



**Высокоскоростная система  
радиодоступа**

***Nateks-Multilink 3***

***Руководство пользователя***

# Информация по авторским правам

Все права защищены

Март 2004

Вся информация, содержащаяся в данном руководстве, может меняться без уведомления. Утверждения, конфигурации, технические данные и рекомендации в данном документе являются точными и надежными, но не предоставляют никакой гарантии, явной или косвенной. Пользователи несут полную ответственность за использование оборудования, описанного в данном документе. Информация, содержащаяся в этом документе, является собственностью НТЦ Натекс. Ни одна часть этого документа не может быть скопирована, воспроизведена или передана по любым каналам связи без предварительного письменного согласия НТЦ Натекс.

Copyright © 2004 НТЦ Натекс

Контактная информация	НТЦ Натекс, 115516, г. Москва, ул. Веселая 10а
Web-сайт:	<a href="http://www.nateks.ru">www.nateks.ru</a>
Поддержка: Email Телефон	

## Отсутствие ответственности за использование данного материала

Несмотря на стремление к точности изложения данного материала, НТЦ Натекс не несет ответственности за его использование. Кроме того, НТЦ Натекс не предоставляет никаких гарантий, явных или косвенных, относящихся к содержанию данного документа. НТЦ Натекс не несет ответственности за неправильную эксплуатацию данного оборудования.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОБСЛУЖИВАНИЕ</b> .....	<b>6</b>
1.1 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....	6
1.2 ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	6
1.3 ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ.....	7
1.4 ИНФОРМАЦИЯ ПО ИСТОЧНИКАМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ.....	7
1.5 ГРОЗОЗАЩИТА.....	7
1.6 ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБОРУДОВАНИЮ.....	8
<b>2 ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ ЗАПУСК</b> .....	<b>9</b>
2.1 КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ДАННЫМ РУКОВОДСТВОМ.....	9
2.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ.....	10
2.3 ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДАННОМ РУКОВОДСТВЕ.....	10
<b>3 ОБЗОР СИСТЕМЫ NATEKS-MULTILINK 3</b> .....	<b>11</b>
3.1 СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТАМ IEEE 802.16A.....	11
3.1.1 Соответствие WiMAX.....	11
3.1.2 Спецификация RNU.....	11
3.1.3 Ортогональное частотное мультиплексирование OFDM (256 FFT).....	11
3.2 ДИНАМИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ.....	11
3.2.1 Дуплексное разделение во времени (TDD).....	12
3.2.2 Адаптивное кодирование.....	12
3.2.2 Адаптивная модуляция.....	12
3.2.4 Автоматический запрос на повторную передачу (ARQ).....	12
3.2.5 Метод исправления ошибок Рида-Соломона.....	12
3.2.6 Внешняя тактовая синхронизация.....	12
3.3 ФУНКЦИИ LAN.....	13
3.4 КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ / БЕЗОПАСНОСТЬ.....	13
3.5 ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ NATEKS-MULTILINK 3.....	13
3.5.1 Конфигурация типа "точка-точка" (PTP).....	13
3.5.2 Конфигурация типа "точка-многоточка" (PMP).....	14
3.6 РАБОТА ВНЕ ЗОНЫ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ.....	15
3.7 РАЗДЕЛЕНИЕ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ НА КАНАЛЫ.....	15
3.8 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ПОТОКИ (SF).....	17
3.8.1 Регулирование пользовательскими потоками в направлении к базовой станции (UL).....	17
3.8.2 Регулирование пользовательскими потоками в направлении к абонентской станции (DL).....	18
<b>4 КОНСТРУКЦИЯ NATEKS-MULTILINK 3</b> .....	<b>19</b>
4.1 ТЕРМИНАЛЬНЫЙ БЛОК NATEKS-MULTILINK 3.....	19
4.1.1 Установка.....	19
4.1.2 Питание.....	19
4.1.3 Секция радиоканала.....	19
4.1.4 Секция Ethernet.....	21
4.1.5 Системная секция.....	23
4.1.6 Подключение заземления.....	24
4.1.7 Порт консоли.....	24
4.2 РАДИОБЛОК NATEKS-MULTILINK 3.....	25
4.2.1 Приемопередатчик.....	25
4.3 АНТЕННА.....	26
4.4 КРЕПЛЕНИЕ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА/АНТЕННЫ.....	26
<b>5 УСТАНОВКА И МОНТАЖ СИСТЕМЫ NATEKS MULTILINK 3</b> .....	<b>27</b>
5.1 КОМПЛЕКТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ NATEKS-MULTILINK 3.....	27
5.2 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.....	27
5.2.1 Изыскание трассы.....	27
5.2.2 Составление списка компонент.....	29

5.2.3	Начальное конфигурирование базовой станции (SC)	30
5.2.4	Начальное конфигурирование абонентской станции (SS)	31
5.3	УСТАНОВКА ТЕРМИНАЛЬНОГО БЛОКА NATEKS-MULTILINK 3	32
5.3.1	Установка аппаратной части и прокладка кабелей	32
5.3.2	Подключение к терминальному блоку Nateks-Multilink 3	33
5.3.3	Установка параметров базовой станции Nateks Multilink 3	35
5.3.4	Установка параметров абонентской станции Nateks-Multilink 3	36
5.4	МОНТАЖ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА И АНТЕННЫ	39
5.4.1	Сборка держателя антенны	39
5.4.2	Подключение кабелей	40
5.4.3	Гидроизоляция внешних соединений	41
5.5	ЮСТИРОВКА АНТЕННЫ	42
5.5.1	Грубая юстировка	42
5.5.2	Коррекция юстировки с помощью индикатора уровня принимаемого сигнала (RSSI)	42
<b>6.</b>	<b>WEB-ИНТЕРФЕЙС БАЗОВОЙ СТАНЦИИ (SC)</b>	<b>43</b>
6.1	БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ - СИСТЕМНОЕ МЕНЮ	43
6.2	БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ - ОКНО МОНИТОРИНГА	44
6.2.1	Базовая станция - страница General Information	44
6.2.2	Базовая станция - окно SS (Subscriber Station) Information	45
6.2.3	Базовая станция - окно SF (Service Flow) Information	46
6.2.4	Базовая станция - окно Event Log	47
6.2.5	Базовая станция - окно Ethernet Statistics	47
6.3	БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ - ОКНА КОНФИГУРИРОВАНИЯ	49
6.3.1	Базовая станция - страница MAC/PHY/RF Configuration	49
6.3.2	Базовая станция - страница MAC/PHY/RF Dynamic Configuration	Ошибка! Закладка не определена.
6.4	БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ - ОКНА СРЕДСТВ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ	56
6.4.1	Базовая станция - окно Network Setting	Ошибка! Закладка не определена.
6.4.2	Базовая станция - окно Software Upgrade	58
6.4.3	Базовая станция - окно Change System Password	59
<b>7</b>	<b>WEB-ИНТЕРФЕЙС АБОНЕНТСКОЙ СТАНЦИИ (SS)</b>	<b>60</b>
7.1	АБОНЕНТСКАЯ СТАНЦИЯ - СИСТЕМНОЕ МЕНЮ	60
7.2	АБОНЕНТСКАЯ СТАНЦИЯ - ОКНА МОНИТОРИНГА	61
7.2.1	Абонентская станция - окно General Info	61
7.2.2	Абонентская станция - окно Status	63
7.2.3	Абонентская станция - окно Statistics	65
7.2.4	Абонентская станция - окно Event Log	66
7.3	АБОНЕНТСКАЯ СТАНЦИЯ - WEB ИНТЕРФЕЙС	66
7.3.1	Абонентская станция - окно MAC/PHY/RF Configuration	66
7.3.2	Абонентская станция - окно Service Flow Configuration	69
7.4	АБОНЕНТСКАЯ СТАНЦИЯ – ОКНО СРЕДСТВ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ	71
7.4.1	Абонентская станция – окно Software Upgrade	71
7.4.2	Абонентская станция – окно сетевых настроек	72
<b>8.</b>	<b>ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ</b>	<b>73</b>
8.1	ЗАВОДСКИЕ НАСТРОЙКИ ПО УМОЛЧАНИЮ	73
8.2	ДИАГНОСТИКА ПО ИНДИКАТОРАМ НА ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ	73
8.2.1	Индикатор питания системы - Pwr	73
8.2.2	Индикатор отказа системы - Fault	74
8.2.3	Индикатор радиоканала - Link	75
8.2.4	Индикатор радиосигнала - Signal	75
8.2.5	Индикатор порта данных Ethernet - Link/Act	76
8.2.6	Индикатор порта данных Ethernet - 100	76
8.2.7	Индикатор порта данных Ethernet - FD/Col	77
8.2.8	Кнопка Reset перезагрузки системы	78
8.3	УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЧЕРЕЗ WEB-ИНТЕРФЕЙС	78
8.4	ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ РАДИОКАНАЛА	79
8.5	ЖУРНАЛ СИСТЕМНЫХ СООБЩЕНИЙ	80
<b>9</b>	<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	<b>87</b>
9.1	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	87

9.2 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА (DC).....	88
9.3 ЧЕРТЕЖИ РАДИОБЛОКА.....	89
9.4 СЛОВАРЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	91
9.5 РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РАДИОКАНАЛА (LINK BUDGET TOOL).....	105
9.6 СПОСОБЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СЕТИ.....	108
9.6.1 Расположение в одной зоне .....	108
9.6.2 Расположение в смежных зонах .....	108

# **1 Техника безопасности и обслуживание**

## **1.1 Предупреждения по технике безопасности**

1. Ознакомьтесь с данным Руководством пользователя и следуйте всем инструкциям по эксплуатации и технике безопасности.
2. Сохраняйте всю информацию по оборудованию, используя ее в дальнейшем как справочную.
3. Данное оборудование поставляется с контактом заземления. Не пренебрегайте этим важным средством безопасности.
4. Требования к электропитанию приведены на наклейках, нанесенных на оборудование. Не превышайте пороговые значения, указанные на них.
5. Используйте только предохранители надлежащего типа, удовлетворяющие значениям номинального тока.
6. Расположите кабель питания так, чтобы избежать возможного риска повреждения, а также не допускайте перегрузки розеток сети питания.
7. Не размещайте данное оборудование на поверхности или вблизи источников тепла, избегайте размещения на терминальном блоке посторонних предметов.
8. Не используйте данное устройство вблизи воды или в среде с повышенной влажностью.
9. Протирайте устройство только влажной салфеткой. Не используйте жидкие или аэрозольные чистящие средства. Отключайте питание устройства перед уборкой.
10. При длительном отсутствии эксплуатации устройства отключайте его электропитание.
11. Установите терминальный блок на устойчивой горизонтальной поверхности или смонтируйте его в 19” стойке Telco.
12. Блоки приемопередающей аппаратуры нельзя размещать вблизи линий электропитания или других электросетей.
13. Радиоблок должен быть надежно заземлен для предотвращения выбросов напряжения и накопления статического электричества. Пользователь несет ответственность за установку данного устройства в соответствии со следующими местными электротехническими правилами и нормами: надлежащие методики заземления в процессе монтажа приемопередатчиков, мачты, кабелей и блока разрядника, правила размещения блока разрядника, размеры заземляющих проводов, а также требования к соединениям заземляющих проводов. Рекомендуется, чтобы установка приемопередатчиков выполнялась профессиональными монтажниками.

## **1.2 Предупреждающие обозначения**

При монтаже или поиске и устранении неисправностей могут встретиться следующие символы. Эти предупреждающие символы обозначают опасность. Несоблюдение техники безопасности при работе с электрооборудованием и радиопередатчиками может привести к телесным повреждениям. Перед началом работ по монтажу ознакомьтесь со стандартами по технике безопасности.



Электромагнитное излучение



Высокое напряжение

## 1.3 Информация по обслуживанию

1. Все ремонтные работы должны выполняться квалифицированным обслуживающим персоналом. Не вскрывайте крышку и не меняйте какие-либо компоненты данного устройства, поскольку это аннулирует гарантию.
2. При возникновении следующих проблем следует отключить питание устройства и передать его техперсоналу поставщика для устранения неисправностей:
  - а) Устройство не функционирует после выполнения инструкций по эксплуатации, приведенных в данном руководстве.
  - б) Внутри устройства попала жидкость или инородный предмет, или устройство попало под дождь.
  - в) Устройство уронили или поврежден корпус.
3. Найдите серийные номера терминального блока, антенны и приемопередатчика и запишите их в регистрационной карте для последующего использования. Прикрепите наклейки с серийными номерами на свободной полосе под данным текстом. Перепишите также MAC-адрес, нанесенный на заднюю часть терминального блока.

## 1.4 Информация по источникам электропитания

1. Мера безопасности для всех устройств переменного и постоянного тока – применение двух плавких предохранителей со стороны обоих входных клемм питания.
2. В источнике постоянного тока должен использоваться плавкий предохранитель с запаздыванием и параметрами 2,5 А, 250 В.
3. Сечение входящего провода постоянного тока должно быть как минимум 18 AWG.
4. Источник входного постоянного напряжения должен быть SELV.
5. Источник входного постоянного напряжения должен соответствовать местным электротехническим правилам и нормативам.

## 1.5 Грозозащита

*ВНИМАНИЕ: Далее приведены общие рекомендации по монтажу беспроводных систем. Оборудование беспроводной связи должно монтироваться квалифицированным персоналом в соответствии с местными и государственными нормами по заземлению и электротехнической безопасности. Нарушение правил техники безопасности и/или нестандартные инструкции и методики могут привести к травмам персонала и повреждению оборудования. Прямой удар молнии может вызвать серьезные повреждения даже при соблюдении всех требований.*

Все оборудование беспроводной связи, предназначенное для установки на открытом воздухе, является уязвимым к прямому попаданию молнии или индуцированным токам, вызванным попаданиям в близлежащие объекты. Инструкции по грозозащите и по заземлению в местных и государственных электротехнических правилах и нормах предназначены для минимизации повреждений оборудования, перерывов в обслуживании и серьезных травм. Причины повреждений от удара молнии следующие:

- Плохое заземление участков мачты/антенны, что может привести к пробое в результате разряда молнии на оборудование.
- Отсутствие или неправильный монтаж грозозащитных приспособлений, что может привести к отказам оборудования в результате воздействия токов, индуцированных грозовыми разрядами.

Система грозозащиты не предотвращает удара молнии, это средство предотвращения повреждений за счет безопасного отвода энергии на землю по низкоомному каналу. Неправильно заземленные соединения являются также источниками шумов, что может вызвать неисправности в работе чувствительного оборудования.

При попадании молнии в мачту грамотно организованная система заземления отводит от оборудования и здания большую часть ударной энергии. Остаточная энергия в оплетке и

центральной жиле кабеля промежуточной частоты (ПЧ) может отводиться в землю за счет использования разрядной муфты (lightning arrester) установленной последовательно с кабелем ПЧ.

Для уменьшения ущерба, наносимого оборудованию беспроводных систем в результате разряда молнии, рекомендованы следующие методы:

- Обеспечение непосредственного заземления крепления антенны, самой антенны, радиоблока и разрядной муфты в одной и той же точке у основания мачты либо на шине заземления здания. Для крепления проводов заземления используйте предназначенные для этого болты на креплении антенны, самой антенне и радиоблоке.
- Установите разрядную муфту канала сверхвысокой частоты (СВЧ) между радиоблоком и антенной последовательно с кабелем СВЧ.
- Установите разрядную муфту последовательно с кабелем ПЧ в месте ввода в здание.
- Установите разрядную муфту последовательно с кабелем ПЧ у приемопередатчика на мачте.
- Контакты заземления в сетевых розетках переменного тока, куда включается терминальный блок, и предохранители от разрядов на радиочастотном блоке и антенне должны быть подключены к общей шине заземления.
- Заземление на задней стороне терминального блока должно быть правильно подключено к общей системе заземления здания.

## 1.6 Информация по оборудованию

В следующую таблицу внесите важные данные по оборудованию:

Информация по оборудованию	
Серийный номер терминального блока: _____	MAC-адрес _____
Серийный номер приемопередатчика: _____	Модель #: _____
Номер модели антенны: _____	Серийный номер антенны: _____
<b>Наклейки с серийными номерами</b>	



## **2 Первоначальный запуск**

Поздравляем Вас с приобретением широкополосной системы беспроводной связи Nateks-Multilink 3. Система Nateks-Multilink 3 – это высокоскоростной коммутатор беспроводной связи операторского класса, совместимый с IEEE 802.16a, поддерживающий конфигурации типа "точка-точка" (Point to Point, PTP) и "точка-многоточка" (Point to Multipoint, PMP).

Система Nateks-Multilink 3 состоит из терминального блока и радиоблока во внешнем ис-



Рис. 1. Система Nateks Multilink 3: терминальный блок, приемопередатчик и антенна

полнении (приемопередатчик и антенна). Любая сеть, организованная на базе Nateks-Multilink 3 по типу PMP, включает одну базовую станцию (Sector Controller, SC) и одну или нескольких абонентских комплектов (Subscriber Station, SS).

Базовая станция Nateks-Multilink 3 может подключаться к первичной сети Ethernet и устанавливать двунаправленные каналы передачи данных с 250-ю абонентскими станциями.

Абонентская станция Nateks-Multilink 3 может подключаться к удаленной сети Ethernet и устанавливать двунаправленные каналы передачи данных с определенной базовой станцией Nateks-Multilink 3.

### **2.1 Как пользоваться данным руководством**

Данное руководство пользователя обеспечивает полный набор инструкций по эксплуатации системы Nateks-Multilink 3. Руководство содержит обзор данного оборудования и перечень процедур установки.

Для успешной установки оборудования следуйте, пожалуйста, перечисленным основным пунктам в порядке их следования:

1. Ознакомьтесь с информацией по технике безопасности и обслуживанию.
2. Распакуйте систему Nateks-Multilink 3.
3. Установите и сконфигурируйте терминальный блок Nateks-Multilink 3
4. Установите выносной радиочастотный блок (приемопередатчик и антенну).
5. Настройте антенну.

Руководство пользователя содержит также эксплуатационную и общую информацию, включая:

- Спецификации системы
- Словарь терминов
- Приложение для расчета энергетического потенциала канала связи
- Примеры построения сети

## 2.2 Характеристики системы

Возможности передачи:	передача в зоне прямой видимости, передача вне зоны прямой видимости, RMP и RTP
Полоса радиочастот СВЧ	3,4-3,8 ГГц (диапазон FWA)
Шаг центральной несущей частоты	250 кГц
Полоса частот радиоканала:	3.5 МГц, 7 МГц, 14 МГц
Динамический диапазон СВЧ	> 50 дБ
Спектральная эффективность	~5 бит/с / Гц
Питание	с резервированием AC/AC, AC/DC, DC/DC
Технология дуплексирования	дуплексное разделение во времени (TDD)
Формат данных	Ethernet (до 18 Мбит/с)
Диапазон передачи	в зоне прямой видимости - до 70 км (или 42 мили) вне зоны прямой видимости - до 6,5 км (или 4 мили)

## 2.3 Термины, используемые в данном руководстве

В данном руководстве были использованы следующие термины:

	Термин	Описание
Система Nateks-Multilink 3	Терминальный блок Nateks-Multilink 3	Блок внутреннего исполнения 
	Радиочастотный блок Nateks-Multilink 3	Приемопередатчик + Антенна 
Базовая станция (SC)		Терминальный блок Nateks-Multilink 3 конфигурируется как центральное оборудование Представляет собой часть определения базовых станций в стандарте 802.16.
Абонентский комплект (SS)		Терминальный блок Nateks-Multilink 3 конфигурируется как удаленное оборудование Представляет собой часть определения абонентских станций 802.16.

## **3 Обзор системы Nateks-Multilink 3**

В данном разделе кратко представлены основные характеристики системы Nateks-Multilink 3.

### **3.1 Соответствие стандартам IEEE 802.16a**

Система Nateks-Multilink 3 – это высокоскоростной коммутатор сети беспроводной связи операторского класса, соответствующий стандартам IEEE 802.16a, работающий в схемах по типу "точка-точка" и "точка-многоточка" как в зоне прямой видимости, так и вне зоны прямой видимости приемопередающих станций.

В спецификациях радиointерфейса IEEE 802.16 приведены стандарты беспроводного широкополосного доступа в режиме передачи "точка-многоточка" для систем, функционирующих в частотных диапазонах 2-11 ГГц и 10-66 ГГц. Данный стандарт включает описание уровня управления доступом к передающей среде (MAC) и физического уровня (PHY). Стандарт не поддерживает «ячеистую» топологию сети (прямой канал абонент - абонент). Необходимо отметить, что стандарт 802.16 корректируется, и соответствие Nateks-Multilink 3 стандарту применимо к определенной модификации этого стандарта.

#### **3.1.1 Соответствие WiMAX**

Система Nateks-Multilink 3 разработана с учетом параметров совместного функционирования, принятых WiMAX для диапазона 2-11 ГГц. Форум WiMAX (<http://www.wimaxforum.org>) содействует развертыванию широкополосных беспроводных сетей доступом посредством использования общих стандартов и обеспечивает возможность взаимодействия оборудования и технологий различных производителей. Данные стандарты совместного функционирования будут вступать в силу по мере появления на рынке новых видов оборудования беспроводной связи 802.16.

#### **3.1.2 Спецификация PHY**

Система Nateks-Multilink 3 разработана для диапазона от 2 ГГц до 11 ГГц на базе определения WirelessMAN-OFDM PHY в спецификациях IEEE 802.16. Настоящая версия поддерживает каналы в диапазоне частот от 3,4 ГГц до 3,8 ГГц.

#### **3.1.3 Ортогональное частотное мультиплексирование OFDM (256 FFT)**

В Nateks-Multilink 3 использована технология ортогонального частотного мультиплексирования (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) для передачи данных по радиоканалам. При передаче каждого пакета данные кодируются по алгоритму быстрого преобразования Фурье (FFT) и передаются по подканалам. OFDM обеспечивает высокую спектральную эффективность и обладает высокой устойчивостью к многолучевой интерференции и частотно-селективным замираниям.

### **3.2 Динамическая адаптация**

В Nateks-Multilink 3 текущее состояние радиоканала оценивается по принципу "пакет-за-пакетом". Установки передачи настраиваются независимо для каждого пакета, передаваемого абонентской станции. Таким образом достигается максимально высокая скорость передачи при данном состоянии радиоканала (интерференция, сезонные изменения растительности) Функция динамической адаптации Nateks-Multilink 3 основана на измерении отношения уровня полезного сигнала на несущей частоте к суммарному уровню помех и шумов (Carrier to Interference+Noise Ratio, CINR).

### 3.2.1 Дуплексное разделение во времени (TDD)

В системе Nateks-Multilink 3 используется технология дуплексного разделения во времени (Time Division Duplexing, TDD) приема и передачи данных в одном и том же радиочастотном (РЧ) канале. Этот способ позволяет организовывать эффективные и прогнозируемые сотовые структуры, работающие в обоих направлениях по схеме точка-точка (PTP) или точка-многоточка (PMP).

Базовая станция управляет входящими и исходящими потоками данных. Базовая станция направляет трафик абонентским станциям, выставляет запросы и отправляет подтверждения на передачу данных на основе анализа суммарного трафика всех абонентских станций. Пользователь может сам определять временное соотношение составляющих трафика, передаваемых в направлении от базовой станции к абонентской (так называемый нисходящий трафик, downlink – DL) и от абонентской станции к базовой (так называемый восходящий трафик, uplink – UL). Если параметр Frame Profile установлен в режим адаптивной настройки соотношения времен входящего и исходящего трафика (Adaptive downlink (DL) and uplink (UL) time), базовая станция будет самостоятельно регулировать отношение входящего трафика к исходящему на основе анализа текущих требований.

### 3.2.2 Адаптивное кодирование

В каждый пакет, передаваемый по радиоканалу, вводится некоторое количество избыточной информации, которая обеспечивает большую устойчивость к ошибкам в результате действия интерференционной помехи. Отношение полезного объема пользовательских данных к общему объему данных называется скоростью кодирования. Система Nateks-Multilink 3 поддерживает скорости кодирования 1/2, 2/3 и 3/4. Скорость кодирования может меняться от пакета к пакету на основе текущего значения CINR.

### 3.2.2 Адаптивная модуляция

Тип модуляции определяет, каким образом кодируются данные в несущих частотах, составляющих символы OFDM. Nateks-Multilink 3 поддерживает типы модуляции QPSK, QAM16 и QAM64. Тип модуляции может меняться от пакета к пакету на основе текущего значения CINR.

### 3.2.4 Автоматический запрос на повторную передачу (ARQ)

Механизм автоматического запроса на повторную передачу (Automatic Repeat Request, ARQ) обеспечивает автоматическую повторную передачу данных с неподтвержденным приемом.

### 3.2.5 Метод исправления ошибок Рида-Соломона

Метод прямого исправления ошибок Рида-Соломона применяется для всего проходящего трафика. Коды Рида-Соломона используются для исправления ошибок в пакетах принимаемых сообщений (уменьшая тем самым количество повторной передачи).

### 3.2.6 Внешняя тактовая синхронизация

Внутренний тактовый генератор терминального блока может синхронизироваться от внешнего сигнала с частотой следования импульсов 1 Гц (например, от системы GPS). Порты ввода/вывода сигналов внешней синхронизации устанавливаются только на терминалах базовых станций.

### **3.3 Функции LAN**

Организация канала связи между базовой и абонентской станциями позволяет связать друг с другом географически разнесенные сегменты Ethernet LAN. Система Nateks-Multilink 3 поддерживает следующие функции LAN:

- Классификация L2/L3/L4.
- Пересылка пакетов согласно классификации.
- Обработка пакетов данных на уровне L2 (Layer 2).
- Метки VLAN в соответствии с 802.1Q.
- Возможности групповых рассылок (только на уровне L2).

### **3.4 Конфиденциальность / Безопасность**

В целях гарантии конфиденциальности и безопасности передачи данных через фиксированную широкополосную сеть беспроводной связи стандартом IEEE 802.16 определен подуровень защиты. Это предусматривает шифрование соединений между базовой и абонентскими станциями.

Кроме того, данный подуровень предоставляет операторам мощную защиту от нелегального пользования услугами. Для предотвращения неавторизованного доступа к услугам базовая станция осуществляет принудительное шифрование трафика в пределах всей сети.

Протокол управления ключами шифрования (Privacy Key Management – PKM) обеспечивает безопасное распределение данных ключей шифрования (DES/3DES) от базовых станций к абонентским. Базовые станции используют этот протокол для реализации условного доступа к сетевым службам и при синхронизации данных ключей с абонентской стороной. Авторизация абонентского оборудования осуществляется на основе сертификата X.509.

Чтобы исключить неавторизованный доступ, в системе применена защита паролем (до 16 различных символов) графического пользовательского интерфейса управления (GUI). Защита охватывает конфигурацию, обновление программного обеспечения и управление паролем.

В систему Nateks-Multilink 3 встроена дополнительная защитная функция, которая не позволяет неопознанной удаленной системе посылать кадры на порт Ethernet другой удаленной системе Nateks-Multilink 3. Данная функция предотвращает утечку информации из локальных сегментов Ethernet, подключенных к Nateks-Multilink 3, и устройств, работающих в этом сегменте.

### **3.5 Организация сети с использованием оборудования Nateks-Multilink 3**

Система Nateks-Multilink 3 поддерживает работу в конфигурациях «точка-точка» (PTP) и «точка-многоточка» (PMP).

#### **3.5.1 Конфигурация типа «точка-точка» (PTP)**

При организации связи по схеме «точка-точка» (PTP) между базовой станцией и отдельной абонентской станцией формируется выделенный двунаправленный радиоканал. Обычно при работе в режиме «точка-точка» на обеих сторонах канала используются направленные антенны с малой угловой шириной луча.

