

# Современные гетерогенные технологические радиосети обмена данными

для топливно-энергетического комплекса

**В настоящей статье рассматриваются некоторые аспекты строительства гетерогенных технологических<sup>1</sup> радиосетей обмена данными для топливно-энергетического комплекса. Описан ряд особенностей построения таких сетей в районах со слабо развитой телекоммуникационной инфраструктурой. Актуальность представленной информации обусловлена активизацией хозяйственной деятельности прежде всего в арктических районах Российской Федерации, где строительство технологических радиосетей часто не имеет альтернативы.**

Сергей Маргарян  
sm@rodnik.ru

## Общие сведения

Технологические радиосети обмена данными создаются для решения комплекса функциональных 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 в качестве основного или резервного средства функционирования критически важных и ответственных приложений, сбой в работе которых может приводить к серьезным авариям и катастрофам.

Рост важности таких радиосетей в последнее время обусловлен активизацией хозяйственной деятельности и строительством объектов топливной и электроэнергетики на территории Восточной Сибири и в арктической зоне РФ. Создание и эксплуатация инфраструктуры проводных телекоммуникаций в этих районах сопряжены с серьезными техническими трудностями и высокими финансовыми затратами. В связи с этим наиболее надежной и экономически целесообразной была и остается радиосвязь. Область применения технологических радиосетей обмена данными определяется следующими основными оперативно-техническими возможностями и преимуществами:

- надежность среды передачи (линия передачи не подвергается механическим повреждениям и разрушающему влиянию окружающей среды, а ее качество контролируется соответствующими государственными органами);
- обширность оперативной зоны с возможностью ее расширения за счет ретрансляции сигнала (некоторые реально построенные и эксплуа-

тирующиеся радиосети имеют сплошную оперативную зону более миллиона кв. км);

- возможность применения детерминированных (неизменных) протоколов обмена данными, поддерживающих работу в близком к реальному масштабе времени и обеспечивающих гарантированную доставку данных в установленные регламентом работы радиосети сроки;
- относительно небольшое время доступа к каналу передачи данных, обеспечивающее незначительные и приемлемые для большинства использующих радиосеть автоматизированных систем управления задержки в доставке данных;
- 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 ее, 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, таких как экстремальные климатические условия, характерные для Арктики.

Типовые технологические радиосети в топливно-энергетике строятся для распределенных

<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 N 126-ФЗ]

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		–30...+60	
Габаритные размеры Ш×Г×В, см		12,1×11,4×5,6	
Масса (в упаковке), г		680	
Рабочий режим		симплекс или полудуплекс	
<b>Приемник</b>			
Стабильность частоты, ppm		2,5	1,5
Чувствительность, мВ		0,35 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 МГц; 150–174 — 24 МГц	450–470 — 20 МГц; другие — 16 МГц
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. время передачи; 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	

на огромных площадях объектов. Например, радиосети управления телемеханикой Балтийской трубопроводной системы, газопроводов «Ямал — Европа» и «Дружба», трубопроводной системы «Восточная Сибирь — Тихий океан» имеют протяженность несколько тысяч километров каждая. В электроэнергетике плотность объектов может быть выше, а их географическое размещение компактнее. Примерами таких сетей являются радиосети сбора данных и управления Федеральной сетевой компании, генерирующих компаний оптового рынка и территориальных генерирующих компаний, используемые для обеспечения функционирования автоматизированных систем диспетчерского управления, технического и коммерческого учета электроэнергии. 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 имеется 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 соответствующие радиочастотные ресурсы в диапазоне ультракоротких волн (УКВ). Технологическая радиосеть проектируется на длительный срок, составляющий не менее 12 лет, в течение которых она функционирует с первоначально заданными параметрами. По истечении заданного срока эксплуатации про-

изводится модернизация радиосети с переходом на более современное оборудование. В настоящее время на территории РФ развернуты и действуют радиосети, созданные на аппаратуре обмена данными УКВ-диапазона, которая условно может быть отнесена 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. Скорость обмена данными в таких радиосетях составляет 1,2–2,4 кбит/с. 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 радиосети. Применение данного оборудования возможно 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. Для достижения максимальной скорости обмена данными разработчиками аппаратуры были проведены работы по комплексированию приемопередатчика и модема, в результате чего появилось оптимизированное для обмена данными

