

Спутниковый модем CDM-625 с функцией DoubleTalk® Carrier-in-Carrier®



Передовой спутниковый модем CDM-625 создан на базе богатого опыта Comtech EF Data по разработке наиболее эффективных спутниковых модемов. Это первый модем, объединяющий технологию Forward Error Correction (FEC) – VersaFEC, коды Low Density Parity Check (LDPC) и революционную технологию сжатия полосы пропускания DoubleTalk Carrier-in-Carrier, что позволяет в любых условиях максимально экономить спутниковый ресурс. Сочетание передовых технологий дает возможность применять многомерную оптимизацию, позволяющую пользователям спутниковой связи:

- минимизировать эксплуатационные расходы (OPEX)
- максимально увеличить пропускную способность без использования дополнительных ресурсов транспондеров
- максимально увеличить доступность без использования дополнительных ресурсов транспондеров
- минимизировать капитальные затраты (CAPEX), допуская меньшие ВУС/НРА и/или антенны
- Или использовать комбинацию методов для удовлетворения конкретных потребностей бизнеса

Возможности

- Сжатие полосы DoubleTalk Carrier-in-Carrier
- Автоматическое регулирование мощности суммарного сигнала в режиме Carrier-in-Carrier
- Адаптивное кодирование и модуляция (ACM)
- Пакетный процессор со сжатием заголовков, сжатием полезной информации, улучшенным качеством обслуживания (QoS) и режимом управляемой коммутации (Managed Switch Mode)
- 4-портовый управляемый коммутатор Ethernet с поддержкой VLAN и QoS
- Поддержка Jumbo-кадров
- Поддержка двух частотных диапазонов (70/140 МГц и L-Band) в одном устройстве, расширенный диапазон L-Band на прием
- Скорость передачи данных: от 18 кбит/с до 25 Мбит/с
- Символьная скорость: от 18 кбод до 12,5 Мбод
- Модуляции: BPSK, QPSK / OQPSK, 8PSK/8-QAM, 16-QAM
- Алгоритмы FEC: Витерби, последовательный, каскадный Рида-Соломона, TCM, турбокодирование (Turbo Product Code, TPC) (совместимый с IESS-315), код LDPC и VersaFEC (LDPC с низкой задержкой)
- Широкий набор интерфейсов передачи данных: EIA-422/530, V.35, G.703 T1, G.703 E1, G.703 T2, G.703 E2, Quad G.703 E1, ASI, LVDS, HSSI, 4-портовый Ethernet 10/100Base-T
- IEEE 1588v2 Precision Time Protocol
- Мультиплексирование трафика IP/Ethernet и G.703
- Вставка и выделение для T1/E1 (D&I)
- Расширенные вставка и выделение для одиночных T1/E1 и для Quad E1 (D&I++)
- Управление: 10/100Base-T Ethernet для SNMP, SNMP Proxu для удаленной стороны, HTTP, Telnet и EIA-232/EIA-485
- Carrier ID с технологией MetaCarrier®
- Встроенный мониторинг и управление для удаленной стороны (Embedded Distant-end Monitor and Control, EDMAC)
- Автоматический контроль мощности несущей (Automatic Uplink Power Control, AUPC)
- Сервисный канал (Engineering Service Channel, ESC/ESC++)
- Стандартный высокостабильный внутренний источник синхронизации ($\pm 6 \times 10^{-8}$)
- 5-уровневый адаптивный эквалайзер
- L-Band TX: синхронизация 10 МГц для ВУС, модуляция FSK, опциональный блок питания для ВУС
- L-Band: Улучшенный FSK для LPOD M&C
- L-Band RX: синхронизация 10 МГц и блок питания для LNB
- Режимы открытой сети
- Возможно применение коммутаторов резерва в режиме 1:1 и 1:10

DoubleTalk Carrier-In-Carrier

Механизм DoubleTalk Carrier-in-Carrier, основанный на запатентованной технологии “Adaptive Cancellation”, позволяет передающей и принимающей несущим дуплексного сигнала использовать одну и ту же полосу частот транспондера. DoubleTalk Carrier-in-Carrier является дополнением к достижениям в современных технологиях, включая Advanced FEC и методы модуляции. Поскольку эти технологии подходят к теоретическим пределам мощности и пропускной способности каналов, механизм DoubleTalk Carrier-in-Carrier, используя передовые методы обработки сигнала, дает новые возможности для повышения эффективности использования полосы пропускания.

