

# ПЕРЕДАВАЯ ЭСТАФЕТУ...



## Guardian



## T-96SR



## Integra



**На смену им приходит новый радиомодем Guardian:**

- быстрый доступ к радиосети,
- передача информации без предварительной обработки и пакетирования,
- поддержка основных последовательных интерфейсов (RS-232/422/485),
- оперативная диагностика технического состояния,
- возможность работы в качестве ретранслятора.

Отлично зарекомендовавшие себя радиомодемы для технологических радиосетей удаленного сбора данных и управления. Широко применяются в ТЭК, в частности, в Газпроме и «Связьтранснефти».

**Радиомодем Guardian может использоваться совместно с радиомодемами Датардио T-Base/T-96SR и Integra или для их замены.**

# Современные гетерогенные технологические радиосети

## обмена данными для топливной и электроэнергетики



В статье рассматриваются некоторые аспекты строительства гетерогенных технологических радиосетей обмена данными для топливной и электроэнергетики. Описаны особенности построения сетей обмена данными в районах со слабо развитой телекоммуникационной инфраструктурой, в условиях сурового климата. Актуальность этой информации обусловлена активизацией хозяйственной деятельности в таких областях, в первую очередь в арктической зоне Российской Федерации, где строительство технологических радиосетей часто не имеет альтернативы.

ЗАО «НПП «РОДНИК», г. Москва

### Общие сведения

Технологические радиосети<sup>1</sup> обмена данными создаются для решения комплекса задач, связанных с организацией мониторинга состояния (сбора данных о техническом и/или оперативном состоянии), оперативно-диспетчерского управления и информационного обеспечения в условиях, когда использование других средств связи невозможно или нецелесообразно. Значительная часть таких радиосетей предназначена для обеспечения функционирования критически важных и ответственных приложений, сбой в работе которых может приводить к серьезным авариям и катастрофам.

Важность таких сетей в последнее время возрастает. Это связано с активизацией хозяйственной деятельности, строительством объектов топливной и электроэнергетики в Восточной Сибири и арктической зоне России. Создать и обслуживать инфраструктуру проводных телекоммуникаций в этих областях технически очень сложно и необыкновенно дорого. Поэтому наиболее надежной и экономически целесообразной в этих районах была и остается радиосвязь.

Перечислим оперативно-технические возможности и преимущества радиосетей обмена данными:

▶ надежность среды передачи (линия передачи не подвергается

механическим повреждениям и разрушающему влиянию окружающей среды, а ее качество контролируется соответствующими государственными органами);

▶ обширная оперативная зона, которую можно расширить за счет ретрансляции сигнала (некоторые радиосети имеют сплошную оперативную зону более миллиона квадратных километров);

▶ применение детерминированных протоколов обмена данными, которые поддерживают работу в близком к реальному масштабе времени и обеспечивают гарантированную доставку данных в сроки, установленные регламентом работы радиосети;

▶ относительно небольшое время доступа к каналу передачи данных, благодаря чему задержки в доставке данных бывают незначительными и приемлемы для большинства использующих радиосеть автоматизированных систем управления;

▶ высокая безопасность данных, циркулирующих в технологической радиосети (применяемые технологии обеспечивают защиту от подавления, перехвата или несанкционированного доступа к работе в составе технологической радиосети);

▶ относительно низкая стоимость эксплуатации;

▶ независимость от «чужой» инфраструктуры связи и возможность

развивать свою инфраструктуру исходя из реальных требований (радиосеть принадлежит собственно пользователю, параметры ее работы и оперативная зона могут изменяться им самостоятельно);

▶ совместимость с разнородным оборудованием сбора и обработки данных по широко применяемым и детально отработанным интерфейсам;

▶ простота перемещения и оперативность развертывания в новом районе;

▶ возможность эксплуатации в жестких условиях, в том числе в экстремальных климатических условиях, характерных для Арктики.

Типовые технологические радиосети в топливной энергетике строятся для распределенных объектов, в большинстве случаев имеющих значительную протяженность. В качестве примера можно привести радиосети управления телемеханикой Балтийской трубопроводной системы, газопроводов «Ямал – Европа» и «Дружба», трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан». Протяженность каждой из них составляет несколько тысяч километров.

В электроэнергетике плотность объектов может быть выше, а их географическое размещение компактнее. Поэтому и радиосети, с помощью которых работает их автомати-

зированная система диспетчерского управления, ведется технический и коммерческий учет электроэнергии, имеют меньшую оперативную зону. Здесь в качестве примера укажем на радиосеть сбора данных и управления Федеральной сетевой компании, сети генерирующих компаний оптового рынка и территориальных генерирующих компаний.