устройство, получившее наименование радиомодем. Дальнейшее строительство большинства технологических радиосетей УКВ-диапазона производилось с использованием радиомодемов. Первыми их серийный выпуск наладили компании EF Johnson, DataRadio и Motorola. В настоящее время основная часть технологических радиосетей в электроэнергетике РФ построена на оборудовании второго поколения. Создание аппаратуры третьего поколения велось с учетом необходимости увеличения пропускной способности и уменьшения шага 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, при создании аппаратуры третьего поколения 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 КП с 50- и 100%-ным циклом работы, симплексный, полудуплексный или дуплексный радиомодем для БС или ретранслятора, а также радиомодемы для БС повышенной надежности и живучести со 100%-ным дублированием. На оборудовании третьего поколения построена основная часть технологических радиосетей в топливной и значительная часть в электроэнергетике РФ. Технические характеристики оборудования для технологических радиосетей третьего поколения

<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.

на примере радиомодема Dataradio Integra-TR 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 обеспечивают работу по IP-протоколу. Появление в радиомодемах этого поколения сетевого интерфейса обеспечило возможность создания эффективных гетерогенных радиосетей<sup>3</sup>, использующих 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, является радиомодем Dataradio Viper-SC (выпускается компанией CalAmp, США). Технические характеристики данного радиомодема 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 Российской Федерации крупнейшие сети с использованием рассматриваемой технологии построены в компаниях «Газпром», «Транснефть», «ТНК-ВР» и «Лукойл».

Типовая технологическая радиосеть обмена данными имеет в своем составе группу базовых станций, подключенных к одному или не-

скольким 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.

Таблица 2. Технические характеристики радиомодема Dataradio Viper-SC

Общие характеристики		Dataradio Viper-SC			
Диапазон частот, МГц		136–174	215–240	406–512	928–960
Шаг сетки частот, кГц		6,25; 12,5; 25; 50 (настраивается программно)			12,5; 25; 50 (настраивается программно)
Тип излучения		3K5F1D (6,25 кГц), 8K30F1D (12,5 кГц), 16K8F1D (25 кГц), 34K0F1D (50 кГц)			
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, с		20			
Рабочее напряжение, В		10–30 (постоянный ток)			
Рабочая температура, °С		–30...+60			
Допустимая влажность, %		5–95, без образования конденсата			
Габаритные размеры Ш×Г×В, см		13,97×10,80 5,40			
Масса (в упаковке), кг		1,1			
Рабочий режим		Симплекс или полудуплекс			
<b>Приемник</b>					
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10 <sup>6</sup> ), 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, дБ		>75			
Избирательность, дБ		>70 (25 кГц); >60 (12,5 кГц); >55 (6,25 кГц)			
<b>Передатчик</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, кбит/с		4, 8, 16, 32, 64 или 128			
Интерфейс		последовательный RS-232, Ethernet 10Base-T			
Индикация		питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача			
Вид модуляции		2FSK, 4FSK, 8FSK, 16FSK			

<sup>3</sup> Гетерогенная радиосеть — радиосеть, в которой используются оборудование и протоколы сетевого уровня различных производителей. 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 РФ данный шаг сетки радиочастот пока не применяется, в качестве максимальной рассматривается скорость обмена данными, равная 64 кбит/с.

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 (ЭМД) и настроенными на рабочую частоту БС удаленными КП, однако ответ на него дает только тот КП телемеханики, которому этот запрос адресован (остальные КП запрос игнорируют). Ответ 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.

Надежность<sup>5</sup> функционирования и живучесть<sup>6</sup> такой радиосети 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. Они 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;

