

Nateks Microlink-6m...-42m

ЦИФРОВАЯ РАДИОСИСТЕМА (6 ... 42 ГГц, 10 – 1000 Мбит/с)

Краткое техническое описание

Версия 1.0.

© НАТЕКС, 2024

Права на данный документ принадлежат НАТЕКС. НАТЕКС, предоставляя в данном документе максимально точную информацию, не несет никакой ответственности за возможные несоответствия и оставляет за собой право вносить изменения в настоящее руководство без предварительного уведомления заказчиков. При несоответствии настоящего документа фактическому состоянию продукта, заказчик может получить обновления, направив запрос по адресу help@nateks.ru.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	5
2.	ПРЕИМУЩЕСТВА	6
3.	ХАРАКТЕРИСТИКИ	9
3.1.	Конфигурации универсальной платформы	9
3.2.	Гибкая платформа для передачи потока TDM и пакетов Ethernet.....	10
3.3.	Хорошие эксплуатационные характеристики радио секции.....	11
3.3.1.	Эффективное использование частотного ресурса.....	11
3.3.2.	Высокий коэффициент усиления системы.....	11
3.3.3.	Адаптивная модуляция (AMR)	11
3.3.4.	Кросс-поляризационный подавитель помех (XPIC)	14
3.4.	Синхронизация	14
3.4.1.	Синхронизация Ethernet по стандарту SyncE, рекомендации G.8261/G.8262/G.8364.....	14
3.4.2.	Протокол на основе рекомендации G.8275.1 / IEEE1588v2 синхронизации времени/тактового генератора	14
4.	ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ.....	15
4.1.	Общие сведения	15
4.2.	Блок-схема внутреннего блока (IDU).....	17
4.3.	Блок-схема наружного блока (ODU)	17
4.4.	Варианты установки наружного блока (ODU)	18
5.	ИНТЕРФЕЙСЫ	19
5.1.	Основные интерфейсы	20
5.1.1.	Интерфейс E1	20
5.1.2.	Интерфейс LAN 4xFE или GbE [4xRJ-45, системная плата].....	20
5.1.3.	Интерфейс LAN 4 разъема SFP [системная плата (опция)]	20
5.1.4.	Оптический интерфейс STM-1 [универсальный слот].....	21
5.1.5.	Электрический интерфейс STM-1 [универсальный слот]	21
5.2.	Общий интерфейс.....	21
5.2.1.	Интерфейс терминала LCT [Системная плата]	21
5.2.2.	Интерфейс NMS [Системная плата].....	22
5.3.	Функциональные платы	22
5.3.1.	Многофункциональная плата MSE [Универсальный слот] (MSE-A)	22
5.3.2.	Интерфейс AUX [Универсальный слот] (AUX-A)	22

6.	ODU (ВНЕШНИЙ БЛОК) И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ	23
6.1.	Общие сведения	23
6.2.	Антенный интерфейсный порт ODU.....	24
6.3.	Разъёмы ODU.....	24
7.	IDU (ВНУТРЕННИЙ БЛОК) И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ	25
7.1.	Рабочие характеристики внутреннего блока (IDU).....	25
8.	АНТЕННА И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	29
8.1.	Конфигурирование антенны.....	29
8.2.	Антенна с двойной поляризацией	30
8.2.1.	Характеристики	31

1. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в основе внедряемых инновационных технологий, топологий и бизнес-моделей лежит потребность в услугах по предоставлению мобильного и фиксированного широкополосного доступа. Переход на единые пакетные IP-сети и сквозное управление сетями позволяет предлагать высококачественные услуги, в том числе традиционные услуги по передаче голосовых данных по пакетным сетям, а также совместно использовать или перепродавать полосы пропускания, доступные в транспортной сети. Однако правильная стратегия эволюции транспортной сети существенно зависит от интересов каждого оператора, например, предпочтений в отношении операционных или капитальных затрат, гибкости, управления и масштабов.

Nateks Microlink-6m..42m – наиболее перспективный комплексный продукт в семействе радиосистем Nateks Microlink компании HATEКС для конвергентных транспортных радиосетей и оптических сетей, который позволяет оптимизировать и трансформировать транспортные сети с целью решения таких коммерческих задач, как экономически эффективная интеграция сети TDM и сети Ethernet операторского класса, а также гибкая и плавная миграция от сети TDM к IP-сети следующего поколения. Система Nateks Microlink обеспечивает сочетание высокой производительности и компактности с высокой надежностью, являющейся результатом большого опыта работы в области проводных и беспроводных технологий связи.

Особенности

- Широкий диапазон частот от 6 ГГц до 42 ГГц.
- Конвергентная пакетная радиосистема разработанная для:
 - Каналов с оптимизируемой, масштабируемой пропускной способностью.
 - Передачи как по радиорелейным, так и оптическим каналам.
 - Миграции на уровне операторской системы с технологий TDM на полноценную транспортную систему IP.
 - Эксплуатационной гибкости и обновляемости ПО

В состав оборудования Nateks Microlink-6m..42m входят:

- Антенна.
- Внешний блок (ODU).
- 19- дюймовый внутренний блок (IDU).

2. ПРЕИМУЩЕСТВА

Семейство Nateks Microlink-6m..42m разработано для создания проводной и беспроводной конвергентной интеллектуальной сети all-IP.

Гибкость и надежность транспортных сетей:

Семейство Nateks Microlink-6m..42m включает радиорелейные и волоконно-оптические системы передачи, функции коммутации и агрегирования, поддерживает возможность работы в широком спектре сетей от E1 до STM-1 или сетей Fast Ethernet операторского класса до сетей Ethernet 10 Гбит/с с целью передачи трафика TDM PWE и пакетных данных. Также данное семейство разработано для обеспечения высокой пропускной способности и незначительного времени ожидания – при этом исключаются проблемы, связанные с надежностью в сети передачи пакетных данных TDM, качеством обслуживания, защитой маршрута в различных топологиях транспортных сетей TDM и Ethernet. Такие технологии как удвоение емкости радиопередачи за счет функции XPIC с безобрывной адаптивной модуляцией, независимая кросс-коммутация и возможность многопротокольной коммутации по меткам (MPLS) позволяют добиться таких рабочих характеристик, мощности и гибкости в гибридной сети, благодаря которым становится возможен переход на IP/мобильные сети следующего поколения.

Бесперебойная работа и возможность обновления

Линейка оборудования Nateks Microlink включает усовершенствование сквозного управления сетями TDM и пакетными транспортными сетями, а также возможности восходящего интерфейса с целью управления оптимизацией сетей, расчетом трафика, качеством обслуживания и защитой маршрутов. Наряду с данными улучшениями для платформ семейства Nateks Microlink-6m..42m применяется концепция удаленного обновления. Модульная конструкция с универсальными слотами для плат и интегрированным ПО для управления позволяет обеспечить бесперебойную работу и возможность обновления с каждого пролета или узла.

