

РАДИОМОСТЫ "ДОК" – решение для инфраструктуры сетей 4G

И. Шахнович

Рынок радиорелейных систем связи в миллиметровом диапазоне длин волн – один из самых молодых и быстрорастущих. Ситуация за последние два-три года на нем изменилась кардинально. Тем приятнее, что одним из производителей на этом рынке – среди очень немногих – выступает отечественная компания "ДОК", работающая в области разработки и производства СВЧ-систем почти 20 лет. Ее решения в области радиорелейных систем связи в миллиметровом диапазоне по техническим характеристикам не уступают продукции ведущих мировых производителей. Рассмотрим подробнее некоторые особенности радиомостов компании "ДОК".

Системы связи E-диапазона (71-76/81-86 ГГц) становятся надежным и доступным средством построения высокоскоростных каналов передачи информации. Менее зависимые от погоды, чем открытые оптические каналы, системы мм-диапазона уже обеспечивают скорости на уровне 1 Гбит/с – этого, в принципе, достаточно для многих применений. Одним из основных факторов, вызвавших поистине бум на рынке таких систем, – массовое развитие широкополосных систем передачи информации, таких как системы сотовой связи 3G (UMTS) и системы передачи информации LTE и WiMAX. Причем для LTE и WiMAX наличие высокоскоростных беспроводных каналов особенно актуально, поскольку, в отличие от систем 3G с их централизованной звездообразной топологией, технологии LTE и WiMAX предусматривают обмен данными непосредственно между базовыми станциями. И для этих целей высокоскоростные беспроводные каналы в ряде случаев безальтернативны.

Исторически одной из первых, приступивших к созданию и производству оборудования сетей связи миллиметрового диапазона, стала санкт-петербургская компания "ДОК". Еще в 2000 году компания создала оборудование "точка-многоточка" для систем MVDS (так называемое сотовое телевидение) в диапазоне 40,5–42,5 ГГц. Первый приемопередатчик диапазона 40,5–42,5 ГГц был

изготовлен в рамках европейского проекта IBCoBN (Integrated Broadband Communications on Broadcast Networks). Это устройство должно было удовлетворять стандарту МРТ1560, разработанному для передачи цифрового ТВ в миллиметровом диапазоне длин волн. В 2001–2002 годах было создано, протестировано и сертифицировано в Минсвязи РФ оборудование эфирно-кабельного телевидения (MVDS) РРС-42/40.

В 2008 году была упрощена процедура выделения полосы радиочастот 40,5–43,5 ГГц (Q-диапазон) для использования системами широкополосной беспроводной связи фиксированного доступа. Новая процедура исключила необходимость оформления отдельных решений ГКРЧ на применение РЭС в данном диапазоне для каждого конкретного пользователя. А в 2010 году состоялось поистине историческое решение ГКРЧ (от 15 июля 2010 года, № 10-07-04-1 и 10-07-04-02), в соответствии с которым радиочастотные диапазоны 71-76/81-86 ГГц, а также 92–94 и 94,1–9 ГГц (E-диапазон) были выделены "для применения на территории Российской Федерации РРС прямой видимости юридическими и физическими лицами без оформления отдельных решений ГКРЧ для каждого конкретного юридического или физического лица". В результате, при условии выполнения изложенных в решении технических требований для эксплуатации РРС в E-диапазоне

уже не требуется оформления разрешений на использование радиочастот.

Среди важнейших технических требований, приведенных в решении ГКРЧ – спектральная эффективность оборудования не ниже 1 бит/с/Гц, ширина диаграммы направленности антенны – не более 1°, максимальная мощность передатчика – 150 мВт. Таким образом, применение оборудования РРС Е-диапазона стало носить уведомительный характер.

Это решение было реакцией регулятора на активное предложение оборудования РРС Е-диапазона и, соответственно, спрос на такого рода системы. И одной из очень немногих в мире компаний, предлагающих оборудование Е-диапазона, которое удовлетворяло требованиям Решения ГКРЧ, была компания "ДОК". В частности, компания "ДОК" разработала и выпускает несколько радиомостов Е-диапазона с номинальными скоростями от 100 до 1000 Мбит/с – РРС-100, РРС-350 и РРС-1000. Все они полностью соответствуют техническим требованиям Решения ГКРЧ от 15.07.2010 г. Остановимся на двух радиорелейных системах компании.