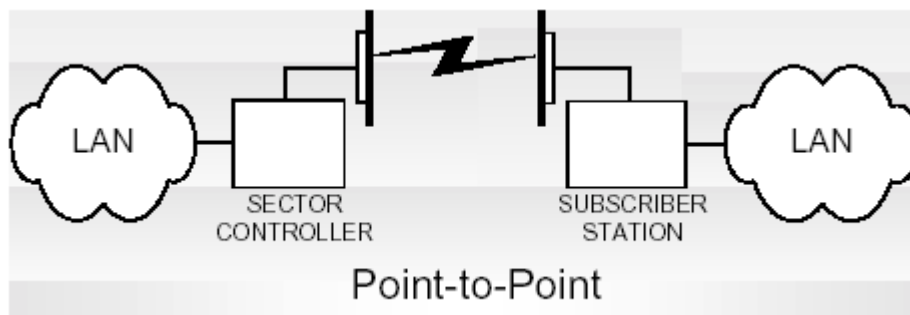


Рис.2. Размещение по схеме «точка-точка»

### 3.5.2 Конфигурация типа «точка-многоточка» (PMP)

При организации связи по схеме «точка-многоточка» (PMP) одна базовая станция может поддерживать до 250 удаленных абонентских станций.

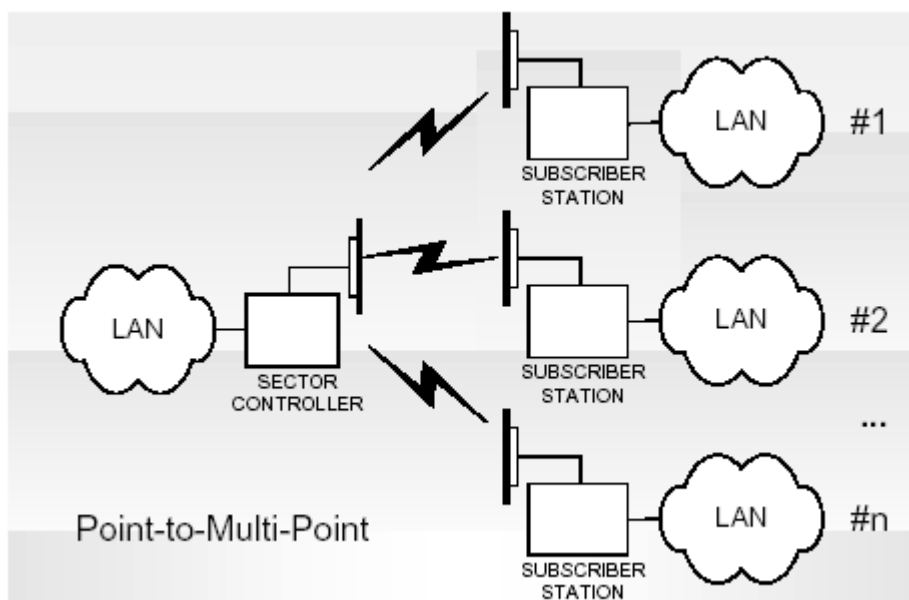


Рис.3. Размещение по схеме «точка-многоточка»

### 3.6 Работа вне зоны прямой видимости

Система Nateks-Multilink 3 позволяет обеспечивать устойчивую связь вне зоны прямой видимости (Non-Line of Sight, NLOS) приемопередающего оборудования по обеим сторонам канала. Такая ситуация возникает, когда на пути прямой видимости базовой и абонентской станций находятся объекты естественного или искусственного происхождения. Многолучевой сигнал часто получают посредством ориентирования каждой из антенн по лучу, отраженному от объекта, находящегося в зоне прямой видимости обеих систем беспроводного канала.

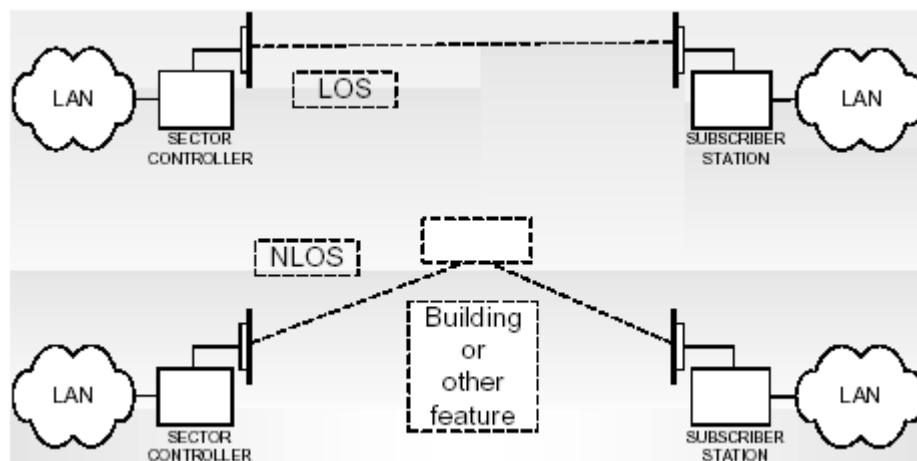


Рис.4. Работа в зоне прямой видимости (LOS) и вне зоны прямой видимости (NLOS)

### 3.7 Разделение полосы частот на каналы

Терминальный блок Nateks-Multilink 3 разработан как частотно-независимая (frequency agnostic) платформа, при этом рабочая полоса частот определяется внешним радиоблоком. Использование рабочих частот находится в соответствии рекомендациями 14-03 Европейской конференции почтовых и телекоммуникационных ведомств (European Conference of Postal and Telecommunications Administration, CEPT).

В Nateks-Multilink 3 весь имеющийся диапазон частот разбивается на отдельные каналы. Возможность выбора каналов обеспечивает максимальный охват территории и в то же время позволяет избегать конфликтов на краях административных зон со своими правилами частотного регулирования. Nateks-Multilink 3 поддерживает каналы 3,5 МГц, 7 МГц и 14 МГц. Центральные частоты задаются с шагом 250 кГц.

В Nateks-Multilink 3 предусмотрено несколько схем формирования каналов.

Таблица 2: Формирование частотных каналов	
Полоса частот канала	Нижний поддиапазон
3.5 МГц	$f_{c_n} = 3401,25 + 3,5 * n$ МГц $n = 1 \sim 27$
7 МГц	$f_{c_n} = 3399,5 + 7 * n$ МГц $n = 1 \sim 13$
где $f_c$ = центральная частота канала $n$ = номер канала	

Возможно повторное использование частот, при условии, что отношение мощности несущей к интерференционной помехе (Carrier to Interference, C/I) превышает значение в приведенной ниже таблице. Чем уже углы секторов антенн, тем больше возможностей для повторного использования частот в результате более эффективного подавления интерференционной помехи за пределами этих секторов.

В следующей таблице приведены уровни C/I, при уменьшении которых начинается деградация качества принимаемого сигнала.

Таблица 3: Подавление помех от смежных каналов (С/П)	
Параметр	64 QAM
Совмещенный канал (на той же частоте)	+30 дБ
Смежный канал	-11 дБ
Следующий смежный канал (через 2 канала)	-37 дБ

В системе Nateks-Multilink 3 применяются следующие типы антенн:

- Направленная от 8° до 20° (узкий луч)
- Секторная: от 60° до 90° (широкий луч)

Типовое применение системы Nateks-Multilink 3 предполагает использование секторной антенны в базовой станции и направленных узконаправленных антенн в каждом абонентском комплексе.

Узконаправленная антенна обеспечивает самый высокий коэффициент усиления при связи на больших расстояниях. При использовании секторных антенн с углом 60° или 90° сеть становится сотовой – одна базовая станция обслуживает множество абонентских комплексов.

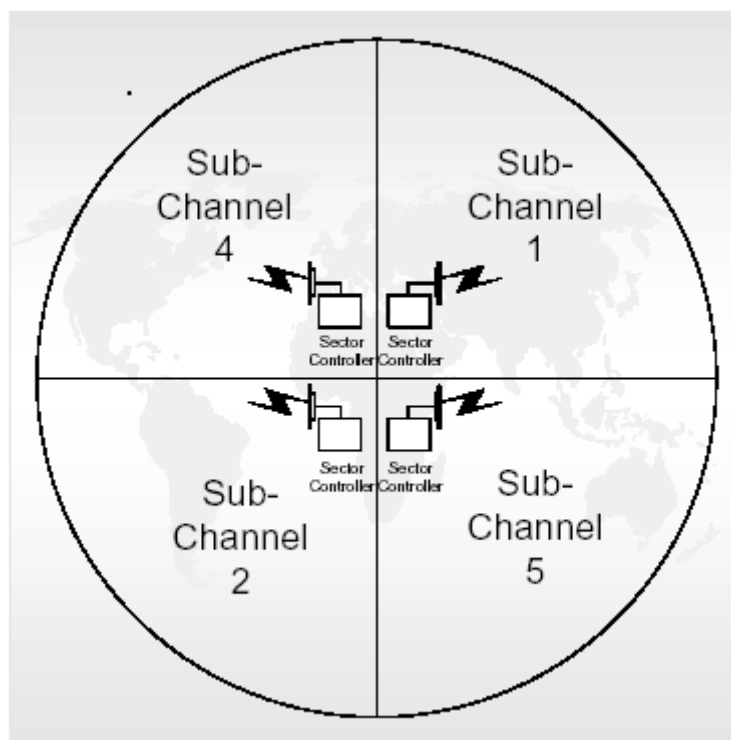


Рис.5. Разделение на каналы

К примеру, в сети с конфигурацией «точка-многоточка» с использованием антенны 90° можно установить максимально 4 контроллера сектора и 1000 активных пользовательских станций (из расчета 4 \* 250 пользовательских станций).



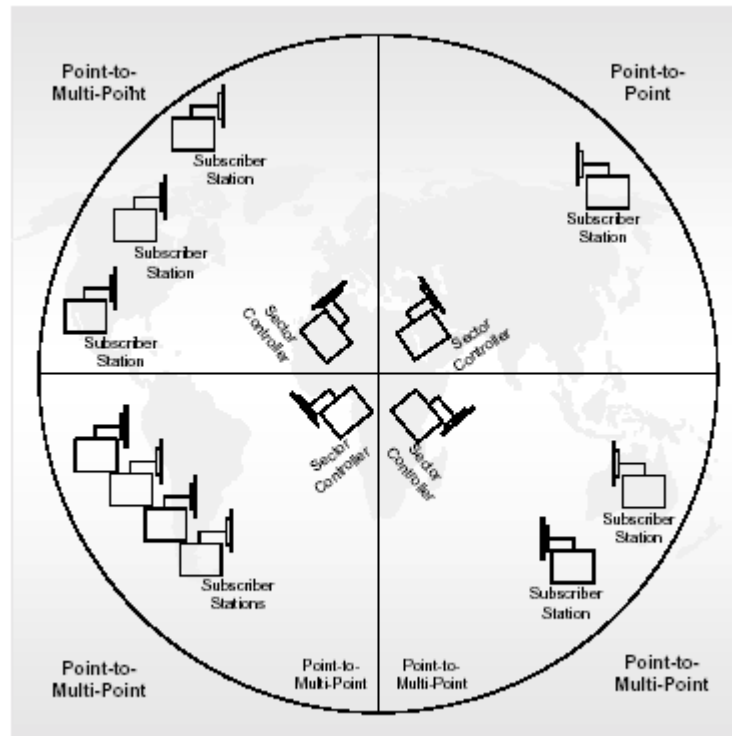


Рис.6. Разделение на сектора

### 3.8 Пользовательские потоки (SF)

Пользовательские потоки (Service Flow, SF) – ключевое понятие стандарта 802.16, которое позволяет организовывать в пределах любого радиочастотного соединения множество параллельных каналов высокоприоритетного пользовательского трафика. Это означает, что отдельным пользователям разделяемого сегмента беспроводной сети гарантируется возможность одновременно запускать различные чувствительные к изменению временных параметров приложения, такие как видео, VoIP, и транспорт TDM.

Каждому пользовательскому потоку (SF) 802.16 присваивается уникальный идентификатор (Service Flow ID, SFID), связывающий его с устройством в сети и отделяющий высокоскоростной трафик с высоким приоритетом от менее чувствительных к временным параметрам потоков. Каждому пользовательскому потоку назначается категория уровня обслуживания и разные параметры качества обслуживания (Quality of Service, QoS) для входящего и исходящего трафика.

Для каждого пользовательского потока в направлении к базовой станции (Uplink, UL) и к абонентской станции (Downlink, DL) устанавливаются следующие настройки:

- Приоритет трафика
- Минимальная зарезервированная скорость трафика
- Максимальная поддерживаемая скорость трафика
- Максимальная задержка

#### 3.8.1 Регулирование пользовательскими потоками в направлении к базовой станции (UL)

Базовая станция реализует параметры настроек QoS для каждого пользовательского потока посредством временного регулирования входящего и исходящего трафика и обеспечи-

вая тем самым передачу данных на неконкурентной основе с прогнозируемыми характеристиками. Благодаря анализу совокупности запросов от всех пользовательских станций, данный метод управления потоками гарантирует соответствие трафика в обоих направлениях соглашениям об уровне обслуживания (Service Level Agreement, SLA). Централизованное распределение также устраняет конкуренцию, способствует уменьшению объема служебных данных и делает трафик более прогнозируемым.

Существуют четыре различных способа временного регулирования пользовательских потоков в направлении к базовой станции.

### **Предоставление доступа без запроса (Unsolicited Grant Service, UGS)**

Доступа без запроса (UGS) используется для приложений реального времени, в которых требуется передавать непрерывные серии пакетов данных фиксированной длины. Примером является трафик VoIP без подавления пауз.

### **Опрос в реальном времени (Real-Time Polling Service, rt-PS)**

Опрос в реальном времени (rt-PS) используется для приложений реального времени, в которых требуется передавать непрерывные серии пакетов данных с изменяющейся длиной. Например, трафик видео в формате MPEG или VoIP без подавления пауз.

### **Опрос вне реального времени (Non-Real-Time Polling Service, nrt-PS)**

Опрос вне реального времени (nrt-PS) предназначен для приложений, работающих не в реальном времени, но использующих передачу непрерывных серий пакетов данных с изменяющейся длиной. Применяется при широкополосной передаче данных по FTP.

### **Сервис с «максимальными усилиями» (Best Effort Service, BE)**

Сервис с «максимальными усилиями» (BE) предназначен для приложений с неоговоренными временными рамками. Типовая реализация включает доступ в Internet для просмотра web-страниц и электронную почту.

## **3.8.2 Регулирование пользовательскими потоками в направлении к абонентской станции (DL)**

Несколько проще осуществляется временное регулирование трафика в направлении от базовой станции к абонентским. Базовая станция планирует трафик активных пользовательских потоков по направлению к абонентским станциям исходя из минимальной скорости передачи данных (Minimum Reserved Data Rate, CIR), приоритета трафика (Traffic Priority) и максимальной задержки (Maximum Latency). Максимальная поддерживаемая скорость трафика (Maximum Sustained Traffic rate) определяется размером очереди при использовании алгоритма «ведра токенов» "token bucket".

## **4 Конструкция Nateks-Multilink 3**

### **4.1 Терминальный блок Nateks-Multilink 3**

В данном разделе приведены физические характеристики терминального блока Nateks-Multilink 3.



Рис.7. Передняя панель терминального блока

На передней панели терминального блока расположены все светодиодные индикаторы, порты интерфейсов данных, разъемы питания и кнопка сброса. С задней стороны терминального блока расположен вывод заземления.

#### **4.1.1 Установка**

Терминальный блок ставится на плоскую поверхность или крепится в стандартной 19” стойке.

#### **4.1.2 Питание**

Терминальный блок питается от одного или двух источников постоянного (DC) или переменного (AC) тока или от комбинации из одного источника AC и одного источника DC. Кабели питания входят в комплектацию. Для подключения источника питания DC смотрите соответствующий раздел на странице ....

#### **4.1.3 Секция радиоканала**

Данная секция включает порт промежуточной частоты (ПЧ), порт внешней синхронизации (только для базовых станций) и светодиодные индикаторы беспроводной связи.



Рис.8. Секция радиоканала на передней панели

#### **Порт ПЧ (контроллер радиоблока) “Signal”**

На терминальном блоке расположен порт N-типа («розетка») *Signal* для подключения к приемопередатчику через коаксиальный кабель. Посредством порта ПЧ терминальный блок выполняет следующие функции:

- Посылает модулированные на ПЧ данные в радиоблок и принимает от него ПЧ для демодуляции.
- Получает информацию о статусе радиоблока.

- Передает управляющую информацию в радиоблок.
- Осуществляет питание радиоблока.

### **Порт внешней синхронизации “In-Sync-Out” (только для базовых станций)**

На передней панели терминального блока расположены два разъема типа SMA («розетка») *In-Sync-Out* для входа и выхода внешних синхросигналов. Данные порты предназначены для синхронизации двух или более смежных базовых станций от внешних сигналов с периодом следования 1 импульс/с (0-5 В DC), например, от спутниковой системы GPS.

### **Светодиодные индикаторы секции радиоканала**

На терминальном блоке расположены два светодиодных индикатора для отображения текущего статуса радиоканала.

#### **Светодиодный индикатор радиоканала “Link”**

Светодиодный индикатор радиоканала *Link* служит для визуальной индикации состояния радиоканала, соединяющего базовую станцию и абонентский комплекс. Перед тем как системы Nateks-Multilink 3 смогут начать обмен данными, между ними должно быть установлено беспроводное соединение (радиоканал). Индикатор радиоканала по-разному отображает состояния базовых и абонентских станций.

<b>Таблица 4: Светодиодный индикатор “Link”</b>		
<b>Состояние индикатора “Link”</b>	<b>Описание</b>	
	Базовая станция	Абонентская станция
Светится	Установлено как минимум одно соединение	Соединение установлено
Мигает	Нет установленных соединений Активность передатчика	Соединение не установлено Активность приемника
Не светится	Интерфейс радиоканала не активирован	Соединение не установлено

#### **Светодиодный индикатор радиосигнала “Signal”**

Светодиодный индикатор радиосигнала *Signal* служит для индикации качества сигнала на основе измерения отношения мощности принимаемого сигнала к уровню шумов (Received Signal to Noise Ratio, SINADR).

<b>Таблица 5: Светодиодный индикатор “Signal”</b>	
<b>Состояние индикатора “Signal”</b>	<b>Описание</b>
Светится	Радиоканал функционирует, ошибки отсутствуют
Не светится	Радиоканал не активен

## 4.1.4 Секция Ethernet

В данном разделе рассматриваются светодиодные индикаторы и подключение портов Ethernet.



Рис.9. Светодиодные индикаторы и порты RJ-45 секции Ethernet на передней панели

### **Порт данных “Data” Ethernet и светодиодные индикаторы**

С помощью порта данных “Data” осуществляется первичное абонентское подключение для передачи трафика через беспроводную сеть. Для отображения статуса порта данных служат три светодиода индикатора.

#### **Порт данных “Data” Ethernet**

Порт данных “Data” всегда активен. Порт может работать в полнодуплексном либо полудуплексном режимах со скоростью 10 Мб/с или 100 Мб/с.

#### **Индикатор порта “Data” Ethernet “Link/Act”**

Индикатор *Link/Act* светится зеленым светом, если соединение между LAN и хостом функционирует нормально.

**Таблица 6: Индикатор порта “Data” Ethernet Link/Act**

<b>Состояние индикатора Link/Act</b>	<b>Описание</b>
Светится	Связь установлена
Мигает	Связь установлена, происходит передача данных.
Не светится	Соединение не активировано

#### **Индикатор порта “Data” Ethernet “100”**

Индикатор порта “Data” Ethernet *100* постоянно светится зеленым светом, если терминальный блок работает в режиме передачи 100 Мб/с. При работе терминального блока в режиме передачи 10 Мб/с индикатор светиться не будет.

**Таблица 7: Индикатор порта “Data” Ethernet 100**

<b>Состояние индикатора 100</b>	<b>Описание</b>
Светится	LAN работает со скоростью 100 Мб/с
Не светится	LAN работает со скоростью 10 Мб/с

### Индикатор порта “Data” Ethernet “FD/Col”

Индикатор порта “Data” *FD/Col* постоянно светится зеленым светом, если порт работает в полнодуплексном режиме. Если порт работает в полудуплексном режиме и произошла коллизия, индикатор будет мигать.

Таблица 8: Индикатор порта “Data” Ethernet FD/Col	
Состояние индикатора FD/Col	Описание
Светится	Работа в полнодуплексном режиме
Мигает	Коллизия в локальной сети
Не светится	Работа в полудуплексном режиме

*Примечание. Коллизии всегда будут возникать при работе в полудуплексном режиме.*

### Порт управления “Mgt” Ethernet и светодиодные индикаторы

Порт “Mgt” служит для вторичного подключения к терминальному блоку по сети Ethernet.

#### Порт “Mgt” Ethernet

Порт “Mgt” предназначен для управления и диагностики по каналу Ethernet, отделенному от канала передачи данных. Порт “Mgt” может устанавливаться в неактивный режим (смотрите раздел 6.3: «Базовая станция – окно конфигурирования»).

#### Индикатор порта “Mgt” Ethernet “Link”

Если соединение установлено, индикатор *Link* порта Mgt светится зеленым светом.

Таблица 9: Индикатор порта “Mgt” Ethernet Link	
Состояние индикатора Link	Описание
Светится	Соединение Ethernet установлено
Не светится	Соединение Ethernet не активно

#### Индикатор “Act” порта Ethernet Mgt

Если через порт Mgt Ethernet передаются данные, индикатор *Act* светится мигающим зеленым светом.

Таблица 10: Индикатор порта “Mgt” Ethernet Act	
Состояние индикатора Act	Описание
Светится / Мигает	Соединение Ethernet установлено, происходит передача данных.
Не светится	Соединение Ethernet не активно

## 4.1.5 Системная секция

В данном разделе рассматриваются остальные элементы передней панели.

### Системные светодиодные индикаторы

Системные светодиодные индикаторы отображают статус источников питания и сигнализируют об ошибках в системе.



Рис.10. Светодиодные индикаторы и кнопка Reset системной секции

### Системный индикатор “Pwr”

При нормальном функционировании системы индикатор *Pwr* светится зеленым светом.

Таблица 12: Светодиодный индикатор Pwr	
Состояние индикатора Pwr	Описание
Светится	Нормальная работа
Мигает	Один из двух источников питания постоянного/переменного тока отключен
Не светится	Питание системы отключено

### Системный индикатор “Fault”

При обнаружении в системе серьезных ошибок индикатор *Fault* светится красным светом.

Таблица 13: Индикатор отказа системы	
состояние LED-индикатора	Описание
Не светится	Нормальная работа
Мигает	Работает только один из двух источников питания.
Светится	В аппаратной части системы серьезная неисправность. Обратитесь к разделу 8: «Диагностика и устранение неисправностей» на стр. ....

### Кнопка перезапуска “Reset”

Кнопка перезапуска *Reset* утоплена в передней панели терминала. Чтобы нажать на кнопку, используйте острый предмет (например, скрепку).

<b>Таблица 15: Клавиша перезапуска на передней панели</b>	
<b>Операция</b>	<b>Результат</b>
Нажатие кнопки менее 5 с	<p>Быстрый перезапуск. Быстрый перезапуск эквивалентен отключению/включению питания терминального блока. Счетчики статистики сбрасываются.</p> <p>Быстрый перезапуск также может быть реализован удаленно через Web-интерфейс нажатием на кнопку интерфейса <i>System Reset</i>.</p>
Нажатие кнопки дольше, чем 5 с	<p>Полный перезапуск. Полный перезапуск восстанавливает заводские настройки по умолчанию. Полный перезапуск восстанавливает установки по умолчанию IP-адреса, IP маски подсети, канала, названия системы, паролей и перезапускает систему.</p> <p>Полный перезапуск также может быть реализован удаленно через Web-интерфейс нажатием на кнопку интерфейса <i>Reset to Factory Defaults</i> в меню <i>Network Settings</i> абонентского комплекса.</p> <p>После полного перезапуска оператор должен заново сконфигурировать терминальный блок и затем осуществить быстрый перезапуск.</p>

#### 4.1.6 Подключение заземления

Выводы для подключения заземления расположены на задней панели терминального блока.

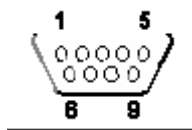
Правильно выполненное заземление - очень важный элемент обеспечения безопасности при работе с оборудованием беспроводной связи. Подробности смотрите в Разделе 5.3.

#### 4.1.7 Порт консоли

Последовательный порт RS-232 (DTE) предоставляет возможность для локального мониторинга и конфигурирования терминального блока с использованием интерфейса командной строки (CLI). В режиме эмуляции терминала VT-52 или VT-100 необходимо использовать скрещенный (нуль-модемный) кабель, подключаемый непосредственно к последовательному порту компьютера. Настройками по умолчанию являются: 57,600 baud, 8 data bits, 1 stop bit (1 стоповый бит), no parity (отсутствие контроля по четности) и hardware flow control (аппаратное управление потоком).



Таблица 16: Контакты порта консоли (RS-232)



Вывод	Название	RS232	V.24	Описание
1	CD	CF	109	Carrier Detect
2	RXD	BB	104	Receive Data
3	TXD	BA	103	Transmit Data
4	DTR	CD	108.2	Data Terminal Ready
5	GND	AB	102	System Ground
6	DSR	CC	107	Data Set Ready
7	RTS	CA	105	Request to Send
8	CTS	CB	106	Clear to Send
9	RI	CE	125	Ring Indicator

*Примечание. Столбец RS232 – это название цепи RS232.*

*Примечание. Столбец V.24 – это название цепи ITU-TSS V.24.*

## 4.2 Радиоблок Nateks-Multilink 3

### 4.2.1 Приемопередатчик

Приемопередатчик выполнен в устойчивым к атмосферным воздействиям корпусе из алюминиевого сплава. Далее описывается назначение портов и другие характеристики приемопередатчиков. Модули приемопередатчиков базовых и абонентских станций различаются.



Рис.11. Приемопередатчик и антенна

### **Порт промежуточной частоты (ПЧ) - IF**

На терминальном блоке расположен порт N-типа («розетка») *Signal* для подключения к приемопередатчику через коаксиальный кабель. Посредством порта ПЧ терминальный блок выполняет следующие функции:

- Посылает модулированные на ПЧ данные в радиоблок и принимает эти данные от него.
- Получает информацию о статусе радиоблока.
- Передает управляющую информацию в радиоблок.
- Осуществляет питание радиоблока.

### **Порт сверхвысокой частоты (СВЧ) - RF**

Порт СВЧ приемопередатчика (разъем N-типа «розетка») используется для передачи радиосигнала СВЧ на антенну и приема сигнала с антенны. Приемопередатчик подключается к антенне с помощью короткого отрезка коаксиального кабеля.

### **Контакт юстировки (Alignment Pin)**

Для удобства юстировки антенны предусмотрен специальный контрольный контакт на наружной стороне приемопередатчика. Небольшое выходное напряжение (напряжение АРУ) на этом контакте (от 0 до 5 В DC) изменяется в зависимости от уровня принимаемого сигнала.

## **4.3 Антенна**

Для базовых и абонентских станций требуются различные антенны. Их описание и технические характеристики представлены в отдельном документе.

### **Разъем СВЧ (RF)**

Порт СВЧ приемопередатчика (разъем N-типа «розетка») используется для передачи радиосигнала СВЧ на антенну и приема с антенны. Приемопередатчик подключается к антенне с помощью короткого отрезка коаксиального кабеля.

## **4.4 Крепление приемопередатчика/антенны**

Система поставляется с держателем для вертикального монтажа приемопередатчика и/или антенны. Держатель обеспечивает крепление к мачтам типа OD с диаметром 1 3/4 ... 4 1/2 дюймов (44,5 мм ~ 114,5 мм).

## 5 Установка и монтаж системы NATEKS-MULTILINK 3

В данной части руководства содержится описание этапов установки системы.