Выгода для клиентов

Благодаря широкому спектру средств Nateks Microlink-6m..42m для ретрансляции и технологий конвергенции, например, MPLS, любые сервисы (фиксированная, мобильная или беспроводная широкополосная передача) могут успешно совместно использоваться в одной транспортной сети. Такое объединение с помощью платформы Nateks Microlink-6m..42m позволяет снизить стоимость и упростить структуру сети в тех случаях, когда оператору требуется осуществить транспортировку совокупности нескольких сервисов или полная прозрачность сервиса с целью предложить услуги транспортной сети другим провайдерам и получить дополнительную прибыль. Кроме того, оператор может изменить топологию, емкость и интеллектуальные характеристики своей транспортной сети, используя для этого существующую инфраструктуру. В частности, при транспортировке мобильной транспортной сети семейство Nateks Microlink-6m..42m позволяет перейти со скорости 2G/3G на более высокоскоростной доступ без значительного увеличения стоимости.

Простота установки

Система Nateks Microlink-6m..42m имеет два пользовательских интерфейса, позволяющих быструю установку системы:

- Графический пользовательский интерфейс (GUI) WEB-браузера.

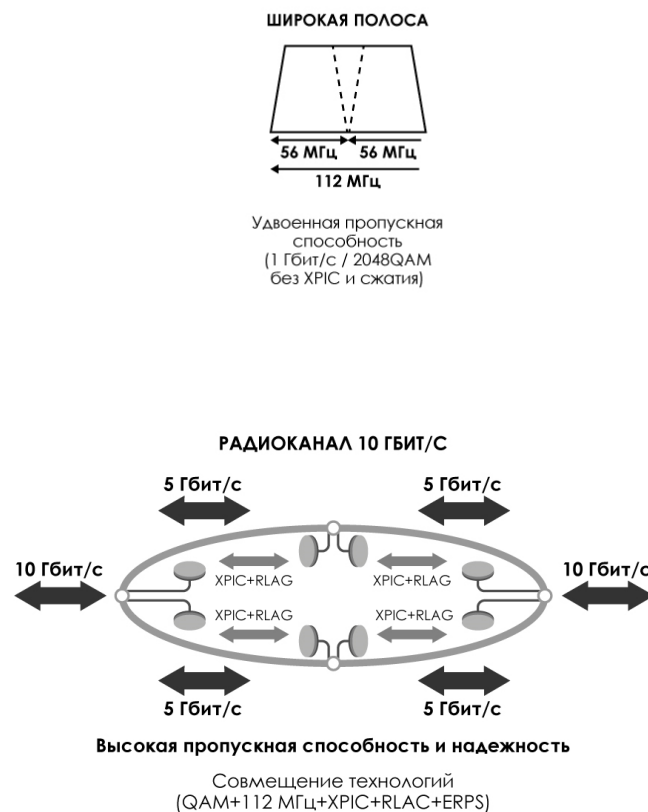
Этот интерфейс предлагает удобный визуальный контроль при установке.

- Интерфейс командной строки (CLI) на основе SSH версии 2.

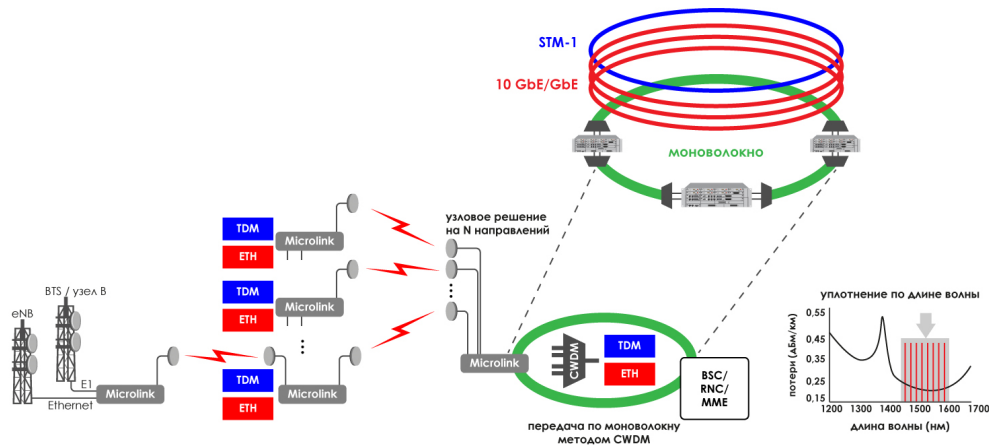
Интерфейс командной строки используется на многих сетевых элементах, таких как коммутаторы и роутеры, в качестве стандартного инструмента. Этот инструмент удобен для настройки коммутатора и контроля ошибок. При помощи скриптов командная строка облегчает групповую настройку сетевых элементов.

Преимущества Nateks Microlink-6m..42m

- Большая пропускная способность.



- Конвергированное решение Nateks Microlink



Решение, объединяющее Радио и Оптическую среду.

- Передача STM-1/GbE/10GbE по моноволокну методом CWDM добавляя только одну плату CWDM.
- SDH.
 - STM-1 SFP оптика (опция).
 - Одномодовая оптика (до 40 км).
- Gigabit Ethernet.
 - 1GbE SFP оптика (опция).
 - Одно- и многомодовая оптика (до 40 км).
- 10 Gigabit Ethernet.
 - 10GbE SFP оптика (опция).
 - Одно- и многомодовая оптика (до 40 км).

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Конфигурации универсальной платформы

Мощный и гибкий внутренний блок

- Интерфейсы:
 - Ethernet:
 - GbE (электрический).
 - GbE (оптический).
 - GbE (PoE).
 - 10 GbE (оптический).
 - TDM:
 - E1.
 - STM-1.
 - xWDM:
 - CWDM (GbE, 10 GbE, STM-1).
 - Радио интерфейс:
 - Интерфейс для кабеля IF (промеж. частоты) (к ODU).
- Слоты универсальных плат с фронтальным доступом.
- Подключение ODU и AOR.
- Защита радио.
- MPLS.
- Возможность использования технологий программно-конфигурируемой сети SDN (BRM/OpenFlow).

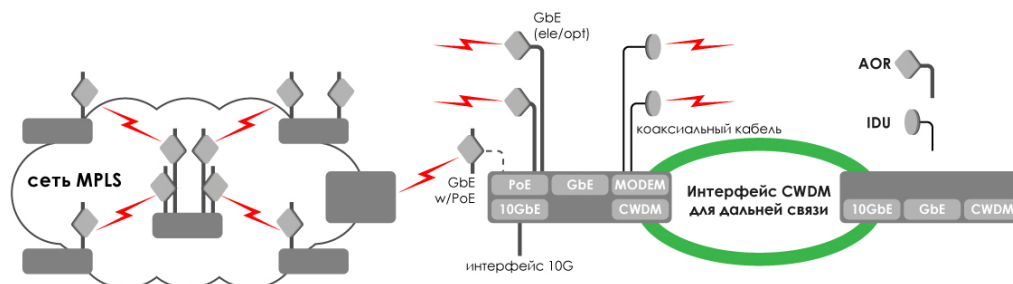


Рис. 3.1 Конфигурации универсальной платформы.