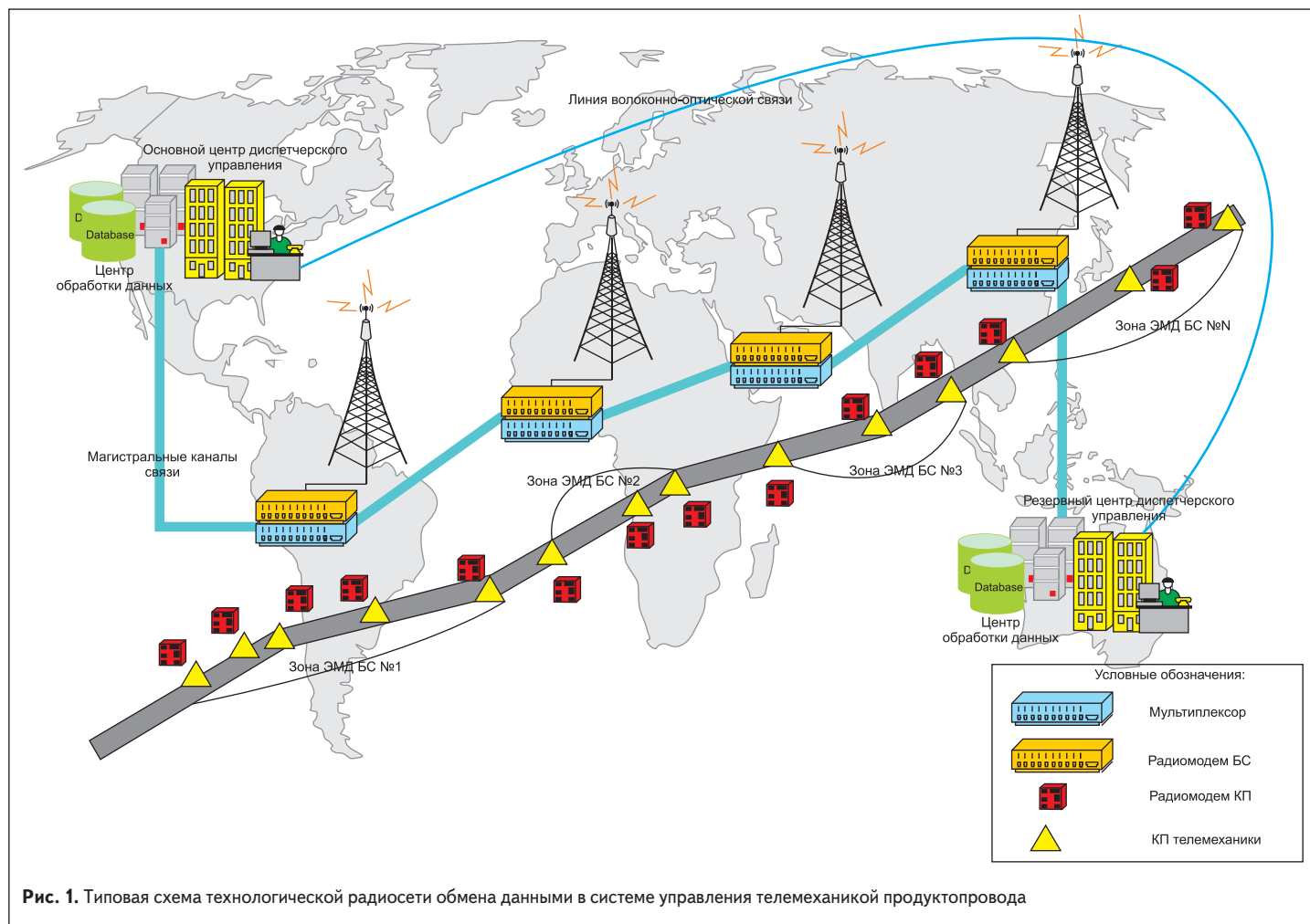
- передача ответа от БС в адрес АСУ ТП по магистральному каналу связи.

Информация о типовых задержках, возникающих при обмене данными в технологической радиосети, построенной на оборудовании третьего поколения<sup>7</sup>, представлена в таблице 3<sup>8</sup>.

Таким образом, 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 такой 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



<sup>5</sup>Надежность (англ. reliability) — свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования [ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»].

<sup>6</sup>Живучесть (англ. survivability) — свойство системы, характеризующее способность выполнять установленный объем функций в условиях воздействия внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах [ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения»].

<sup>7</sup>Расчет задержек выполнен для радиомодема третьего поколения Dataradio Integra-TR как наиболее широко применяемого в топливной и электроэнергетике.

<sup>8</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.

**Таблица 3.** Типовые задержки при обмене данными в технологической радиосети УКВ-диапазона третьего поколения<sup>9</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>10</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	

приема может потребоваться повторная передача до 10% всех сообщений, такая радиосеть при соблюдении заявленных выше условий способна обслужить около 26 контролируемых пунктов в минуту.