Практически все вышеупомянутые радиосети имеют архитектуру «звезда», поддерживают работу по схеме «точка – много точек» и используют различные протоколы обмена данными, в основном работающие по принципу опроса. Как правило, в составе технологической радиосети находится центральная (базовая) станция (БС), обеспечивающая обмен с группой удаленных станций, установленных в контролируемых пунктах (КП). Связь между БС и КП может быть организована напрямую или с использованием ретрансляции.

Строительство и эксплуатация технологических радиосетей обмена данными регулируются законодательством Российской Федерации, в соответствии с которым для функционирования таких радиосетей выделены радиочастотные ресурсы в диапазоне ультракоротких волн (УКВ). Технологическая радиосеть проектируется на длительный срок – не менее 12 лет, в течение которых она работает с первоначально заданными параметрами. По истечении срока эксплуатации радиосеть модернизируют, переводя на более современное оборудование. В настоящее время на территории России развернуты и действуют радиосети, созданные на аппаратуре обмена данными УКВ-диапазона. Это оборудование условно можно отнести к четырем поколениям.

Радиосети на аппаратуре первого поколения используют серийно выпускаемые радиостанции общего назначения с шагом сетки радиочастот 25 кГц и внешние модемы с последовательным интерфейсом RS-232. Радиостанции общего назначения оптимизированы для поддержания голосовой связи, поэтому их технические характеристики (например, относительно большое время атаки

передатчика, составляющее десятки миллисекунд) серьезно ограничивают оперативные параметры технологической радиосети обмена данными. Применять такое оборудование можно в автоматизированных системах с медленно протекающими технологическими процессами. В топливной энергетике технологических радиосетей первого поколения практически не осталось, что обусловлено возросшими требованиями к пропускной способности и времени доступа к радиоканалу.

Радиосети второго поколения построены на специализированном оборудовании с шагом сетки радиочастот 25 кГц и последовательным интерфейсом RS-232. Скорость обмена данными в таких радиосетях составляет 4,8–9,6 кбит/с. Чтобы максимально повысить ее, разработчики аппаратуры объединили приемопередатчик с модемом в одно целое, в результате чего появилось оптимизированное для обмена данными устройство – радиомодем. В дальнейшем большинство технологических радиосетей УКВ-диапазона создавали с использованием радиомодемов. Первыми серийный выпуск радиомодемов наладили компании E. F. Johnson, Dataradio и Motorola. В настоящее

время основная часть технологических радиосетей в электроэнергетике Российской Федерации построена на оборудовании второго поколения.

При создании аппаратуры третьего поколения перед разработчиками стояла задача увеличить пропускную способность и уменьшить шаг сетки радиочастот<sup>2</sup>. В результате появились радиомодемы, работающие на скоростях 9,6–19,2 кбит/с при шаге сетки радиочастот 25 и 12,5 кГц (6,25 кГц в США и Канаде) и имеющие последовательный интерфейс. Кроме того, впервые была выполнена разработка радиотехнических платформ, включающих в себя набор типовых радиомодемов, позволяющих строить масштабируемые радиосети с учетом особенностей функционирования их отдельных элементов. Например, первая радиотехническая платформа, созданная канадской компанией Dataradio, включала в себя радиомодем для контролируемых пунктов с 50 и 100%-ным циклом работы, симплексный, полудуплексный или дуплексный радиомодем для базовой станции или ретранслятора, а также радиомодемы для базовой станции повышенной надежности и живучести со 100%-ным дублированием. На оборудовании третьего поколения построена основная часть технологи-