### 5.1 Комплектация оборудования Nateks-Multilink 3.

Система поставляется в следующей комплектации:

- Терминальный блок Nateks-Multilink 3 (внутренний модуль):
  - Терминальный блок Nateks-Multilink 3
  - Адаптеры для крепления в 19”стойке
- Радиочастотный блок Nateks-Multilink 3 (внешний модуль):
  - Приемопередатчик
  - Антенна
  - Держатель для крепления антенны
- Кабели:
  - Кабель СВЧ
  - Кабель ПЧ
  - Кабель питания переменного тока (только для варианта AC)
  - Кабель питания постоянного тока (только для варианта DC)
- Документация:
  - Руководство пользователя

### 5.2 Подготовительные работы

Монтаж системы может включать строительные и электротехнические работы. Для качественной установки системы рекомендуется доверить монтажные работы специалистам, владеющими навыками по монтажу радиочастотного оборудования и систем грозоотвода и заземления, а также имеющими опыт наладки сетей передачи данных.

*ВАЖНО: прежде чем приступить к установке системы, ознакомьтесь с мерами предосторожности, изложенными в части 1 «Техника безопасности и обслуживание» на странице ... данного руководства.*

#### 5.2.1 Изыскание трассы

Для определения местоположения, высоты и требований к юстировке антенны (радиоблока) беспроводной системы связи необходимо изучить характер местности на пути распространения радиоволны.

#### Профиль трассы

Профиль трассы должен включать элементы, приведенные в следующей таблице:

Таблица 17: Геометрия размещения
----------------------------------

<b>Антенна</b>	<b>Описание</b>
Местоположение	Инструкции по определению местоположения для установки антенной мачты. Возможно составление проекта и списка компонент. Необходимо построение вертикального профиля с целью определения типа трассы.
Высота	Высота монтажа антенны
Азимут	Горизонтальный угол наведения на антенну (магнитный компас или GPS).
Угол возвышения (угол места)	Вертикальный угол наведения на антенну (жидкостной уровнемер)
Ожидаемый уровень принимаемого сигнала RSSI (Receive Signal Strength Indicator)	Для оценки ожидаемого уровня сигнала RSSI пользуйтесь Приложением для расчета энергетического потенциала линии (Link Budget Tool)

Важным параметром является дальность, на которой должна быть установлена беспроводная связь. Связь между производительностью радиоканала и дальностью определяется на основе эмпирических формул, в которых учитываются аппаратные характеристики и внешние факторы.

Качество связи, ожидаемое для данного расстояния, определяется с помощью Приложение для расчета энергетики радиолинии. Прежде чем приступить к следующему этапу, убедитесь, что при выбранной конфигурации размещения антенн обеспечиваются требуемые характеристики передачи данных. За дальнейшими подробностями по расчету энергетики радиолинии обращайтесь в представительство сервисного обслуживания.

### **Определение ориентации антенны**

Следующий шаг заключается в общем изучении местности на предмет выбора места установки антенны. На данном этапе изучаются здания и сооружения, которые можно использовать для установки антенны.

Так как максимальная производительность достигается в условиях прямой видимости антенн (Line-of-Sight, LOS), рекомендуется устанавливать антенну таким образом, чтобы она находилась непосредственно в поле зрения принимающей системы. Если препятствие на пути прямой видимости не слишком высоко, можно направить обе антенны поверх него. Антенны должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить просвет для первой зоны Френеля (как можно выше, на высотном здании либо на вышке).

Система также поддерживает режим работы вне зоны прямой видимости антенн (Non-Line-of-Sight, NLOS). Часто приемлемого качества РЧ сигнала можно добиться, сориентировав антенны по лучу, отраженному от сооружения в зоне прямой видимости каждой из них.

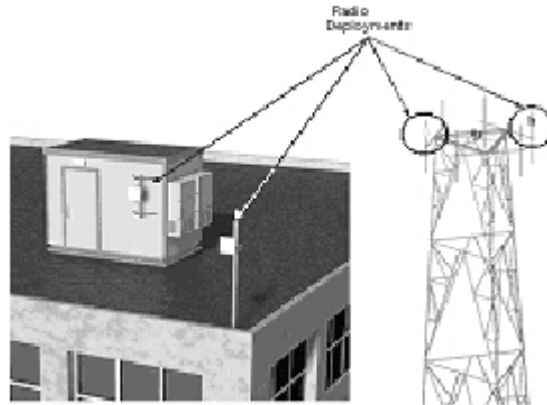


Рис.12. Места установки антенн

Для достижения наилучших результатов рекомендуется испробовать несколько различных вариантов размещения антенн, всякий раз измеряя отношение сигнала к шуму и уровень RSSI.

### **Определение интерференционной помехи**

Важно также протестировать систему в предполагаемом месте ее размещения (крыше здания или вышке) на предмет влияния интерференционной помехи. Интерференционные помехи могут быть вызваны любой беспроводной системой, работающей в той же полосе частот. Точный анализ предполагает использование специального оборудования для СВЧ тестирования. Основной задачей тестирования является определение частотных каналов, пригодных для использования беспроводной системой.

### **Оборудование для монтажа антенны**

После того, как определено место расположения антенны, необходимо составить план установки антенной мачты либо другой монтажной конструкции. Подробную информацию по каждому типу антенн можно отыскать в их спецификациях.

### **Прокладка кабеля ПЧ**

Необходимо составить план прокладки кабеля ПЧ от радиочастотного блока/антенны к терминальному блоку. В некоторых случаях можно проложить кабель ПЧ по внешней стороне здания. При вводе кабеля ПЧ внутрь здания важно убедиться, что план здания и/или его чертеж соответствуют действительности и что получены все разрешения на проведение необходимых работ. Информация о максимальной длине кабеля ПЧ содержится в спецификации.

*Примечание. Вместе с беспроводной системой поставляется 30-, 45- или 75- метровый кабель ПЧ RG-58 (отечественный аналог РК-50-4-11) с разъемами. Кабели большей длины приобретаются пользователем. На расстояниях до 300 м (общее расстояние от терминального до радиочастотного блока) используется кабель LMR-400.*

## 5.2.2 Составление списка компонент

В следующих таблицах перечислены требования к установке терминального блока, радиочастотного оборудования и соединений Ethernet.

<b>Таблица 18: Контрольный список комплектации терминального блока (внутренний модуль)</b>		
<b>Пункт</b>	<b>Описание</b>	<b>Примечания</b>
Поставляется с системой	Терминальный блок Nateks-Multilink 3	
	Адаптеры для крепления в стойке	
	Кабели питания (АС и/или DC по выбору)	
	Коаксиальный кабель ПЧ	
Обеспечивается пользователем	Приспособления для установки терминального блока (стойка или полка)	
	Питание: источник переменного тока, АС источник постоянного тока, DC	
	Кабели Ethernet	
	Подключение к шине заземления	
	Провода заземления	

<b>Таблица 19: Контрольный список комплектации радиоблока (внешний модуль)</b>		
<b>Пункт</b>	<b>Описание</b>	<b>Примечания</b>
	Держатель	
Поставляется с системой	Приемопередатчик	
	Антенна	
	Кабель ПЧ	
	Кабель СВЧ	
Обеспечивается пользователем	Ориентация антенн (изучение пути вдоль радиоканала)	
	Антенная мачта	
	Подключение к шине заземления	
	Провода заземления:	
	Средства герметизации разъемов	

### 5.2.3 Начальное конфигурирование базовой станции (SC)

В таблице ниже приводятся параметры, которые необходимо установить на базовой станции до того как начнут функционировать радиоканал и порт Ethernet.

<b>Таблица 20: Обязательные настройки – Базовая станция</b>		
<b>Пункт</b>	<b>Описание</b>	<b>Примечания</b>
Ethernet		
Адрес IP	Сетевой адрес базовой станции (должен быть уникальным)	
Маска подсети IP	Маска подсети	
Адрес шлюза по умолчанию	Маршрутизатор/шлюз по умолчанию на локальном сегменте Ethernet.	
Радио параметры		
Канал	Установите центральную частоту рабочего частотного канала	
Выходная мощность	Установите максимальный уровень мощности (дБм) радиопередатчика	
Принимаемая мощность (RSSI)	Средний уровень принимаемого сигнала	
Полоса	Установите тип разделения полосы частот на отдельные каналы	
BW	Установите размер канала	
CP	Установите защитный интервал	
ID канала	Установите восходящий канал	
Конфиденциальность	Установите параметры подуровня защиты	

Более подробная информация обо всех настройках конфигурации системы представлена на стр. ... части 6 "Web-интерфейс базовой станции".

## 5.2.4 Начальное конфигурирование абонентской станции (SS)

В таблице ниже приводятся параметры, которые необходимо установить на абонентской станции до того как начнут функционировать радиоканал и порт Ethernet.

<b>Таблица 21: Обязательные настройки – Абонентская станция</b>		
<b>Пункт</b>	<b>Описание</b>	<b>Примечания</b>
Ethernet		
Адрес IP	Сетевой адрес абонентской станции (должен быть уникальным)	
Маска подсети IP	Маска подсети	
Шлюз по умолчанию	Маршрутизатор/шлюз по умолчанию на локальном сегменте Ethernet.	
Радиопараметры		
Радиочастотный канал	Установите центральную частоту рабочего частотного канала	
Начальная мощность передатчика	Установите максимальный уровень мощности (дБм) радиопередатчика	

Полоса частот	Установите тип разделение полосы частот на отдельные каналы	
BW	Установите размер канала	
CP	Установите защитный интервал	
ID канала	Установите входящий канал	
Конфиденциальность	Установите параметры подуровня защиты	
Пользовательский поток	Активизируйте и определите как минимум один пользовательский поток.	

Более подробная информация обо всех настройках конфигурации системы представлена на стр. ... части 7 " Web-интерфейс абонентской станции ".

## 5.3 Установка терминального блока Nateks-Multilink 3

Ниже приведены основные инструкции по установке терминального блока.

### 5.3.1 Установка аппаратной части и прокладка кабелей



Рис.13. Терминальный блок Nateks-Multilink 3

#### Монтаж

Терминальный блок беспроводной системы можно монтировать в стойке или устанавливать на полке. При стоечном креплении каждый блок занимает высоту 1 RU стандартной 19” стойки. Не загораживайте вентиляционный экран на терминальном блоке.

#### Заземление

Контакт заземления расположен на задней панели терминального блока. Терминальный блок должен быть надежно заземлен в соответствии с местными и государственными нормативами.

Подключите контакт заземления терминального блока к системе заземления стойки или здания. Для обеспечения безопасности при работе с системой терминальный блок должен быть надежно заземлен. Не полагайтесь на заземление через контакты съемных кабелей сети питания и передачи данных.



## Электропитание

Терминальный блок питается от одного или двух источников постоянного (DC) или переменного (AC) тока, либо от их комбинации.

Каждый источник AC поставляется с отдельным кабелем AC. Сетевая розетка AC должна находиться на расстоянии не более одного метра от места установки терминального блока. Кабель питания снабжен выводом заземления. Не пренебрегайте этим важным средством безопасности.

Каждый источник DC поставляется с отдельным кабелем DC. Источник выходного напряжения DC должен находиться на расстоянии не более одного метра от места установки терминального блока. Схема подключения приведена на стр. [...](#) в разделе 9.2 «Подключение источников питания постоянного тока DC». В источниках питания DC отсутствуют выключатели.

## Ethernet

Соединения Ethernet описаны в следующих разделах.

## Кабель ПЧ

Кабель ПЧ соединяет терминальный блок и приемопередатчик. Перед настройкой антенны необходимо подключить кабель ПЧ.

**Важно:** *параметры радиоканала необходимо настроить перед подключением кабеля ПЧ к терминальному блоку. Это поможет избежать помех от других радио устройств, расположенных на данной территории.*

Терминальный блок может работать без подключенного кабеля ПЧ. Рекомендуется конфигурировать терминальный блок до установки приемопередатчика и юстировки антенны. Более подробная информация дана в следующих разделах.

Прежде чем приступить к проводке кабеля ПЧ от терминального блока к месту расположения радиоблока выполните следующие рекомендации:

- Ознакомьтесь с планом здания, в котором описаны все существующие кабельные проводки.
- Определите объем работ по сверлению стен и потолка для прокладки кабеля.
- Избегайте применения чрезмерной силы или давления на разъемы, поскольку это может привести к повреждению кабеля.
- Не протягивайте кабель за разъемы через кабельный канал или желоб.

## 5.3.2 Подключение к терминальному блоку Nateks-Multilink 3

Данная процедура применяется при первоначальной настройке нового терминального блока или же если в результате использования кнопки "reset" на передней панели или посредством web-интерфейса установлены заводские настройки по умолчанию.

Все функции управления системой могут выполняться посредством графического пользовательского web-интерфейса. При этом операторы могут осуществлять удаленный доступ и управление терминальным блоком с помощью HTML браузера. Рекомендуется использовать Microsoft Internet Explorer, который поддерживает контекстно-ориентированную справочную систему.

1. При начальной установке используйте кабель Ethernet RJ-45 для подключения хост-компьютера непосредственно к порту *Data* терминального блока, как показано на Рис. 14. Порт *Data* автоматически настраивается на полярность кабеля (скрещенный либо прямой).



Рис.14. Подключение хост-компьютера к системе Nateks-Multilink 3

2. Для нормального функционирования системы хост-компьютер и терминальный блок должны находиться в одной подсети. Установите IP адрес PC: 192.168.25.1 и маску подсети: 255.255.255.0.
3. Включите питание терминального блока и восстановите заводские настройки по умолчанию, удерживая нажатой кнопку "reset" на передней панели в течение пяти (5) секунд.
4. Запустите web-браузер на компьютере и введите IP адрес терминального блока в адресную строку браузера. Для базовых и абонентских станций используются различные IP адреса. В разделе 8.1 «Заводские настройки по умолчанию» приведены адреса, устанавливаемые производителем по умолчанию.



Рис.15. Адресная строка браузера (настройки контроллера сектора, установленные по умолчанию)

Появляется окно ввода регистрационных данных, и оператор может войти в терминальный блок.

### 5.3.3 Установка параметров базовой станции Nateks-Multilink 3

#### **Регистрация при входе в базовую станцию**

Для базовой станции по умолчанию установлен IP-адрес 192.168.25.2. Введите его в адресную строку браузера. На экране компьютера должно появиться окно для ввода регистрационных данных:



Рис.16: Диалоговое окно регистрации базовой станции

Введите имя пользователя и пароль, установленные по умолчанию.

**Имя пользователя): admin**

**Password (Пароль): admin**

*Примечание. Если диалоговое окно не появилось, то обратитесь к разделу 8: «Диагностика и устранение неисправностей» на стр. ....*

#### **Настройки Ethernet базовой станции**

Сетевые настройки адреса базовой станции должны быть установлены до подключения терминального блока к локальной сети Ethernet.

1. Щелкните мышью на MAC/PHY Config в меню в левой части окна, при этом должно появиться окно конфигурации системы System Configuration. На этом этапе необходимо установить только следующие настройки:

- **IP address:** сетевой адрес базовой станции.
- **IP Subnet Mask:** Маска подсети.
- **Default Gateway Address:** Адрес маршрутизатора/шлюза по умолчанию на локальном сегменте Ethernet.
- 2. Щелкните кнопку Save чтобы сохранить установки.
- 3. Базовую станцию теперь можно подключать к локальной сети Ethernet.
- **ВАЖНО:** Всегда выключайте питание терминального блока перед тем как подключить или отключить кабели от терминала.

## **Настройки радиоканала базовой станции**

**Важно:** во избежание помех от других беспроводных устройств необходимо установить параметры радиоканала, прежде чем подключать кабель ПЧ к терминальному блоку.

Для нормального функционирования системы необходимо ввести корректные значения следующих параметров.

1. Щелкните на System Config в списке в левой части окна, при этом появится окно конфигурирования системы System Configuration. Нужно выполнить следующие настройки:

- **Channel:** Установите (центральную) частоту рабочего канала связи.
  - **Transmission Output Power:** Установить максимальный уровень мощности (дБм) радиопередатчика.
  - **RSSI:** Установите среднюю мощность сигнала на приеме.
  - **Band:** Установите способ разделения полосы частот на каналы (channelization type).
  - **BW:** Установите полосу частот радиоканала
  - **CP:** Установите защитный интервал
  - **Channel ID:** Установите идентификатор канала. На базовой и абонентской станциях должны быть установлены одинаковые значения.
  - **Privacy:** Настройте параметры подуровня защиты. На базовой и абонентской станциях должны быть установлены одинаковые значения.
2. Щелкните на кнопке Save чтобы сохранить установки.
3. Базовая станция теперь может быть подключена к приемопередатчику (кабель ПЧ).
- **ВАЖНО:** Всегда выключайте питание терминального блока перед тем как подключить или отключить от него какие-либо кабели.

Более подробная информация обо всех настройках конфигурации системы представлена на стр. ... части 6 «Web-интерфейс базовой станции (SC)».

### 5.3.4 Установка параметров абонентской станции Nateks-Multilink 3

#### **Регистрация при входе в абонентскую станцию**

Адрес, установленный по умолчанию для пользовательской станции: 192.168.25.3. Введите его в адресную строку браузера и нажмите клавишу Enter. На экране компьютера появится окно для ввода регистрационных данных, как изображено ниже:



Рис.17. Диалоговое окно регистрации абонентской станции

Введите пароль по умолчанию "admin" и щелкните на кнопке "login".

*Примечание.* Если диалоговое окно не появилось, то обратитесь к разделу 8: «Диагностика и устранение неисправностей» на стр. ...

### **Настройки Ethernet абонентской станции**

Настройки сетевого адреса для абонентской станции должны быть установлены до подключения терминального блока к локальной сети Ethernet.

1. Щелкните мышью на Configuration в меню в левой части окна, при этом должно появиться окно конфигурирования системы System Configuration. Необходимо установить следующие настройки:

- **IP address:** сетевой адрес базовой станции.
- **IP Subnet Mask:** Маска подсети.
- **Default Gateway Address:** Адрес маршрутизатора/шлюза по умолчанию на локальном сегменте Ethernet.
- 2. Щелкните на кнопке Save чтобы сохранить установки.
- 3. Абонентская станция теперь может быть подключена к локальной сети Ethernet.
- **ВАЖНО:** *Всегда выключайте питание терминального блока перед тем как подключить или отключить от него какие-либо кабели.*

Более подробная информация обо всех настройках конфигурации системы содержится на стр. ... части 7 «Web-интерфейс абонентской станции (SS)».

### **Настройки радиоканала абонентской станции**

Для успешной работы системы необходимо вводить корректные установки параметров радиоканала.

*Важно:* во избежание помех от других беспроводных устройств необходимо установить параметры радиоканала, прежде чем подключать кабель ПЧ к терминальному блоку.

1. Щелкните на Configuration в списке в левой части окна, при этом появится окно конфигурации системы System Configuration. Нужно выполнить следующие настройки:

- **RF Channel:** Установите центральную частоту рабочего канала.
- **Tx Initial Power:** Установите начальное значение мощности передатчика для подбора по дальности.
- **Band:** Установите способ разделения полосы частот на каналы (channelization type).
- **BW:** Установите полосу частот радиоканала

- **CP:** Установите защитный интервал
- **Channel ID:** Установите идентификатор канала. На базовой и абонентской станциях должны быть установлены одинаковые значения.
- **Privacy:** Настройте параметры подуровня защиты. На базовой и абонентской станциях должны быть установлены одинаковые значения.
- 2. Щелкните кнопку Save чтобы сохранить установки.
- 3. Теперь можно подключать кабель ПЧ к приемопередатчику.
- **ВАЖНО:** *Всегда* выключайте питание терминального блока перед тем как подключить или отключить от него какие-либо кабели.

Более подробная информация обо всех настройках конфигурации системы представлена на стр. ... части 7 «Web-интерфейс абонентской станции (SS)».

### **Тестовые пользовательские потоки**

После того как настроен радиоканал, необходимо определить как минимум один пользовательский поток, прежде чем системы смогут начать обмениваться данными.

## 5.4 Монтаж приемопередатчика и антенны

Следующим шагом является установка приемопередатчика и антенны на мачте, вышке или столбе.

### 5.4.1 Сборка держателя антенны

1. Прикрепите заднюю часть держателя и убедитесь, что ее можно будет отрегулировать по диаметру мачты, вышки или столба. Держатель для вертикального крепления может монтироваться на мачте диаметром от 44,5 мм до 114,5 мм (1 3/4 ~ 4 1/2 дюймов). Данный держатель может использоваться для монтажа любой поставляемой антенны.

2. По окончании сборки держателя проверьте, использован ли весь комплект плоских и пружинных шайб.

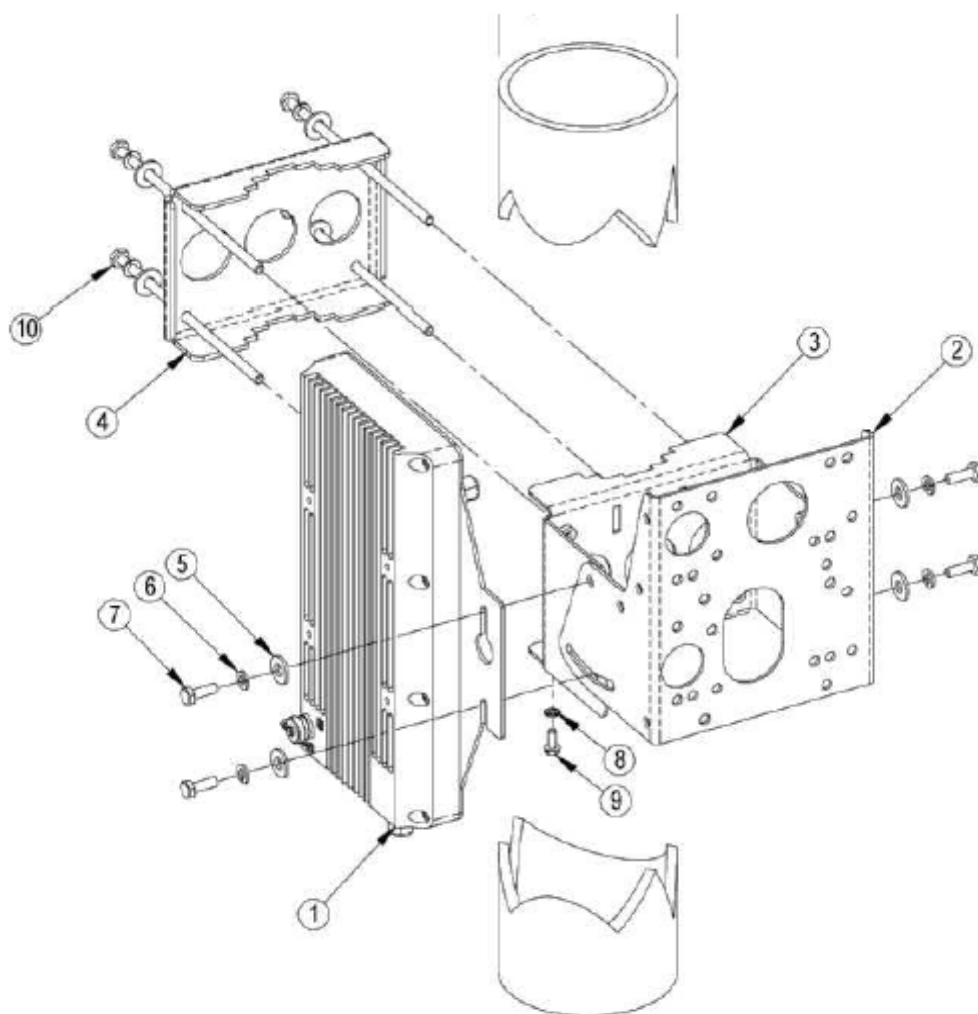


Рис.18: Сборка держателя и антенны

## Монтаж приемопередатчика

Надежно прикрепите радиоблок к держателю. На следующем рисунке изображены способы крепления приемопередатчиков базовой станции (слева) и абонентской станции (справа).

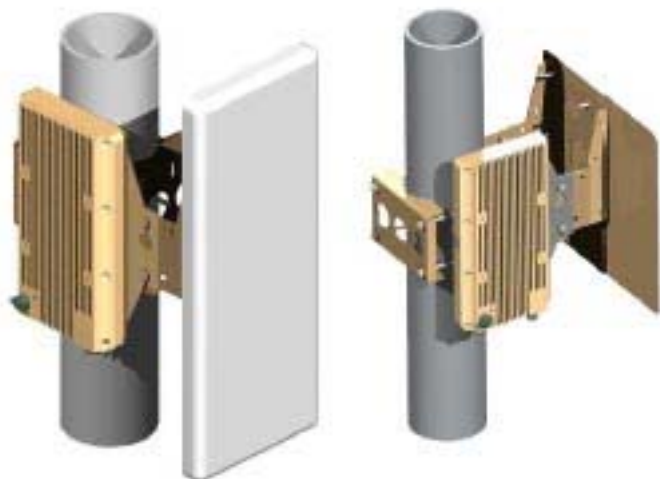


Рис.19. Монтаж приемопередатчика/антенны

## Монтаж антенны

При монтаже антенны убедитесь, что все антенны сориентированы под одинаковую поляризацию. Стрелки, изображенные на задней панели антенны, отображают поляризацию (см. Рис.20). Вертикальная стрелка, указывающая вверх, обозначает вертикальную поляризацию.



Рис.20: Поляризация антенны

## 5.4.2 Подключение кабелей

Далее приведены шаги, рекомендуемые при установке кабелей СВЧ и ПЧ.

*Примечание. Очень важно убедиться в том, что все разъемы надежно стянуты и профессионально загерметизированы.*

1. Подключите кабель СВЧ к приемопередатчику и антенне. Убедитесь, что он свисает от приемопередатчика так чтобы обеспечить сток воды. Разъем сначала нужно стянуть вручную, а затем довернуть инструментом на 1/8 витка. Аккуратно загерметизируйте соединения.

2. Подсоедините кабель ПЧ к приемопередатчику. Убедитесь, что он свисает от приемопередатчика так, чтобы обеспечить сток воды. Разъем сначала нужно зажать вручную, а затем довернуть инструментом на 1/8 витка. Аккуратно загерметизируйте соединения.



3. Заземлите радиоблок, антенну и держатель используя имеющиеся болты заземления. Окрашенные и загрязненные поверхности нужно тщательно зачистить до металла, соединения должны быть хорошо стянуты. Придерживайтесь местных и государственных нормативов.

### 5.4.3 Гидроизоляция внешних соединений

Профессиональные монтажники могут воспользоваться собственными методами гидроизоляции при условии, что не применяются материалы на основе силикона или ленты ПВХ.

**Важно:** Все внешние соединения должны быть гидроизолированы. Если используются разрядные муфты, то все соединения и муфты должны быть целиком обернуты клейкой лентой.

1. Начните с обматывания клейкой лентой. Старайтесь начать обматывание как можно ближе к радиоблоку/антенне. Натягивайте ленту и тщательно оборачивайте ее вдоль корпуса разъема, не оставляя зазоров. Также плотно далее оберните лентой участок кабеля около 15 см.

2. Воспользуйтесь герметиком для заполнения углублений вокруг разъема и у его основания. Наносите герметик до образования водонепроницаемого уплотнения.



Рис.21. Гидроизоляция внешних соединений

## 5.5 Юстировка антенны

Юстировка антенны выполняется после монтажа антенны и приемопередатчика и подключения кабеля ПЧ. Рекомендуется вначале выполнить настройку одной антенны, а затем повторить процедуру на удаленной стороне.