Различные интерфейсы и универсальные слоты для плат обеспечивают гибкость конфигурирования на основе одной платформы.

- В радиосистеме с одним блоком IDU доступны следующие комбинации защиты:
 - незащищенная конфигурация (1+0);
 - защищенная конфигурация (1+1) с горячим резервированием;
 - пространственным разнесением;
 - «спаренным путем» с бесконтактным переключением или удвоение емкости с помощью функции XPIC (1+0);

Параметры емкости и интерфейса выбираются с помощью программного ключа.

3.2. Гибкая платформа для передачи потока TDM и пакетов Ethernet

Система Nateks Microlink-6m..42m способна выполнять передачу в режиме TDM/Ethernet/Hybrid в соответствии с сетевой конфигурацией нужной пользователю.

Возможно использование следующих технологий передачи:

- Одновременная передача (Dual Native) трафика в исходных форматах (Ethernet+TDM).
- Пакетная радиопередача (All Packet) (с использованием технологии псевдопровода PWE для TDM).
- Гибридная+ пакетная передача (с использованием технологии псевдопровода PWE для TDM)

Мультисервисная платформа

- Гибкая конфигурация на одной платформе.
- Параллельное использование сервисов предыдущего поколения.
- Простая миграция на полностью пакетную сеть с включением PWE.
- Не требуется смена IDU.

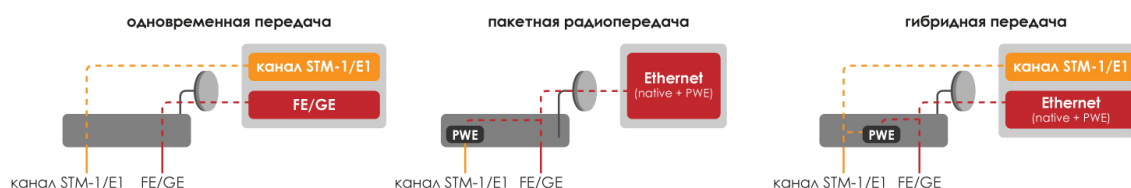


Рис. 3.2 Мультисервисная платформа.

3.3. Хорошие эксплуатационные характеристики радио секции

3.3.1. Эффективное использование частотного ресурса

- Высокая схема модуляции (до 2048QAM) для передачи Ethernet и TDM-трафика в исходном формате при высокой эффективности использования спектра.
- Технология передачи трафика при двойной поляризации с XPIC на одном шасси IDU.
- Функции AMR с бесконтактным переключением модуляции.

3.3.2. Высокий коэффициент усиления системы

Высокий коэффициент усиления системы достигается с помощью технологии непосредственного исправления ошибок (FEC) за счет контроля четности при низкой плотности (LDPC), а также с помощью метода устранения искажений (линеаризатор), что позволяет использовать антенны меньшего размера и сократить стоимость платформы.

3.3.3. Адаптивная модуляция (AMR)

Адаптивная модуляция (AMR) это технология повышающая надежность пакетной передачи за счет использования различия пороговых значений для разных типов модуляций от QPSK до 4096 QAM и выше. Например, при ослаблении принимаемого сигнала из-за сильного дождя в высокочастотном диапазоне ниже порогового уровня, технология AMR обеспечивает доступность линии связи путем автоматической перестройки на модуляцию более низкого уровня в соответствии с условиями линии передачи.

При передаче IP-пакетов (в случае передачи при отсутствии иерархических уровней) неразрывность линии связи и надежность являются важными параметрами, которые поддерживаются несмотря на значительное сокращение пропускной способности. Распределение приоритета между трафиком TDM и трафиком Ethernet, между портами Ethernet и базой VPN является важным аспектом, который необходимо учитывать для того, чтобы поддерживать качество сигналов, имеющих высокий приоритет.

Поскольку сильное ослабление сигнала из-за дождя или иных погодных условий вызывает быстрые колебания сигнала, радио секция должна быть способна реагировать на такие неожиданные и быстрые повышения и понижения уровня принимаемого сигнала. Ступенчатый метод, такой как использование разной кодовой избыточности FEC и модуляция не всегда может быть достаточным для подобных скоростей колебания и может не срабатывать в реальных условиях передачи.

На основе большого опыта, накопленного HATEКС в области распространения сантиметровых – миллиметровых волн, для продуктов семейства Nateks Microlink разработаны наиболее пригодные для реальных условий и надежные функции AMR; при этом при использовании адаптивной модуляции сохраняется возможность настройки параметров QoS.

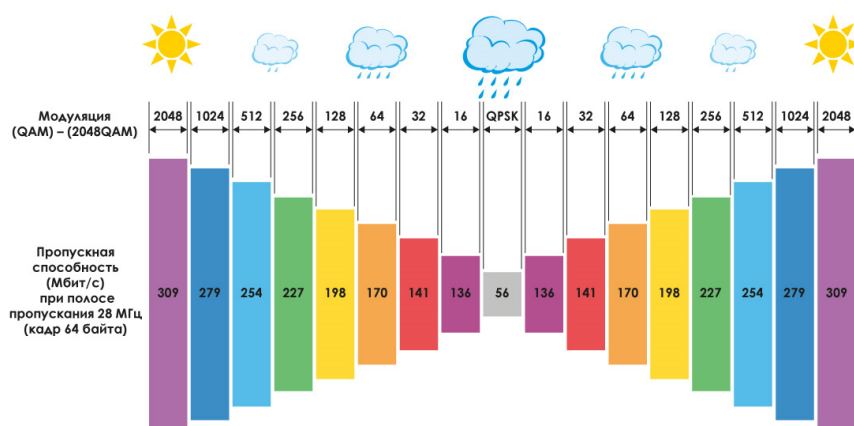


Рис. 3.3. Иллюстрация изменения пропускной способности AMR.

Таблица 3.1 Диапазон AMR и пропускная способность.

CS* Модуляция	Режим 7 МГц*	Режим 14 МГц*	Режим 28 МГц*	Режим 40 МГц*	Режим 56 МГц*	
QPSK	13	27	56	78	113	Мбит/с
16 QAM	26	55	113	156	227	
32 QAM	33	69	141	196	284	
64 QAM	40	83	170	235	341	
128 QAM	47	96	198	274	398	
256 QAM	53	111	227	314	456	
512 QAM	60	124	254	351	510	
1024 QAM	67	137	279	386	559	
2048 QAM	-	152	309	428	620	

* Разнесение каналов: Не поддерживается.