На рисунке 1 показан типичный полнодуплексный спутниковый канал связи, где две несущие расположены рядом друг с другом.

На рисунке 2 показан спутниковый канал по технологии DoubleTalk Carrier-in-Carrier, где обе несущие накладываются друг на друга, используя один и тот же спектр.

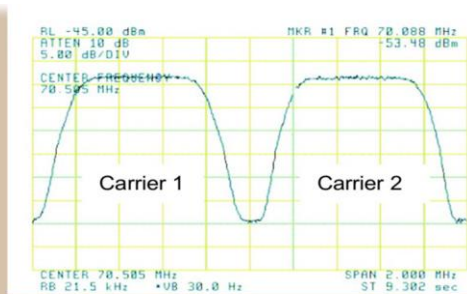


Рис. 1

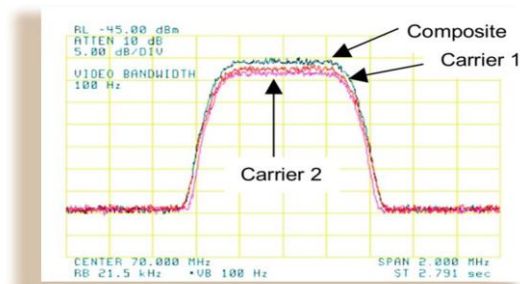


Рис. 2

При наблюдении сигнала на анализаторе спектра можно увидеть только композитный сигнал. несущие 1 и 2 на рисунке 2 показаны только для информации.

Так как технология DoubleTalk Carrier-in-Carrier позволяет добиться требуемой спектральной эффективности с использованием модуляций более низкого порядка и/или скорости кода, она снижает капитальные затраты, позволяя применять меньшие ВУС/НРА и/или антенны. С другой стороны, DoubleTalk Carrier-in-Carrier может быть использована для достижения высокой спектральной эффективности. Например, DoubleTalk Carrier-in-Carrier при использовании с модуляцией 16-QAM дает такую же эффективность использования полосы, как модуляция 256-QAM (8 бит/Гц). В сочетании с VersaFEC или LDPC/TPC она может обеспечить беспрецедентную экономию полосы пропускания транспондера и используемой мощности. Это дает возможность успешного развертывания спутниковой связи в условиях ограниченной пропускной способности и ограниченной мощности, а также снижаются требования к питанию ВУС/НРА на наземной станции.

Carrier-in-Carrier® – зарегистрированная торговая марка Comtech EF Data
DoubleTalk® – зарегистрированная торговая марка Raytheon Applied Signal Technology
VersaFEC® – зарегистрированная торговая марка Comtech EF Data

Автоматический контроль мощности Carrier-in-Carrier (CnC-APC)

Запатентованный механизм автоматического контроля мощности Carrier-in-Carrier (CnC-APC) позволяет модемам на обеих сторонах канала CnC автоматически измерять и компенсировать потери сигнала из-за погодных условий (напр., дождя) при сохранении общей мощности композитного сигнала. В дополнение к автоматической компенсации потерь из-за дождя CnC-APC также позволяет модемам делиться частотным ресурсом в пределах отведенной полосы, т.е. модем в условиях ясного неба может эффективно передавать избыток частот модему на дальнем конце, который испытывает недостаток в частотах, тем самым еще более способствуя повышению общей надежности канала связи.

Коррекция ошибок VersaFEC

CDM-625 является первым модемом с механизмом исправления ошибок VersaFEC, запатентованной системой высокопроизводительных кодов LDPC с малой задержкой, предназначенных для поддержки чувствительных к задержкам приложений, таких как трафик через спутниковый канал. VersaFEC обеспечивает отличную эффективность кодирования с минимально возможной задержкой. Значение E_b/N_0 в VersaFEC такое же, как в DVB-S2 (короткие блоки) или LDPC (блоки 16k), но задержка на 70-90% меньше. По сравнению с TPC, VersaFEC дает усиление при кодировании на 1,0 дБ и более. Новые коды со сверхмалой задержкой (Ultra Low Latency, ULL) обеспечивают еще более низкие задержки по сравнению со стандартными кодами VersaFEC.