Беспроводной мост РРС-350 (рис.1) способен передавать данные в полнодуплексном режиме на скорости до 350 Мбит/с (в каждую сторону). Он работает в диапазонах миллиметровых длин волн 40,5–43,5 ГГц и 71–76/81–86 ГГц.

Важнейшая особенность РРС-350 состоит в возможности адаптировать скорость передачи к текущим погодным условиям. В трансивере реализована гибкая система многоуровневой квадратурной модуляции – от QPSK (2 бита на модуляционный символ) до QAM-256 (8 бит на символ). Отметим, что еще никто в мире не смог реализовать QAM-256 в Е-диапазоне – это настоящий мировой рекорд. При ухудшении погодных условий (сильный дождь) передача данных в канале не прекращается, а лишь снижается скорость. Аппаратура адаптивно изменяет вид модуляции от QAM-256 к QPSK, соответственно и скорость снижается примерно в четыре раза – с 350 до 80 Мбит/с (рис.2). Из-за этого порог чувствительности передатчика становится ниже на 10 дБ. Кроме того, при ухудшении условий передачи в пять раз возрастает и мощность передатчика – с 20 до 100 мВт. В результате бюджет линии вырастает на 17 дБ, что позволяет компенсировать возросшие из-за дождя потери.

Гигабитный радиомост РРС-1000 стал первым отечественным радиомостом, работающим в диапазонах 40,5–43 ГГц и 71–76/81–86 ГГц. Он обеспечивает номинальные скорости до 1,25 Гбит/с



Рис.1. Трансиверный модуль с антенной РРС-350 и РРС-1000

в полнодуплексном режиме, т.е. непосредственно поддерживает канал Gigabit Ethernet (табл.1). Основной сегмент рынка, на который нацелен гигабитный радиомост – это элементы скоростных сетей операторов связи с коэффициентом доступности 99,999, в том числе – сетей мобильной телефонии и сетей передачи данных WiMAX и LTE, а также беспроводные соединения между корпоративными офисами, резервные гигабитные линии связи для оптоволокну и линий атмосферной оптики.

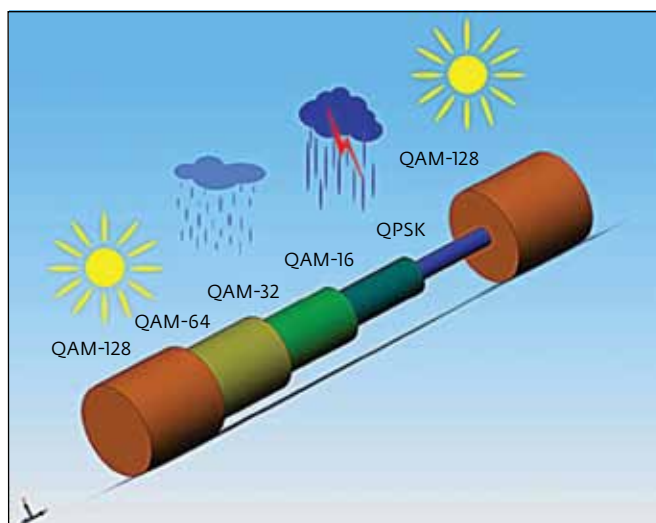


Рис.2. Адаптивное изменение модуляции в РРС-350 при ухудшении погодных условий

Таблица 1. Параметры РРС-1000

Частотный диапазон, ГГц	40,5–43,5	71–76/81–86
Скорость передачи данных, Мбит/с	1250, полный дуплекс	
Ширина полосы, МГц	2500	
Тип модуляции	QPSK	
Чувствительность приемника при BER=10 ⁻⁶ , дБм	-67	-67
Выходная мощность передатчика, дБм (мВт)	22 (150)	20 (100)
Максимальная дальность с антенной 600/900 мм, км		
в ясную погоду	< 20	< 20
при дожде 10 мм/ч	9,3/10,8	7,2/8
Бюджет канала для антенн диаметром 300/450/600/ 900 мм, дБ	165/173/177/185	177/185/189/195
Интерфейс	1000 Base-SX / 1000 Base-LX	
Сервисный интерфейс	100 Base-T (RJ-45)	
Коррекция ошибок (FEC)	Кодирование Рида-Соломона (204,188)	
Задержка, мкс	50	
Поляризация	Вертикальная / горизонтальная (по запросу)	