Примечание. Максимальная пропускная способность при прохождении тегированного кадра VLAN размером 64 байта

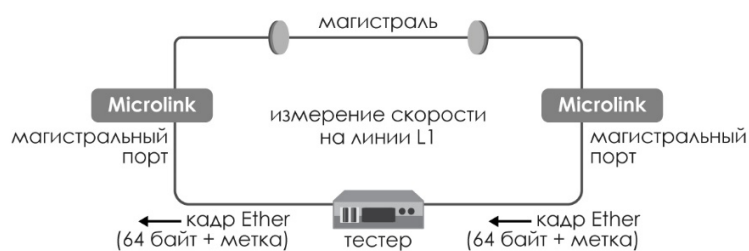


Рис. 3.4. Метод измерения.

3.3.4. Кросс-поляризационный подавитель помех (XPIC)

Nateks Microlink-6m..42m может удваивать свою пропускную способность, используя технологию XPIC. Для перехода с однополяризационной передачи необходимы следующие дополнительные компоненты: антенна с двойной поляризацией и дополнительный блок ODU. Благодаря этому можно удвоить емкость, не увеличивая при этом площадь необходимую для установки и пространство для монтажа внутреннего блока.

- XPIC работает с агрегированием радиоканалов и G.8032v2 ERPS.
- Сверхкомпактный размер 2x(1+0) или 2x(1+1) XPIC в корпусе 1U.

3.4. Синхронизация

3.4.1. Синхронизация Ethernet по стандарту SyncE, рекомендации G.8261/G.8262/G.8364

Системы семейства Nateks Microlink-6m..42m способны передавать синхросигналы, используя стандарт Synchronous Ethernet. В качестве источника синхронизации сетевого элемента можно выбрать: Synchronous Ethernet, TDM (E1/STM-1), адаптивное восстановление синхронизации (ACR), радио, IEEE1588 и внешний сигнал синхронизации.

3.4.2. Протокол на основе рекомендации G.8275.1 / IEEE1588v2 синхронизации времени/тактового генератора

Nateks Microlink поддерживает протокол точного времени стандарта IEEE 1588 v2.

- Временная отметка синхронной пакетной обработки и передача/восстановление синхросигнала.
- Поддержка "прозрачных часов" (TC) и "пограничных" часов (BC) (опция).

4. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

4.1. Общие сведения

- Раздельный монтаж ODU-IDU. Для соединения используется один коаксиальный кабель.
- При использовании типового блока ODU и IDU защита или защитная система не предусмотрена
- Гибкая конфигурация для ODU и антенны:
 - совместная установка/раздельная установка;
 - 1+0 (без резервирования);
 - 1+1 горячее резервирование;
 - 1+1 пространственное разнесение;
 - 1+1 частотное разнесение (спаренный маршрут);
 - 2+0.
- Доступны отдельные и комбинированные конфигурации каналов в режимах ACCP, ACAP, CCDP.
- компактный блок IDU для установки на 19-ти дюймовой стойке.
 - 483 мм (Ш) x 44 мм (В) x 230 мм (Г).
 - Размер 1U.
 - 1 или 2 MODEMa на плате.
 - 3 универсальных слота.
 - Возможность использовать CWDM 10GbE/10G.



Рис. 5.1 Внешний вид IDU.

- Небольшой и легкий блок ODU, отличающийся простотой обслуживания и установки.



Рис. 5.2 ODU 13 – 38 ГГц с антенной 0,3 м.

- Широкий диапазон рабочей температуры ODU и IDU.
- Номинальное входное напряжение пост. тока -48 В пост. тока.

4.2. Блок-схема внутреннего блока (IDU)

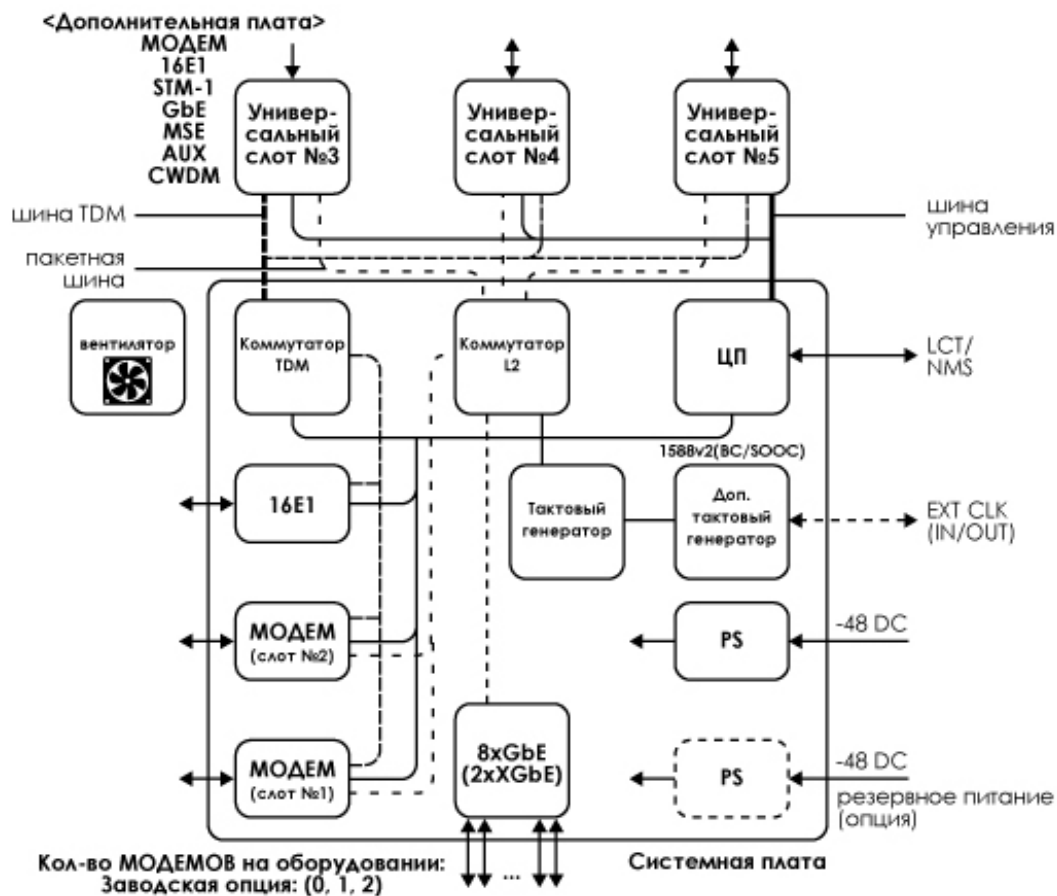


Рис. 5.5 Блок-схема IDU.