Таблица 1. Технические характеристики радиомодема Dataradio Integra-TR

| Общие характеристики                        | Dataradio Integra-TR (Integra-TR/F)                                |                            |
|---|--|----------------------------|
| Диапазон частот, МГц                        | 132–174  | 380–512                    |
| Шаг сетки частот, кГц                       | 6,25; 12,5; 25   |                            |
| Тип излучения                               | 9K30F1D, 15K3F1D   |                            |
| Потребляемый ток, мА:                       |  |                            |
| – передача при 13,3 В                       | 2600   |                            |
| – прием при 13,3 В                          | 125  |                            |
| Режим сбережения                            | 15   |                            |
| Рабочее напряжение, В                       | 10–16, постоянный ток  |                            |
| Рабочая температура, °С                     | от –30 до +60  |                            |
| Габаритные размеры, см                      | 12,1 (Ш) × 11,4 (Г) × 5,6 (В)                                      |                            |
| Масса (в упаковке), г                       | 680  |                            |
| Рабочий режим                               | симплекс или полудуплекс   |                            |
| <b>Приемник</b>                             |  |                            |
| Стабильность частоты                        | 2,5 ppm  | 1,5 ppm                    |
| Чувствительность                            | 0,35 мВ для соотношения сигнал/шум 12 дБ                           |                            |
| Избирательность, дБ                         | 75 (для 25 кГц); 65 (для 12,5 кГц)                                 |                            |
| <b>Передатчик</b>                           |  |                            |
| Полоса пропускания без подстройки, МГц      | 132–150: 18;<br>150–174: 24  | 450–470: 20;<br>другие: 16 |
| Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт | 1–5, настраивается программно                                      |                            |
| Время атаки передатчика, мс                 | < 7  |                            |
| Рабочий цикл, %                             | 50 при 5 Вт, 30 с макс. временем передачи;<br>100 для Integra-TR/F |                            |
| Стабильность частоты, ppm                   | 2,5  | 1,5                        |
| <b>Модем</b>                                |  |                            |
| Скорость, бит/с                             | 2400, 4800, 9600 или 19200 (25 кГц)                                |                            |
| Управление                                  | RTS-CTS, DOX   |                            |
| Вид модуляции                               | DRCMSK   |                            |

Таблица 2. Технические характеристики радиомодема Dataradio Viper-SC.

| Общие характеристики   | Dataradio Viper-SC  |         |   |         |
|--|---|---------|---|---------|
|  | 136–174   | 215–240 | 406–512   | 928–960 |
| Диапазон частот, МГц   | 6,25; 12,5; 25; 50<br>(настраивается программно)                          |         | 12,5; 25; 50<br>(настраивается программно)                            |         |
| Шаг сетки частот, кГц  | 3К5F1D (6,25 кГц), 8К30F1D (12,5 кГц), 16К8F1D (25 кГц), 34К0F1D (50 кГц) |         |   |         |
| Тип излучения  |   |         |   |         |
| Потребляемый ток:  |   |         |   |         |
| – прием  | 480 мА (10 В); 250 мА (20 В); 180 мА (30 В)                               |         |   |         |
| – 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)                                       | 1,23 А (10 В); 630 мА (20 В); 440 мА (30 В)                               |         |   |         |
| Номинальная задержка при холодном старте                       | 20 с  |         |   |         |
| Рабочее напряжение, В  | 10–30, постоянный ток   |         |   |         |
| Рабочая температура, град. С                                   | –30 до +60  |         |   |         |
| Допустимая 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 или полудуплекс  |         |   |         |
| <b>Приемник</b>  |   |         |   |         |
| Чувствительность (вероятность ошибки $1 \times 10^{-6}$ ), дБм |   |         |   |         |
| – 50 кГц   | -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   | -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   | -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   | -115 (4 кбит/с), -106 (8 кбит/с), -100 (12 кбит/с)                        |         | -   |         |
| Подавление помех по соседнему каналу, дБ                       | 45 (6,25 кГц), 60 (12,5 кГц), 70 (25 кГц), 75 (50 кГц)                    |         | 60 (12,5 кГц), 70 (25 кГц), 75 (50 кГц)                               |         |
| Интермодуляция   | >75 дБ  |         |   |         |
| Избирательность, дБ  | >70 (25 кГц); >60 (12,5 кГц); >55 (6,25 кГц)                              |         |   |         |
| <b>Передачик</b>   |   |         |   |         |
| Полоса пропускания без подстройки, МГц                         | 38  | 25      | 64 или 62   | 32      |
| Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт                    | 1–10  |         | 1–8   |         |
| Рабочий цикл, %  | 100   |         |   |         |
| Стабильность частоты, ppm                                      | 1,0   |         |   |         |
| <b>Модем</b>   |   |         |   |         |
| Скорость   | 4, 8, 16, 32, 64 или 128 кбит/с   |         |   |         |
| Интерфейс  | последовательный RS-232, Ethernet 10Base-T                                |         |   |         |
| Индикация  | Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача         |         |   |         |
| Вид модуляции  | 2FSK, 4FSK, 8FSK, 16FSK   |         |   |         |

ческих радиосетей в топливной энергетике и значительная часть в электроэнергетике России.