Адаптивное кодирование и модуляция (ACM)

Спутниковые пользователи традиционно старались обеспечить работу спутникового канала в худших условиях (в случае дождя, например), что значительно снижает эффективность. ACM компенсирует ухудшение условий повышением пропускной способности – возможен прирост на 100% и более. ACM максимизирует пропускную способность в любых условиях – при дожде, малом угле орбиты спутника, неточном направлении антенны, при наличии шумов, помех и других ухудшениях условий.

ACM также может быть использован с технологией DoubleTalk Carrier-in-Carrier.

Кодирование LDPC и турбокодирование (TPC)

CDM-625 имеет интегрированный кодек, поддерживающий коды LDPC и TPC 2-го поколения. Коды LDPC являются технологией прямой коррекции ошибок, способной обеспечить производительность гораздо ближе к пределу Шеннона. В настоящее время кодирование LDPC позволяет получить дополнительное усиление сигнала от 0,7 до 1,2 дБ по сравнению с эквивалентным кодом TPC. Для того, чтобы в полной мере воспользоваться усилением при кодировании LDPC, Comtech EF Data разработала запатентованную модуляцию 8-QAM, которая обеспечивает работоспособность при гораздо более низких соотношениях E_b/N_0 по сравнению с 8PSK.

Два частотных диапазона

CDM-625 поддерживает два диапазона частот (70/140 МГц и L-Band) с возможностью независимого выбора частот для передачи и приема. Это упрощает хранение и использование запасных устройств в сетях, работающих в диапазонах 70/140 МГц и L-Band.

4-портовый управляемый коммутатор Ethernet с поддержкой VLAN и QoS

Модем CDM-625 имеет 4-портовый управляемый коммутатор Ethernet 10/100Base-T с поддержкой VLAN и QoS. Поддерживаются режим доступа и транковый режим. Приоритетность трафику может задаваться на базе приоритета по портам или приоритета по VLAN. Максимальный размер кадра Ethernet в версии оборудования Rev 2 составляет 2048 байт.

Пакетный Процессор

Пакетный процессор в CDM-625 позволяет эффективно взаимодействовать с IP-сетями и передавать трафик через спутник с помощью добавления функций маршрутизации с очень низкими накладными расходами на инкапсуляцию, со сжатием заголовков и полезной нагрузки и с поддержкой качества обслуживания QoS. Расширенный механизм QoS в сочетании со сжатием заголовков и полезной нагрузки обеспечивает высокое качество обслуживания с минимальными джиттером и задержкой для трафика реального времени, с использованием приоритетов обработки критически важных приложений и с максимальной эффективностью использования полосы пропускания.

Сжатие заголовков

Пакетный процессор имеет передовую для отрасли технологию сжатия заголовков IP-трафика. Сжатие заголовков позволяет уменьшить стандартные 40 байтов заголовка пакетов IP/UDP/RTP до 1 байта всего. Для пакетов TCP/IP 40 байтов заголовка сокращаются до всего лишь 3 байтов. Для таких приложений, как VoIP, сжатие заголовков может обеспечить экономию полосы пропускания более чем на 60%. Например, голосовой кодек G.729 8 кбит/с при инкапсуляции в дейтаграммы IP/UDP/RTP требует от IP-сети пропускной способности 24 кбит/с. Со сжатием заголовков на тот же самый голосовой вызов потребуется всего около 8,5 кбит/с – т.е. экономия почти 65%. А для типичного трафика Web/HTTP требования к пропускной способности при использовании сжатия заголовков TCP/IP могут быть снижены на 10% и более.

Сжатие полезной нагрузки

Кроме сжатия заголовков пакетный процессор позволяет эффективно сжимать полезную нагрузку IP-трафика. Сжатие нагрузки, реализованное на аппаратном уровне с целью максимальной пропускной способности и эффективности, может уменьшить требуемую пропускную способность спутникового канала на 40-50%.