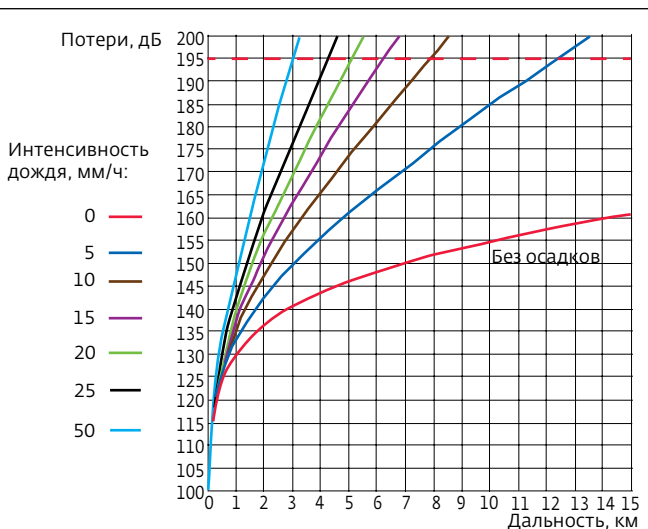


Рис.3. Дальность связи в диапазоне 71–76/81–86 для радиомоста РРС-1000 при уровне ошибок в канале BER = 10⁻⁶. Бюджет 195 дБ соответствует антеннам диаметром 900 мм

Отличительная особенность системы – высокая мощность передатчика, 100 мВт в Е-диапазоне. В совокупности с узконаправленной антенной мост обладает отличным бюджетом линии, позволяющим организовывать многокилометровые каналы связи в Е-диапазоне. Например, при дожде с интенсивностью 10 мм/ч радиомост РРС-1000 с 600-мм антенной обеспечивает связь на расстоянии до 7,2 км (рис.3). А в хорошую погоду дальность соединения может превысить 20 км. В ближайших планах – введение функции адаптивного изменения скорости передачи при ухудшении условий передачи в канале. Это еще больше повысит надежность соединения посредством РРС-1000.

Интересна модификация РРС-1000 – радиомост РРС-1000-CPRI. Он поддерживает интерфейс CPRI (Common Public Radio Interface), разработанный для связи основного блока базовых станций (радиоконтроллера) и выносных радиочастотных блоков ("радиоголовок"). Современная архитектура базовых станций, в частности – WiMAX и LTE – предусматривает конструктивное разделение контроллера базовой станции и радиочастотных блоков с антенными системами. Контроллер базовой станции располагается в защищенном помещении, а радиочастотный блок выносится на крыши, мачты и т.п. Причем самих радиочастотных блоков может быть несколько, что позволяет создавать распределенную структуру ячейки сети, оптимально соответствующую рельефу местности, профилю застройки, распределению абонентов и т.п. Для связи между контроллером базовой станции и радиочастотными блоками и служит интерфейс CPRI. Поддерживая его, радиомост РРС-1000-CPRI может существенно упростить развертывание сетей LTE/WiMAX.

Радиомосты компании "ДОК" комплектуются антеннами Кассегрена диаметром 300, 450, 600 и 900 мм (табл.2). Это позволяет находить необходимый компромисс между усилением антенны (и бюджетом линии) и сложностью монтажа системы – ведь чем больше антенна, тем выше ветровая нагрузка. Специальное покрытие защитного колпака антенны препятствует образованию наледи и налипанию снега.

Приемопередатчики РРС монтируются на любую вертикальную трубу диаметром 80–130 мм и подключаются к сети пользователя кабелем типа "витая пара" или оптоволоконным кабелем. Для сокращения времени юстировки оборудования по азимуту и углу места используется цифровой пульт управления. В планах компании – модифицировать конструктив РРС, что еще больше повысит удобство его монтажа и эксплуатации.