Технические характеристики оборудования для технологических радиосетей третьего поколения на примере радиомодема Dataradio Integrator представлены в таблице 1.

Радиомодемы четвертого поколения обеспечивают обмен данными со скоростью 32–64 кбит/с, наряду с последовательным интерфейсом имеют сетевой стандарт 10/100Base-T и ведут работу по IP-протоколу. Появление в радиомодемах этого поколения сетевого интерфейса позволило создавать эффективные гетерогенные радиосети<sup>3</sup>, использующие в своем составе разнотипное оборудование. Первым радиомодемом четвертого поколения, обеспечившим максимальную скорость обмена данными

64 кбит/с<sup>4</sup> в канале с шагом сетки радиочастот 25 кГц, стал радиомодем Dataradio Viper-SC (выпускается компанией CalAmp, США). Технические характеристики этого устройства представлены в таблице 2.

#### Гетерогенные технологические радиосети обмена данными УКВ-диапазона в топливной и электроэнергетике

Технология обмена данными с использованием оборудования УКВ-диапазона в топливной и электроэнергетике применяется уже более 25 лет и является наиболее зрелой, проверенной и надежной. С использованием этой технологии в нашей стране и за рубежом построено более 60 тыс. радиосетей различного масштаба, крупнейшие из них обеспечивают функционирование более 5000 объектов. В России самые обширные сети

УКВ-диапазона созданы в компаниях «Газпром», «Транснефть», «ТНК-ВР» и «Лукойл».

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 (кабельным волоконно-оптическим, медным или радиорелейным). Каждая БС напрямую или через промежуточный ретранслятор сопрягается с удаленными контролируруемыми пунктами по беспроводному каналу связи УКВ-диапазона. Фактически такая радиосеть представляет собой гетерогенную структуру, использующую разнотипное оборудование и различные протоколы обмена данными.

Упрощенная типовая схема гетерогенной технологической радиосети обмена данными в системе управления телемеханикой продуктопровода представлена на рис. 1.

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 базовой станции, которая транслирует запрос в эфир на присвоенной ей рабочей радиочастоте. Запрос принимается всеми удаленными контролируруемыми пунктами, которые находятся в зоне электромагнитной доступности (ЭМД) и настроены на рабочую частоту базовой станции, однако ответ на данный запрос дает только тот КП телемеханики, которому этот запрос адресован (остальные контролируемые пункты запрос игнорируют). Ответ на запрос передается в обратном порядке: КП – БС – пункт диспетчерского управления. Каждая базовая станция 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.

