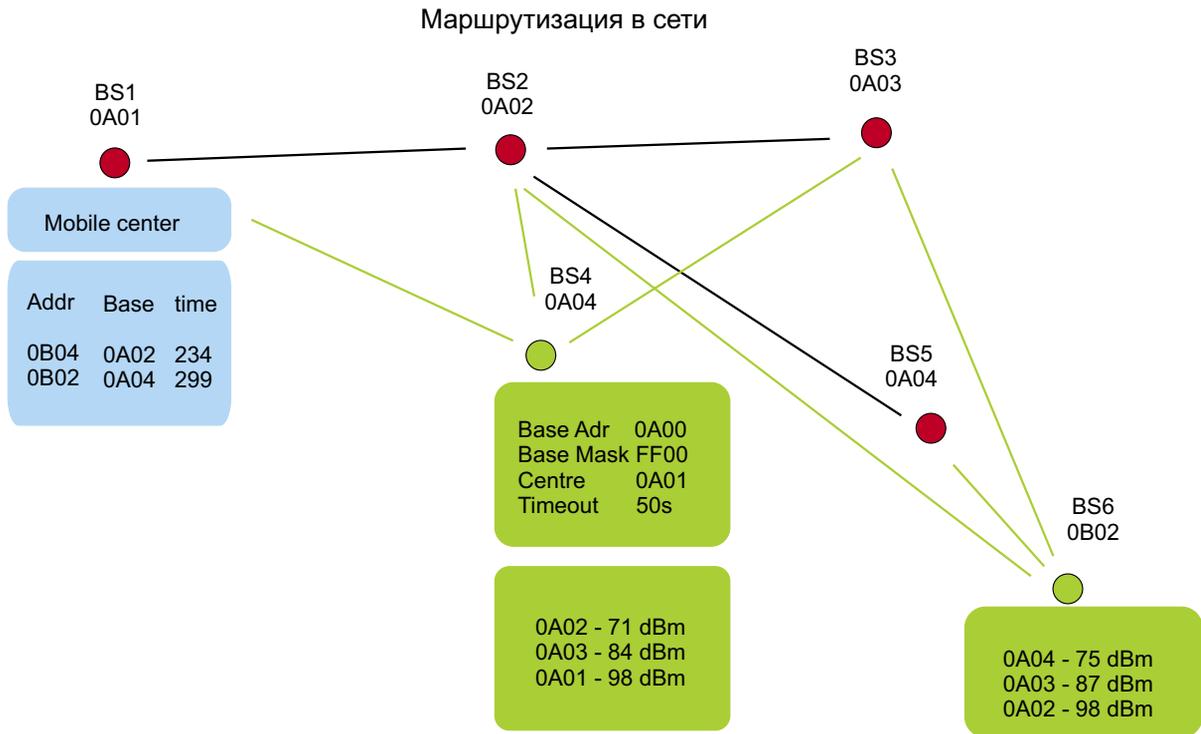
Рис. 5. Распределенная топология сети передачи данных MORSE

передачи данных со встроенным программным обеспечением MORSE и имеют возможность одновременно выполнять функции базовых станций для мобильного применения, ретрансляторов (маршрутизаторов) и конечных (пользовательских) радиомодулей в системе радиосвязи MORSE. Благодаря особенностям программного обеспечения радиомодемы RACOM позволяют создавать распределенные наложенные и виртуальные сети передачи дан-

ных с выходом на ЛВС предприятия и в сети связи общего пользования. Основные технические характеристики данных устройств представлены в таблице 1.

### Особенности системы связи MORSE

Пакетная сеть передачи данных MORSE, которую используют модемы RACOM, имеет значительно большую эффективность для осуществления очень часто перемещения корот-



● Рис. 6. Маршрутизация сети MORSE

ких сообщений, чем другие аналогичные системы радиосвязи, поскольку одна точка сети может «в один прием» принимать, квити́ровать и перенаправлять пакеты от нескольких различных адресантов.

Все точки системы MORSE являются равноценными, поэтому нет необходимости в организации специального центра управления сетью или в установке главного преобразователя. Любая точка сети одновременно служит и в качестве ретрансляционной, а в мобильных приложениях — и в качестве базовой.

Система MORSE имеет высокоинтеллектуальный антиколлизийный протокол доступа в радиоканал, благодаря которому можно создавать территориально распределенные мобильные и интегрированные сети из сотен и тысяч радиомодемов с неограниченным числом ретрансляций, работающих всего на одной симплексной частоте (рис. 5). Благодаря этой особенности протокола MORSE, даже если несколько объектов выйдут на связь с диспетчерским пунктом одновременно, не возникнет потерь данных, и аварийная

информация будет доставлена своевременно.

В сети может быть использован алгоритм "Master-Slave" с управлением из центра. Одновременно с этим любой радиомодем сети может осуществлять связь с любым другим радиомодемом. Кроме того, у каждой точки сети или пользовательского интерфейса можно индивидуально определять алгоритмы доступа к радиоканалу, включая различные приоритеты.

Уникальный алгоритм радиопrotocola MORSE обеспечивает минимально возможное время доступа в радиоканал, и этим параметром радиомодемы RACOM выгодно отличаются от коллизийных систем доступа. Клиентский радиомодем (Slave) постоянно «слушает» радиоканал и с каждым принятым пакетом обновляет список базовых станций, находя одну с самым сильным уровнем сигнала (Master) для того, чтобы именно через нее передать очередной пакет.

Сеть является маршрутизируемой, каждый радиомодем RACOM ведет таблицу маршрутизации и знает о соседних модемах (рис. 6), может

адаптироваться под изменяющиеся условия. Маршрутизация возможна как статическая, так и динамическая. Радиомодем, назначенный ретранслятором, обменивается с другими устройствами служебными сообщениями, оценивая уровень сигнала, и в зависимости от доступности сети и узлов передает информацию.