*Примечание. Если базовая станция сконфигурирована по схеме «точка-многоточка», то юстировать антенну надо так, чтобы были охвачены абонентские станции, расположенные в пределах горизонтальной ширины луча.*

### 5.5.1 Грубая юстировка

Для грубой настройки антенны можно воспользоваться юстировочным контактом с выходным напряжением от 0 до 5 В DC, встроенным в приемопередатчик. Юстировочный контакт всегда находится в активном состоянии. Чем выше напряжение на контакте, тем больше мощность сигнала, принимаемого от удаленного передатчика.

Изыскание трассы также включают в себя инструкции по настройке антенны. При использовании магнитного компаса, металлическая вышка будет влиять на точность показаний. Также необходимо учитывать магнитное отклонение (разницу между географическим и магнитным Северными полюсами).

Варьируя вертикальным углом настройки антенны, добейтесь прохождения сигнала настройки через максимумы и минимумы. То же самое проделайте для азимутального угла. Повторите эти процедуры для антенны на удаленном конце. По окончании юстировки необходимо затянуть все ослабленные гайки. Во избежание изменения положения антенны, гайки нужно затягивать равномерно и поочередно.

Для установления связи вне зоны прямой видимости (NLOS) нужно воспользоваться подходящей отражающей поверхностью, например, зданием или рекламным щитом. Единственный способ определить, заработает ли связь в условиях NLOS - это установить соединение и, вращая антенну, добиваться приемлемого сигнала на входе.

### 5.5.2 Коррекция юстировки с помощью индикатора уровня принимаемого сигнала (RSSI)

По окончании грубой настройки, сравните измеренное значение RSSI со значением, полученным в результате расчета энергетического потенциала радиоканала. Если канал находится в зоне прямой видимости (LOS), то разница значений не должна превышать 5 дБ. Если значение RSSI значительно ниже расчетного, возможно, антенна ориентирована вдоль пути OLOS (частичное перекрытие первой зоны Френеля), либо NLOS (связь вне прямой видимости).

Нестабильность или большая разница показаний RSSI на обоих концах канала может означать настройку на боковой лепесток антенны. Необходимо провести более тщательное варьирование вертикальным и азимутальным углами антенны, одновременно отслеживая показания RSSI. Значения будут возрастать при настройке на боковой лепесток, затем опускаться и вновь возрастать до более высокого уровня при настройке антенны на главный лепесток. При дальнейшем отклонении антенны показания RSSI будут уменьшаться и вновь возрастать до меньших значений по мере настройки антенны на следующие боковые лепестки. Повторите этот процесс для вертикального и азимутального углов на обеих сторонах радиоканала.

## 6. Web-интерфейс базовой станции (SC)

Все операции по конфигурированию и контролю могут выполняться через графический web-интерфейс пользователя, который подробно описывается в последующих разделах.

### 6.1 Базовая станция – системное меню

Если пользователь успешно зарегистрировался в системе, то на экране отображается страница с основной информацией - **General Information**. Слева на экране отображается меню со всеми имеющимися окнами конфигурирования и контроля. Чтобы открыть нужное окно, наведите указатель мыши на пункт с синим текстом и щелкните по нему.



Рис.22. Базовая станция – пользовательское меню

Таблица 22: Web-интерфейсы базовой станции				
Web-интерфейс	Название окна	Административный доступ	Пользовательский доступ	Описание
Monitoring	General Information	X	X	Просмотр общей системной информации, настроек адресов LAN, Ethernet и радиоканала.
	SS Information	X	X	Просмотр системной информации, настроек адреса Ethernet и статистики параметров радиоканалов активных абонентских станций.
	SF Information	X	X	Просмотр настроек пользовательских потоков и статистики абонентской станции Доступ только через окно SS Information
	Event Log	X	X	Просмотр сообщений о событиях и ошибках системы

	Ethernet Statistics	X	X	Просмотр пакетных данных для порта <i>Data Ethernet</i> и интерфейса радиоканала.
MAC/PHY/RF Конфигурирование	Static Config	X		Просмотр и изменение настроек RF, PHY и MAC для интерфейса радиоканала.
	Dynamic Config	X		Просмотр и изменение настроек RF, PHY и MAC для интерфейса радиоканала, которые могут быть изменены без перезапуска системы.
Средства администрирования	System Config	X		Просмотр и изменение настроек отображения системной информации, установок адресов LAN, Ethernet и настроек радиоканала.
	Software Upgrade	X		Загрузка и установка обновленного системного ПО.
	System Password	X		Добавление пользователей и изменение системных паролей.

## 6.2 Базовая станция – окна мониторинга

### 6.2.1 Базовая станция – страница General Information

Щелкните на *General Information* в системном меню (левая часть экрана) для просмотра общей системной информации, настроек адреса Ethernet, установок радиоканала, а также состояния LED-индикаторов лицевой панели терминального блока.

_Wireless_		_Data Ethernet_			_System_	
Link	Signal	Link	100	FD	Pwr	Fault
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>System</b>						
System Name	Sector Controller					
Product Serial Number	3021-0002-00003					
Software Version	SC1.0.31-00					
Radio Type	Board ID 1, Firmware version 0					
Time Since System Start	03:31:03					
<b>Management Port</b>						
Ethernet MAC Address	00:09:02:00:32:e5					
IP Address	172.25.10.202					
IP Subnet Mask	255.255.255.0					
Default Gateway Address	192.168.25.100					
<b>Wireless</b>						
Number of connected SS	1					

Рис.23. Базовая станция – страница General Information

## System

- **System Name:** Имя пользователя данной базовой станции.
- **Product Serial Number:** Серийный номер базовой станции.
- **Software Version:** Версия ПО базовой станции.
- **Radio Type:** Идентифицирует приемопередатчик, подключенный к данной базовой станции.
- **Time Since System Start:** Время после последнего включения/перезапуска.

## Management Port

- **Ethernet MAC Address:** Адрес Ethernet базовой станции.
- **IP Address:** сетевой адрес базовой станции.
- **IP Subnet Mask:** Маска подсети базовой станции.
- **Default Gateway Address:** сетевой адрес маршрутизатора/шлюза по умолчанию.

## Wireless

- **Number of Connected SS:** Число активных соединений с абонентскими станциями.

## 6.2.2 Базовая станция – окно SS (Subscriber Station) Information

Щелкните на *SS Information* в системном меню (левая часть экрана), чтобы просмотреть системную информацию, установки адреса Ethernet и статистику радиоканала абонентской станции.

MAC Addr	IP Addr	Basic CID	Primary CID	Secondary CID	DIUC [Mbps]	UIUC [Mbps]	CINR [dB]	CRC Error	Freq Off [Hz]	RSSI [dBm]	Distance [Km]	Privacy Supported
00:09:02:00:32:af	0.0.0.0	0001	1001	2001	21.60 (6)	21.60 (9)	27	12	33283	-60	1	No

Рис.24: Базовая станция – окно SS Information

**MAC Addr:** адрес Ethernet абонентской станции. Щелкните на пункт **MAC address** с текстом синего цвета чтобы открыть окно **SF Information**, отображающее установки пользовательских потоков и данные статистики для данной абонентской станции.

**IP Addr:** адрес IP абонентской станции.

**Basic CID:** Идентификатор соединения (Connection Identifier, CID) общего управления (шестнадцатеричный номер).

**Primary CID:** Идентификатор соединения (CID) первичного управления (шестнадцатеричный номер).

**Secondary CID:** Идентификатор соединения (CID) вторичного управления (шестнадцатеричный номер).

**DIUC:** Скорость потока в направлении к абонентской станции (Мб/с) (и DIUC).

**UIUC:** Скорость потока в направлении к базовой станции (Мб/с) (и UIUC).

**CINR:** отношение мощности несущей к уровню помеха + шум (дБ).

**CRC Error:** Общее количество ошибок CRC зафиксированное на абонентской станции.

**Freq Off:** Разнос частот между базовой и абонентской станциями.

**RSSI:** Показания индикатора уровня принимаемого сигнала (дБм).

**Distance:** Расстояние от между базовой и абонентской станциями.

**Privacy Supported:** Указывает на то, поддерживает ли абонентская станция шифрование данных

- **Yes:** Функция шифрования поддерживается.
- **No:** Функция шифрования не поддерживается.

### 6.2.3 Базовая станция – окно SF (Service Flow) Information

Щелкните на *MAC address* (синий текст) любой пользовательской станции из перечисленных в окне SS Information для просмотра установок пользовательских потоков и данных статистики.

SFID	DL/UL	Scheduling Type(UL)	Max Rate [Kbps]	Min Rate [Kbps]	Latency [msec]	Privacy Enable	MAC	IPv4	ARQ	Rate [Kbps]
0004000	DL		20000	200	20000	0	1	0	0	0.624
ffff5000	UL	BE	20000	200	20000	0	1	0	0	0.624

Рис.25: Базовая станция – окно SF (Service Flow) Information

**SFID:** ID пользовательского потока (4 байта, шестнадцатеричный номер).

**UL/DL:** Направление передачи данных:

- **UL:** от абонентской станции к базовой (восходящий поток)
- **DL:** от базовой станции к абонентской (нисходящий поток).

**Scheduling Type:** Тип регулирования потока в направлении к базовой станции.

- **UGS (Unsolicited Grant):** Периодическая передача пакетов фиксированной длины.
- **BE (Best Effort):** Основан на использовании полосы частот, оставшейся после обслуживания потоков с высшим приоритетом.

**Max Rate:** Максимально резервируемая скорость данных (Кбит/с).

**Min Rate:** Минимально резервируемая скорость данных (Кбит/с).

**Latency:** Максимальная задержка (мс).

**Privacy Enable:** Установки шифрования данных.

- **0:** Шифрование данных не активизировано
- **1:** Шифрование данных активизировано

**MAC:** Адрес Ethernet используется для классификации пакетов.

- **0:** Адрес Ethernet не используется как классификатор пакетов.
- **1:** Адрес Ethernet используется как классификатор пакетов.

**IPv4:** Адрес IP используется для распределения пакетов.

- **0:** IP адрес не используется как классификатор пакетов.
- **1:** IP адрес используется как классификатор пакетов.

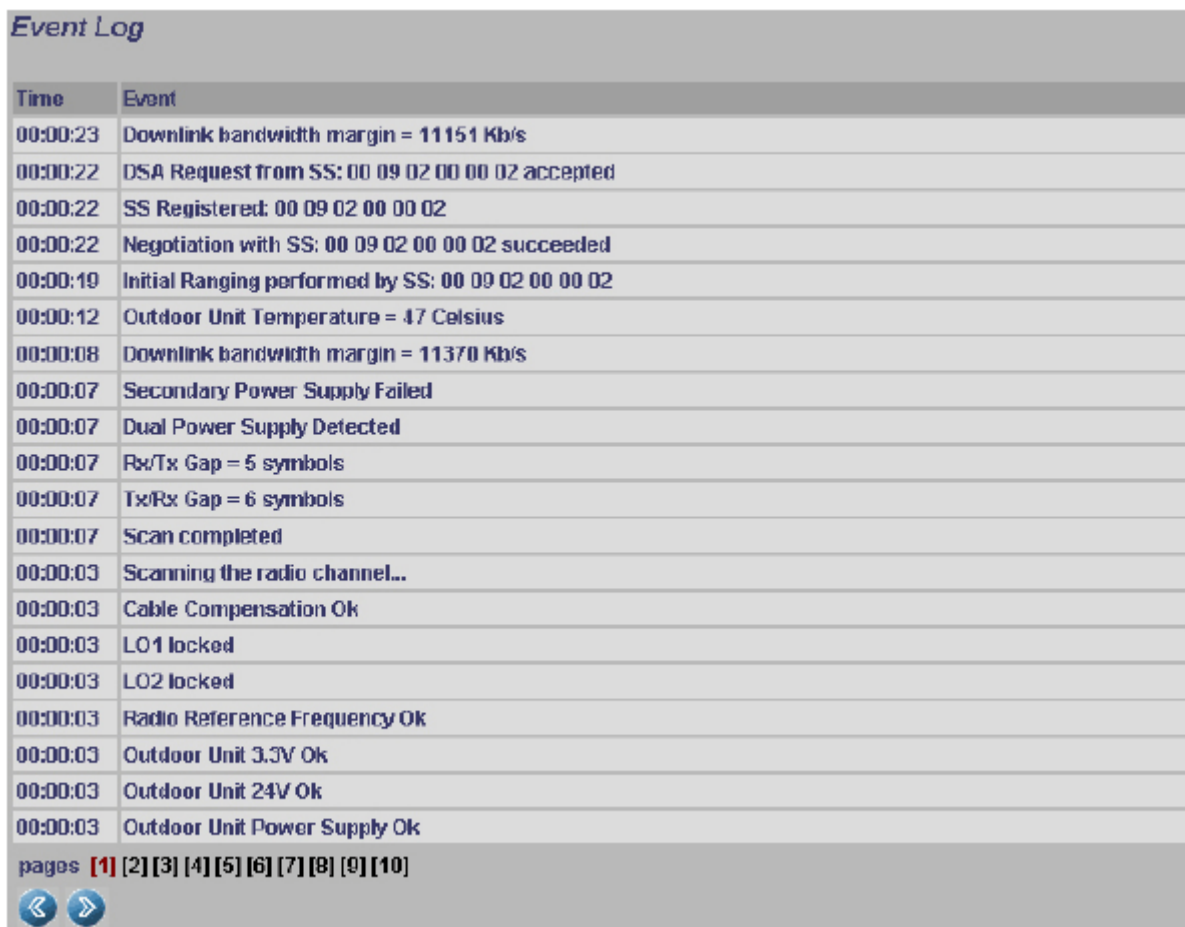
**ARQ:** Установки автоматического повторного запроса.

- **0:** ARQ не активизирован.
- **1:** ARQ активизирован

**Rate:** Текущая скорость передачи данных (Кбит/с).

## 6.2.4 Базовая станция – окно Event Log

Щелкните на *Event Log* в системном меню (левая часть экрана), чтобы просмотреть сообщения о событиях и ошибках системы, зарегистрированных в терминальном блоке.



Time	Event
00:00:23	Downlink bandwidth margin = 11151 Kb/s
00:00:22	DSA Request from SS: 00 09 02 00 00 02 accepted
00:00:22	SS Registered: 00 09 02 00 00 02
00:00:22	Negotiation with SS: 00 09 02 00 00 02 succeeded
00:00:19	Initial Ranging performed by SS: 00 09 02 00 00 02
00:00:12	Outdoor Unit Temperature = 47 Celsius
00:00:08	Downlink bandwidth margin = 11370 Kb/s
00:00:07	Secondary Power Supply Failed
00:00:07	Dual Power Supply Detected
00:00:07	Rx/Tx Gap = 5 symbols
00:00:07	Tx/Rx Gap = 6 symbols
00:00:07	Scan completed
00:00:03	Scanning the radio channel...
00:00:03	Cable Compensation Ok
00:00:03	LO1 locked
00:00:03	LO2 locked
00:00:03	Radio Reference Frequency OK
00:00:03	Outdoor Unit 3.3V Ok
00:00:03	Outdoor Unit 24V Ok
00:00:03	Outdoor Unit Power Supply Ok

pages [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]

◀ ▶

Рис.26. Базовая станция – окно Event Log

Полный список сообщений представлен на стр. ... в разделе 8.5 «Журнал системных сообщений».

## 6.2.5 Базовая станция – окно Ethernet Statistics

Щелкнуть на *Ethernet Statistics* в системном меню (левая часть экрана), чтобы просмотреть статистику порта данных *Data Ethernet* и радиointерфейса. Поля обновляются автоматически в соответствии с периодом времени (refresh period), установленным в окне Network Settings.

Ethernet Statistics					
Management		Refresh		Clear	
<b>Ingress</b>					
In Unicasts	529356	In Broadcasts	1433	In Pause	0
In Multicasts	0	In FCS error	0	Align error	0
In Good Octets	78622433	In Bad Octets	364	Under Size	0
Fragments	9	In 64 Octets	336798	In 127 Octets	96733
In 255 Octets	977	In 511 Octets	2	In 1023 Octets	96289
In Maximum Octets	0	Jabber	0	Over Size	0
In Discards	0	In Filtered	0		
<b>Egress</b>					
Out Unicasts	520371	Out Broadcasts	1651	Out Pause	0
Out Multicasts	0	Out FCS error	0	Out Octets	261141174
Out 64 Octets	219093	Out 127 Octets	5015	Out 255 Octets	97543
Out 511 Octets	44907	Out 1023 Octets	25380	Out Maximum Octets	130084
Collisions	0	Late	0	Excessive	0
Multiple	0	Single	0	Deferred	0
Out Discards	1				

Рис.27: Базовая станция – окно Ethernet Statistics

**Ethernet Statistics:** Выбрать тип просматриваемой статистики:

- **Data:** Статистика трафика передачи данных.
- **Management:** Статистика трафика управляющей информации.

**Refresh:** Немедленное отображение последних данных статистики полученных от базовой станции.

**Clear:** Обнулить все регистры.

### **Статистика по входу (Ingress): входящие пакеты (порт Ethernet)**

**In Unicasts:** Общее количество неповрежденных пакетов, доставленных по одному адресу.

**In Multicasts:** Общее количество неповрежденных пакетов, доставленных по более чем одному адресу.

**In Good Octets:** Общее количество неповрежденных байтов.

**Fragments:** Общее количество фрагментарных ошибок.

**In 255 Octets:** Общее количество кадров, содержащих 255 байт.

**In Maximum Octets:** Общее количество пакетов максимального размера (1518 байт).

**In Discards:** Общее количество отброшенных пакетов (не переданных) вследствие переполнения буфера.

**In Broadcasts:** Общее количество неповрежденных пакетов с широковещательным адресом доставки.

**In FCS error:** Общее количество пакетов с обнаруженными ошибками FCS (Frame Check Sequence).

**In Bad Octets:**

**In 64 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 64 байта.

**In 511 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 511 байтов.

**Jabber:** Общее количество сбойных (jabber) пакетов.

**In Filtered:** Общее количество отфильтрованных пакетов.



**In Pause:** Общее количество приостановленных пакетов.

**Align error:** Общее количество ошибок выравнивания кадров.

**Under Size:** Общее количество нестандартных (меньше минимального размера) пакетов (<64 байт).

**In 127 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 127 байт.

**In 1023 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 1023 байт.

**Over Size:** Общее количество нестандартных (выше максимального размера) пакетов (>1518 байт).

### **Статистика по выходу (Egress): исходящие пакеты (радиоканал)**

**Out Unicasts:** Общее количество неповрежденных пакетов, доставленных по одному адресу.

**Out Multicasts:** Общее количество неповрежденных пакетов, доставленных по более чем одному адресу. Данное общее количество не включает в себя пакеты широковещания.

**Out 64 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 64 байта.

**Out 511 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 511 байт.

**Collisions:** Общее количество обнаруженных коллизий.

**Multiple:** Общее количество переданных пакетов с множеством коллизий.

**Out Discards:** Общее количество кадров, отброшенных после 16 неудачных попыток передачи.

**Out Broadcasts:** Общее количество неповрежденных пакетов с широковещательным адресом доставки.

**Out FCS Error:** Общее количество отправленных пакетов с обнаруженными ошибками FCS

**Out 127 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 127 байт.

**Out 1023 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 1023 байта.

**Late:** Общее количество коллизий, зафиксированных после передачи 512 битовых интервалов.

**Single:** Общее количество отправленных пакетов с одной коллизией.

**Out Pause:** Общее количество переданных пакетов PAUSE.

**Out Octets:** Общее количество отправленных байт.

**Out 255 Octets:** Общее количество пакетов, содержащих 255 байт.

**Out Maximum Octets:** Общее количество пакетов максимального размера (1518 байтов).

**Excessive:** Общее количество нестандартных (выше максимального размера) пакетов (>1518 байтов).

**Deferred:** Количество успешно отправленных пакетов, отложенных при первой попытке передачи по причине занятости среды передачи.

## **6.3 Базовая станция – окна конфигурирования**

### **6.3.1 Базовая станция – страница MAC/PHY/RF Configuration**

Щелкните на *Static Config* в меню (левая сторона экрана) для отображения страницы MAC/PHY/RF Static Configuration.

**MAC/PHY/RF Dynamic Configuration**

<b>RF parameters</b>		
RF Channel	3440000 [kHz]	
Tx Output Power	0 dBm <input checked="" type="checkbox"/> SS Tx Power Control Enable	
RSSI	-60 dBm	
<b>PHY parameters</b>		
Band	Multiple of 1.75MHz BW 7 MHz CP 1/4 PSK(4.00, 7.20) 16QAM(9.60, 14.40) 64QAM(19.20, 21.60)Mb	
<b>MAC parameters</b>		
Channel ID	AB (hex)	
Frame Profile	Size 256 DL Ratio 60 % <input type="checkbox"/> Adaptive DL/UL Ratio	
Adaptive Modulation	<input checked="" type="checkbox"/> Enable Default DL/UL 6 Default UL/UL 9	
Thresholds [dBm] (adjusted with a step of 0.375)	64QAM(3/4) => 64QAM(2/3) 23.25 64QAM(3/4) <= 64QAM(2/3) 24.00	
	64QAM(2/3) => 16QAM(3/4) 21.38 64QAM(2/3) <= 16QAM(3/4) 22.13	
	16QAM(3/4) => 16QAM(1/2) 17.63 16QAM(3/4) <= 16QAM(1/2) 18.38	
	16QAM(1/2) => QPSK(3/4) 13.88 16QAM(1/2) <= QPSK(3/4) 14.63	
	QPSK(3/4) => QPSK(1/2) 10.50 QPSK(3/4) <= QPSK(1/2) 11.25	
Backoff	Rng Backoff Start 2 Rng Backoff End 4 Req Backoff Start 3 Req Backoff End 5	
SS Maximum Range	5 [km]	
Privacy	<input type="checkbox"/> Enable EKS 0 AK Lifetime 31536000 sec TEK Lifetime 12960000 sec	
	TEK_0 00 00 00 00 00 00 00 00 IV_0 00 00 00 00 00 00 00 00	
	TEK_1	IV_1
	TEK_2	IV_2
	TEK_3	IV_3

Save Cancel Default

Рис.28. Базовая станция – окно Static Configuration

С помощью данного окна выполняется просмотр и изменение параметров RF, PHY и MAC. Некоторые изменения, внесенные в поля данного окна, вступают в силу после перезагрузки. Для сохранения всех изменений, произведенных в таблице, щелкните на кнопке Save внизу страницы. Операция сохранения изменений регистрируется в журнале событий системы.

*Примечание. Ошибки в данных полях могут привести к невозможности установить канал связи. Для быстрого и надежного запуска системы внимательно изучите описание.*

### **RF Parameters**

В полях секции *RF parameters* устанавливаются центральная частота радиоканала, уровень мощности передатчика, ожидаемый уровень RSSI, а также активизируется управление мощностью передатчика SS и значения RSSI.

RF parameters	
RF Channel	3440000 [KHz]
Tx Output Power	0 dBm <input checked="" type="checkbox"/> SS Tx Power Control Enable
RSSI	-60 dBm

Рис.29. Базовая станция – RF Parameters

**RF Channel:** Установите рабочий канал системы. Для приемопередатчиков диапазона 3,4 ГГц ~ 3,5 ГГц центральная частота несущей устанавливается, начиная со значения 3403,500 МГц и пошагово изменяется с инкрементом 250 кГц (например, 3403,750 МГц, 3404,0 МГц, 3404,250 МГц). Частота канала рассчитывается по формуле:

$$CF = 3400 + (C/2) + S * n \text{ до } 3500 - (C/2),$$

где  
 $n=0,1,2,3,\dots$   
 $C$  - полоса частот канала  
 $S$  - шаг приращения частоты (постоянная величина 250кГц)

Рис.30. Формула для расчета центральной частоты канала

**Tx Output Power:** Установите максимальный уровень мощности (дБм) радиопередатчика в выпадающем меню со значениями от - 20 дБм до 25 дБм.

	P/N	Кэфф. усиления антенны dBi	Тип антенны	Тип	Мин. условная мощность (дБм)	Макс. условная мощность (дБм)	Средняя мощность отобра. в GUI (дБм)	Макс. знач. EIRP по ETSI (дБм)
		14	Направленная Секторная	РТР/РМР	-20	26	20	Без ограничений
		17	Направленная Плоская	РТР/РМР	-20	26	20	Без ограничений
		18.5	Направленная Плоская	РТР/РМР	-20	26	20	Без ограничений
		24	Направленная Плоская	РТР/РМР	-20	26	20	Без ограничений

**SS Tx Power Control Enable:** Отметьте  для активизации удаленного управления мощностью передатчика абонентской станции. Если данная функция активна, то базовая станция регулирует уровень мощности передачи абонентской станции в соответствии со значением в поле RSSI.

**RSSI:** Установите средний ожидаемый уровень мощности принимаемого сигнала для всех пользовательских станций; диапазон значений в выпадающем списке от -90 до -25 дБм.

### PHY parameters

В секции *PHY parameters* устанавливаются значения частоты канала, полосы пропускания и защитного интервала.



Рис.31. Базовая станция – PHY Parameters

**Band:** Установите тип разделения полосы частот на каналы в соответствии с рекомендациями 802.16 по системным профилям PHY OFDM с кратностью 1,75 МГц, 1,5 МГц и 10 МГц.

**BW:** Выберите полосу частот канала; диапазон значений в выпадающем списке 3,5 МГц и 7 МГц и 14 МГц.

**CP:** Установите величину параметра cyclic prefix (защитный интервал). Для более коротких защитных интервалов соответственно должны изменяться паузы (gaps). В ниспадающем списке содержатся значения 1/4, 1/8, 1/16, и 1/32.

### MAC parameters

В секции *MAC parameters* устанавливаются параметры ID канала (Channel ID), адаптивной модуляции, дальности и защиты.

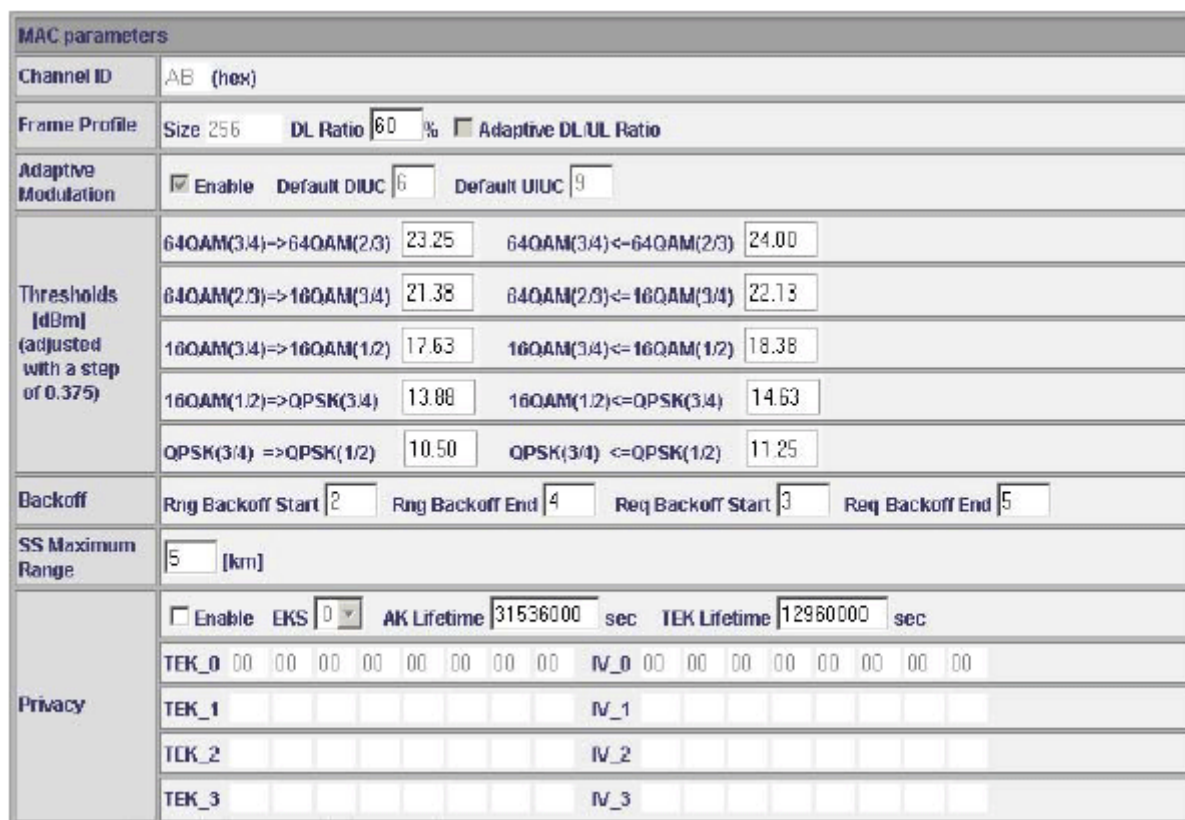


Рис.32. Базовая станция - MAC Parameters

**Channel ID:** Установите значение идентификатора, по которому различаются входящие в базовую станцию каналы. Все абонентские станции используют общий исходящий от базовой станции канал.