Надежность функционирования и живучесть такой радиосети

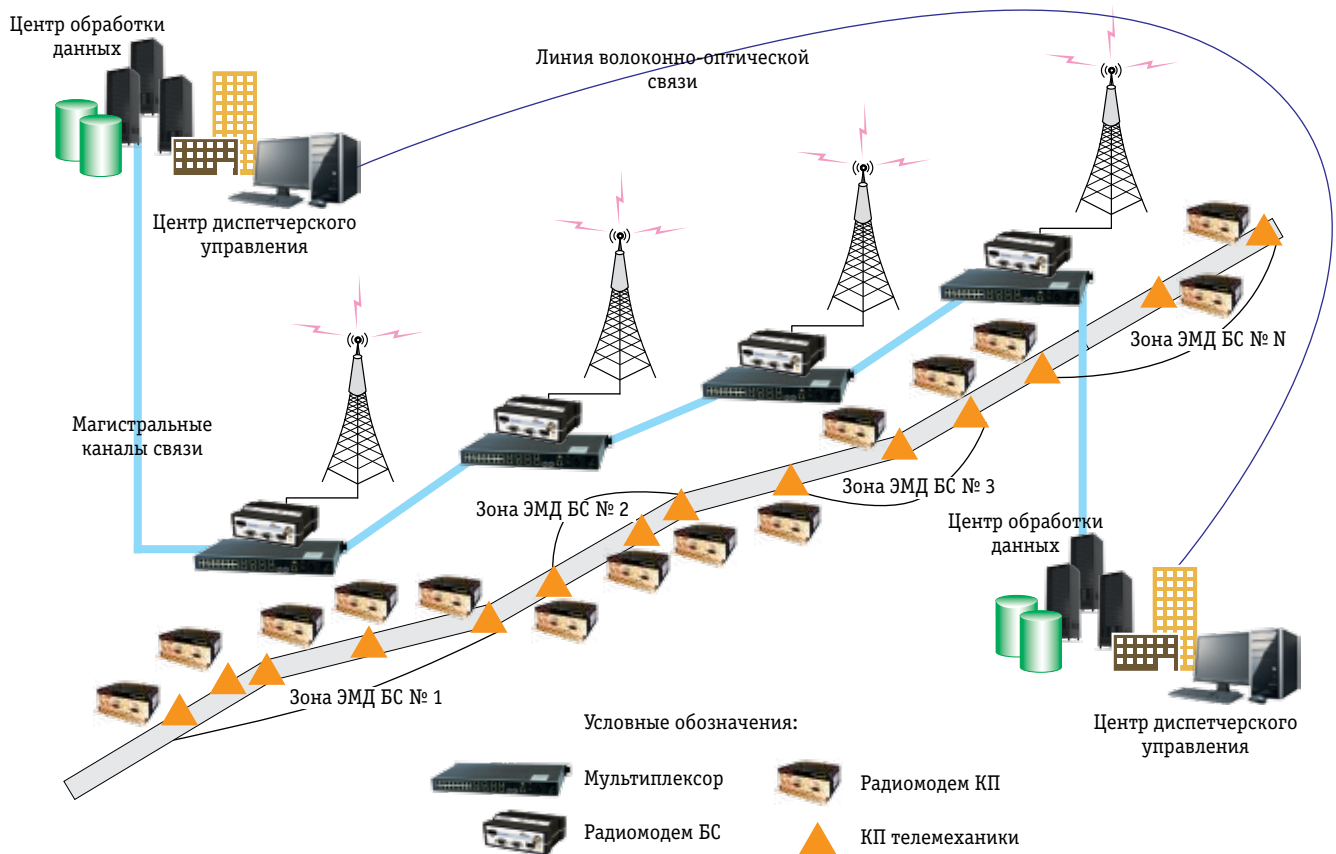


Рис. 1. Типовая схема технологической радиосети обмена данными в системе управления телемеханикой продуктопровода

достигаются за счет использования отказоустойчивой аппаратуры и дублирования каналов связи, которые используют для обмена данными различную среду (проводная и беспроводная связь) или различные диапазоны волн (беспроводная связь в диапазонах УКВ или СВЧ, сверхвысоких частот).

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 времени затрачено 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 последовательных микроопераций, формирующих транзакцию «запрос — ответ»:

- генерация запроса АСУ ТП;
- передача запроса по магистральному каналу связи в адрес базовой станции;
- получение базовой станцией запроса от АСУ ТП;
- установление связи между базовой станцией и контролируемым пунктом;
- передача запроса с базовой станции на контролируемый пункт;
- обработка запроса на контролируемом пункте и генерация ответа;
- установление связи между контролируемым пунктом и базовой станцией;
- передача ответа из контролируемого пункта на базовую станцию;
- передача ответа с базовой станции в адрес АСУ ТП по магистральному каналу связи.

Информация о типовых задержках, возникающих при обмене данными в технологической радиосети, построенной на оборудовании третьего поколения<sup>5</sup>, представлена в таблице 3<sup>6</sup>.

Продолжительность транзакции в технологической радиосети обмена данными третьего поколения может составлять 2,09 с, а в течение минуты может быть выполнено около 28 таких транзакций. Учитывая, что в типовой радиосети в случае ухудшения условий приема может потребоваться повторная передача до 10% всех сообщений, такая радиосеть способна обслужить около 25 контролируемых пунктов в минуту.

Одним из основных методов увеличения пропускной способности информационных сетей считается увеличение скорости обмена данными. Информация о типовых задержках, возникающих при обмене данными в технологической радиосети, работающей на скорости 115 кбит/с, представлена в таблице 4.

Продолжительность транзакции в этой радиосети обмена данными составляет 2,01 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, такая радиосеть при соблюдении заяв-

ленных выше условий способна обслужить около 26 контролируемых пунктов в минуту.

Сравнив показатели, приведенные в таблицах 3 и 4, можно заметить, что увеличение скорости обмена данными в шесть раз (с 19,2 до 115,2 кбит/с) в типовых радиосетях позволяет только незначительно (на 4%) увеличить их пропускную способность. Это связано с тем, что основные задержки вызваны процедурами связи и обработкой данных, а собственно данные представляют собой короткие сообщения.

Поскольку в радиосетях третьего поколения подобные задержки являются детерминированными (неизменными), по этому параметру они удовлетворяют требованиям большинства приложений, реализуемых в топливной и электроэнергетике, а расчет пропускной способности таких радиосетей выполняется относительно просто.