4.3. Блок-схема наружного блока (ODU)

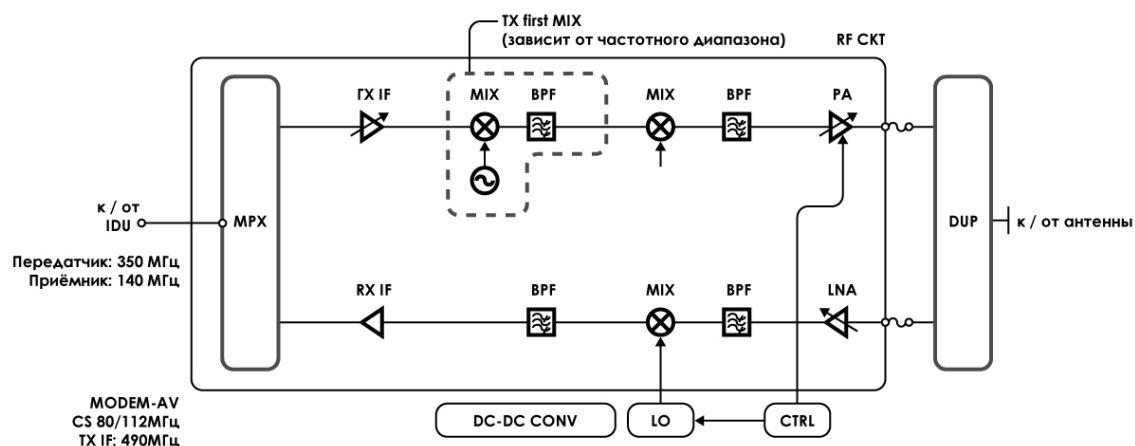


Рис. 5.6 Блок-схема ODU.

4.4. Варианты установки наружного блока (ODU)

Возможность выбора подходящего способа монтажа ODU.

- Монтаж непосредственно на антенну.
- Установка отдельно от антенны с применением волновода или коаксиального кабеля.
- Система 1+1 с совмещенным сумматором / делителем.
- Система 2+0, антенна с двойной поляризацией.

5. ИНТЕРФЕЙСЫ

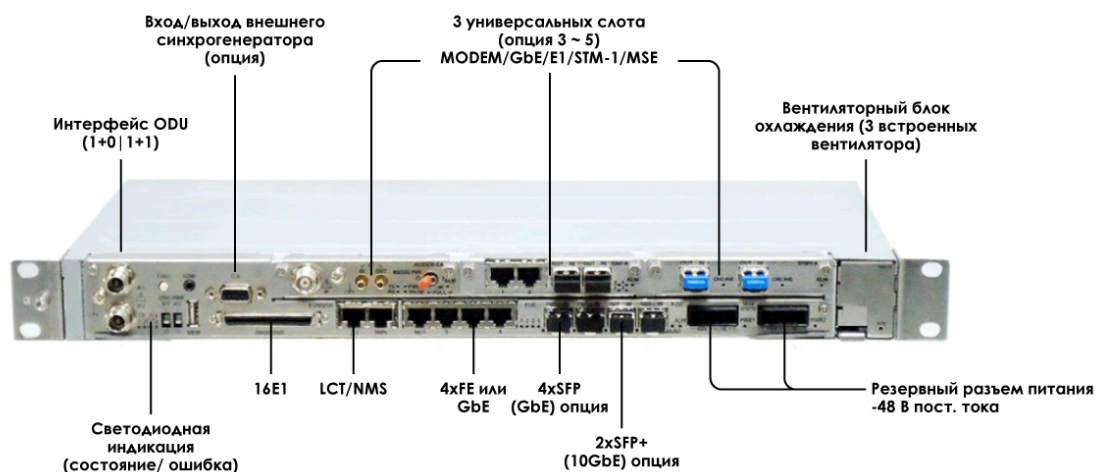


Рис. 8.1 Расположение слотов на блоке IDU Nateks Microlink-6m..42m.

5.1. Основные интерфейсы

Модель Nateks Microlink-6m..42m оснащена различными интерфейсами, предусмотренными стандартами ITU-T и IEEE, которые перечислены ниже:

5.1.1. Интерфейс E1

Скорость передачи сигнала	16 x E1 (2,048 Мбит/с) до 64 E1 с дополнительной платой
Интерфейс	HDB-3 (ITU-T G.703)
Полное сопротивление	75 Ом или 120 Ом (по выбору)
Разъем	MDR68

5.1.2. Интерфейс LAN 4xFE или GbE [4xRJ-45, системная плата]

Тип	10/100/1000Base-T(X)
Количество портов и интерфейс	4
Тип соединителя	RJ-45
Виртуальная LAN	VLAN на базе портов/ VLAN/802.1ad на базе меток
QoS	802.1p CoS / ToS / Diffserv / MPLS EXP/VLAN
Контроль QoS	4xSP, $K \times SP + L \times DWRR$, 4xDWRR ($K+L=4$ все комбинации) 8xSP, $M \times SP + N \times DWRR$, 8xDWRR ($M+N=8$ все комбинации)
Управление полосой пропускания	Формирование для портов или классов, управление для VLAN или портов
Защита	RSTP (802.1w) / MSTP(802.1s) / ERP (ITU-T G.8032v2) / LACP (802.1AX)

5.1.3. Интерфейс LAN 4 разъема SFP [системная плата (опция)]

Тип	1000Base-SX, 1000Base-LX (LC, SFP) 10/100/1000Base-T (RJ45, SFP) 10GbE (10Gbase-SR, 10Gbase-LR) (LC, SFP+)
Количество портов и интерфейсов	GbE SFP: 4 10GbE SFP+: 2 (эксклюзивно в 4 SFPs)
Тип соединителя	Оптическое "LC" Электрическое "RJ-45"
Виртуальная LAN	VLAN на базе портов / VLAN на базе меток/802.1ad
QoS	802.1p CoS / ToS / Diffserv / MPLS EXP/ VLAN
Контроль QoS	4xSP, $K \times SP + L \times DWRR$, 4xDWRR ($K+L=4$ все комбинации) 8xSP, $M \times SP + N \times DWRR$, 8xDWRR ($M+N=8$ все комбинации)
Управление полосой пропускания	Формирование для портов или классов, управление для VLAN или портов
Защита	RSTP (802.1w)/ MSTP(802.1s)/ ERP (ITU-T G.8032v2)/ LACP (802. 1AX)

5.1.4. Оптический интерфейс STM-1 [универсальный слот]

Плата интерфейса STM-1 оснащена функцией преобразования E1 и STM-1, а оптический или электрический интерфейс можно выбрать с помощью модуля SFP. Эта плата может использоваться максимально в трех универсальных слотах.

Скорость передачи сигнала	1 или 2 x 155,52 Мбит/с
Интерфейс	S-1.1/L-1.1 (ITU-T G.957)
Разъем	LC (SFP)

При реализации сети следует учитывать два следующих условия.

1) В канальном режиме может использоваться только один канал/плата, а 2xSTM-1 могут использоваться для APS.

В прозрачном режиме может использоваться два канала / платы.

2) При кросс-соединении общее количество E1 не должно превышать 388xE1 на одну плату. В прозрачном режиме STM-1 выделенные 75xE1 следует считать как одну соединительную емкость

5.1.5. Электрический интерфейс STM-1 [универсальный слот]

Данный интерфейс поддерживается той же интерфейсной платой, что и оптический интерфейс STM-1, а оптический или электрический интерфейс можно выбрать с помощью модуля SFP.