Инкапсуляция SLE

Пакетный процессор использует запатентованную технологию инкапсуляции Streamline Encapsulation (SLE) с очень низкими накладными расходами. SLE позволяет уменьшить оверхэд при инкапсуляции на целых 65% по сравнению со стандартным протоколом HDLC.

Улучшенное качество обслуживания (QoS)

Пакетный процессор поддерживает несколько уровней QoS для обеспечения высокого качества обслуживания трафика реального времени с минимальным джиттером и минимальной задержкой, имеет приоритетную обработку критически важных приложений и максимальную эффективность использования полосы пропускания.

Поддерживаются следующие режимы:

- DiffServ - стандартный метод обеспечения QoS позволяет без проблем работать в сетях, где реализован DiffServ
- Max/Priority - обеспечивается многоуровневая приоритезация трафика с возможностью ограничения максимального трафика для каждого класса
- Min/Max – гарантируется минимальная скорость передачи данных (CIR) для каждого класса трафика с возможностью предоставления более высокой скорости при наличии возможности

Режим управляемого коммутатора

Режим управляемого коммутатора позволяет пакетному процессору работать на уровне 2. Совместно с инкапсуляцией SLE, сжатием заголовков и полезной нагрузки это дает значительную экономию полосы пропускания.

Интерфейс Quad E1 (QDI) с расширенными функциями вставки-извлечения (D&I++)

CDM-625 поддерживает интерфейс Quad E1, который может объединять до четырех полных или дробных каналов E1 в единый поток с очень низкими накладными расходами. Это дает значительную экономию капитальных затрат за счет уменьшения количества модемов и уменьшения размеров BUC/HPA. Фирменный механизм вставки и выделения Comtech EF Data (D&I++) позволяет вставлять и выделять любую комбинацию от 1 до 31 временных интервалов на каждом канале E1. D&I++ поддерживается только для E1 со структурой CCS.

IP-субмультиплексор

IP-субмультиплексор позволяет объединить пакетный трафик IP/Ethernet с трафиком G.703 (E1) на одной несущей. Это особенно полезно для сотовых сетей, когда требуются оба вида транспорта - E1 и IP. Мультиплексор уменьшает количество модемов и также позволяет уменьшить размеры BUC/HPA за счет устранения нескольких несущих. При мультиплексировании соотношение трафика может варьироваться от 9:1 (полоса под IP-трафик в 9 раз больше, чем под трафик G.703) до 1:59.

EDMAC и AUPC

CDM-625 поддерживает EDMAC, EDMAC-2, EDMAC-3 и AUPC. EDMAC/EDMAC-2/EDMAC-3 используется для мониторинга и контроля дальнего конца спутникового канала с помощью специального канала, организованного в заголовках пакетов. EDMAC-3 также может использоваться для SNMP-управления модемом на удаленном конце. AUPC обеспечивает автоматическое управление мощностью восходящего потока для дуплексного канала.

Управление и SNMP-прокси

Модем можно управлять с передней панели, через удаленный порт M&C (EIA-232/EIA-485) или порт Ethernet 10/100Base-T. С поддержкой протоколов SNMP, HTTP и Telnet модем может быть легко интегрирован в систему управления на базе IP-протокола. CDM-625 также может выступать в качестве SNMP-прокси для модема на удаленном конце. Это позволяет управлять удаленным модемом с помощью SNMP без установления IP-соединения из конца в конец.

IEEE 1588v2 Precision Time Protocol (PTP)

Протокол PTP стал ключевой технологией для частотной, временной и фазовой синхронизации через пакетную сеть. CDM-625 является первым спутниковым модемом, имеющим аппаратную поддержку PTP, тем самым значительно повышая точность синхронизации для спутниковых каналов. Для поддержки PTP требуется версия модема Revision 2 без пакетного процессора.

Расширенный FSK для мониторинга и управления LPOD

Расширенный FSK позволяет мониторить и управлять LPOD через меню на лицевой панели модема, серийный порт и по Telnet.

Расширение функциональности

Расширить возможности CDM-625 очень легко. Возможности, которые не требуют дополнительного оборудования, могут быть добавлены в модем на сайте заказчика, используя коды доступа FAST, приобретаемые у Comtech EF Data.