В технологических радиосетях обмена данными четвертого поколения предусмотрено использование сетевого интерфейса 10Base-T и IP-протокола в качестве основного для организации связи в радиоканале. Применение нового интерфейса позволило существенно улучшить совместимость оборудования и обеспечить возможность его использования с любым стандартным программным обеспечением и оборудованием, работающим по вышеуказанному протоколу, без его модернизации. В результате появилась возможность создавать прозрачные гетерогенные информационные сети, неотъемлемой частью которых стали технологические радиосети обмена данными.

Созданные для технологических радиосетей обмена данными четвертого поколения радиомодемы имеют более высокие по сравнению со своим предшественниками скорости обмена данными. Однако использование IP-протокола существенно снизило детерминированность таких радиосетей, поскольку точный расчет задержек стал невозможен. В результате в АСУ ТП при первоначальной настройке необходимо устанавливать более широкие пределы допустимых задержек. Кроме того, наличие

Таблица 3. Типовые задержки при обмене данными в технологической радиосети УКВ-диапазона третьего поколения<sup>7</sup>

| Наименование микрооперации                                     | Время выполнения, с | Время выполнения, % | Примечание   |
|--|---------------------|---------------------|--|
| Установление связи между БС и КП                               | 0,022               | 1,05                | Складывается из времени атаки передатчика радиомодема – 7 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                   | 95,84               |  |
| Установление связи между КП и БС                               | 0,022               | 1,05                |  |
| Передача ответа от КП к БС                                     | 0,04167             | 2,00                |  |
| ИТОГО:   | 2,08671             | 100,00              |  |

Таблица 4. Типовые задержки при обмене данными в технологической радиосети, работающей на скорости 115 кбит/с<sup>8</sup>

| Наименование микрооперации                                     | Время выполнения, с | Время выполнения, % | Примечание  |
|--|---------------------|---------------------|---|
| Установление связи между БС и КП                               | 0,002               | 0,10                | Считается, что задержка при установлении связи в 10 раз меньше по сравнению с радиосетями УКВ-диапазона |
| Передача запроса от БС к КП                                    | 0,00017             | 0,01                |   |
| Обработка запроса контроллером телемеханики и генерация ответа | 2                   | 99,45               |   |
| Установление связи между КП и БС                               | 0,002               | 0,10                |   |
| Передача ответа от КП к БС                                     | 0,00694             | 0,35                |   |
| ИТОГО:   | 2,01112             | 100,00              |   |

большого объема служебной информации, предусмотренное в IP-протоколе, снижает реальную пропускную способность радиосети.

Существенно увеличить пропускную способность в подобных сетях можно за счет их сегментации, увеличения количества базовых станций, каждая из которых будет обслуживать меньшее количество КП. В этом случае увеличение пропускной способности будет прямо пропорционально количеству дополнительных базовых станций в каждом сегменте радиосети.

В зависимости от размещения объектов связи оптимизировать технологическую радиосеть обмена данными можно, создавая дополнительные гетерогенные структуры, обеспечивающие сбор данных на стороне КП и пунктов диспетчерского управления.

Упрощенные схемы гетерогенных технологических радиосетей обмена данными представлены на рис. 2 и 3.

В первой из этих схем (рис. 2) удаленный программируемый контроллер КП-1 является промежуточным средством сбора данных и выполняет функции ретрансляции информации. Контроллер КП-1 выступает в качестве ведущего в информационной подсети (например, в СВЧ-диапазоне стандарта IEEE 802.11 Wi-Fi)

и сопрягается с группой аналогичных удаленных ведомых контроллеров КП-2, 3 и 4 по проводному (с КП-2) и беспроводному (с КП-3 и 4) каналам связи. Данные от КП-2, 3 и 4 на КП-1 могут поступать по запросу, формируемому контроллером КП-1 или поступающему от базовой станции и ретранслируемому через КП-1. В случае если пропускная способность в подсети обмена данными КП-1 является достаточной, данные от ведомых КП могут пересылаться без запроса, по их инициативе. Возникающие в этом случае «коллизии», связанные с попытками одновременной передачи данных несколькими КП, будут компенсироваться резервом пропускной способности подсети, обеспечивающей возможность многократной повторной трансляции не переданных сообщений.

Необходимо отметить, что в этом случае возникающие задержки не будут строго детерминированы, но их значения могут укладываться в заранее установленные в АСУ ТП пределы.