Таблица 2. Антенны Кассегрена для радиомостов РРС-1000 и РРС-350

Диаметр антенны, мм	Диапазон, ГГц			
	40,5–43,5		71–76/81–86	
	Усиление, дБ	Угол расхождения луча, °	Усиление, дБ	Угол расхождения луча, °
300	38	1,5	45	0,7
450	42	1	49	0,5
600	44	0,7	51	0,35
900	48	0,5	54	0,25

Радиомостами можно удаленно управлять по протоколу SNMP. Специальное программное обеспечение позволяет определять состояние оборудования, выдавать команды управления и т.п. Встроенные средства самодиагностики РРС-350/1000 могут оценивать работоспособность моста и сигнализировать о возможных неисправностях до того, как это скажется на качестве связи. Например, это повышение или понижение температуры выше критической, снижение уровня сигнала (антенну развернуло), понижение питающего напряжения и т.д. Ремонтная бригада будет направлена на место, уже зная вероятную причину неисправности, что способствует скорейшему восстановлению линии без обрыва канала связи.

Очень важное достоинство оборудования компании "ДОК" – его можно эксплуатировать при температуре от -50 до 60°C без какой-либо дополнительной защиты от прямых солнечных лучей и осадков. Ведь в решениях ряда других производителей зачастую отсутствует система терморегуляции. А это очень важный эксплуатационный показатель. Специалисты при выборе оборудования беспроводной передачи данных в первую очередь обращают внимание на устойчивость радиопередачи к осадкам. Однако на территориях с большими перепадами дневных и ночных температур отсутствие защиты как от переохлаждения, так и от перегрева может оказаться решающим фактором, перечеркивающим все достоинства радиотракта.

В оборудовании "ДОК" эта проблема решена. Встроенная интеллектуальная система термоконтроля РРС позволяет эксплуатировать оборудование и при резко отрицательных (до -50°C) и при чрезвычайно высоких (до 60°C) температурах. Функции предварительного прогрева ("мягкий старт") обеспечивают пошаговый запуск оборудования в случае

пропадания и возобновления питания в условиях низких температур. При производстве проводится длительное тестирование каждого радиоблока в термокамере, с многократным замораживанием и нагревом в диапазоне от -50 до 60°C. Многолетний опыт эксплуатации радиооборудования компании "ДОК", в том числе в таких городах, как Норильск и Петропавловск-Камчатский, подтверждает его всепогодные характеристики. На сегодняшний день с точки зрения "всепогодности" конкурировать с радиорелейными станциями компании "ДОК" не может ни один зарубежный производитель.

Кроме технических достоинств радиомостов, нельзя не отметить и тот важный факт, что "ДОК" – это отечественный производитель, использующий собственные патентованные разработки. Оборудование производится в России. Поставляется оно непосредственно со склада компании в Санкт-Петербурге. Поэтому продукция компании всегда есть в наличии, а сроки отгрузки – минимальны. Это же относится и к срокам возможной замены вышедшего из строя оборудования – а порой этот фактор оказывается решающим при выборе поставщика. Упрощается и техническая поддержка оборудования – всегда удобно, когда вопросы можно адресовать непосредственно разработчикам, причем на родном языке.

Немаловажно, что компания проводит достаточно гибкую ценовую политику. В этом году стоимость оборудования ощутимо снизилась, что делает решения "ДОК" достаточно конкурентным и по цене. Кроме того, сохраняется и возможность аренды оборудования – достаточно уникальная на этом рынке.

Все вместе это и определяет выбор многих операторов и системных интеграторов в пользу продукции "ДОК". Среди них – такие известные компании, как МТС, "Ростелеком", "Воентелеком", "Госкорпорация по ОрВД", "Обит", "Русская Телефонная Компания", "Компьюлинк", МТТ, "Ниеншанц" и др.

Сегодня мы наблюдаем развитие принципиально нового рынка – рынка систем связи 4G. И важнейшая, совсем новая его составляющая – инфраструктура опорных сетей для таких систем. Этот рынок по сути еще только начинает развиваться, устоявшихся решений, производителей и поставщиков на нем нет. Никто еще не убежал на недосягаемое расстояние, здесь нет непререкаемых авторитетов и устоявшихся подходов. Поэтому принципиально важно, чтобы отечественному производителю, которым является компания "ДОК", нашлось на этом рынке достойное место. Ведь все предпосылки для этого есть. ■