Скорость передачи сигнала	1 или 2 x 155,52 Мбит/с
Интерфейс	CMI (ITU-T G.703)
Разъем	IEC 169-29 (1.0/2.3)

При реализации сети следует учитывать два следующих условия.

1) В канальном режиме может использоваться только один канал/плата

2) При кросс-соединении общее количество E1 не должно превышать 388xE1 на одну плату. В прозрачном режиме STM-1 выделенные 75xE1 следует считать как одну соединительную емкость.

5.2. Общий интерфейс

5.2.1. Интерфейс терминала LCT [Системная плата]

Локальный служебный терминал – это полезный инструмент для установки и обслуживания. В Nateks Microlink графический интерфейс пользователя доступен с помощью WEB-браузера. Кроме того, данный инструмент поддерживает удаленное соединение.

Тип	10/100Base-TX / RJ-45
Количество портов и интерфейсов	1

5.2.2. Интерфейс NMS [Системная плата]

Данный порт используется для соединения по сети с сервером NMS.

Тип	10/100Base-TX / RJ-45
Количество портов и интерфейс	1

Примечание. Интерфейс NMS и интерфейсы "NE1" используется для последовательного вертикального монтажа блоков IDU-IDU.

5.3. Функциональные платы

5.3.1. Многофункциональная плата MSE [Универсальный слот] (MSE-A)

Данная плата используется для эмуляции проводного соединения.

Эмуляция псевдопроводов	SAToP (RFC4553) через MEF8
Поддерживаемое количество портов E1	До 64 портов E1

5.3.2. Интерфейс AUX [Универсальный слот] (AUX-A)

Данная плата поддерживает групповые аварийные сигналы и DI/DO.

DI	Удаленный входной порт для внешних аварийных сигналов и т.д. (6 пар)
DO	Удаленный выходной порт контроллера EMS. (До 4 пар)
Разъем	разъем D-sub с высокой плотностью контактов (44 гнезда).

6. ODU (ВНЕШНИЙ БЛОК) И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

6.1. Общие сведения

Пункт	ODU	
Условия окружающей среды	Эксплуатация: от -33 до +50°C(ETSI EN300019-1-4 класс 4.1), Влажность: 100% (IP66) (Рабочая: от -40 до +55°C) Транспортировка ETSI EN300019-1-2 класс 2.3 в упаковочной коробке Хранение ETSI 300019-1-1 класс 1.2 в упаковочной коробке	
Тип ODU	IAG / IAG2 ^{*4}	IAP (повышенной мощности)
Потребляемая мощность		
6-11 ГГц	24 ^{*1} - 30 Вт	28 ^{*1} - 45 Вт
13-23 ГГц	19 ^{*1} - 23 Вт	25 ^{*1} - 35 Вт
26 - 42 ГГц	21 ^{*1} -25 Вт	-
<i>1+1 горячее резервирование или пространственный разнос</i>		
6-11 ГГц	39 ^{*1} -44 Вт	42 ^{*1} - 59 Вт
13-23 ГГц	33 ^{*1} - 37 Вт	37 ^{*1} – 47 Вт
26 - 42 ГГц	35 ^{*1} - 39 Вт	-
<i>1+1 частотный разнос (сдвоенный маршрут)</i>		
6-11 ГГц	48 ^{*1} - 60 Вт	56 ^{*1} - 90 Вт
13-23 ГГц	38 ^{*1} -46 Вт	50 ^{*1} - 70 Вт
26 - 42 ГГц	42 ^{*1} - 50 Вт	-
Физические размеры	1+0 (исключая антенну и совмещенный сумматор-делитель/разветвитель)	
6-11 ГГц	240(ш) x 246(в) x 80(г): около 3 кг	240(ш) x 246(в) x 80(г): около 3 кг
13-23 ГГц	130(ш) x 130(в) x 71 (г): около 1.2 кг ^{*2}	240(ш) x 246(в) x 80(г): около 3 кг
26 - 38 ГГц	130(ш) x 130(в) x 71 (г): около 1.2 кг	-
42 ГГц	239(ш) x 247 (в) x 68(г): около 3 кг	
<i>1+1 => сдвоенный ODU (исключая антенну и совмещенный сумматор-делитель/разветвитель)</i>		
ЭМС	Соответствует EN301 489-4	
Безопасность	Соответствует EN60950-1	

6.2. Антенный интерфейсный порт ODU

Полоса частот (ГГц)		6	7-8	10-11	13	15	18	23	26	28	32	38	42
Тип интерфейса	Установка на антенне	N/A	Фирменный интерфейс HATEКС										
	Установка отдельно от антенны	Тип N или PDR 70	Тип N или PDR 84	PDR 100	PBR 120	PBR 140	PBR 220	PBR 220	PBR 260	PBR 320	-		

6.3. Разъемы ODU

Разъем IF для подключения к IDU	Тип N, гнездо (водонепроницаемый) (питание -48 В и сигналы IF)
Разъем для мониторинга уровня приема	Тип F, гнездо (водонепроницаемый)

7. IDU (ВНУТРЕННИЙ БЛОК) И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

7.1. Рабочие характеристики внутреннего блока (IDU)

№	Позиция		IDU				
1	Пропускная способность** и разнесение каналов (Мбит/с)	Разнесение каналов	7 МГц	14 МГц (13.75МГц)*	28 МГц (27.5МГц) *	40 МГц	56 МГц (55МГц)*
		QPSK	13	27	56	78	113
		16 QAM	26	55	113	156	227
		32 QAM	33	69	141	196	284
		64 QAM	40	83	170	235	341
		128 QAM	47	96	198	274	398
		256 QAM	53	111	227	314	456
		512 QAM	60	124	254	351	510
		1024 QAM	67	137	279	386	559
	2048 QAM	-	152	309	428	620	
*: Разнесение каналов в полосе 18 ГГц. ** Максимальная пропускная способность на физическом уровне при размере тегированных пакетов VLAN 64 байта; Не доступно - не поддерживается							
2	Основной сигнальный интерфейс	E1	16 x E1 (G.703) Разъем MDR68 на опциональной плате (дополнительно: при установке дополнительных плат доступно до 64 интерфейсов E1)				
		STM-1	2 x STM-1 (S 1.1, L 1.1. или STM-1e) с дополнительной платой Тип разъема: LC(S-1.1, L-1.1) / DIN 1.0/2.3 (STM-1e) до 4 x STM-1 в одном IDU				
		LAN	n x 10/100 Base-T(X) разъем RJ45 (опция: доступно до 4x 10/100/1000Base-T) m x 1000Base-SX или LX с дополнительными модулями SFP (тип разъема: LC) (Системная плата + GbE-A => n: макс.10 м: макс.10)				
		10GbE	2X 10GbE (IEEE802.3ae, 10Gbase-SR, 10Gbase-LR410Gbase-ER)				
3	Разъем для взаимного соединения, полное сопротивление кабеля и длина кабеля (IDU-ODU)	Тип разъема	TNC гнездо				
		Сопротивление кабеля	50 Ом				
		Длина кабеля (IAG2, IAP, ODU)	кабель 8D-FB-E: расчетная 200 м максимально кабель 5D-FB-E: расчетная 120м максимально				
		Длина кабеля (иной тип ODU)	кабель 8D-FB-E: расчетная 250 м максимально кабель 5D-FB-E: расчетная 150м максимально				
4	Требования к линии питания	-48 В пост. тока (от -40,5 до -57 В пост. тока), соответствует EN300 132-2					
5	Резервирование питания	Резервирование питания с помощью дополнительного подвода PS (фабричная опция)					
Описание функций							
6	Native Ethernet и Native TDM		MODEM оснащен схемой обработки сигналов Native Ethernet и Native TDM				
7	Адаптивная модуляция (AMR)		QPSK/16QAM/32QAM/64QAM/128QAM/256QAM/512QAM/1024QAM/2048QAM 10 изменяемых схем модуляции				
8	Метод защиты радиооборудования		1 + 1 HS/HS, HS/SD, FD (HS: горячее резервирование, SD: пространственное разнесение, FD: частотное разнесение)				
9	Функции ETH	Коммутационная емкость	80 Гбит/с (без блокировки)				
		Пополняемая таблица MAC	Независимое пополнение для VLAN (VLAN + MAC), До 32000 (настраиваемая)				