В следующей схеме (рис. 3) технологическая радиосеть УКВ-диапазона организована между крупной буровой платформой, которая выступает в качестве базовой станции, и группой малых буровых платформ. Крупная буровая платформа связана с удаленным цен-

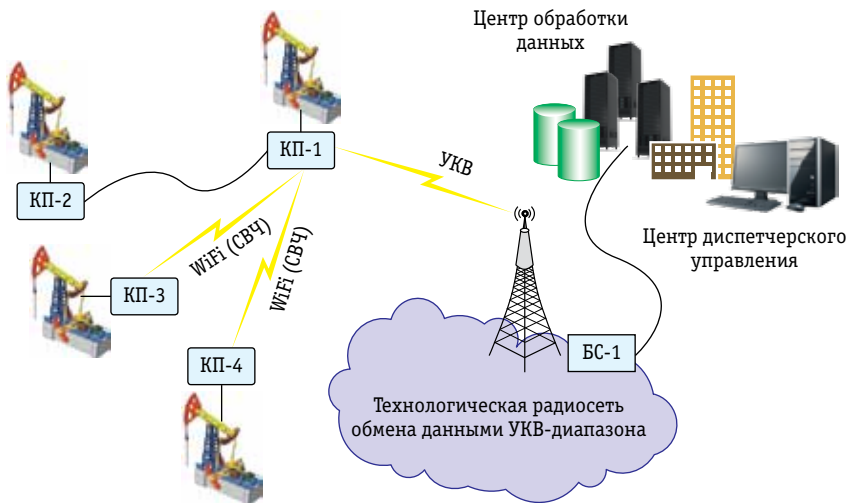


Рис. 2. Упрощенная схема гетерогенной технологической радиосети обмена данными в автоматизированной системе коммерческого учета электроэнергии



Рис. 3. Упрощенная схема гетерогенной технологической радиосети обмена данными в системе управления группой морских буровых платформ

тром управления и сбора данных по спутниковому каналу связи. Малым буровым платформам обеспечивается удаленный групповой доступ к этому каналу.

Ограниченный объем статьи не позволяет детально рассмотреть все аспекты построения современных технологических радиосетей обмена данными, однако даже при-

веденные материалы позволяют сделать вывод о том, что строительство таких радиосетей с использованием современных технических средств представляется весьма перспективным для районов со слабо развитой телекоммуникационной инфраструктурой, и в первую очередь для арктической зоны Российской Федерации.

<sup>1</sup> Технологическая сеть связи (англ. *private network*, прежнее название – *ведомственная или корпоративная*) предназначена для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве. Технологии и средства связи, применяемые для создания технологических сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются собственниками или иными владельцами этих сетей. [Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ].

<sup>2</sup> Уменьшение шага сетки радиочастот производится в связи с дефицитом радиочастотного ресурса в США и ряде европейских государств. В Российской Федерации наиболее часто применяется оборудование с шагом сетки 25 кГц.

<sup>3</sup> Гетерогенная радиосеть – это радиосеть, в которой используются оборудование и протоколы сетевого уровня различных производителей. Гетерогенная радиосеть состоит из фрагментов разной топологии и разнотипных технических средств.

<sup>4</sup> Радиомодем Dataradio Viper-SC обеспечивает максимальную скорость обмена данными 128 кбит/с в канале с шагом сетки радиочастот 50 кГц. В связи с тем, что на территории Российской Федерации данный шаг сетки радиочастот пока не применяется, в качестве максимальной рассматривается скорость обмена данными, равная 64 кбит/с.