**Frame Profile:** Для установки размера и профиля использования кадра установите значения размера кадра (Size), коэффициента использования исходящего потока (DL ratio) и адаптивного отношения DL/UL (adaptive DL/UL ratio).

- **Size:** Установите размер кадра (количество символов OFDM).

- **DL Ratio:** Установите коэффициент использования исходящего потока (DL) в процентном отношении от размера кадра.
- **Adaptive DL/UL Ratio:** При установленном флажке  активизируется функция адаптивной модуляции.

**Adaptive Modulation:** Функция адаптивного управления модуляцией служит для автоматического регулирования параметров кодирования на основе отношения сигнала несущей частоты к сигналу помеха+шум (CINR).

- **Enable:** При установленном флажке  активизируется функция автоматической адаптивной модуляции для входящих и исходящих потоков.
- **Default DIUC:** Установите значение по умолчанию для исходящего от базовой станции потока. Действительно только при выключенной функции адаптивной модуляции.
- **Default UIUC:** Установите значение по умолчанию для входящего в базовую станцию потока. Действительно только при выключенной функции адаптивной модуляции.

**Thresholds:** Установите значения порогов адаптивной модуляции (дБ) для каждой из схем модуляции. Единицей измерения порогов является отношение сигналов несущая/(помеха+шум) (CINR). Используется только в режиме включенной адаптивной модуляции.

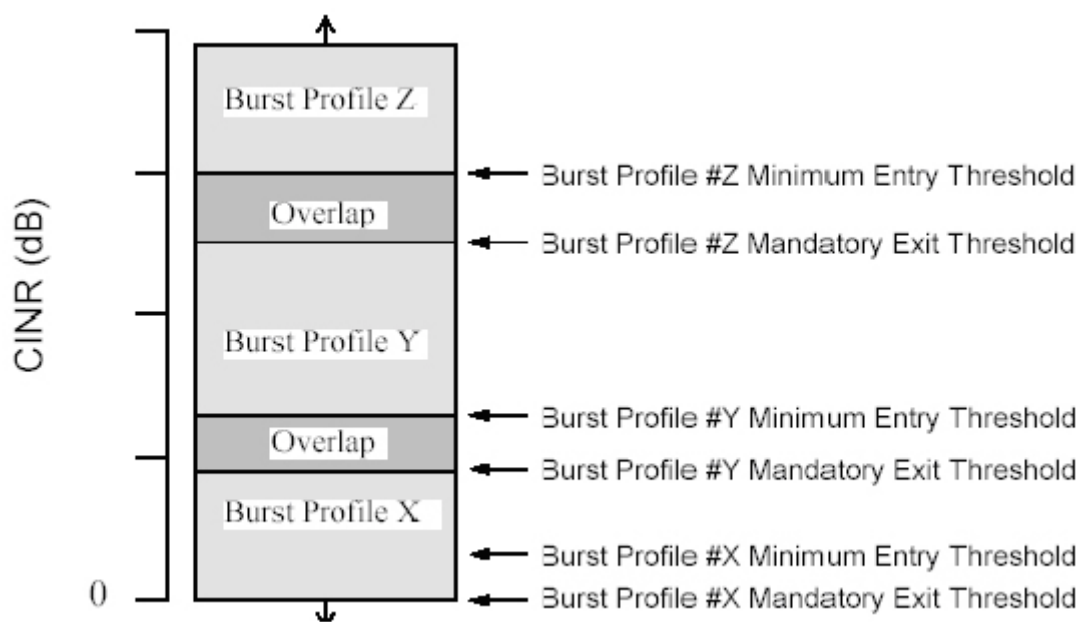


Рис.33. Базовая станция - установка параметров Burst Profile (профиль пакета)

Существуют два поля (столбца) ввода данных для настройки каждого из порогов.

- Mandatory Exit Threshold - Значение порога принудительного выхода (левое поле)
- Minimum Entry Threshold – Значение минимального порога вхождения (правое поле)

Методика установлена стандартом, а настройки определяются для каждой конкретной реализации. Параметры профиля пакетов (Burst profiles) устанавливаются на основе стандартов P802.16-REVd/D2-2003 – Таблицы 271,276:

- RS & CS по умолчанию активизируются.
- BTC/CTC не доступны.

**Backoff** (отсрочка): Установите периоды отсрочки передачи при определении дальности и при возникновении конфликтов передачи. Выражается в степени числа 2 в диапазоне от 0 до 15.

- **Rng Backoff Start:** Установите начальный размер окна отсрочки при конфликте исходного определения дальности.
- **Rng Backoff End:** Установите конечный размер окна отсрочки при конфликте исходного определения дальности.
- **Backoff Start:** Установите начальный размер окна отсрочки при конфликтах данных и запросов на передачу.
- **Req Backoff End:** Установите конечный размер окна отсрочки при конфликтах данных и запросов на передачу.

**SS Maximum Range:** Установите максимальную рабочую дальность абонентской станции.

**Privacy:** поля TEK\_0 и IV\_0 представляют собой совокупность ключей шифрования и векторов инициализации для схемы шифрования DES. У базовой станции и соответствующих абонентских комплексов должны быть одни и те же установки и ключи шифрования трафика.

- **Enable:** При установленном флажке  активизируется функция подуровня защиты. Если флажок не установлен, то данные будут передаваться по радиоканалу без шифрования. Чтобы базовая и абонентская станции могли обмениваться данными, они должны иметь одинаковые установки.
- **EKS:** Encryption Key Sequence (последовательность ключей кодирования).
- **AK Lifetime:** Время жизни ключа авторизации.
- **TEK Lifetime:** Время жизни ключа шифрования трафика.
- **TEK\_0:** Введите 8 любых шестнадцатеричных значений от 00 до FF (в результате получится шестнадцатеричная величина в диапазоне от 0 до FFFFFFFFFFFFFFFF).
- **IV\_0:** Введите 8 любых значений от 00 до FF (в результате получится величина в диапазоне от 0 до FFFFFFFFFFFFFFFF).

В данной версии активны только параметры TEK\_0 и IV\_0.

### Элементы управления окна конфигурирования

Используйте эти элементы для сохранения, отмены и настройки параметров на значения по умолчанию (рис. 34)



Рис.34. Базовая станция - элементы управления окна RF/PHY/MAC

**Save:** Щелкните на “Save” чтобы сохранить текущие установки.

**Cancel:** Щелкните на “Cancel” чтобы отменить все произведенные изменения.

**Default:** Щелкните на “Default” чтобы установить во все полях заводские настройки по умолчанию.

### 6.3.2 Базовая станция – страница MAC/PHY/RF Dynamic Configuration

Щелкните на *Dynamic Config* в системном меню (в левой части окна) для отображения страницы динамического конфигурирования **MAC/PHY/RF (MAC/PHY/RF Dynamic Config)**. На данной странице допускаются только те изменения параметров, после которых не требуется перезагрузка системы.

Для подробностей см. описание полей окна **MAC/PHY/RF Configuration**.

The screenshot displays the 'MAC/PHY/RF Dynamic Configuration' window, organized into three main sections: RF parameters, PHY parameters, and MAC parameters.

**RF parameters:**

- Channel: 3440000 [KHz]
- Transmission Output Power: 0 dBm, with a checked box for 'SS Tx Power Control Enable'.
- Receiving Power (RSSI): [ ] dBm

**PHY parameters:**

- Band: Multiple of 1.75MHz
- BW: 7 MHz
- CP: 1/4
- Modulation: PSK(4.80, 7.20); 16QAM(9.60, 14.40); 64QAM(19.20, 21.60) Mb

**MAC parameters:**

- Channel Id: ab (hex)
- Thresholds [dBm] (adjusted with a step of 0.375):**

64QAM(3/4) => 64QAM(2/3)	23.25	64QAM(3/4) <= 64QAM(2/3)	24.00
64QAM(2/3) => 16QAM(3/4)	19.13	64QAM(2/3) <= 16QAM(3/4)	19.88
16QAM(3/4) => 16QAM(1/2)	16.50	16QAM(3/4) <= 16QAM(1/2)	17.25
16QAM(1/2) => QPSK(3/4)	11.25	16QAM(1/2) <= QPSK(3/4)	12.00
QPSK(3/4) => QPSK(1/2)	8.63	QPSK(3/4) <= QPSK(1/2)	9.38
- Frame Profile:** Size 256, DL Ratio 60 %, Adaptive DL/UL Ratio (unchecked)
- Backoff:** Rng Backoff Start 2, Rng Backoff End 4, Req Backoff Start 3, Req Backoff End 5
- Adaptive Modulation:** Enable (checked), Default DL/UL 5, Default UL/UL 3
- Privacy:** Enable (unchecked), EKS 0, AK Lifetime 31536000 sec, TEK Lifetime 12960000 sec. Below these are fields for TEK\_0-3 and IV\_0-3.

At the bottom of the window are three buttons: 'Save', 'Previous', and 'Default'.

Рис.35. Базовая станция - окно Dynamic Configuration

## 6.4 Базовая станция – окна средств администрирования

### Базовая станция – окно Network Setting

Щелкните на *Network Settings* в системном меню (левая часть экрана) для отображения и редактирования системных параметров, установок адресов Ethernet LAN и параметров радиоканала.

The screenshot shows the 'Network Setting' window with the following configuration:

- Data/Management Ethernet Ports:**  Integrated,  Separated
- IP Address Assignment:**
  - Dhcp Enable:
  - IP Address: 172 . 25 . 10 . 202
  - Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0
  - Gateway: 192 . 168 . 25 . 100
  - Time Server: 0 . 0 . 0 . 0
- DHCP Relay for SS:**
  - DHCP Server:  SC DHCP Server
  - IP Address: 128 . 128 . 128 . 128
- HTTP Enable:**  HTTP Port: 80
- Telnet Enable:**  Telnet Port: 23
- SNMPv1 Enable:**
- SNMPv3 Enable:**
- IP Fragment on SM CID:** Enable  Size: 1500
- CPE to CPE communication:** Enable
- Web page refresh timeout:**
  - General Information: 30 [sec]
  - SS Information: 30 [sec]
  - SF Information: 30 [sec]
  - Ethernet Statistics: 30 [sec]
  - System Log: 30 [sec]

Buttons at the bottom: Save, Cancel, Default.

Рис.36. Базовая станция - окно Network Setting

#### Network Setting (Сетевые настройки)

**Data/Management Ethernet Ports:** Выберите режим работы портов передачи данных *Data* и управления *Mgt*.

- **Integrated:** Порт *Data* используется как для передачи данных, так и для внутриканального управления сетью. Порт *Mgt* не активизирован (выключен).
- **Separated:** Порт *Data* используется только для передачи данных. Порт управления *Mgt* служит только для управления, данные из него не поступают в радиоканал.
- *Примечание.* Если каналы передачи данных и управления находятся в разных подсетях, то следует устанавливать только значение *Separated*.



## **IP Address Assignment (Присвоение IP адресов)**

- **DHCP Enable:** При установленном флажке  активизируется служба динамического распределения IP адресов (DHCP).
- **IP Address:** Сетевой адрес базовой станции.
- **IP Subnet Mask:** Маска подсети базовой станции.
- **Gateway:** IP адрес шлюза по умолчанию на локальном сегменте Ethernet.
- **Time Server:** IP адрес сервера RFC-868(TIME). Базовая станция использует протокол UDP для этой службы.

## **DHCP Relay for SS (Трансляция DHCP для абонентских станций)**

Данные установки действительны только при включенной функции DHCP.

- **SC DHCP Server:** Щелкните на этой кнопке для установки базовой станции в качестве DHCP сервера для абонентских станций. Альтернативно, для установки IP адреса локального сервера DHCP щелкните по кнопке напротив IP адреса.

## **HTTP Enable (Активизация HTTP)**

- **HTTP Enable:** При установленном флажке  конфигурирование осуществляется с помощью интерфейса HTTP. Протокол HTTP используется для подключения к удаленным устройствам, обычно через порт 80. После установления соединения посредством web-браузера можно зарегистрироваться в системе и просмотреть или установить параметры конфигурирования с помощью web-интерфейса.

## **Telnet Enable (Активизация Telnet)**

- **Telnet Enable:** Установите флажок  для активизации доступа к конфигурированию системы посредством сессии Telnet. Telnet используется для подключения к удаленным устройствам, обычно через порт 23.

## **SNMP v1 / SNMPv3 Enable (Активизация SNMP v1 / SNMPv3)**

- **SNMPv1 Enable:** Установить флажок  для конфигурирования с использованием агента SNMPv1 (см. главу «Сетевое управление» на стр .....).
- **SNMPv3 Enable:** Установить флажок  для конфигурирования с использованием агента SNMPv3 (см. главу «Сетевое управление» на стр .....).

## **IP fragment on SM CID Enable (Активизация IP фрагментации)**

- **Enable:** Установите флажок  для ручного ввода размеров IP фрагментов радиоканала.
- **Size:** Введите размер IP фрагмента.

## **CPE to CPE Communication (Соединение CPE-CPE)**

- **Enable:** Установите флажок  для разрешения соединения между конечными пользователями на разных абонентских станциях.

## **Web Page Refresh Timeout (Периодичность обновления данных web-страницы)**

Установите время обновления данных на окнах мониторинга web-интерфейса.

- **General Information:** Период обновления основной системной информации, адресов Ethernet LAN и параметров радиоканала.
- **SS Information:** Период обновления системной информации, адресов Ethernet и статистики радиоканалов активных абонентских станций.

- **SF Information:** Период обновления настроек пользовательских потоков и статистики абонентской станции.
- **Ethernet Statistics:** Период обновления информации о прохождении пакетов через порт *Data Ethernet* (входной) и радио- (выходной) интерфейсы.
- **System Logs:** Период обновления записей в системном журнале регистраций сообщений.

### **Элементы управления окна конфигурирования системы**

**Save:** Щелкните на “Save” чтобы сохранить текущие установки.

**Cancel:** Щелкните на “Cancel” чтобы отменить все произведенные изменения.

**Default:** Щелкните на “Default” чтобы установить во все полях заводские настройки по умолчанию.

## 6.4.2 Базовая станция – окно Software Upgrade

Щелкните на **Software Upgrade** в меню (в левой части окна) для загрузки обновленного программного обеспечения (ПО) системы с удаленного сервера

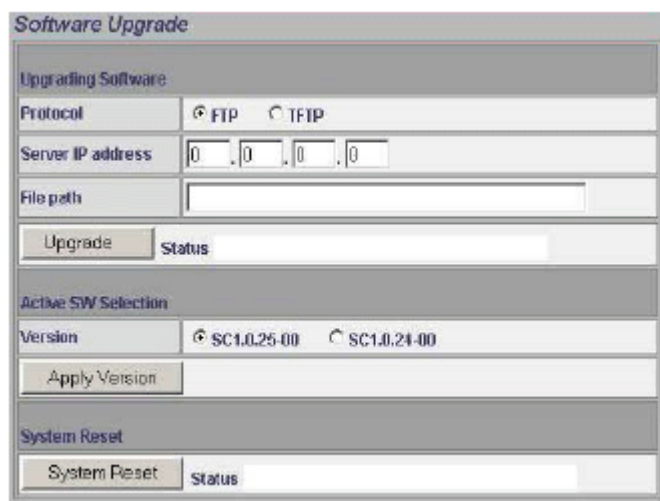


Рис.37. Базовая станция - окно Software Upgrade

### **Upgrading Software (Обновление ПО)**

**Protocol:** Выберите тип сервера, щелкнув на нужной кнопке:

- **FTP:** Для загрузки используется протокол FTP.
- **TFTP:** Для загрузки используется протокол TFTP.

**Server IP Address:** Введите адрес сервера TFTP.

**File Path:** Введите путь и имя загружаемого системного ПО.

**Upgrade:** Щелкните на кнопке “Upgrade”, чтобы запустить процесс загрузки ПО.

**Status:** Отображает текущее состояние процесса загрузки ПО.

### **Active SW Selection (Выбор активного ПО)**

**Version:** Всякий раз при перезагрузке системы выберите щелчком мыши ПО для загрузки.

**Apply Version:** Щелкните на этой кнопке для активизации выбора.

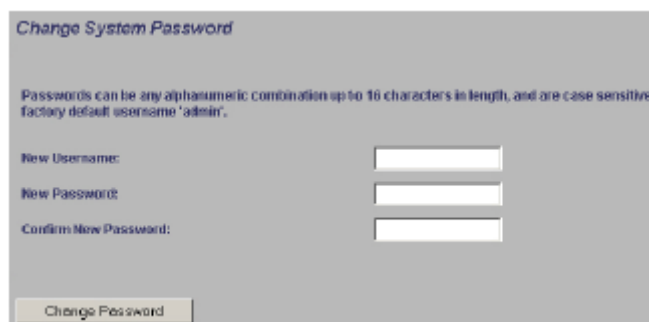
### **System Reset (Перезапуск системы)**

**System Reset:** Щелкните на этой кнопке для перезапуска системы.

**Status:** Отображает текущее состояние процесса перезапуска.

### 6.4.3 Базовая станция – окно Change System Password

Щелкните на *System Password* в меню (левая часть экрана) для изменения пароля или добавления новых пользователей.



Change System Password

Passwords can be any alphanumeric combination up to 16 characters in length, and are case sensitive. factory default username 'admin'.

New Username:

New Password:

Confirm New Password:

Change Password

Рис.38. Базовой станция - окно Change System Password

#### **Системный пароль**

**New Username:** Введите новое имя пользователя

**New Password (Новый пароль):** Введите новый пароль.

**Confirm New Password:** Повторите ввод нового пароля.

**Change Password:** Щелкните для сохранения нового имени пользователя и пароля.

## **7 Web-интерфейс абонентской станции (SS)**

### **7.1 Абонентская станция – системное меню**

Если пользователь успешно зарегистрировался в системе, то на экране отображается страница с основной информацией - General Information. Слева на экране отображается меню со всеми имеющимися окнами конфигурирования и контроля. Чтобы открыть нужное окно, наведите указатель мыши на пункт с синим текстом и щелкните по нему.

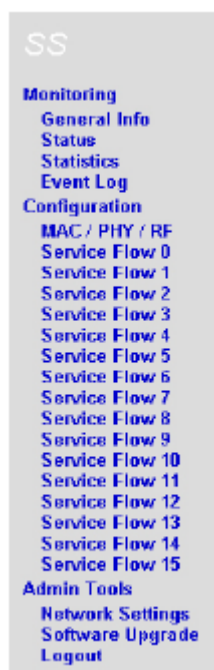


Рис.39. Абонентская станция – пользовательское меню

Администратор (admin) пользуется неограниченным доступом ко всем графическим интерфейсам. Остальные пользователи имеют ограниченный доступ. Более подробная информация содержится в таблице ниже.

Чтобы завершить текущую сессию, щелкните на синей строчке Logout.

<b>Таблица 24: Графические интерфейсы абонентской станции</b>				
<b>Графический интерфейс</b>	<b>Название окна</b>	<b>Административный доступ</b>	<b>Пользовательский доступ</b>	<b>Описание</b>
Monitoring	General Info	X	X	Просмотр общей системной информации, установок адресов Ethernet LAN и настроек радиоканала.

	Status	X	X	Просмотр системной информации, установок адреса Ethernet и статистики радиоканалов активных пользовательских станций.
	Statistics	X	X	Просмотр статистики Ethernet и радиоканала.
	Event log	X	X	Просмотр сообщений о событиях и ошибках системы.
MAC/PHY/RF Configuration	MAC/PHY/RF	X		Просмотр и изменение параметров RF, PHY и MAC для радио интерфейсов.
	Service Flow 0	X		Просмотр и изменение установок пользовательского потока 0.
	Service Flow 15			Просмотр и изменение установок пользовательского потока 15.
Administration Tools	Software Upgrade	X		Загрузка и установка нового системного ПО.
	Network settings	X		Изменение паролей, конфигурирование настроек порта Ethernet и установка периодичности обновления информации в окнах мониторинга.
Logout		X		Выход из системы

## 7.2 Абонентская станция – окна мониторинга

### 7.2.1 Абонентская станция – окно General Info

Щелкните на *General Info* в системном меню (левая часть экрана) для отображения общей системной информации, адресов Ethernet LAN и настроек радиоканала. На данной странице также отображаются светодиодные индикаторы передней панели.

Страница System Information не позволяет вводить пользовательские данные. Отображаемая в этом окне информация может быть изменена с помощью отдельных окон конфигурирования, описанных в следующих разделах.

Wireless		Data Ethernet			System	
Link	Signal	Link	100	FD	Pwr	Fault
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>System</b>						
System Name	Sector Controller					
Product Serial Number	3021-0002-00003					
Software Version	SC1.0.31.00					
Radio Type	Board ID 1, Firmware version 0					
Time Since System Start	C3:31:03					
<b>Management Port</b>						
Ethernet MAC Address	00:09:02:00:32:e5					
IP Address	172.25.10.202					
IP Subnet Mask	255.255.255.0					
Default Gateway Address	192.168.25.100					
<b>Wireless</b>						
Number of connected SS	1					

Рис.40. Абонентская станция - окно General Information

### **System (Система)**

**System Name:** Уникальное имя, присваиваемое пользователем терминальному блоку.

**Product Serial Number:** Автоматически определяемый серийный аппаратный номер.

**Software Version:** Текущая версия ПО.

**Time Since System Start:** Общее время работы после последнего включения/перезапуска системы.

### **Management Port (Порт управления)**

**Ethernet MAC Address:** Адрес Ethernet абонентской станции.

**IP Address:** Адрес IP абонентской станции.

**IP Subnet Mask:** Маска подсети абонентской станции.

**Default Gateway Address:** IP Адрес маршрутизатора/шлюза по умолчанию на локальном сегменте Ethernet. Данное поле можно оставить незаполненным.

### **Wireless (Параметры радиоканала)**

**RF:**

- **Rx Quality (CINR):** Отношение сигналов несущая/(помеха+шум)
- **Tx Power:** Отображает текущие установки мощности передатчика.

Если базовая станция осуществляет автоматическое управление мощностью передачи абонентской стороны, то это значение может не соответствовать установкам в окне MAC/PHY/RF Configuration.

**Network Status:** Отображает состояние соединения после согласования параметров с базовой станцией.

- **Scanning:** Полоса частот сканирования базовой станции.
- **Established:** Соединение установлено.

**Connections:** Сводка статистики пользовательских потоков.

- **Provisioned:** Общее число зарегистрированных пользовательских потоков.
- **Active:** Общее число пользовательских потоков с активным трафиком.

**Traffic:** Сводка статистики трафика.

- **Downlink:** Скорость трафика в направлении к абонентской станции (Кбит/сек).
- **Uplink:** Скорость трафика в направлении к базовой станции (Кбит/сек).

## 7.2.2 Абонентская станция – окно Status

Щелкните на *Status* в меню (левая часть экрана) для просмотра информации и статистики управления радиоканалом, а также статистики входящих и исходящих пользовательских потоков.

Status									
Link	PHY RSSI / CINR	RF RSSI	Tx Power	Freq Offs	CRC / HDR	MAC Rsts	Frames/s	Lost Fr	
UP	-12.0 dBm / 23.3dB	-68.0 dB	5.0 dBm	.6	5/2	1	80	0	
Mgmt	CD	DRAC	Δ Tx Time	Δ Tx Power	Gap				
Cont	0x0000	5/5	-554	0.0 dB	0/5				
Basic	0x0001								
Prim	0x1001								
Sec	0x2001								
SF	CDs	Downlink				Uplink			
		packs/s	Min kbits/s	kbits/s	Max kbits/s	packs/s	Min kbits/s	kbits/s	Max kbits/s
0	0x4000, 0x5000	1%	200	100	20000	11	200	800	20000
1			520		07100				20000
2			520		07100		1		20000
3			520		07100		1		20000
4			520		07100		1		20000
5			520		07100		1		20000
6			520		07100		1		20000
7			520		07100		1		20000
8			520		07100		1		20000
9			520		07100		1		20000
10			520		07100		1		20000
11			520		07100		1		20000
12			520		07100		1		20000
13			520		07100		1		20000
14			520		07100		1		20000
15			520		07100		1		20000
DC	0x7FFF	0		0					
Total Traffic		1%		100		11		800	

Рис.41. Абонентская станция - окно Status

### Link Status (Состояние соединения)

**Link:** Состояние соединения:

- **UP:** Соединение установлено.
- **DOWN:** Соединение не установлено.

**PHY RSSI/CINR:** Значения RSSI (дБм) и CINR (дБ), измеренные на уровне PHY.

**RF RSSI:** Мощность принимаемого сигнала (дБм).

**Tx Power:** Выходная мощность передатчика (дБм).

**Freq Offs:** Частотный разнос.

**CRC/HDR:** Общее количество кадров с соответствующей структурой кадра, но с ошибками CRC и HDR. Для каждого параметра приводится отдельная статистика.

**MAC Rsts:** Общее количество вынужденной повторной инициализации MAC уровня.

**Frames/s:** Общее количество передаваемых кадров в секунду по радиоканалу.

**Lost Fr:** Общее количество потерянных кадров.

### Mgmt (Управление)

**CID:** идентификатор соединения

- **Cont:** Конфликтный ID.
- **Basic:** ID основного управления.
- **Primary:** ID первичного управления.
- **Secondary:** ID вторичного управления.

**DIUC:** Код использования интервалов входящих/исходящих потоков, назначенный для DL-MAP.

Δ **Tx Time:** Подстройка временного смещения, учитывающего дальность от базовой станции.

Δ **Tx Power:** Подстройка мощности передатчика с учетом дальности от базовой станции.

**Gaps:** Значения временных установок передачи/приема.

### **SF (Пользовательские потоки)**

Для каждого из 16 пользовательских потоков приводится следующая статистика:

**SF:** Пользовательский поток (от 0 до 15).

**CIDs:** Идентификатор соединения для данного пользовательского потока.

#### **Downlink**

- **Packs/s:** Скорость входящего трафика (пакетов/сек).
- **Min. Kbits/s:** Минимальная скорость входящего трафика (бит/сек).
- **Kbits/s:** Текущая скорость входящего трафика (бит/сек).
- **Max. Kbits/s:** Максимальная скорость входящего трафика (бит/сек).

#### **Uplink**

- **Packs/s:** Скорость исходящего трафика (пакетов/сек).
- **Min. Kbits/s:** Минимальная скорость исходящего трафика (бит/сек).
- **Kbits/s:** Текущая скорость исходящего трафика (бит/сек).
- **Max. Kbits/s:** Максимальная скорость исходящего трафика (бит/сек).

#### **BC: (Broadcast)**

- **CIDs:** Идентификатор соединения для данного пользовательского потока.
- **Kbits/s:** Общая скорость входящего трафика (бит/сек).
- **Packs/s:** Общая скорость исходящего трафика (пакетов/сек).