Благодаря высокой скорости снижается риск повреждения сообщений из-за воздействия помех. Канальная скорость перемещения данных у радиомодемов системы MORSE в конкретной ширине канала всегда находится на границе физических возможностей и составляет для 12,5 кГц — 10,84 кбит/с; для 25 кГц — 21,68 кбит/с; для 200 кГц — 133 кбит/с; для 500 кГц — 196 кбит/с.

Параметр скорости переключения «прием/передача» имеет в пакетных сетях одно из основных значений, так как определяет минимальные задержки по времени при приеме/передаче каждого пакета и, соответственно, принципиально влияет на общую пропускную способность системы. Особенно важен этот параметр при каждой ретрансляции или повторной передаче пакетов. Все

радиомодемы, работающие в системе MORSE, переключаются менее чем за 1,5 мс. В радиосеть MORSE можно интегрировать любое коммуникационное окружение (LAN, WAN, GSM, спутниковый канал и т. п.) как по последовательному протоколу, так и по протоколу TCP/IP.

Большой выбор интерфейсных портов на радиомодеме позволяет при одинаковых расходах подключить большее количество внешних устройств. На радиомодемах модульным способом можно обеспечить до четырех последовательных портов RS232/RS485, до двух портов Ethernet, встроенную систему 16-канального приемника GPS, а также один модуль цифровых/аналоговых входов/выходов.

В качестве пользовательских протоколов передачи данных по последовательному порту RS232/RS485 применяются десятки протоколов различных производителей, включая специальные режимы, позволяющие создавать виртуальное отображение состояния контрольных устройств во всей сети. В системе MORSE интерфейс доступа к сети строго разделен на внутренний и внешний (пользовательский) уровень, между которыми работает модуль протокола. Благодаря этому разделению внутренние коммуникационные уровни MORSE можно интегрировать практически в каждую систему с любым протоколом коммуникации. Протоколы внедрены с учетом их специфики и оптимизированы для передачи по радиоканалу, а это означает, что по радиосети перемещаются пакеты минимального размера. В том случае, если конкретный протокол это позволяет, радиомодем осуществляет все виды проверок (размер цикла, контрольная сумма CRC и т.п.). Некоторые протоколы типа "Master-Slave", например MODBUS, применяются в так называемом режиме "Cache Mode", который сохраняет образы состояния всех подсоединенных к системе устройств и через сеть MORSE передает лишь их изменения. Этот способ также используется в приложениях, которые не имеют возможности осуществлять конфигурацию «тайм-аута» при ожидании

ответа в заданном диапазоне времени. Система MORSE позволяет осуществить также вариант соединения, когда в одной сети на оконечных точках подключения находятся устройства, осуществляющие коммуникацию при помощи двух различных протоколов, а в центре связи используется третий протокол, отличный от упомянутых.

Конфигурационная программа для системы MORSE позволяет осуществлять любые изменения в сети, в том числе и дистанционно, без необходимости прямого соединения с соответствующим радиомодемом для переноса в него обновленных данных.

### Программное обеспечение

Для управления, мониторинга и диагностики сети MORSE разработано специальное программное обеспечение RANEC, которое позволяет удаленно контролировать качество передачи данных и при необходимости настраивать и оптимизировать всю систему связи.

В отдельных программных модулях MORSE доступны статистические данные (информация, касающаяся количества и размера переданных/принятых пакетов, количество повторений/потерянных пакетов на отдельных линиях, качество «слышимости» других станций), обычно за истекшие три дня.

По желанию заказчика все функции управления и мониторинга могут быть возложены на поставщика или инсталлятора оборудования системы MORSE, который при соблюдении определенных правил безопасности доступа имеет возможность дистанционно подключаться к сети через Интернет или по коммутируемым каналам.

Радиомодемы RACOM имеют встроенное программное обеспечение на ОС Linux, которое обеспечивает непрерывное тестирование качества передачи данных, измерение уровня полезных сигналов и помех, анализ параметров приемопередатчика, внутренней температуры и т. п. с сохранением результатов в оперативной памяти радиомодема. При необходимости авторизованный

пользователь системы MORSE может обновить ПО дистанционным образом через сеть в процессе работы, без необходимости физического посещения отдельных точек сети.

В сети MORSE безопасность передачи данных является одной из важнейших процедур и обеспечена путем защиты ПО радиомодема от несанкционированного доступа. Передаваемые данные шифрованы, в т. ч. с использованием симметричных ключей, а также при помощи обмена симметричными ключами методом асимметричного шифрования RSA.

### Заключение

Любая компания, внедряющая СМ ГРП на собственных объектах, заинтересована в получении максимально широкого набора ее функциональных возможностей. Пользователь заинтересован в оперативной доставке и обработке всей возможной технологической информации, при этом желая снизить стоимость внедрения и сопровождения оборудования. Описанная система позволяет выполнить эти требования и достичь максимального экономического эффекта.

В настоящее время для реализации функций удаленного мониторинга объектов повсеместно используются GSM-каналы. Однако любому специалисту очевидны их недостатки. Во-первых, в передаче данных участвует промежуточный клиент — сотовый оператор. Во-вторых, данный вид связи не может гарантировать полную достоверность транслируемой информации и, строго говоря, не рекомендован для передачи аварийных сообщений и т. п.

В свете этого, предложенная СМ ГРП может стать впечатляющей альтернативой GSM-системам, т. к. ее ядром являются радиомодемы RACOM — интеллектуальные устройства приемопередачи данных со встроенным программным обеспечением MORSE, имеющие возможность одновременно выполнять функции базовых станций, ретрансляторов (маршрутизаторов) и конечных радиомодулей. ■