		VLAN	802.1Q по порту, по тегу, туннелирование До 4094 VLAN на устройство, L2CP поддерживает сертифицированные сервисы EPL, EVPL и ELAN по MEF 9. Функция туннелирования, 802.1ad		
		Сверхдлинные кадры	Поддерживаются (до 9600 байт)		
		Качество обслуживания (QoS)	Ввод	управление в соответствии с MEF/RFC4115 (CIR/EIR/CBS/EBS)	
				Классы QoS: VLAN CoS/Ipv4 DSCP/Ipv6 DSCP/MPLS EXP/ETH Port, VLAN ID	
			Вывод	4/8 классов очереди SP/D-WRR - формирование настраиваемое по скорости класса - максимальная длина пакета, настраиваемая в соответствии с классом - формирование очереди со строгим приоритетом	
		Иерархическое формирование (порт и класс) предупреждение перегрузки механизмом WRED и отбросом низкоприоритетного трафика			
		ETH OAM	802.1ag Service OAM (CC/LB/LT), Y.1731 Контроль показателей (LM/DM)		
		LINK OAM	802.3ah		
		Защита	MSTP, G.8032V2 ERPS		
		Агрегация радиоканалов	Агрегация радиоканалов (режим L1 макс..2 модема) (режим L2 макс.2 модема)		
		Агрегация каналов	макс. 8 портов		
		SyncE	G.8261,8262,8264 (режим PL и QL)		
		TDM PWE	RFC4553 SAToP (MEF8) на дополнительной плате MSE		
		H-QoS	комбинирование очередей 4x4,4x8, 8x4		
		Шлейф L2	на порте, на VLAN		
		алгоритм LLF (приоритет по наименьшему запасу времени)	Обнаружение: MODEM - MODEM / порт-порт перенаправление на MODEM / Порт		
		Зеркалирование	Зеркалирование портов		
		Защита от "шторма"	Защита от лавинообразного поступления пакетов		
		Фильтр L2	Входной фильтр / Выходной фильтр с правилами фильтрации L2/L3		
		Изоляция портов	Функция изоляции фреймов широковещательной и групповой рассылки		
		Сжатие заголовка	По умолчанию сжатие заголовка Уровня 1 Усовершенствованное сжатие заголовков L1/L2/L3/L4		
		Сжатие полезных данных	Сжатие данных Лемпеля-Зива (заводская опция)		
10	Поддержка функции XPIC	Модуляция QPSK - 2048AM при разнесении каналов 28/40/56/80/112 МГц			

		Модуляция QPSK - 512AM при разнесении каналов 14 МГц Модуляция QPSK - 128AM при разнесении каналов 7 МГц
11	ХРПС при восстановлении одной стороны	Передатчик отключается при выходе из строя приемника на противоположной стороне
12	Комбинация AMR, 1+1 и ХРПС	Доступны комбинации AMR и 1+1, AMR и ХРПС (последовательность AMR различна между горячим резервированием и двойным проходом)
13	Управление вых. мощностью Tx	Ручное управление, автоматическое управление (ATPC), отключение вых. мощности (Mute control), ATPC с функцией AMR
14	Емкость DXC	до 388 x 388 E1 без блокировки до 4 x 4 STM-1 без блокировки
15	Кольцевая защита E1	Поддержка E1 SNCP
16	Функция Mux, Demux	E1 <--> канальная STM-1 mux-demux
17	Источник синхронизации для синхронизации оборудования	Максимально 3 источника от E1/Модем/SyncE/Внешний синхросигнал с приоритетом
18	Интерфейс для внешнего синхросигнала (опция)	2.048 МГц или 2.048 Мбит/с ввод-вывод внешнего синхросигнала разъем D-sub 15 контактов
19	IEEE1588V2	Поддерживается функция TC
DCN		
20	Интерфейс LCT	1 порт, поддерживается 10/100 Base-T RJ45, DHCP
21	Интерфейс NMS	1 порт, 10/100 Base-T RJ45 (доступно внутрисетевое или внешнее соединение) SNMPv1/v2c/v3, https, sftp
22	NE1	1 порт, 10/100 Base-T, RJ 45 (для соединения с веткой NMS)
23	Список контроля доступа (ACL)	IP-адрес источника/префикс сети, Тип протокола (TCP/UDP/ICMP), Номер порта протокола назначения
24	Защищенный протокол	SNMPv3, HTTPS, SFTP/SSH
25	Radius (удаленное администрирование)	поддерживается Radius-клиент или сервер Radius с ключом выбора
26	Служебный канал	1 порт 4-линейный голосовой канал и сигнал вызова на системной плате
27	порт USB	функция импорта/экспорта при конфигурировании оборудования
Управление мощностью передатчика (TX)		
28	Управление мощностью TX	Ручное локальное или дистанционное, (MTPC/RTPC), автоматическое управление (ATPC)
29	ATPC с AMR	Поддерживается, порог ATPC зависит от выбора наивысшей или контрольной модуляции
30	управление отключением передатчика	Управление выключением TX локально или удаленно по таймеру TX
31	Управление мощностью передатчика ATPC	Максимум, Минимум, Удержание выбирается ATPC
Контроль и измерение		
32	Мониторинг рабочих характеристик (PMON)	параметры PMON; а) OFS, б) BBE, в) ES, д) SES, е) SEP, ф) UAS (г) LOF, h) макс. уровень RX, i) мин. уровень RX) (1 день/15мин. Архивные измерения PMON включают от а) до i))
	Измерение	Измеряемые параметры МОДЕМа а) уровень выходной мощности (TX PWR), б) уровень принимаемого сигнала (RX LEVEL), в) частота появления ошибочных битов (BER MON) д) напряжение питания ODU
	Удаленный сетевой мониторинг (RMON)	Измеряемые параметры LAN а) принятые байты, б) переданные байты в) сброшенные события при приеме д) неполноразмерные группы при приеме е) фрагменты RX ф) число принятых пакетов г) число переданных пакетов г) полученные одноадресные сигналы, h) полученные широковещательные рассылки, i) полученные групповые рассылки, j) "коллизии" при передаче, к) неизвестный TPID при приеме, l) неизвестный VID при приеме, m) RX MAC limit, n) не пропущенные фильтром сообщения при приеме, o) отброшенные службой QoS при приеме, p) отброшенный элемент "x" из очереди передачи, q) ошибка передачи при проверке посредством CRC