Технические характеристики

Информационная скорость	18 кбит/с - 25 Мбит/с с шагом 1 бит/с
Символьная скорость	18 кбод - 12.5 Мбод
Диапазон частот	50 – 180 МГц и 950 – 2000 МГц (TX) & 950 – 2150 МГц (RX) с шагом 100 Гц, Независимая работа направлений TX и RX
Основные режимы работы (подробнее см. в Руководстве пользователя)	Открытая сеть в соотв. с IESS-308/309/310/314 и прозрачный режим, закрытая сеть в соотв. с IESS-315 Кодек LDPC/TPC (дополнительный модуль) Кодек VersaFEC (дополнительный модуль) с ACM или CCM (Constant Coding & Modulation) Формирование кадра EDMAC с/без AUPC RS Outer Codec Высокоскоростной ESC / Расширенный ESC (ESC++) Drop & insert (D&I) / Расширенный D&I++ / Quad E1 drop & insert (QDI) DoubleTalk Carrier-in-Carrier (дополнительный модуль)

Опции FEC

None	Без кодирования BPSK/QPSK/OQPSK
Кодирование Витерби: k=7, в соотв. с IESS-308/309	Rate 1/2 BPSK/QPSK/OQPSK Rate 3/4 QPSK/OQPSK Rate 7/8 QPSK/OQPSK
Кодирование Витерби и Рида-Соломона	Rate 3/4 16-QAM Rate 7/8 16-QAM
Последовательное кодирование	См. Руководство пользователя по CDM-625
Кодирование Рида-Соломона	Режимы открытой и закрытой сети
TCM (в соотв. с IESS-310)	8PSK/TCM Rate 2/3
Интегрированный кодек LDPC и TPC (2 nd Gen) (дополнительный модуль)	Кодовые отношения LDPC Rate 1/2 BPSK/QPSK/OQPSK Rate 2/3 QPSK/OQPSK/8PSK/8-QAM Rate 3/4 QPSK/OQPSK/8PSK/8-QAM/16-QAM Кодовые отношения TPC Rate 5/16 BPSK Rate 21/44 BPSK/QPSK/OQPSK Rate 3/4 QPSK/OQPSK/8PSK/8-QAM/16-QAM Rate 7/8 QPSK/OQPSK/8PSK/8-QAM/16-QAM Rate 0.95 QPSK/OQPSK/8PSK/8-QAM
Кодек VersaFEC (дополнительный модуль)	BPSK Rate 0.488 QPSK Rate 0.533, 0.631, 0.706, 0.803 8-QAM Rate 0.576 (ECCM), 0.642, 0.711, 0.780 16-QAM Rate 0.644 (ECCM), 0.731, 0.780, 0.829, 0.853 BPSK 0.493 (ULL) QPSK 0.493, 0.654, 0.734 (ULL)
Скремблирование	Режим IDR, без RS – в соотв. с ITU V.35 (вариант Intelsat) Режим IBS, без RS - в соотв. с IESS-309, внешняя кадровая синхронизация Прозрачный режим закрытой сети, без RS или турбокодирования - в соотв. с ITU V.35 (вариант Intelsat) Режим EDMAC, без кодирования RS - внешняя кадровая синхронизация (собственная разработка) Режимы турбокодирования /LDPC/VersaFEC - внешняя кадровая синхронизация (собственная разработка) Все режимы RS - внешняя кадровая синхронизация в соотв. с IESS-308/309/310
Управление	10/100Base-T Ethernet с поддержкой SNMP, HTTP и Telnet, EIA-232, EIA-485 (по 2- или 4-проводной линии)
Form C Relays	Hardware fault, RX and TX traffic alarms, open network backward alarms
Внешняя синхронизация (вход ИЛИ выход)	Коннектор BNC Вход: 1, 2, 5, или 10 МГц, от -6 до +10 дБм, 50 Ом / 75 Ом (номинал) Выход: 10 МГц, 2.7 V peak-to-peak ± 0.4 V, Низкоомный выход