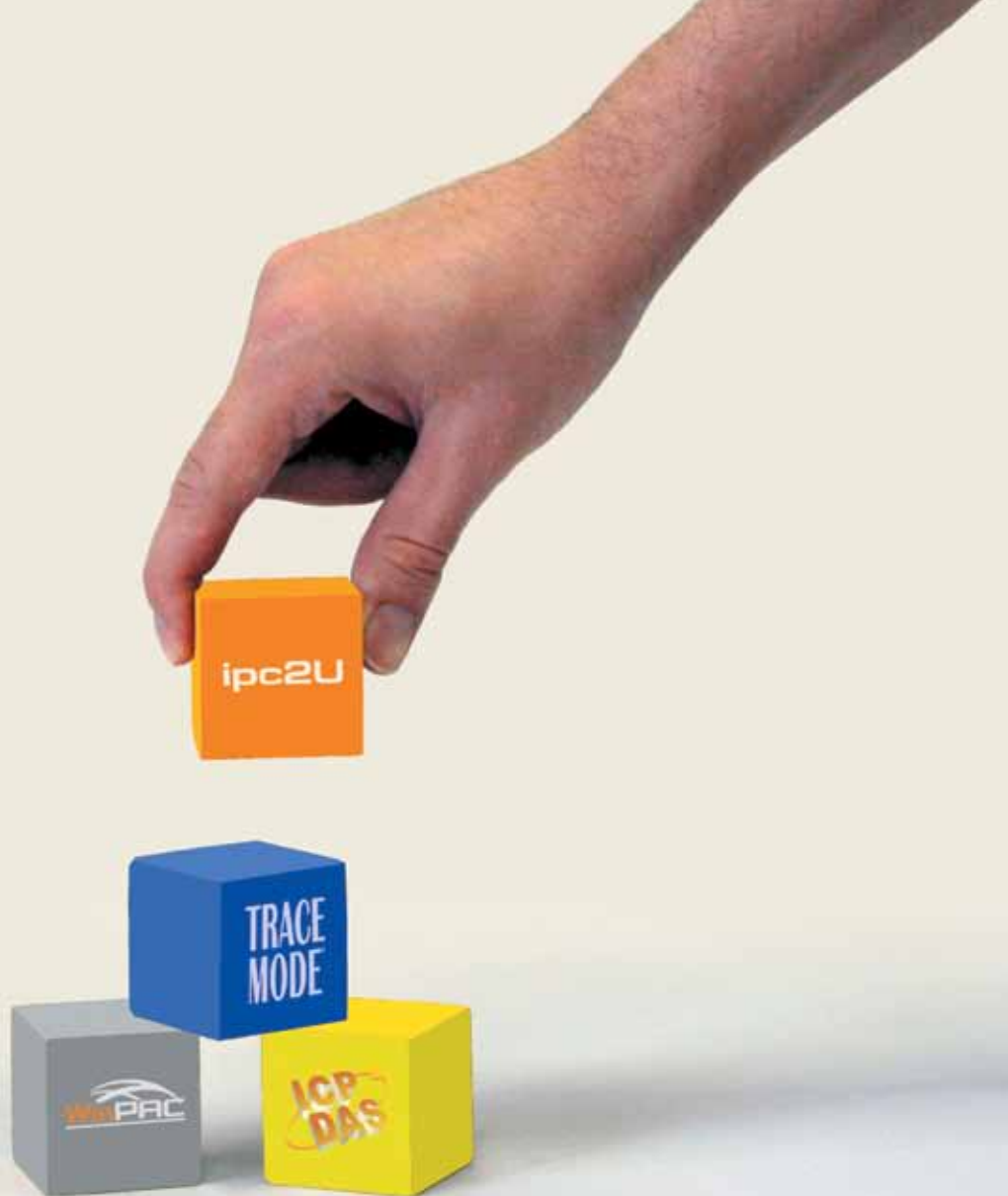
<sup>5</sup> Расчет задержек выполнен для радиомодема третьего поколения Dataradio IntegrATR, как наиболее широко применяемого в топливной и электроэнергетике.

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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», поддерживающего 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».

<sup>8</sup> В расчет принята типовая скорость обмена данными по порту RS-232.

С.А. Маргарян, зам. генерального директора по ИТ и специальным проектам, главный конструктор, ЗАО «НПП «РОДНИК», г. Москва, тел.: (499) 613-7001, e-mail: sales@rodrnik.ru, www.rodrnik.ru



# WinPAC+TraceMode 6

*Легко установить. Легко внедрить.*



Процессор: PXA270 520 МГц  
Память: 128 Мб SDRAM, 16 кб EEPROM, 96 Мб Flash, 2 Гб Micro SD  
Интерфейсы: 4xRS232/RS485, 2xFastEthernet, 1xUSB, VGA  
Слоты расширения: до 8 слотов  
OS: Windows CE 5.0  
SCADA: TraceMode 6 с поддержкой языков МЭК



[www.ipc2U.ru](http://www.ipc2U.ru)

г. Москва, Тел.: (495) 232-02-07, Факс: (495) 232-0327, E-mail: [sales@ipc2u.ru](mailto:sales@ipc2u.ru)  
г. Санкт-Петербург, Телефон/Факс: (812) 600-7197, E-mail: [spb@ipc2u.ru](mailto:spb@ipc2u.ru)

Официальный дистрибутор ICP-DAS Co.,LTD в России и странах СНГ - компания IPC2U