LCT		
33	Интерфейс служебного терминала LCT	1) графический интерфейс на основе web-браузера 2) командная строка на основе протокола SSH

Мощность радиопередачи							
34	Мощность радиопередачи (Мбит/с) и разнесение каналов (Мбит/с)	Разнесение каналов	7 МГц	14 МГц (13.75 МГц)*	28 МГц (27.5 МГц) *	40 МГц	56 МГц (55 МГц *)
		QPSK	10	22	45	62	91
		16 QAM	21	44	90	125	182
		32 QAM	26	55	113	156	227
		64 QAM	32	66	136	188	273
		128 QAM	37	77	158	219	318
		256 QAM	43	88	182	251	365
		512 QAM	48	99	203	281	408
		1024 QAM	53	110	223	309	447
		2048 QAM	-	122	247	342	496
* разнесение каналов в полосе 18ГГц, - не поддерживается Значения приведены для справки.							

8. АНТЕННА И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

8.1. Конфигурирование антенны

Для системы защищенного типа доступны две конфигурации антенны:

- Система с одной антенной, в которой используется совмещенное устройство (НУВ), включающее РЧ сумматор и делитель.
- Система с двумя антеннами, в которой используется 2 отдельные антенны для двух блоков ODU.

Совмещенное устройство (НУВ) - пассивное устройство, которое объединяет и разделяет сигналы между двумя блоками ODU и антенной. Система с одной антенной требует использования только одной антенны, однако следует учитывать дополнительные потери между наружными блоками и антенной. С другой стороны, две антенны обеспечивают высокий коэффициент усиления системы в такой же конфигурации незащищенного типа.

Полный перечень антенн Nateks Microlink включает антенны диаметром от 0,3 м до 1,8 м. Они разработаны для удовлетворения строгих требований к механической жесткости. В конфигурации 1+0 все антенны Nateks Microlink диаметром 0,3 м – 1,8 м могут монтироваться на ODU напрямую. Это позволяет оптимизировать затраты и уровень надежности, а также ускорить и упростить процесс установки. Конструкция монтажной стойки Nateks Microlink позволяет осуществлять замену ODU без демонтажа антенны и монтажного кронштейна, при сохранении параметров антенны и крепежа, в т.ч. ориентирования. На антенные отражатели наносится диффузно отражающая краска, а монтажная конструкция оцинковывается горячим способом.

Таблица 11.1 Ассортимент антенн, устанавливаемых непосредственно на ODU и характеристики.

Частотный диапазон [ГГц]	Диаметр (м)	Стандартные рабочие характеристики			
		Коэффициент усиления средней полосы (дБ)	F/B (дБ)	XPD (дБ)	Коэффициент стоячей волны по напряжению
7-8	0.6*	30.7	57	30	1.3
	0.9*	33.9	60	30	1.3
	1.2*	35.0	61	30	1.3
	1.8*	39.0	65	30	1.3
11	0.6*	34.1	61	30	1.3
	0.9*	37.5	63	30	1.3
	1.2*	40.2	67	30	1.3
	1.8*	43.8	70	30	1.3
13	0.6*	35.2	61	30	1.3
	0.9*	37.8	63	30	1.3
	1.2*	41.5	67	30	1.3
	1.8*	45.0	70	32	1.3
15	0.3*	31.1	53	30	1.3
	0.6*	36.3	58	30	1.3
	0.9*	38.9	64	30	1.3
	1.2*	42.5	70	30	1.3
	1.8*	46.0	71	30	1.3

18	0.3*	33.3	55	30	1.3
	0.6*	38.6	60	30	1.3
	0.9*	41.0	63	30	1.3
	1.2*	44.6	67	30	1.3
	1.8*	48.0	70	30	1.3

Частотный диапазон [ГГц]	Диаметр (м)	Стандартные рабочие характеристики			
		Коэффициент усиления средней полосы (дБ)			Коэффициент усиления средней полосы (дБ)
23	0.2	31.1	56	30	1.3
	0.3*	34.9	61	30	1.3
	0.6*	40.1	66	30	1.3
	0.9*	42.6	68	30	1.3
	1.2*	46.0	72	30	1.3
	1.8*	49.4	75	30	1.3
26	0.2	32.4	61	30	1.3
	0.3*	35.0	63	30	1.3
	0.6*	41.1	67	30	1.3
	0.9*	43.6	70	30	1.3
	1.2*	46.9			
28	0.6*	35.2	61	30	1.3
	0.9*	37.8	63	30	1.3
	1.2*	41.5	67	30	1.3
	1.8*	45.0	70	32	1.3
32	0.3*	31.1	53	30	1.3
	0.6*	36.3	58	30	1.3
	0.9*	38.9	64	30	1.3
	1.2*	42.5	70	30	1.3
	1.8*	46.0	71	30	1.3
38	0.3*	33.3	55	30	1.3
	0.6*	38.6	60	30	1.3
	0.9*	41.0	63	30	1.3
	1.2*	44.6	67	30	1.3
	1.8*	48.0	70	30	1.3
42	0.3*	41.0	60	30	1.3
	0.6*	45.8	64	30	1.3

8.2. Антенна с двойной поляризацией

НАТЕКС предлагает антенны работающие во всем диапазоне микроволновых частот, которые могут устанавливаться непосредственно или с помощью волновода и соответствующего интерфейса Nateks Microlink. Два независимых радиочастотных сигнала принимаемые антенной разделяются и передаются на два внешних блока (ODU) с помощью антенны с двойной поляризацией в системах 2+0.

Антенны, устанавливаемые непосредственно на внешний блок, работают в диапазоне от 7 до 42 ГГц, а антенны, устанавливаемые отдельно от внешнего блока и соединяемые с ним волноводом – в диапазоне 6 – 38 ГГц.

8.2.1. Характеристики

- Возможность монтажа непосредственно на оборудование семейства Nateks Microlink (7 – 42 ГГц).
- Простая установка.
- CCDP (антенна с двойной поляризацией на совпадающей радиочастоте).