Модулятор

Стабильность частоты внутреннего генератора	± 0.06 ppm (± 6 x 10 ⁻⁸) при температуре от 0° до 50°C (32° - 122°F)										
Фильтрация спектра сигнала на передачу	В соответствии с IESS-308										
Спад характеристики фильтра на передачу	25%, 35%										
Уровень гармонических и внеполосных излучений	Лучше чем -60 дБс/4 кГц (типовое значение - 65 дБс/4 кГц) в полосе частот от 1 to 500 МГц для диапазона 50-180 МГц и в полосе F0 ± 500 МГц для диапазона 950-2000 МГц										
Отношение мощности передачи вкл/выкл	Минимум -60 дБс										
Выходной уровень фазовых шумов	Двухсторонняя огибающая среднеквадратичного значения лучше, чем 0.480°. При отстройке от 100 Гц до 1 МГц как минимум на 16 дБ лучше требований по рекомендации IESS-308/309) <table border="1"> <thead> <tr> <th>дБ/Гц</th> <th>Отстройка по частоте</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-63.0</td> <td>100 Гц</td> </tr> <tr> <td>-73.0</td> <td>1 кГц</td> </tr> <tr> <td>-83.0</td> <td>10 кГц</td> </tr> <tr> <td>-93.0</td> <td>100 кГц</td> </tr> </tbody> </table> Уровень основного паразитного излучения переменного напряжения не более -42 дБс. Суммарный уровень остальных паразитных составляющих в полосе от 0 до 0.75 символьной скорости не более -48 дБс	дБ/Гц	Отстройка по частоте	-63.0	100 Гц	-73.0	1 кГц	-83.0	10 кГц	-93.0	100 кГц
дБ/Гц	Отстройка по частоте										
-63.0	100 Гц										
-73.0	1 кГц										
-83.0	10 кГц										
-93.0	100 кГц										
Выходная мощность	50-180 МГц: от 0 до -25 дБм с шагом 0.1 дБ 950-2000 МГц: от 0 до -40 дБм с шагом 0.1 дБ										
Стабильность выходной мощности	50-180 МГц: ± 0.5 дБ в диапазоне температур 15 - 35° C ± 0.8 дБ в диапазоне температур 0 - 50° C 950-2000 MHz: ± 0.7 дБ в диапазоне температур 15 - 35° C ± 1.0 дБ в диапазоне температур 0 - 50° C										
Выходное сопротивление и затухание несогласованности	50-180 МГц: 50 Ом / 75 Ом, минимальное затухание несогласованности 16 дБ (типовое значение 18 дБ), коннектор BNC 950-2000 МГц: 50 Ом, минимальное затухание несогласованности 19 дБ (типовое значение 21 дБ), коннектор N-типа										
Синхронизация	Внутренний опорный генератор, ± 0.06 ppm (SCT) Внешняя опорная частота, захват частоты схемой ФАПЧ в диапазоне ± 100 ppm (TT) Синхронизация от тактовой частоты спутника – поддерживается асимметричный режим Внешний тактовая частота										
Внешнее отключение несущей TX	Низкий уровень TTL-логики или замыкание внешнего контакта										
Синхронизация ВУС (10 МГц)	Через центральный проводник интерфейса TX, 10.0 МГц ± 0.06 ppm (от внутреннего источника), программно включается и выключается, 0.0 дБм ± 3 дБ										
Блок питания ВУС (дополнительный модуль)	24 VDC, макс. 4.17 А, 90 Вт при 50° C 48 VDC, макс. 3.125 А, 150 Вт при 50° C (180 Вт при 30° C) Питание подается через центральный проводник интерфейса TX, включается и выключается через управление M&C										

Демодулятор

Диапазон входной мощности несущей	50-180 MHz: от -105 + 10 log (символьной скорости) до -70 + 10 log (символьной скорости) дБм 950-2150 MHz: от -130 + 10 log (символьной скорости) до -80 + 10 log (символьной скорости) дБм
-----------------------------------	--