#### **Total Traffic**

- **Packs/s:** Общая скорость входящего трафика (пакетов/сек).
- **Kbits/s:** Общая скорость входящего трафика (бит/сек).
- **Packs/s:** Общая скорость исходящего трафика (пакетов/сек).
- **Kbits/s:** Общая скорость исходящего трафика (бит/сек).



## 7.2.3 Абонентская станция – окно Statistics

Для просмотра данных статистики щелкните на *Statistics* в меню (в левой части экрана).

SF	DL packs	DL bytes	UL packs	UL bytes	DL naks	DL errs	UL naks	UL rets	DSx Req	DSx Rsp
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC	0	0								
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Summary labels: BW Req Piggybacks: 0, RNG: 0, SBC: 0, REG: 0

Clear Counters

Рис.42. Абонентская станция - окно Statistics

### Пользовательские потоки

**SF:** Идентификатор пользовательского потока

**DL packs:** Скорость входящего (в абонентскую станцию) трафика (пакетов/сек).

**DL bytes:** Скорость входящего трафика (байт/сек).

**UL packs:** Скорость исходящего (от абонентской станции) трафика (пакетов/сек).

**UL bytes:** Скорость исходящего трафика (байт/сек).

**DL naks:** Отрицательные подтверждения во входящем потоке.

**DL errs:** Ошибки во входящем потоке.

**UL naks:** Отрицательные подтверждения в исходящем потоке.

**UL rets:** Повторы передачи в исходящем потоке.

**DSx Req:** Запрос на создание пользовательского потока.

**DSx Rsp:** Ответ на запрос о создании пользовательского потока.

**BC:** Широковещательные потоки

**BW Req:** Запросы на пропускную способность.

**Piggybacks:** Запросы, совмещенные с другими сообщениями.

**RNG:** Запросы на определение дальности.

**SBC:** TBA.

**REG:** Зарегистрированные запросы на пользовательские потоки.

### Элементы управления

**Clear Counters:** Установка всех параметров на 0.

## 7.2.4 Абонентская станция - окно Event Log

Щелкните на *Event Log* в системном меню (левая часть экрана) для просмотра сообщений о событиях и ошибках системы, зарегистрированных в терминальном блоке.



Рис.43 Абонентская станция - окно Event Log

Полный список сообщений представлен на стр. ... в разделе 8.5 «Журнал системных сообщений».

## 7.3 Абонентская станция – Web интерфейс

### 7.3.1 Абонентская станция - окно MAC/PHY/RF Configuration

Щелкните на *MAC/PHY/RF* в меню (левая часть окна) для просмотра и внесения изменений в параметры RF, PHY и MAC. Некоторые изменения, внесенные в поля данного интерфейса, вступают в силу после перезагрузки системы.

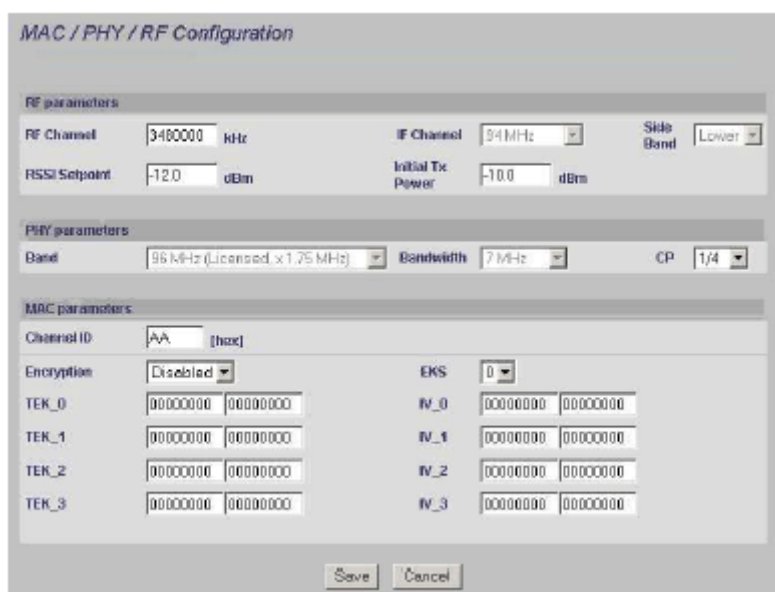


Рис.44. Абонентская станция - окно MAC/RF/PHY Configuration

Для сохранения всех изменений, произведенных в таблице, используется кнопка “Save” внизу. Операция сохранения изменений регистрируется в журнале системных сообщений.

## **RF parameters**

Поля секции *RF parameters* используются для установки параметров каналов, уровня мощности в начале передачи и предполагаемого уровня мощности на приеме.

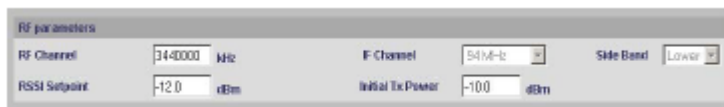


Рис.45. Абонентская станция – окно RF parameters

**RF Channel:** Установите параметры рабочего канала системы. Для приемопередатчиков 3,4 ГГц – 3,5 ГГц средняя частота несущей устанавливается по шкале начиная с 3403,500 МГц, и пошагово изменяется на 250 кГц (например, 3403,750 МГц, 3404,0 МГц, 3404,250 МГц).

Центральная частота несущей канала рассчитывается по формуле:

$$CF = 3400 + (C/2) + S * n \text{ до } 3500 - (C/2)$$

Где:  
 $n=0,1,2,3,\dots$   
С равно полосе частот канала  
S = размер шага (постоянная величина 250кГц)

Рис.46. Формула для расчета частоты канала

**IF Channel:** Выбор частоты канала для установления связи между терминальным блоком и приемопередатчиком. Данное значение устанавливается производителем и не должно изменяться.

**Sideband:** Выберите рабочий режим или режим тестирования.

- **Lower** – Порт ПЧ терминального блока подключен к порту ПЧ приемопередатчика. Это нормальная рабочая установка.
- **Upper** – Порт ПЧ терминального блока подключается к порту ПЧ другого терминального блока. Данная установка применяется только для тестирования.
- **ВАЖНО:** По кабелю ПЧ передается постоянное напряжение питания. Во избежание повреждения порта ПЧ терминального блока, схема тестирования должна включать компонент блокировки постоянного тока.

**RSSI Setpoint:** Значение RSSI приемника (дБм). Оптимальное рабочее значение, установленное производителем -12 дБм, которое не подлежит изменению.

**Initial Tx Power:** Установить уровень мощности передатчика пользовательской станции при начальном подборе по дальности. Если установлено слишком низкое значение, то абонентская станция автоматически увеличит значение мощности при подборе по дальности. Если на базовой станции активизирована функция **subscriber station Tx Power Control**, то базовая станция автоматически отрегулирует уровень мощности передачи пользовательской станции сразу после установления соединения.

## PHY parameters

В секции *PHY parameters* устанавливаются тип разделения полосы частот на каналы в соответствии с системными профилями уровня PHY OFDM рекомендации 802.16, полосы частот радиоканала и защитного интервала.



Рис.47. Абонентская станция – окно PHY Parameters

**Band:** Установите тип разделения полосы частот на каналы в соответствии с системными профилями PHY OFDM рекомендации 802.16.

**BW:** Выберите полосу частот радиоканала. Диапазон значений в ниспадающем окне: 3,5 МГц, 7 МГц и 14 МГц.

**CP:** Выберите значение защитного интервала (циклического префикса, cyclic prefix – CP). Для более коротких защитных интервалов соответственно должны изменяться паузы (gaps). В ниспадающем меню выбираются значения: 1/4, 1/8, 1/16, и 1/32.

## MAC parameters

В секции *MAC parameters* устанавливается ID канала и параметры защиты.

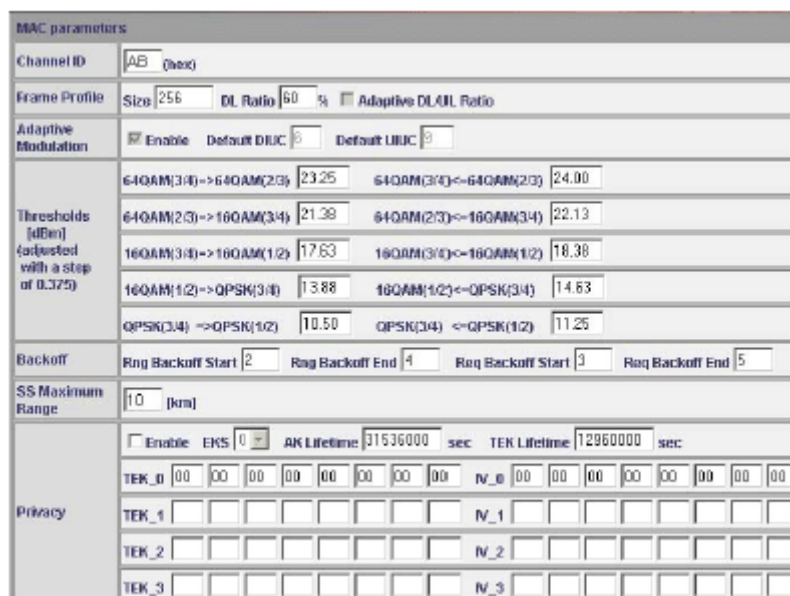


Рис.48. Абонентская станция - окно MAC Parameters

**Channel ID:** Установите значение идентификатора, по которому различаются входящие в базовую станцию каналы. Все абонентские станции используют общий исходящий от базовой станции канал.

**Encryption:** Установите статус функции защиты.

- **Disabled:** Функция безопасности не активизирована.
- **Enabled:** Функция безопасности активизирована.
- **EKS:** Последовательность ключей кодирования. В данной версии активны только параметры TEK\_0 и IV\_0.

**ТЕК\_0:** Вводятся любые 8 шестнадцатеричных значений от 00 до FF (в результате получится значение в диапазоне от 0 до FFFFFFFF).

- **IV\_0:** Вводятся 8 любых значений от 00 до FF (в результате получится значение в диапазоне от 0 до FFFFFFFF).

### Элементы управления окна MAC/RF/PHY Configuration

Данные элементы используются для сохранения или отмены внесенных изменений.

**Save:** Щелкните на кнопке “Save” для сохранения введенных значений.

**Cancel:** С помощью данной кнопки можно отменить все введенные, но не сохраненные установки.

## 7.3.2 Абонентская станция – окно Service Flow Configuration

Щелкните на *Service Flow* (от Service Flow 0 ... до Service Flow 15) в меню (левая часть экрана) для просмотра и редактирования настроек конфигурации пользовательского потока. Передача всего трафика осуществляется по одному из 16 пользовательских потоков.

Рис.49. Абонентская станция - окно Service Flow Configuration

### Service Flow Configuration

**Service Flow Status:** Выбрать состояние данного пользовательского потока.

- **Enabled:** Поток услуг активен.
- **Disabled:** Поток услуг не активен.

**CS Type:**

- **Packet, 802.3:**
- **Packet, IPv4:**
- **Packet, 802.1Q:**

**IP Address:** IP адрес, закрепленный за данным пользовательским потоком.

**IP Mask:** Маска подсети, закрепленная за данным пользовательским потоком.

**VLAN ID:** Введите идентификатор VLAN для пользовательского потока.

**Ethernet Addresses:** Пользовательский поток поддерживает множество конечных адресов. Щелкните на кнопке configure, чтобы открыть окно конфигурирования адресов.



Рис.50. Абонентская станция – окно Service Flow 0 Packet 802.3 Address Configuration

- **Add:** Введите адрес Ethernet (MAC) и щелкните на “Add”. Чтобы ввести несколько MAC адресов, повторите операцию.
- **Delete:** Щелкните на поле address, в появившемся меню выберите адрес, подлежащий удалению и щелкните на “Delete”.
- **Close:** Щелкните на “Close”, чтобы закрыть окно.

**High Port Limit:** Используется при определении диапазона адресов порта. Установите верхнюю границу адресов порта.

**Low Port Limit:** Используется при определении диапазона адресов порта. Установите нижнюю границу адресов порта.

### **Downlink/Uplink**

**ARQ Support:** Установите флажок  для активизации функции ARQ.

**Fragmentation:** Установите флажок  для активизации функции фрагментации пакетов.

**Packing:** Установите флажок  для активизации функции уплотнения (packing).

**ARQ Life Time:** Установите максимальный интервал для ARQ на ожидание подтверждения передачи блока данных (перед удалением).

**ARQ Window Size:** Установите максимальное число неподтвержденных автоматических запросов на повторную передачу (ARQ) блоков данных. Блок ARQ считается неподтвержденным, если он был передан хотя бы один раз, а подтверждения получено не было.

**Priority (0...7):** Установите приоритет для данного пользовательского потока. Из двух идентичных потоков с одинаковыми параметрами QoS поток с более высоким приоритетом получит меньшую задержку (latency) и преимущество при буферизации.

**Max. Traffic Rate (bits/sec):** Установите максимальную зарезервированную скорость для пользовательского потока. Скорость выражается в бит/сек и измеряется для блоков PDU на сетевом входе терминального блока. В эту величину не входит служебная информация, такая как MAC заголовки или поля CRC. Данный параметр не ограничивает мгновенную скорость потока на входном порте.

**Min. Traffic Rate (bits/sec):** Установите минимальную зарезервированную скорость для данного пользовательского потока. Базовая станция гарантирует предоставление пропускной способности вплоть до этой величины.

**Max Latency (µs):** Установите максимальное время задержки между получением пакетов по сетевому интерфейсу и отправкой его на радиointерфейс.

### **Характеристики исходящего (от абонентской станции) потока**

**Scheduling Type:** Выберите тип временного регулирования запросов на передачу и продвижения пакетов в направлении к базовой станции.

BE: Уровень обслуживания «с максимальными усилиями». Пропускная способность зависит от неиспользуемой пропускной способности сервиса UGS.

UGS: Доступ без запроса. Пропускная способность реализуется в виде непрерывной серии предоставления разрешений на передачу пакетов данных фиксированной длины.

### **Элементы управления**

Данные кнопки используются для сохранения или отмены изменений, внесенных в параметры полей.

**Save:** Щелкните на кнопке “Save” чтобы сохранить введенные установки и их активизировать.

**Cancel:** С помощью кнопки “Cancel” можно отменить все введенные, но не сохраненные данные.

## **7.4 Абонентская станция – окна средств администрирования**

### **7.4.1 Абонентская станция – окно Software Upgrade**

Щелкните на *Software Upgrade* в меню (в левой части окна) для загрузки нового системного ПО с удаленного сервера.

File Location	
TFTP Server IP Address	172.16.20.111
File Path	

Status	
Upload	
TFTP	
File Image	
Programming	

Upgrade

Activation	
Current Version (0)	1.0.68-01
Alternate Version (1)	1.0.67-01

System Reset    Apply Version

Рис.51. Абонентская станция – окно Software Upgrade

### **File Location:**

**TFTP Server IP Address:** Введите адрес TFTP сервера.

**File Path:** Путь и имя загружаемого программного продукта

### **Status**

**Upload:** Отображает текущее состояние процесса загрузки ПО.

**TFTP:** Текущее состояние соединения TFTP.

**File image:** Результат вычисления CRC для загруженного системного ПО.

**Programming:** Отображает текущее состояние процесса загрузки и сохранения ПО.

**Upgrade:** Щелкните на кнопке “Upgrade” для начала загрузки ПО.

## Activation

Щелкните на кнопках с альтернативным выбором для установки версии системного ПО, используемого при начальной загрузке.

**System Reset:** Щелкните на этой кнопке для перезапуска терминального блока.

**Apply Version:** Щелкните на этой кнопке для активизации выбранной версии.

## 7.4.2 Абонентская станция – окно сетевых настроек

Щелкните на *Admin Tools* (инструменты администрирования) в меню (левая часть экрана) для изменения паролей, конфигурирования настроек порта и задания периода обновления окон мониторинга.

System Password		
Old Password	<input type="text"/>	
New Password	<input type="text"/>	
Repeat New Password	<input type="text"/>	<input type="button" value="Submit"/> <input type="button" value="Clear"/>

Configuration Port Settings		
	New Values	Current Values
Station MAC Address	<input type="text" value="00-09-02-00-00-02"/>	<input type="text" value="00-09-02-00-00-02"/>
IP Address	<input type="text" value="172.16.20.12"/>	<input type="text" value="172.16.20.12"/>
IP Subnet Mask	<input type="text" value="255.255.255.0"/>	<input type="text" value="255.255.255.0"/>
Default Gateway Address	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="button" value="Submit"/>

Monitoring	
Auto-refresh Interval	<input type="text" value="3"/> seconds <input type="button" value="Submit"/>

Direct Commands	
<input type="button" value="Reset to Factory Defaults"/>	<input type="button" value="System Reset"/>

Рис.52. Абонентская станция – окно сетевых настроек

### System Password

**Old Password:** Введите текущий пароль

**New Password:** Введите новый пароль.

**Repeat New Password:** Повторно введите новый пароль.

**Clear:** Очистить все поля паролей

**Submit:** Сохранить настройки нового пароля.

### Monitoring

**Auto Refresh Interval:** Введите период обновления окон мониторинга абонентской станции (в секундах).

**Submit:** Сохранить настройки периода автоматического обновления.

### Direct Commands

**Reset to Factory Defaults:** Перезапустить систему для восстановления заводских настроек по умолчанию..

**System Reset:** Перезапустить систему. Эквивалентно короткому нажатию кнопки перезапуска.



## 8. Поиск и устранение неисправностей

### 8.1 Заводские настройки по умолчанию

В таблице ниже приведены некоторые важные заводские настройки для терминального блока Nateks-Multilink 3

Таблица 25: Заводские настройки по умолчанию		
Пункт	Базовая станция	Абонентская станция
IP Address	192.168.25.2	192.168.25.3
Subnet Mask	255.255.255.0	255.255.255.0
Gateway	0.0.0.0	0.0.0.0
IF Channel	94 МГц	94 МГц
Rx Setpoint	N/A	-12 дБм
Side Band	N/A	LOWER
Tx power	14 дБм	14 дБм
Encryption	Disabled / no key (Неактивировано / ключ отсутствует)	Disabled / no key (Неактивировано / ключ отсутствует)
User Name	admin	admin
Password	admin	admin

### 8.2. Диагностика по индикаторам на передней панели

На передней панели терминального блока находятся светодиодные индикаторы (LED), предназначенные для мониторинга работы системы и облегчающие поиск и устранение неисправностей.



Рис.53. Передняя панель Nateks Multilink 3

#### 8.2.1 Индикатор питания системы - Pwr

Если индикатор питания *Pwr* не светится непрерывным зеленым светом - питание к блоку не поступает.

Наиболее вероятные причины перечислены в таблице ниже:

Таблица 26: Диагностика системы питания

Признак	Возможная причина	Решение
Индикатор питания Pwr не светится	Выключатель питания находится в положении Off (отключен)	Включите переключатель питания (для источников питания АС.)
	Перегорел предохранитель	Замените предохранитель (запасные предохранители входят в комплект поставки)
	Перепутаны соединения проводов в источнике питания постоянного тока. Диодная защита предотвращает повреждения источника электропитания в данном случае	Подключите провода правильно и проверьте правильность подачи питания на терминальный блок
	Отсоединен кабель питания	Подсоединить кабель питания к терминальному блоку и сетевой розетке электропитания, соблюдая технику безопасности
Индикатор Pwr мигает	Один из источников питания отключен	См. выше

Для замены предохранителя снимите черную пластиковую панель, размещенную рядом с выключателем питания, и вытащите красный патрон с предохранителями. В патроне находятся два активных предохранителя. Замените предохранители на новые того же типа и номинала. Вставьте новые предохранители в нижнюю часть патрона, как показано на рисунке ниже.

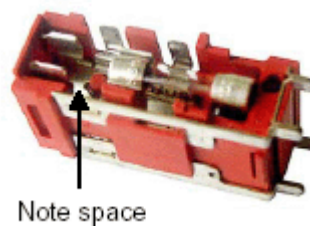


Рис.54. Патрон с предохранителями

## 8.2.2 Индикатор отказа системы - Fault

Красный свет индикатора отказа системы *Fault* указывает на серьезную проблему, возникшую в программном или аппаратном обеспечении системы.

Проверьте кабель ПЧ. Короткое или длинное нажатие кнопки перезапуска могут исправить положение. В противном случае свяжитесь с представителями поставщика по техоб-

служиванию. Обратитесь также к пункту RF Status codes на стр. ... и к описанию окна System Events на стр. ....

### 8.2.3 Индикатор радиоканала - Link

Немигающий зеленый свет индикатора *Link* указывает на установление беспроводного соединения с удаленным терминальным блоком (-ми).

Если индикатор не горит, это означает сбой в радиоканале, передатчике, антенне или же проблемы на пути распространения радиосигнала. Возможные причины неисправностей приведены в таблице ниже.

Обратитесь к журналу событий для дополнительных сведений о неисправностях.

<b>Таблица 27: Диагностика сбоев в радиоканале – индикатор Link</b>		
<b>Признак</b>	<b>Возможная причина</b>	<b>Решение</b>
<p>Не установлено беспроводное соединение</p> <p>Не светится индикатор Link</p>	Удаленный терминальный блок выключен, либо неисправен	Убедитесь в работоспособности удаленного терминального блока
	Препятствия на пути распространения радиосигнала	Удалите препятствия или переместите антенны.
	Неисправен передатчик	Исправьте или замените передатчик
	Антенна не направлена на удаленный терминальный блок	Отрегулируйте ориентацию антенны
	Плохо подсоединен кабель между передатчиком и антенной или между передатчиком и терминальным блоком.	Плотно затяните разъемы
	К приемнику не поступает питание от терминального блока	Исправьте или замените терминальный блок
	Приемник и передатчик настроены на разные частотные каналы	Убедитесь, что оба блока работают на одной частоте радиоканала.
	Не совпадают настройки безопасности.	Проверьте включение/выключение функций безопасности в обеих системах и достоверность ключей.

### 8.2.4 Индикатор радиосигнала - Signal

Непрерывно светящийся индикатор *Signal* указывает на то, что по радиоканалу принимаются данные без ошибок. Нерегулярное мигание не обязательно означает серьезные про-

блемы. При регулярном мигании индикатора обратитесь к следующей таблице, в которой приводятся возможные причины сбоя.

<b>Таблица 28: Диагностика радиосигнала – индикатор Signal</b>		
<b>Признак</b>	<b>Возможная причина</b>	<b>Решение</b>
Слабый радиосигнал – индикатор Signal мигает или не светится	Деградация сигнала вызвана препятствием на пути распространения	Удалите препятствия на пути или переместите антенну.
	Антенна сместилась от сильного ветра	Отрегулируйте ориентацию антенны.
	Плохой контакт в соединении между приемопередатчиком и антенной	Исправьте или замените СВЧ кабель.

## 8.2.5 Индикатор порта данных Ethernet - Link/Act

Мигание индикатора *Link/Act* указывает на успешное соединение по локальной сети с хост-компьютером и передачу трафика.

Если индикатор не светится и/или не мигает, обратитесь к следующей таблице с возможными неисправностями.

<b>Таблица 29: Диагностика порта данных Ethernet – индикатор Link/Act</b>		
<b>Признак</b>	<b>Возможная причина</b>	<b>Решение</b>
Соединение с портом Ethernet не установлено (Индикатор <i>Link/Act</i> не светится).	Плохой контакт в кабеле, соединяющем терминальный блок с компьютером/сервером или коммутатором/маршрутизатором	Проверьте все кабельные соединения
	Неисправно остальное сетевое оборудование (коммутатор/маршрутизатор, хост-компьютер/сервер)	Исправьте или замените неисправное оборудование
	Неисправен процессор	Попытайтесь выполнить короткий либо длинный перезапуск системы

## 8.2.6 Индикатор порта данных Ethernet - 100

Постоянный (немигающий) зеленый свет индикатора *100* указывает на скорость передачи – 100 Мб/с. При работе в режиме передачи 10 Мб/с индикатор не светится.

Если предполагаемая скорость передачи 100 Мб/с, а индикатор не светится, обратитесь к следующей таблице.

**Таблица 30: Диагностика порта данных Ethernet – индикатор 100**

Признак	Возможная причина	Решение
Индикатор Ethernet 100 не светится	Возможно, подключенное устройство Ethernet работает со скоростью 10 Мбит/с	Если порт LAN терминального блока подключен к хосту или серверу, работающим со скоростью 10 Мб/с, необходимо изменить настройки для этих устройств
	Подключенное устройство не сконфигурировано в режиме автосогласования. Терминал не может выполнять согласование для работы в режиме 100 Мб/с и будет работать только со скоростью 10 Мб/с	Необходимо установить в устройстве режим автосогласования

### 8.2.7 Индикатор порта данных Ethernet - FD/Col

Индикатор порта данных FD/Col светится зеленым светом, если порт работает в полнодуплексном режиме. Если порт работает в полудуплексном режиме и возникают коллизии, индикатор будет мигать.

Обычно при подключении к концентратору коллизии носят пульсирующий характер. Коллизии возникают при работе в полудуплексном режиме. В следующей таблице перечислены возможные причины.

**Таблица 31: Диагностика порта данных Ethernet – индикатор FD/Col**

Признак	Возможная причина	Решение
Соединение полудуплексное. Индикатор <i>FD/Col</i> мигает	Коллизия является нормальным явлением при работе в полудуплексном режиме. Однако, если подключенное устройство не настроено на режим автосогласования (ручная установка полнодуплексного режима), то терминальный блок не сможет договориться о полнодуплексном режиме работы и сохранит установку на полудуплексный. Это приводит к появлению ошибок CRC на порте сетевого устройства.	Измените конфигурацию от жестко заданного полнодуплексного режима на автосогласование.
	Несовместимая скорость порта Ethernet.	Убедитесь в корректности настроек скорости и дуплексного режима устройств.

## 8.2.8 Кнопка перезапуска системы - Reset

В этом разделе описываются функции кнопки перезапуска *Reset*- небольшого выключателя, утопленного на передней панели системного блока. Для нажатия на эту кнопку воспользуйтесь небольшим острым предметом (например, скрепкой).

Кратковременное нажатие кнопки перезапуска - менее пяти секунд - вызовет быстрый перезапуск системы. Это равносильно включению/выключению терминального блока. Все данные статистики сбрасываются. Загружается выбранная версия системного ПО.

Длительное нажатие кнопки перезапуска на передней панели - более пяти секунд - приведет к полному перезапуску системы. В результате полного перезапуска восстанавливаются заводские настройки по умолчанию, а именно: IP адрес, IP маска подсети, параметры радиоканала, имя системы, пароли, и система перезагружается. Данные статистики обнуляются. Загружается выбранная версия системного ПО.

Полный перезапуск также может быть осуществлен удаленно через Web-интерфейс щелчком по кнопке интерфейса Reset to Factory Defaults в меню Network Settings абонентской станции. Полный перезапуск может оказаться полезным, если утерян пароль или IP адрес.

Важно: Убедитесь в сохранении наиболее важных системных установок до выполнения полного перезапуска (восстановления заводских настроек).

## 8.3 Устранение неисправностей через Web-интерфейс

В данном разделе предполагается, что индикаторы состояния на передней панели терминального блока не указывают на ошибки.

Попытайтесь получить доступ к терминальному блоку при помощи Web-браузера. Рекомендуется воспользоваться **Microsoft Internet Explorer**, который поддерживает контекстную справочную систему. Если терминальный блок не отвечает (не выводится диалоговое окно входа в систему), проверьте правильность IP адреса. Заводской адрес по умолчанию приведен в таблице 25 «Заводские настройки по умолчанию» на стр. .... Это значение может быть изменено при установке.

Убедитесь, что IP адрес компьютера находится в одной подсети с IP адресом терминального блока. Эти IP адреса должны различаться только последним байтом (например, 192.168.25.X).