Сравнительный анализ представленных в таблицах 3 и 4 данных показывает, что увеличение скорости обмена данными в шесть раз (с 19,2 до 115,2 кбит/с) в типовых радиосетях обмена данными позволяет только незначительно (на 4%) увеличить их пропускную способность. Это связано с тем, что основные задержки обусловлены выполнением процедур связи и обработки данных, а собственно данные представляют собой короткие сообщения.

Поскольку в радиосетях третьего поколения вышеуказанные задержки являются детерминированными (неизменными), по данному параметру они удовлетворяют требованиям большинства приложений, реализуемых в топливно-энергетическом комплексе, а расчет пропускной способности таких радиосетей выполняется относительно просто.

В технологических радиосетях обмена данными четвертого поколения предусматривается 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 построения прозрачных гетерогенных информационных сетей, неотъемлемой частью которых стали технологические радиосети обмена данными.

Созданные для технологических радиосетей обмена данными четвертого поколения радиомодемы имеют существенно более высокие

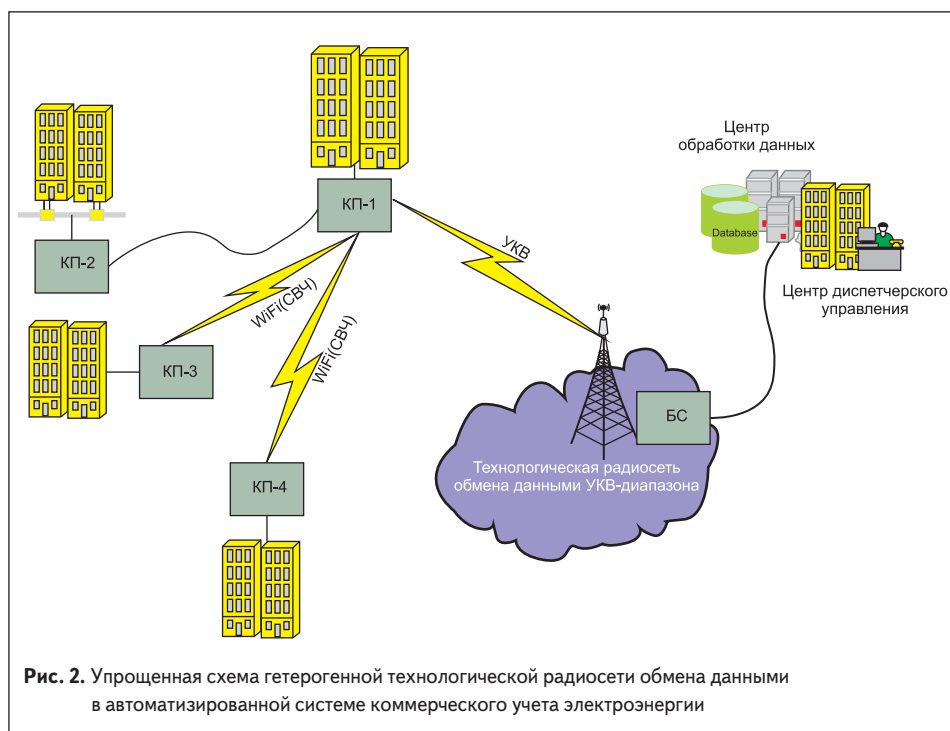
по сравнению со своими предшественниками скорости обмена данными. Однако использование IP-протокола существенно снизило детерминированность таких радиосетей, поскольку точный расчет задержек стал невозможным. В результате в АСУ ТП необходимо устанавливать более широкие пределы допустимых задержек при их первоначальной настройке. Кроме того, наличие большого объема служебной информации, предусмотренное в IP-протоколе, снижает реальную пропускную способность радиосети.

Существенное повышение пропускной способности в рассматриваемых радиосетях может быть

достигнуто 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.