Максимальный рабочий уровень композитного сигнала	50-180 MHz: 94 – 10 log (символьной скорости выбранной несущей) дБс, максимальный уровень +10 дБм с доп. требованием, что внутри полосы ± 10 МГц выбранной несущей мощность композитного сигнала не более +30 дБс. 950-2150 MHz: 102 – 10 log (символьной скорости выбранной несущей) дБс, максимальный уровень +10 дБм с доп. требованием, что внутри полосы ± 10 МГц выбранной несущей мощность композитного сигнала не более +30 дБс.
Абсолютный максимум	+20 дБм
Адаптивный эквалайзер	5-полосный эквалайзер, включается и выключается программно
Диапазон захвата полосы несущей	Программируется с шагом 1 кГц
Менее 64 кбод	От ± 1 кГц до ± (Rs/2) кГц, где Rs = символьная скорость в кбод
От 64 до 389 кбод	От ± 1 кГц до ± 32 кГц
Свыше 389 кбод	От ± 1 кГц до ± (0.1 * Rs) кГц, до максимального значения ± 200 кГц
Время захвата несущей	Очень зависит от информационной скорости, скорости FEC, и диапазона частот демодулятора. Например: в среднем 120 мс при 64 кбит/с, R1/2 QPSK, полоса захвата ± 10 кГц, 6 дБ Eb/No
Плещиосинхронный буфер/буфер Дупплера	Выбирается в диапазоне от 64 до 262144 бит с шагом в 16 бит (дополнительные ограничения для структуры кадра G.704)
Синхронизация приемника	Сигнал RX от спутника, сигнал TX от наземных станций, внешний источник синхронизации
Подстройка тактовой частоты	Не хуже ± 100 ppm
Опорный сигнал 10 МГц для LNB	Через центральный проводник интерфейса RX, 10.0 МГц ± 0.06 ppm (с внутренним источником), включается и выключается программно, -3.0 дБм ± 3 дБ
Напряжение питания блока LNB	Включается и выключается программно, 13 VDC, 18 VDC в соотв. с DiSEq 4.2 и 24 VDC с максимальным током потребления 500 мА
Функции контроля	Оценка E _b /N ₀ , корректировка BER, состояние заполнения буфера, отстройка частоты, уровень принимаемого сигнала

DoubleTalk Carrier-in-Carrier

Задержка	От 0 до 330 мс
Относительная спектральная плотность мощности	<u>BSPK/QPSK/8PSK/8-QAM</u> : от -7 до +11 дБ <u>16-QAM</u> : от -7 дБ до +7 дБ
Максимальное соотношение символьной скорости	3:1 (TX:RX или RX:TX)
Ухудшение Eb/No	Относительная спектральная плотность мощности 0 дБ BPSK/QPSK/OQPSK: 0.3 дБ 8-QAM: 0.4 дБ 8PSK: 0.5 дБ 16-QAM: 0.6 дБ Относительная спектральная плотность мощности +10 дБ Дополнительно 0.3 дБ
Ограничения для спутника	Спутник в режиме "loop-back" (передающая станция может получать свой сигнал от спутника) Спутник не обрабатывает сигнал (не демодулирует и не перемодулирует)

Интерфейсы

EIA-422/-530 DCE, до 14 Мбит/с	25-pin D-sub (female)
V.35 DCE, до 14 Мбит/с	
LVDS Serial, до 25 Мбит/с	
HSSI Serial, до 25 Мбит/с	25-pin D-sub (female)

G.703 T1, 1.544 Мбит/с (балансный 100 Ом)	9-pin D-sub (female) или BNC (female)
G.703 T2, 6.312 Мбит/с (небалансный 75 Ом или балансный 110 Ом)	
G.703 E1, 2.048 Мбит/с (небалансный 75 Ом или балансный 120 Ом)	
G.703 E2, 8.448 Мбит/с (небалансный 75 Ом)	BNC (female)
ASI, до 25 Мбит/с	
Дополнительные порты E1 2.048 Мбит/с для Quad-E1 (балансный 120 Ом)	9-pin D-sub (female)
Overhead Data	44-pin High-density D-sub (male)
Аварийные сигналы	15-pin D-sub (male)
4-портовый управляемый коммутатор Ethernet 10/100Base-T	4 x RJ-45