Далее следует убедиться в том, что IP адрес доступен с компьютера. Используйте команду ping для проверки соединения между терминальным блоком и хостом. Система всегда должна отвечать на кадры запросов ping длиной не более 577 байт.

Успешное выполнение тестирования с помощью команды ping означает, что хост-компьютеру удалось отправить пакеты терминальному блоку и получить пакеты от него. Тогда возможной причиной может быть проблема с Internet-браузером или настройками хост-компьютера. Попытайтесь решить эти проблемы, перезагрузив хост-компьютер.

Безуспешная попытка выполнить команду ping говорит о некорректном IP-адресе или о возможном дублировании адресов. Для правильного функционирования системы хост и терминальный блок должны находиться в одной подсети.

Если невозможно определить текущий адрес терминального блока, выполните полный перезапуск для восстановления заводских настроек. Полный перезапуск означает сброс текущих настроек и восстановление заводских значений IP адреса терминального блока и IP маски подсети.

**Таблица 32: Поиск неисправностей через Web интерфейс**

Признак	Возможная причина	Решение
	Некорректное значение IP адреса и/или маски подсети.	Выполните тестирование ping, из командной строки хост-компьютера. Безуспешная попытка выполнить команду ping говорит о некорректном IP-адресе. Выполните полный перезапуск для восстановления заводских настроек
	Проблемы с хост-компьютером или терминальным блоком	При успешном выполнении тестирования ping, выполните быстрый перезапуск терминального блока Nateks-Multilink 3 и/или перезапустите хост-компьютер
	Таблица ARP хост-компьютера неверно сконфигурирована.	При каждой замене терминального блока выполняйте команду 'arp:d' Проверьте соответствие маски подсети хоста и терминального блока. Убедитесь, что адрес хоста относится к той же подсети.

## 8.4 Поиск и устранение неисправностей радиоканала

Терминальный блок отслеживает состояние приемопередатчика (внешний модуль) и сообщает о любых аварийных ситуациях с помощью системных сообщений (system logs, окно System Event).

В таблице ниже перечислены основные аварийные ситуации, о которых сообщает терминальный блок.

**Таблица 33: Диагностика ошибок радиоканала**

Тип ошибки	Описание
IF PLL Unlocked	Ошибка в секции ФАПЧ (фазовой автоподстройки частоты) терминального блока. Возможно, светится индикатор системных ошибок Fault. Попробуйте перезапустить блок.
Communication Error Over IF Cable	Нет соединения между терминальным блоком и приемопередатчиком. Проверьте кабель ПЧ и разъемы
Outdoor Unit Temperature is too High. Air Interface Disabled for 15 Minutes Слишком высокая температура выносного блока. Радиоканал недоступен в течение 15 минут	Внутренняя температура передатчиков превышает значение 185 F / 85 C. Передатчик ненадолго завершит работу чтобы охладиться

Outdoor Unit Power Supply Error Сбой в источнике питания выносного блока	Указывает на сбой в работе источника питания передатчика. Эта ошибка может быть вызвана неисправностью встроенного источника питания или источника питания терминального блока. Если также выводится сообщение об ошибке <i>Low DC Voltage At Radio</i> (см. ниже), проверьте исправность кабеля ПЧ и разъемов. Если сообщение об ошибке <i>Low DC Voltage At Radio</i> не выводится, для устранения неисправности потребуется сервисное обслуживание приемопередатчика.
Outdoor Unit 24V Error Ошибка напряжения 24 V внешнего модуля	Напряжение постоянного тока передатчика (поступающего по кабелю ПЧ от терминального блока) ниже требуемого значения 24 VDC. Проверьте кабель ПЧ и разъемы. Минимальное напряжение, необходимое для работы – 12 VDC.
Air Interface Disabled Радиоканал не активизирован	Радиоканал не активизирован
Cable Compensation Failed Ошибка в коррекции затухания в кабеле	Измеренный сигнал компенсации затухания в кабеле ПЧ не соответствуют спецификации.
Invalid Radio Некорректный радиоблок	Подключенный радиочастотный блок не подходит к данному терминальному блоку/конфигурации.
Outdoor Unit 3,3V Error Ошибка напряжения 3,3V внешнего модуля	Напряжение встроенного источника питания приемопередатчика ниже требуемого значения 3.3 VDC.

## 8.5 Журнал системных сообщений

В журнале системных сообщений (страница Event Log) регистрируются все события и ошибки, возникающие в системе. Ниже в таблице приводится список системных сообщений.

Таблица 34 Системны сообщения	
Сообщение	Описание
Air Interface Disabled	Радиоинтерфейс не активизирован
Cable Compensation Failed	Измеренное значение сигнала коррекции затухания в кабеле ПЧ не соответствуют спецификации.
Cable Compensation Ok	Измеренное значение сигнала коррекции затухания в кабеле ПЧ соответствуют спецификации.
Channel conflict with BS Id:	Другая базовая станция посылает данные тому же радиоканалу



CK PLL locked on XXX MHz	Сообщается частота ФАПЧ СК (XXX МГц)
Code file format is invalid!	Повреждены данные EEPROM.
Config format is changed! Please re-config!	Изменена структура данных конфигурации (необходимо заново сконфигурировать).
Configuration OK	Структура данных конфигурации верна.
Configuring the Ethernet Port	Происходит инициализация портов Ethernet <i>Data</i> и <i>Mgt</i>
Downlink bandwidth margin = Kb/s	Максимальное значение гарантированной скорости передачи данных в исходящем (от базовой станции) потоке для нового соединения (при условии, что в РНУ установлено 64QAM 3/4).
DSA REQ SFx	Абонентская станция сделала запрос на создание пользовательского потока X.
DSA REQ SFx Timeout	Превышено время обработки запроса абонентской станции на создание пользовательского потока X.
DSA Request from SS: accepted	Запрос Абонентской станции о создании потока услуг: принят.
DSA SFx complete	Запрос абонентской станции на создание пользовательского потока X успешно выполнен.
DSA-REQ from SS: rejected. Classification conflict	В запросе абонентской станции на создание пользовательского потока указан неверный классификатор (адрес конечного пункта).
DSD REQ SFx	Абонентская станция сделала запрос на удаление пользовательского потока X.
DSD REQ SFx Timeout	Превышено время обработки запроса абонентской станции на удаление пользовательского потока X.
DSD SFx complete	Запрос абонентской станции на удаление пользовательского потока X успешно выполнен.
EEPROM corrupted. Def. param loaded!	Сохраненные параметры конфигурации недействительны. Восстановлены заводские настройки по умолчанию для всех параметров.
FSK Communication Error	ТВА (сбой в FSK-соединение)
FSK Communication Ok	ТВА (соединение FSK - нормальное)
FTP Failed!	Сбой в программе, использующей протокол передачи файлов (FTP) для загрузки ПО
FTP format error!	Неправильный формат файла протокола FTP.
IF PLL locked on xxx MHz	Сообщает значение частоты захвата кольца ФАПЧ синтезатора ПЧ

IF PLL Unlocked	Один или несколько синтезаторов ПЧ не сумели захватить частоту. Передача на СВЧ приостановлена и предпринята попытка перепрограммировать синтезаторы. Если данное сообщение возникает повторно или соединение СВЧ не восстанавливается, перезапустите терминальный блок. Если проблема сохраняется, свяжитесь с персоналом техподдержки поставщика.
IF REF PLL Unlocked	См. IF PLL Unlocked.
Init PHY & Automatic Controls	Физический уровень и соответствующие автоматические процедуры контроля инициализируются.
Initial Ranging performed by SS:	Начальный подбор дальности выполнен абонентской станцией.
Initial Ranging Request received but wrong Channel ID	В запросе абонентской станции на подбор дальности указан неверный ID радиоканала.
Initializing RF	Система приемопередатчика инициализируется.
Invalid Configuration	Один или несколько введенных параметров конфигурации недействительны.
Invalid MAC Address in Initial Ranging Request	В запросе абонентской станции на подбор дальности указан неверный MAC-адрес.
Invalid Radio	Подключенный радиоблок не соответствует данному терминальному блоку/конфигурации.
LO1 Error	Локальный генератор №1 разблокирован.
LO1 locked	Локальный генератор №1 исправен.
LO2 Error	Локальный генератор №2 разблокирован.
LO2 locked	Локальный генератор №2 исправен.
Loaded from Image 0	Версия системного ПО загружена в соответствии с версией 0 при последнем перезапуске.
Loaded from Image 1	Версия системного ПО загружена в соответствии с версией 1 при последнем перезапуске.
Long Reset Detected	Выполнен полный перезапуск терминального блока. Восстановлены заводские настройки по умолчанию для всех параметров.
MAC is Operational	Аппаратная часть уровня управления доступом к среде (MAC уровень) находится в рабочем режиме.
MAC Reset	Аппаратная часть уровня управления доступом к среде (MAC уровень) перезапущена.
Maintenance Ranging Request received but wrong Channel ID	У абонентской станции, осуществляющей подбор по дальности, неверно задан канал.
Need to configure!	Параметры конфигурации MAC/PHY/RF ни разу не были сохранены. Необходимо выполнить конфигурирование терминального блока.

Negotiation Request but no Initial Ranging	Абонентской станции, пытающейся согласовать параметры соединения, не удалось осуществить начальный подбор дальности.
Negotiation with SS: failed Allocation scheme not supported	Абонентская станция, пытающаяся согласовать параметры соединения, предоставляет неверный план частот.
Negotiation with SS: failed. No decoding type supported	Абонентская станция, пытающаяся согласовать параметры соединения, неверно задает типы декодирования.
Negotiation with SS: failed. No demodulation type supported	Абонентская станция, пытающаяся согласовать параметры соединения, неверно задает типы демодуляции
Negotiation with SS: failed. No encoding type supported	Абонентская станция, пытающаяся согласовать параметры соединения, неверно задает типы кодирования.
Negotiation with SS: failed. No modulation type supported	Абонентская станция, пытающаяся согласовать параметры соединения, неверно задает типы модуляции.
Negotiation with SS: succeeded	Процедура согласования с Абонентской станцией успешно завершена.
NMS Agent Started	SNMP агент запущен.
Outdoor Unit 24V Error	Постоянное напряжение питания приемопередатчика (поступающее по кабелю ПЧ от терминального блока) ниже требуемого значения 24 VDC.
Outdoor Unit 24V Ok	Постоянное напряжение питания приемопередатчика (поступающее по кабелю ПЧ от терминального блока) в норме.
Outdoor Unit 3.3V Error	Напряжение внутреннего источника питания приемопередатчика ниже требуемого значения 3,3 VDC.
Outdoor Unit 3.3V Ok	Напряжение внутреннего источника питания приемопередатчика соответствует требуемому значению 3,3 VDC.
Outdoor Unit Power Supply Error	Сбой в работе источника питания приемопередатчика.
Outdoor Unit Power Supply Ok	Источник питания приемопередатчика исправен.
Outdoor Unit Temperature = Celsius	Текущая температура передатчика. °Цельсия
Outdoor Unit Temperature is too High. Air Interface Disabled for 15 Minutes	Внутренняя температура передатчика превышает значение 185F / 85C. Приемопередатчик заблокирован на 15 минут для охлаждения.
Password changed!	Системный пароль изменен.
PHY PLL Unlocked	Кольцо ФАПЧ (фазовой автоподстройки частоты) терминального блока не в режиме захвата.

Programming CK PLL	Система программирует кольцо ФАПЧ СК.
Programming IF PLL	Система программирует кольцо ФАПЧ синтезатора ПЧ.
Programming Ref PLL	Система программирует кольцо ФАПЧ источника опорной частоты.
Radio Reference Frequency Error	Частота внутреннего опорного источника приемопередатчика не соответствует спецификации.
Radio Reference Frequency Ok	Встроенный опорный источник приемопередатчика исправен.
Radio Type =	Сообщает о модели приемопередатчика в радиоблоке.
Ref PLL locked on xxx MHz	Кольцо ФАПЧ опорного источника в режиме захвата на частоте XXX МГц.
REG complete	Запрос абонентской станции на регистрацию выполнен.
REG REQ	Абонентская станция отправила базовой станции запрос на регистрацию.
REG Timeout	Превышено время обработки запроса абонентской станции на регистрацию.
Restoring Configuration...	Восстановление конфигурации из сохраненных данных
RF in Factory Mode	В радиоблоке установлен режим заводского тестирования. Приемопередатчик не сможет правильно взаимодействовать с терминальным блоком.
RNG Abort	Абонентская станция прервала процедуру согласования по подбору дальности.
RNG complete	Абонентская станция завершила процедуру согласования по подбору дальности
RNG REQ	Абонентская станция направила запрос базовой станции на подбор дальности.
RNG Timeout	Превышено время обработки запроса абонентской станции на подбор дальности.
Save the configuration and press short reset	Для активации изменений настроек конфигурации необходимо их сохранить и выполнить быстрый перезапуск.
SBC negotiation complete	Пользовательская станция завершила процедуру согласования основных функциональных возможностей.
SBC REQ	Пользовательская станция сделала запрос Контроллеру сектора об основных функциональных возможностях.
SBC Timeout	Превышено время обработки запроса абонентской станции об основных функциональных возможностях.

Scan completed	Проверка полосы частот завершена. Если данный радиоканал используется другой базовой станцией, выводится сообщение о конфликте. Передача не будет происходить до тех пор, пока канал не освободится.
Scanning the radio channel...	Проверка полосы частот.
SS Registered:	Пользовательская станция успешно завершила процедуру согласования и регистрации. Соединение активно.
SS Removed:	Абонентская станция была удалена из списка активных соединений. Для восстановления канала необходимо выполнить процедуры подбора дальности и согласования.
SS Removed: Registration Request but no Negotiation	Удаленная из списка абонентская станция предприняла попытку зарегистрироваться, но согласование не было осуществлено.
SS Removed: DSA-REQ but no Registration	Незарегистрированная абонентская станция посылает запрос на создание пользовательского потока.
SW version 1.3.4-00	Сообщает версию ПО, загруженного при включении.
Sync lost	Пропадание синхронизации. Абонентская станция получает кадры с ошибками.
Sync successful	Синхронизация в норме. Пользовательская станция получила кадры без ошибок.
The next boot version will be X.X.X-XX	Оператор задал другую версию системного ПО для загрузки при следующем включении.
Timing anomalies reported by SS:	Абонентской станции не хватает времени на переключение с приема на передачу.
Update OK!	Процесс обновления ПО успешно завершен.
Upgrade failed	Ошибка при обновлении ПО
Upgrade successful	Процесс обновления ПО успешно завершен.
Version Switch Cancelled	Оператор отменил выбор другой версии системного ПО для загрузки при следующем включении.
Version switch fail	Не удалось переключить версии ПО.
Version Switch Requested	Оператор задал другую версию системного ПО для загрузки при следующем включении.
WARNING: Downlink QoS cannot be guaranteed	<b>Предупреждение:</b> Абонентская станция пытается зарегистрировать пользовательский поток с требованиями по пропускной способности или задержкам, которые не могут быть обеспечены при данных условиях работы.
WARNING: Outdoor Unit Temperature = Celsius	<b>Предупреждение:</b> Внутренняя температура приемопередатчика приближается к значению

	85 C° / 185 F.
--	----------------

## **9 Приложения**

### **9.1 Технические характеристики**

<b>Таблица 35: Технические характеристики системы Nateks-Multilink 3</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Описание</b>
Возможности системы	Работа вне зоны прямой видимости приемопередающих устройств, схемы RMP и RTP
Радиочастотный диапазон	Полоса радиочастот: 3,4 - 3,8 ГГц (Полоса FWA)
Шаг настройки центральной частоты	250 кГц
Полоса частот радиоканала	3,5 МГц, 7 МГц, 14 МГц
Динамический диапазон радиоканала	> 50 дБ
Спектральная эффективность	максимальное значение скорости передачи по радиоканалу- 5 бит/с /Гц максимальное значение скорости передачи в сети – 2,7 бит/с /Гц
Пропускная способность радиоканала	До 70 Мбит/с (зависит от полосы частот радиоканала)
Максимальная мощность передатчика	+23 дБм – SC, +15 дБм – SS
Чувствительность приемника	-88 дБм (BER=1E-09 для канала 7 МГц, QPSK 1/2)
Кабель ПЧ:	RG-58 (PK-50-4-11), максимальная длина до 300 м Мультиплексирование на ПЧ, питание по постоянному току, регулирование (Тх/Рх, АРУ, АРМ)
Сетевые характеристики	Прозрачный мост, управление потоком 802.3x Ethernet, 802.1Q VLAN, приоритезация трафика 802.1p, транзит DHCP
Модуляция	Динамическая адаптивная модуляция (двунаправленная) с автоматическим выбором: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM
Шифрование в радиоканале	DES (данные) и 3DES (обмен ключами)
Скорость кодирования:	1/2, 3/4 и 2/3
MAC:	Точка – Многоточка (PMP) в соответствии со стандартом IEEE 802.16a Режим подуровня конвергенции пакетов 802.16a Доступ TDMA Коррекция ошибок с автоматическим запросом повтора (ARQ)
Дальность связи	70 км в зоне прямой видимости 6,5 км вне зоны прямой видимости
Дуплексный режим	Динамический TDD (дуплексный режим с разделением

	во времени), HD-FDD					
РНУ	256 FFT OFDM Ортогональное частотное мультиплексирование					
Интерфейсы	10/100 Ethernet (RJ-45), 4 или 8 TDM E1 (RJ-48c) - опция					
Конфигурирование системы	Администрирование через Web-интерфейс, CLI, Telnet					
Синхронизация	напряжение на выводах - 0-1 В DC, синхросигнал-1 Гц, коннекторы SMA ввода/вывода синхронизации					
Требования к электропитанию	110/220/240 В переменного тока (автоматическое определение), 50/60 Гц, максимальная мощность 75 Вт. 18 – 72 В постоянного тока, максимальная мощность 75 Вт					
Диапазон температур:	Терминальный блок (IDU): от 0 С до +55 С Радиоблок (ODU): от -40 С до +65 С					
Чувствительность приемника (в дБм)	QPSK	QPSK	16QAM	16QAM	64QA	64QAM
	1/2	3/4	1/2	3/4	M 2/3	3/4
	-70	-73	-78	-80	-85	-88
Ветровая нагрузка	Радио: до 220 км/ч					
Физическая конфигурация	Двухблочная архитектура: терминальный блок (IDU) и выносной приемопередатчик (ODU) и антенна по выбору. Все интерфейсы находятся на передней панели.					
Размеры:	17 x 12 x 1,75 / 431,8 мм x 304,8 мм x 44,45 мм					
<i>Примечание. Технические характеристики могут меняться без уведомления.</i>						

## 9.2 Подключение источников питания постоянного тока (DC)

В этом разделе содержатся важные инструкции по подключению системы к источнику питания постоянного тока.

Модуль питания DC (по выбору) предназначен для работы в диапазоне входных напряжений от 18 до 72 В (номинальные значения – 24, 48, 60 В).

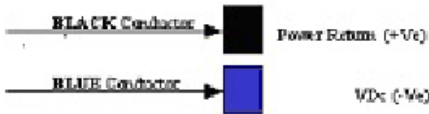
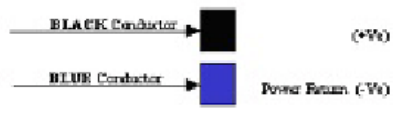
Внешнее питание подается на терминальный блок через входной модуль с предохранителями. Все терминальные блоки с питанием DC поставляются вместе с кабелем питания (синий и черный изолированные провода диаметром 18 AWG) до 1 м длиной, снабженным сопряженным контактным разъемом типа «мама» для подключения ко входному модулю питания терминального блока. Для удлинения кабеля питания необходимо использовать провода с диаметром не менее 18 AWG.

Вход питания постоянного тока - плавающий (+Ve или -Ve не подключены к шасси), так что можно выбрать положительное (минус к заземлению), отрицательное (плюс к заземлению) либо плавающее подключение. Подробности приводятся в таблице ниже.

Если терминал не включается, возможно, перепутана полярность проводов. На этот случай предусмотрена диодная защита, предохраняющая модуль питания от выхода из строя. Измените полярность проводов и убедитесь, что терминальный блок включается.



Таблица 38: Подключение кабелей питания DC

Цвет провода	Отрицательное напряжение DC (-18~-72 В DC)	Положительное напряжение DC (+18~+72 В DC)
Голубой	Минус	Минус, соединен с землей
Черный	Плюс, соединен с землей	Плюс
Схема подключения		

*Осторожно: блоки питания постоянного тока не оборудованы сетевыми выключателями и активизируются сразу после подключения к сети.*

### 9.3 Чертежи радиоблока

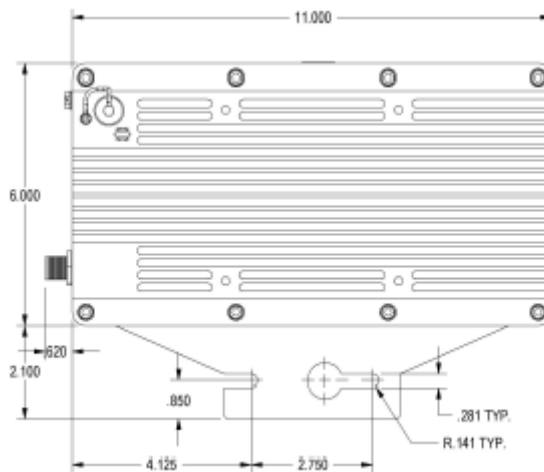


Рис.55. Радиоблок абонентской станции – Габариты (1 из 2)

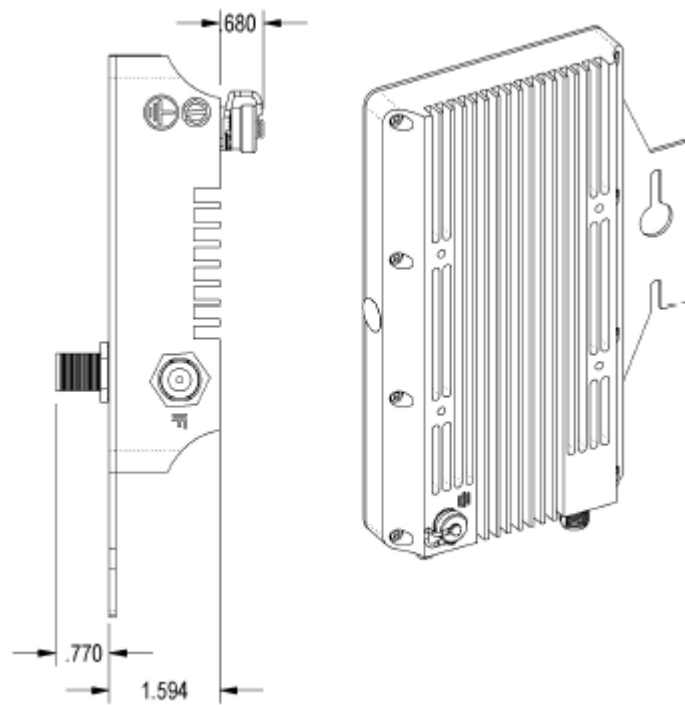


Рис.56. Радиоблок абонентской станции – габариты (2 из 2)

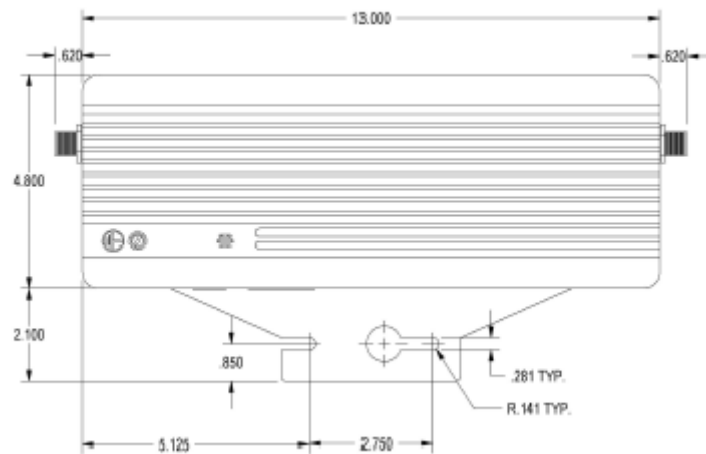


Рис.57. Радиоблок базовой станции – габариты (1 из 2)

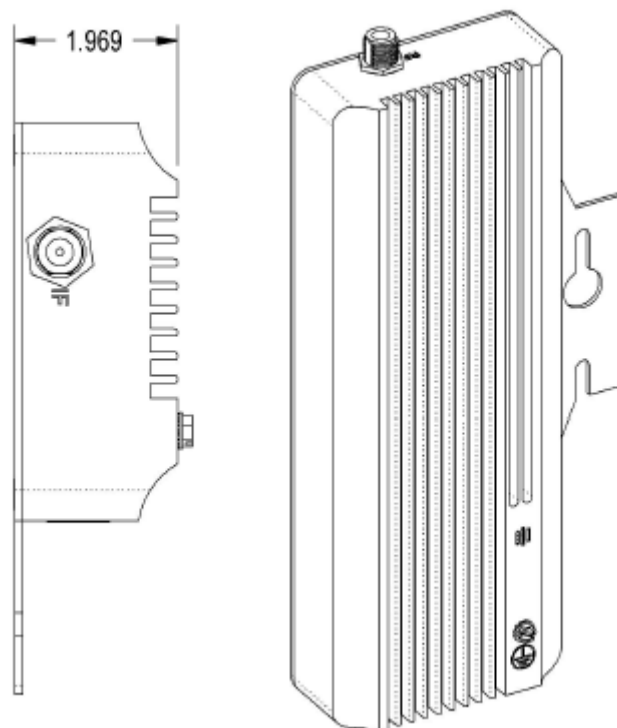


Рис.58. Радиоблок базовой станции – габариты (2 из 2)

## 9.4 Словарь терминов и условных сокращений

Термин	Сокращение	Определение
Active Service Flow (Активный пользовательский поток)	-	Зарегистрированный пользовательский поток, который является активным и может переносить пакеты
Address Resolution Protocol (Протокол преобразования адресов)	ARP	Протокол IETF для преобразования сетевых адресов в 48-битные адреса Ethernet
Admitted Service Flow (Зарегистрированный пользовательский поток)	-	Пользовательский поток зарегистрирован, но не активен
Система Nateks-Multilink 3		Терминальный блок, приемопередатчик и антенна.
Терминальный блок Nateks Multilink 3		Блок внутреннего исполнения

Antenna Gain (Коэффициент усиления антенны)	-	Характеристика направленности антенны по сравнению с теоретической, так называемой изотропной антенной.
Automatic Repeat Request (Автоматический запрос на повторение)	ARQ	Протокол, используемый для выборочной повторной передачи фрагментов, потерянных в радиоканале.
Base Station (Базовая станция)	BS	Терминальный блок Nateks-Multilink 3, сконфигурированный как центральное оборудование и обозначаемый как Контроллер сектора. Определение базовой станции в соответствии с рекомендациями 802.16 подразумевает некоторые дополнительные функции, не поддерживаемые контроллером сектора.
Beamwidth (ширина луча)	-	Угол, по уровню половинной мощности, в котором распространяется от антенны энергия радиосигнала.
Best Effort Service (доставка по мере возможностей)	BE	Сервис BE реализует обслуживание трафика методом наименьших затрат, без гарантии доставки. Для его нормального функционирования политика регулирования запросов и передачи (Request/Transmission Policy) должна позволять абонентской станции осуществлять конкурентные запросы на использование ресурсов. Отсюда следует, что абонентская станция может использовать возможности конкурентных (contention) запросов, также как и запросов на одностороннюю (unicast) передачу и пакетную передачу без запроса на подтверждение (Unsolicited Data Grant Burst Type). Все остальные элементы данной политики не затрагивают принципов функционирования службы планирования потоков и должны быть установлены в соответствии с политикой сетевого регулирования. Ключевыми понятиями сервиса являются:  минимальная зарезервированная скорость, максимальная поддерживаемая скорость трафика и его приоритет.
Binary Phase Shift Keying (Двухпозиционная фазовая манипуляция)	BPSK	BPSK – цифровой метод модуляции. Этот тип модуляции является менее эффективным по сравнению с похожими методами модуляции QPSK и 64QAM, однако он менее чувствителен к шумам.
Bits Per Second	Bps	Единица измерения скорости передаваемых данных