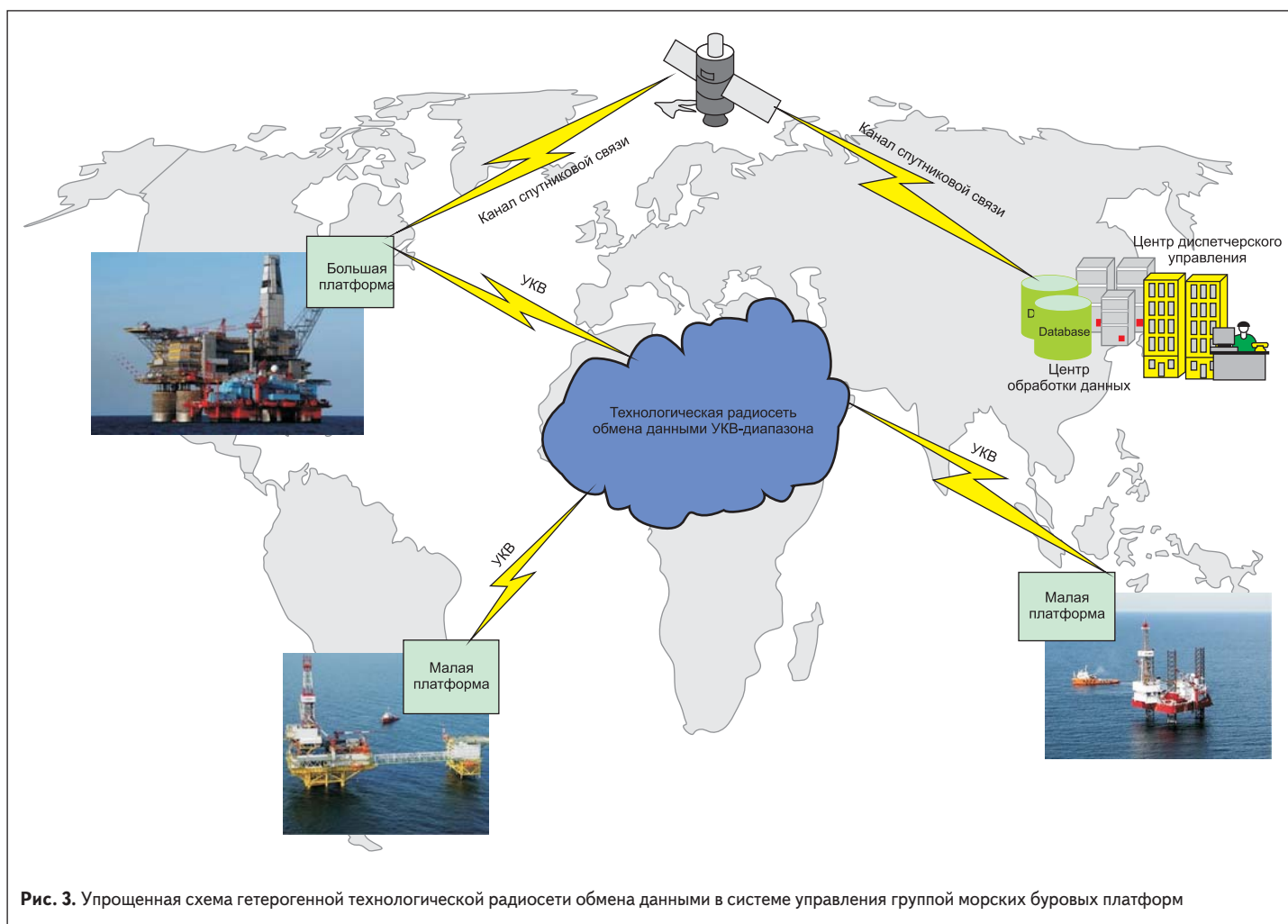
В зависимости от размещения объектов связи оптимизация технологической радиосети обмена данными может быть выполнена на счет создания дополнительных гетерогенных структур, обеспечивающих консолидацию данных на стороне КП и пунктов диспетчерского управления. Упрощенные схемы гетерогенных технологических радиосетей обмена данными представлены на рис. 2 и 3.

В рассматриваемой схеме удаленный программируемый контроллер КП-1 является промежуточным средством сбора данных и выполняет функции ретрансляции информации. Он 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 БС 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 переданных сообщений.



<sup>9</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», поддерживающий обмен данными с пунктами управления с использованием стандартизированных протоколов ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и FT1.2 «Телеканала».

<sup>10</sup> В расчет принята типовая скорость обмена данными по порту RS-232.



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

В рассматриваемой схеме технологическая радиосеть УКВ-диапазона организована между крупной буровой платформой, которая выступает в качестве БС, и группой малых буровых

платформ. Крупная связана с удаленным центром управления и сбора данных по спутниковому каналу связи; малым обеспечивается удаленный групповой доступ к этому каналу.

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

представленные 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 арктических районов Российской Федерации. ■