Доступные опции

Hardware	Основной блок питания 100 – 240 VAC, 175 Вт
Hardware	Основной блок питания -48 VDC, 125 Вт
Hardware	Основной блок питания -24 VDC, 120 Вт
Hardware	Блок питания 24 VDC, 90 W @ 50°C для BUC, (основной блок питания - AC, 24 VDC или 48 VDC)
Hardware	Блок питания 48 VDC, 150 W @ 50°C (180 W @ 30°C) для BUC, (Основной блок питания - AC или 48 VDC)
Hardware	Модуль интегрированных кодеков TPC (2 nd gen.) и LDPC
Hardware	Модуль DoubleTalk Carrier-in-Carrier
Hardware	Модуль кодеков VersaFEC
Hardware	Пакетный процессор
FAST	Интерфейс для L-Band (в дополнение к 70/140 МГц)
FAST	Скорость передачи данных модема – 10 Мбит/с, 15 Мбит/с, 20 Мбит/с или 25 Мбит/с
FAST	Модуляция 8PSK и 8-QAM (8-QAM требует кодеков TPC/LDPC или VersaFEC)
FAST	Модуляция 16-QAM
FAST	Скорость кодеков TPC/LDPC – 10 Мбит/с, 15 Мбит/с, 20 Мбит/с или 25 Мбит/с
FAST	DoubleTalk Carrier-in-Carrier (полный) – 512 кбит/с, 1.1 Мбит/с, 2.5 Мбит/с, 5 Мбит/с, 10 Мбит/с, 15 Мбит/с, 20 Мбит/с or 25 Мбит/с
FAST	DoubleTalk Carrier-in-Carrier (дробный) – 2.5 Мбит/с, 5 Мбит/с, 10 Мбит/с, 15 Мбит/с, 20 Мбит/с или 25 Мбит/с
FAST	Скорость кодеков VersaFEC (CCM) – 2.5 Мбит/с, 5 Мбит/с or 16 Мбит/с
FAST	Символьная скорость кодеков VersaFEC (ACM) – 300 кбит/с, 1.2 Мбит/с or 4.1 Мбит/с
FAST	Открытая сеть – IBS с высокоскоростным IBS ESC, IDR и аудио
FAST	Вставка-выделение (D&I / D&I++) для одного порта T1/E1
FAST	Вставка-выделение (D&I++) для Quad E1 порт 2, 3 и 4
FAST	Quality of Service (требуется пакетный процессор)
FAST	Сжатие заголовков (требуется пакетный процессор)
FAST	Сжатие нагрузки (требуется пакетный процессор)
FAST	Advanced Network Timing (IEEE 1588v2 PTP)

Аксессуары

CRS-170A	Коммутатор резервного модема 1:1 (L-Band)
CRS-180	Коммутатор резервного модема 1:1 (70/140 МГц)
CRS-300	Коммутатор резервного модема 1:10 (не доступен с пакетным процессором)
CRS-280	Коммутатор резервного интерфейса 1:10 (70/140 МГц)
CRS-280L	Коммутатор резервного интерфейса 1:10 (L-Band)
CRS-500	Система резервирования модемов 1:N (для использования только с пакетным процессором)
CRS-282XXX	Коммутатор резервного интерфейса 1:10 (для использования с CRS-500)

Физические характеристики и окружающая среда

Температура	Рабочая: от 0 до 50°C (32 to 122°F) Хранения: от -25 до 85°C (-13 to 185°F)
Электропитание	Переменное 100 – 240 В, +6%/-10%, 50/60 Гц, автоопределение Постоянное -24 В (опция) Постоянное -48 В (опция)
Потребляемая мощность	48 Вт (с установленными кодеками TPC/LDPC и модулем Carrier-in-Carrier), макс. 55 Вт. 60 Вт (с установленными кодеками TPC/LDPC, пакетным процессором и модулем Carrier-in-Carrier), макс. 67 Вт. 280 Вт (с установленными кодеками TPC/LDPC, модулем Carrier-in-Carrier и блоком питания 48 VDC для BUC), макс. 300 Вт

Размеры (1RU) (В x Ш x Г)	4.4 x 48 x 44.8 см (1.75" x 19.0" x 17.65")
Вес	Максимум 4.9 кг (со всеми дополнительными модулями и блоком питания 48 VDC для BUC)
CE Mark	EN 301 489-1 (ERM) EN55022 (Emissions) EN55024 (Immunity) EN 61000-3-3 EN 61000-3-3 EN60950 (Safety)
FCC	FCC Part 15, Subpart B