(бит в секунду)		
Broadband Fixed Wireless (Широкополосная фиксированная беспроводная связь)	BFW	Организация высокоскоростной беспроводной стационарной системы связи с
Broadcast Address (широковещательный адрес)	-	Специальный адрес назначения, зарезервированный для передачи сообщения всем узлам сети.
Burst (Пакет)	-	Группа протокольных блоков данных (PDU), передаваемых по каналам беспроводной связи с использованием одного и того же профиля.
Burst profile (профиль пакета)	-	Набор параметров, описывающих свойства передачи во входящем или исходящем направлении в соответствии с кодом использования интервала (Interval Usage Code). Профиль включает в себя следующие параметры: тип модуляции, тип прямой коррекции ошибок, длина преамбулы, защитные интервалы и др.
CEPT (European Conference of Postal and Telecommunication Administrations)		Ассоциация министерств (администраций) связи европейских стран, созданная в 1959 г. Деятельность ассоциации направлена на сотрудничество по решению коммерческих, эксплуатационных, нормативных и технических проблем стандартизации.
Channel (канал)	-	Коммуникационный путь достаточной ширины для осуществления одиночной передачи на радиочастоте
CIR (Committed Information Rate)	CIR	Минимальная зарезервированная скорость передачи данных (см. QoS)
CINR (Carrier / Interference + Noise Ratio)	CINR	Воспользуйтесь следующей формулой для вычисления реального значения CINR для системы Nateks-Multilink 3: $CINR_{REAL} = \left[ CINR \cdot \frac{3}{8} - 27 \right] dB$
Class of Service (класс обслуживания)	-	Каждый класс обслуживания определяется набором параметров QoS.
Classifier (классификатор)	-	Набор критериев для фильтрации пакетов, на основании которых пакеты распределяются по пользовательским потокам (например, IP или MAC адрес).
Concatenation (последовательное)	-	Объединение множества блоков протокольных данных (PDU) уровня MAC (управления доступом к среде) в один па-

объединение)		кет.
Connection (соединение)	-	<p>Установление однонаправленной связи между базовой и абонентской станциями на уровне MAC (MAC peers) для передачи трафика пользовательского потока.</p> <p>Для идентификации соединений используется идентификатор CID (Connection ID).</p> <p>Любой трафик передается через соединение, включая пользовательские потоки на базе протоколов без установления соединения, например, IP.</p>
Connection Identifier (идентификатор соединения)	CID	<p>Однонаправленный адрес уровня управления доступом к среде (MAC), идентифицирующий равноправное соединение на уровне MAC (equivalent peers in the MAC layer) для базовой и абонентской станций.</p> <p>При определении пользовательского потока устанавливается соответствие между CID и идентификатором пользовательского потока (SFID), который в свою очередь указывает на параметры качества обслуживания (QoS).</p> <p>Initial Ranging (начальный подбор дальности). Четко определенный идентификатор соединения (CID), используемый абонентской станцией при начальном подборе дальности. Данный CID является неизменной величиной в рамках протокола, т.к. какая-либо адресная информация отсутствует вплоть до завершения процесса установления дальности.</p> <p>Transport – уникальный идентификатор, заимствованный из адресного пространства CID, который однозначно идентифицирует транспортное соединение (Transport Connection).</p>
Data Link Layer (Канальный уровень передачи данных)	-	<p>Второй уровень (Layer 2) в модели OSI (взаимодействие открытых систем), который обеспечивает услуги передачи данных по каналу связи между открытыми системами.</p>
dB	-	Отношение, выраженное в децибелах.
dBi (дБи)	-	Коэффициент (в децибелах) эффективного усиления антенны по сравнению с изотропной антенной.
dBm (дБм)	-	Уровень в децибелах по отношению к од-

		ному милливатту
Directional Antenna (Направленная антенна)	-	Антенна, концентрирующая мощность передаваемого сигнала в одном направлении
Downlink Interval Usage Code (Код использования интервала в направлении от базовой станции к абонентской)	DIUC	Код использования интервала, заданный для направления потока от базовой станции к абонентской.
(Направление потока от базовой станции к абонентской)	-	Направление потока от базовой станции к абонентской станции
Дескриптор канала в направлении от базовой станции к абонентской)	DCD	Сообщение уровня MAC (управление доступом к среде), описывающее характеристики физического уровня канала в направлении от базовой станции к абонентской
Downlink Map (Временная схема потока в направлении к абонентской станции)	DL-MAP	Сообщение MAC-уровня, которое определяет схему начальных времен пакетов. DL-MAP – главное сообщение, которое определяет синхронизацию абонентской станции. На основе этой схемы абонентская станция считывает и анализирует информацию во входящем потоке.
оток данных в направлении к абонентской станции)	-	Поток, направленный от базовой станции к абонентской.
Классификатор потока)	-	Приписывает пакеты пользовательским потокам в направлении к абонентской станции
Dynamic Host Configuration Protocol (Протокол динамической конфигурации хоста)	DHCP	Интернет протокол, используемый для динамического присваивания адресов сетевого уровня (IP).
Dynamic service (Динамическая услуга)	-	Набор сообщений и протоколов, который позволяет базовой и абонентской станциям добавлять, изменять или удалять параметры пользовательского потока.
Шифрование)	-	Преобразование данных в формат, делающее невозможным их считывание без использования ключа декодирования, которое осуществляется в целях безопасности личной информации.
Ethernet	-	Архитектура локальной сети, использующая топологию типа "шина" и "звез-

		да".
File Transfer Protocol (Протокол передачи файлов)	FTP	(Клиент - Сервер): протокол FTP описан в рекомендациях RFC 959. Устанавливается в NOC-S как клиент и в BSC как сервер для передачи/репликации файлов конфигурации, необходимых для локальных DHCP.
Frame (Кадр)	-	Структурированная последовательность данных фиксированной длительности, которая используется в некоторых спецификациях физического уровня. Кадр может содержать как подкадр канала в направлении к базовой станции, так и подкадр канала в направлении к абонентской станции
Frequency Agnostic (Независимость от выбора радиочастоты)	-	Функционирование независимо от выбора радиочастоты
Frequency Division Duplexing (Дуплексное разделение по частоте)	FDD	Метод передачи, при котором в системах FDD на основе передачи пакетов (кадров) данных входящие и исходящие каналы располагаются на разных частотах и пакеты данных могут передаваться от базовой станции к абонентским. Во входящих и исходящих потоках используются кадры фиксированной длительности.
Full Duplex (Полный дуплекс)	-	Передача данных в двух направлениях одновременно (например, по телефону).
Усиление)	-	Отношение амплитуд выходного и входного сигналов. Обычно измеряется в децибелах (дБ).
Шлюз)	-	Сетевое устройство, используемое для входа в другую сеть.
гигагерц)	GHz	1 000 000 000 Гц, или 1 000 МГц
Grant Per Connection (Разрешение на одно соединение)	GPC	Метод распределения пропускной способности, при котором ресурсы выделяются определенному соединению в рамках абонентской станции. Следует отметить, что для установления соединения всегда делаются запросы на пропускную способность. Абонентская станция может иметь множество соединений. В режиме GPC абонентская станция запрашивает пропускную способность для каждого соединения.



Hertz (Герц)	Hz	Международная единица измерения частоты, эквивалентная числу циклов в секунду. Один мегагерц (МГц) равняется одному миллиону герц. Один гигагерц (ГГц) равняется одному миллиарду герц
Information Element (Информационный элемент)	IE	Элемент схемы входящих или исходящих потоков, который определяет начальный адрес, связанный с кодом использования интервала (IUC), обозначающим определенный профиль пакета.
Internet Protocol	IP	см. TCP/IP
Interval Usage Code (Код использования интервала)	IUC	Код, обозначающий определенный профиль пакета, который может быть использован входящим или исходящим интервалами передачи.
Isotropic (Изотропный)	-	Теоретическая модель антенны, которая излучает сигнал в угле 360 гр., как вертикальном, так и горизонтальном – идеальная сфера. Обычно используется для сравнения.
Latency (Задержка, время ожидания)	-	Задержка
Lightweight Directory Access Protocol (Упрощенный протокол доступа к сетевым каталогам)	LDAP	Протокол Интернет, описанный в RFC 2251 и реализованный в NOC-C, NOC-S и SR. Разработан для обеспечения быстрого доступа к каталогам, которые содержат информацию локально в атрибутах либо во внешних базах данных, таких как SQL. В данной системе инициализации LDAP – это механизм, выполняющий дублирование, распределение, поиск, чтение и запись пользовательских данных (имена CPE, пользовательские потоки).
Line Of Sight (Прямая видимость)	LOS	Прямой путь между двумя антеннами без препятствий в пределах первой зоны Френеля
Link Layer Control (Управление канальным уровнем)	LLC	Второй уровень (Layer 2) управления передачей данных
Link Budget Tool (Приложение для расчета энергетического потенциала системы)		Прикладная программа для определения зависимости производительности системы от дальности в условиях LOS, OLOS и NLOS при заданных настройках системы.
Local Area Network (Локальная сеть)	LAN	Сеть передачи данных, объединяющая компьютеры, принтеры и другие устройства, находящиеся в одном здании или в пределах ограниченной территории.

Local Exchange Carriers (Операторы местной телефонии)	LEC	Компания-оператор традиционной телефонной сети общего пользования.
Management Connection (Соединение управления)	-	Соединение, устанавливаемое во время начальной регистрации абонентской станции, которое используется для транспортировки нечувствительных к задержкам управляющих сообщений уровня MAC и выше. У каждой абонентской станции есть три соединения управления: BASIC (основное), PRIMARY (первичное) и SECONDARY (вторичное).
Media Access Control (Управление доступом к среде передачи)	MAC	Уникальный номер, присваиваемый сетевому устройству. Соответствует каналному уровню (Layer 2) в модели сетей передачи данных ISO.
Megahertz (Мегагерц)	MHz	1 000 000 Гц
Modulation (Модуляция)	-	Любой из методов комбинирования пользовательской информации с сигналом несущей частоты передатчика.
Multicast polling group (Группа многоадресного опроса)	-	Группа абонентских станций (от 0 и больше), которой выделен групповой адрес рассылки с целью опроса.
Multipath (Многолучевое распространение)	-	Появление эха вследствие отражения радиосигнала от объектов.
Network Time Protocol (Протокол синхронизации сетевого времени)	NTP	Протокол для синхронизации различных источников тактовой частоты в сети, в котором используется система распределенных клиентов и серверов. Реализуется в качестве сервера на BSC для временной синхронизации с базовыми и абонентскими станциями. Описан в рекомендациях RFC 958 IETF.
Non Line Of Sight (Отсутствие прямой видимости)	NLOS	Полностью перекрытый прямой путь между двумя антеннами
NVRAM (Энергонезависимое ОЗУ)		Энергонезависимое ОЗУ. Его содержимое сохраняется при отключении питания.

<p>Non-Real-Time Priority (Опрос вне реального времени)</p>	<p>nrtPS</p>	<p>Сервис nrtPS рассчитан на пользовательские потоки, не требующие работы в реальном времени, но предназначенные для регулярной передачи пакетов переменной длины (Data Grant Burst Types), например, FTP. Этот сервис осуществляет регулярный однонаправленный опрос (polling), в результате чего пользовательскому потоку предоставляется возможность для запросов (requests) даже во время перегрузки в сети. Обычно базовая станция опрашивает nrtPS CID (периодически или не периодически) с интервалами порядка одной секунды и менее. Ключевыми элементами являются минимальная зарезервированная скорость трафика, максимальная поддерживаемая скорость трафика, политика передачи / запроса и приоритет трафика.</p>
<p>Optical Line Of Sight (Оптическая прямая видимость)</p>	<p>OLOS</p>	<p>Наличие открытого прямого пути между двумя антеннами, но с препятствиями в пределах первой зоны Френеля</p>
<p>Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Ортогональное мультиплексирование с разделением частот)</p>	<p>OFDM</p>	<p>Ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM) – метод цифровой модуляции, при котором сигнал разбивается на узкополосные каналы с разными частотами. Технология зародилась в 1960х-70х годах во время исследований по борьбе с интерференционными помехами между соседними каналами, близкими по частоте.</p> <p>В некоторых аспектах, OFDM схожа с обычным частотным мультиплексированием (FDM). Разница состоит в механизме модуляции и демодуляции сигнала. Основной задачей является подавление интерференции, или перекрестных помех, между каналами и символами, формирующими поток данных. Меньше внимание уделяется повышению качества сигнала в отдельных каналах.</p>
<p>Packet (Пакет)</p>	<p>-</p>	<p>Группа данных, организованная определенным образом для передачи. Состоит из трех основных элементов: заголовка, текста (данные) и концевика (биты обнаружения и исправления ошибок).</p>
<p>Packing (Упаковка данных)</p>	<p>-</p>	<p>Процедура объединения множества блоков данных сервиса (Service Data Unit, SDU) верхнего уровня в один блок дан-</p>

		ных протокола (Protocol Data Unit, PDU) уровня MAC – MPDU.
Physical Layer (Физический уровень)	PHY	Обеспечивает передачу данных по каналу связи путем определения электрических, механических и процедурных спецификаций.
Physical slot (Физический временной интервал)	PS	Временной интервал, основанный на спецификации физического уровня, для выделения пропускной способности. PS обозначается одним символом OFDM.
PIR (Peak Information Rate)	-	Максимальная поддерживаемая скорость трафика (см. QoS)
Privacy key Management Protocol (Протокол управления ключами шифрования)	PKM	Модель клиент/сервер между базовой и абонентской станциями, используемая для безопасного распределения информации о ключах шифрования.
Protocol Data Unit (Блок протокольных данных)	PDU	Блок данных для обмена между объектами одного протокольного уровня. В сторону понижения это блок данных, генерируемый для уровня ниже. В сторону повышения это блок, получаемый от уровня ниже. MPDU – это блок данных для обмена между объектами уровня MAC стандарта 802.16. Один блок MPDU формируется из одного или более блоков SDU.
Provisioned Service Flow (Инициализированный пользовательский поток)	-	Пользовательский поток, инициализированный в процессе регистрации, но еще не активированный или не зарегистрированный. Для завершения регистрации может еще понадобиться обмен параметрами авторизации с модулем стратегий (policy module) или внешним сервером стратегий (external policy server).
Quality of Service (Качество обслуживания)	QoS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Минимальная зарезервированная скорость передачи данных (CIR)</li> <li>- Максимальное время ожидания</li> <li>- Максимальная поддерживаемая скорость передачи трафика (PIR)</li> <li>- Приоритет трафика</li> </ul>
Real-Time Polling Service (Опрос в реальном времени)	rtPS	Сервис rtPS предназначен для пользовательских потоков реального времени, которые на периодической основе вырабатывают пакеты данных переменной длины, например, видео формата MPEG (Moving Pictures Experts Group). Сервис предоставляет возможность осуществле-

		<p>ния периодических односторонних запросов в реальном времени, что отвечает временным требованиям потока и позволяет абонентской станции задать величину требуемого ресурса. Данный сервис требует больше служебной информации на осуществление запросов, чем UGS, однако поддержка переменной длины ресурса позволяет эффективнее организовать передачу трафика.</p>
Receiver Sensitivity (Чувствительность приемника)	-	<p>Уровень самого слабого сигнала, который приемник еще может принять и корректно преобразовать в данные с заданной достоверностью.</p>
RSSI (Received Signal Strength Indicator))	RSSI	<p>Индикатор мощности принимаемого сигнала.</p>
Scope	-	<p>Группа сетевых элементов, администрируемых сервером DHCP с помощью его файла конфигурации, которым назначаются IP адреса в одной и той же подсети. Группа может определять общие и индивидуальные свойства всех сетевых элементов, получающих IP адреса в этой подсети.</p>
Sector Controller (Базовая станция)	SC	<p>Терминальный блок Nateks-Multilink 3, сконфигурированный как оборудование центра управления (Central Office, CO). Является частью определения базовых станций по стандарту 802.16.</p>
Security Association (Ассоциация по безопасности)	SA	<p>Объем информации по безопасности, которым совместно владеют базовая станция и одна или несколько клиентских абонентских станций и который необходим для поддержания безопасности связи. В эту информацию входят ключи шифрования трафика и векторы инициализации процесса построения цепочки блоков шифрования.</p>
Security Association Identifier (Идентификатор ассоциации по безопасности)	SAID	<p>Уникальный идентификатор для обозначение SA, общего для базовой и абонентской станций.</p>

<p>Service Class (Класс обслуживания)</p>	<p>-</p>	<p>Класс обслуживания служит для следующих целей:</p> <p>а) Позволяет операторам по их желанию передать функцию конфигурирования пользовательских потоков от сервера к базовой станции. Имена классов обслуживания поступают на абонентские станции от оператора, который конфигурирует эти имена на базовой станции. Это позволяет оператору изменять настройки параметров данного сервиса в зависимости от обстоятельств без внесения изменений в установки абонентской станции. Например, может понадобиться по-разному настроить некоторые параметры регулирования одного и того же сервиса для двух абонентских станций. Или же профиль услуг может меняться в зависимости от времени суток.</p> <p>б) Это позволяет протоколам высшего уровня создавать пользовательский поток в соответствии с именем класса обслуживания (Service Class Name). Например, телефонная сигнализация может вызвать в абонентской станции запуск любого зарегистрированного пользовательского потока класса G711.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ – Классы обслуживания являются всего лишь идентификаторами для установленных значений определенного набора параметров QoS. Поэтому использования классов обслуживания является необязательным. Сервис, определяемый при помощи класса обслуживания, после его установления трактуется в точности так же, как и сервис с параметрами QoS, заданными в явном виде.</p>
<p>Service Data Unit (Блок данных сервиса)</p>	<p>SDU</p>	<p>Блок данных, которым обмениваются между собой два соседних протокольных уровня. В сторону понижения уровней это блок, получаемый от предыдущего верхнего уровня. В сторону повышения уровней это блок, посылаемый следующему верхнему уровню.</p>

Service Flow (Пользовательский поток)		Каждый пользовательский поток представляет собой двунаправленный поток данных, обладающий отдельными установками QoS для входящего и исходящего направлений: Активный/ Зарегистрированный
Service Flow Identifier (Идентификатор пользовательского потока)	SFID	32-битная величина, которая уникальным образом идентифицирует пользовательский поток как для абонентской, так и для базовой станции.
Service Flow Name (наименование потока услуг).	-	Строка в формате ASCII, используемая для обозначения набора параметров QoS, которые (частично) определяют пользовательский поток
Service Level Agreement (Соглашение об уровне обслуживания)	SLA	Соглашение определяет в общих чертах минимальное качество обслуживания, которое провайдер берет на себя обеспечить.
Simple Network Management Protocol (Протокол сетевого управления)	SNMP	Протокол сетевого управления, разработанный группой IETF.
SINADR (Signal to Noise and Distortion Ratio)	SINADR	Отношение полезного сигнала к уровню шумов и искажений.
Subscriber Station (Абонентская станция)	SS	Терминальный блок Nateks-Multilink 3, конфигурируемый как оборудование абонентской стороны (CPE). Соответствует определению абонентских станций по рекомендации 802.16.
Time Division Duplex (Дуплексный режим с разделением во времени)	TDD	Дуплексный режим, при котором передача входящих и исходящих потоков осуществляется в разное время, но в одном частотном диапазоне.
Transmission Control Protocol/Internet Protocol	TCP/IP	Стандартный набор протоколов, используемых в сети Интернет для осуществления обмена информацией между компьютерами, телефонными трубками и другими устройствами.
Transport Connection (Транспортное соединение)		Соединение, используемое для транспортировки данных пользователя.

Type/ length/ value (тип/длина/значение)	TLV	Схема форматирования, при которой к каждому переданному параметру добавляется тэг, содержащий тип (Type) параметра (и подразумеваемые правила его кодирования), а также длина (length) закодированного параметра.
Unsolicited Grant Service (Услуга предоставления допуска без запроса)	UGS	Сервис UGS предназначен для пользовательских потоков реального времени, требующих передачи непрерывной серии пакетов данных фиксированного размера, таких как E1, или передача голоса поверх IP без подавления пауз. Данный сервис периодически выделяет ресурсы на передачу фиксированного размера и в реальном времени. В результате удается избежать задержек и накладных расходов, связанных с запросами абонентской станции (на передачу), и одновременно гарантируется наличие ресурсов для передачи потока в реальном времени.
Uplink (Направление передачи в сторону базовой станции)		Направление передачи от абонентской станции к базовой.
Uplink Channel Descriptor (Дескриптор канала в направлении к базовой станции)	UCD	Сообщение уровня MAC, которое описывает характеристики физического уровня соединения в направлении передачи к базовой станции.
Uplink Interval Usage Code (Код использования интервала в направлении передачи к базовой станции)	UIUC	Код использования интервала (IUC), заданный для направления передачи к базовой станции.
Uplink Map (Временная схема потока данных в направлении к базовой станции)	UL-MAP	Набор данных, определяющих полную временную схему потока данных в направлении к базовой станции. Основываясь на схеме, абонентская станция посылает данные в соответствии с запланированными возможностями. UL-MAP состоит из информационных элементов (Information Elements).



Upstream Classifier (Классификатор потоков в направлении к базовой станции)	UC	Приписывает пакеты пользовательским потокам в направлении к базовой станции.
Wireless Fidelity	Wi-Fi	Wireless Fidelity используется как обобщенное понятие для сетей стандарта 802.11, будь то 802.11b, 802.11a, dual-band и т.д.
Worldwide Interoperability for Microwave Access	Wi-Max	Консорциум производителей оборудования стандарта 802.16

## 9.5 Расчет энергетического потенциала радиоканала (Link Budget Tool)

Приложение для расчета энергетического потенциала радиоканала (Link Budget Tool) позволяет оценить производительность системы в зависимости от дальности связи в условиях прямой видимости (LOS), оптической видимости (OLOS) и отсутствия прямой видимости (NLOS) для различных системных параметров. С помощью этого приложения находится дальность, в пределах которой частота появления ошибки не превышает заданного порога, и в то же время обеспечивается устойчивую связь. Соединение считается устойчивым, если средняя частота ошибок меньше, чем один бит на каждые 1000 миллионов ( $10^{-9}$ ), что соответствует коэффициенту готовности системы 99,99%. Ниже приводится более подробное описание коэффициента готовности.

Приложение для расчета энергетического баланса дает приближение первого порядка на основе топографических и эмпирических формул, утвержденных в авторитетных организациях, таких как ITU и IEEE. Данная модель не учитывает особенности какого-либо определенного географического профиля местности, которые могут повлиять на производительность, или флуктуации температуры, допуски на потери в кабелях, ошибки юстировки антенны, и т.д.

В таблице ниже приведены значения конечной скорости данных (без избыточного кодирования), которые могут быть получены для каждого типа модуляции в идеальных условиях прохождения сигнала.

BW МГц	Fs МГц	CP	Tsymbol [μs]	CODED BITRATE [Мбит/с]				UNCODED BITRATE [Мбит/с]			
				16QAM	64QAM	QPSK 1/2	QPSK 3/4	16QAM 1/2	16QAM 3/4	64QAM 2/3	64QAM 3/4
7	8	1/4	40.00	19.20	28.80	4.80	7.20	9.60	14.40	19.20	21.60
		1/8	36.00	21.33	32.00	5.33	8.00	10.67	16.00	21.33	24.00
		1/16	34.00	22.59	33.88	5.65	8.47	11.29	16.94	22.59	25.41

		1/32	33.00	23.27	34.91	5.82	8.73	11.64	17.45	23.27	26.18
3,5	4	1/4	80.00	9.60	14.40	2.40	3.60	4.80	7.20	9.60	10.80
		1/8	72.00	10.67	16.00	2.67	4.00	5.33	8.00	10.67	12.00
		1/16	68.00	11.29	16.94	2.82	4.24	5.65	8.47	11.29	12.71
		1/32	66.00	11.64	17.45	2.91	4.36	5.82	8.73	11.64	13.09

При одинаковом уровне BER применение высокоуровневых схем модуляции требует большего значения отношения сигнал/шум. Шум в данном случае означает шумовую подставку самого приемника и не учитывает помехи от других источников (об этом будет сказано ниже).

Скорость передачи данных зависит от расстояния между двумя станциями, от топографических особенностей местности вдоль пути радиосигнала, а также от условий видимости LOS, OLOS или NLOS. В случае расчетов в условиях (LOS) предполагается отсутствие каких-либо препятствий в окрестности прямого пути. Точный метод определения ширины этой окрестности, необходимой для работы в режиме LOS, использует понятие (первой) зоны Френеля.

Зона Френеля определяется как пространство между двумя станциями, в пределах которого одиночное отражение сигнала вносит разность хода не более чем  $\lambda/2$  по сравнению с прямым путем, как показано на Рис. 59. Прямая видимость LOS подразумевает отсутствие препятствий в пределах 60% первой зоны Френеля прямого пути. На рисунке ниже иллюстрируются условия оптической прямой видимости OLOS, когда прямой путь между двумя антеннами открыт, а в пределах первой зоны Френеля находится верхушка дерева.

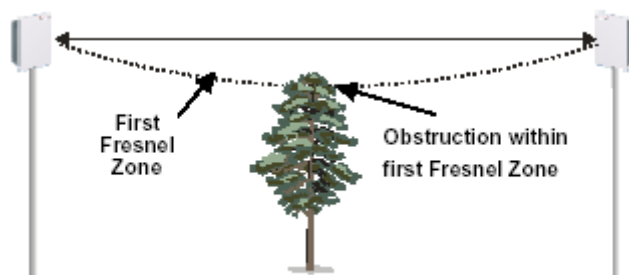


Рис.59. Частичное загромождение первой зоны Френеля

Ниже приведена формула для расчета радиуса первой зоны Френеля (см. Рис. 60).

$$R = 0,55 \sqrt{\frac{D1 * D2}{f * (D1 + D2)}}$$

где  
R – радиус первой зоны Френеля (м);  
D1 и D2 – расстояния от терминалов до точки определения радиуса зоны Френеля (м);  
f - частота ( ГГц).

Рис.60: Формула для расчета радиуса первой зоны Френеля

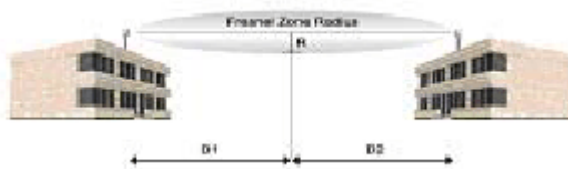


Рис.61 Радиус зоны Френеля

В условиях NLOS требуются другие оценочные формулы. Расчеты по NLOS проводились на базе методик таких известных организаций по стандартизации, как Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) и Международный союз электросвязи (ITU). Настоящее Приложение по расчету энергетического потенциала разработано на основе этих формул.

**Важно:** Все значения носят оценочный характер. Реальные значения могут иметь относительно большие отклонения (5-15дБ) от стандартов, в зависимости от способа построения сети и от характера препятствий.

Для обеспечения бесперебойной работы канала связи в случае неожиданного ослабления сигнала или затухания по причине сезонных колебаний, необходимо устанавливать значение отношение сигнал/шум для каждого уровня модуляции. Разница между установленным номинальным значением и минимальным рабочим значением называется запас на замирание (Fade Margin, FM). Запас на замирание представляет собой резерв по мощности сигнала – дополнительная мощность, которая закладывается при расчете энергетического потенциала для компенсации замираний сигнала вследствие сезонных климатических колебаний, многолучевого распространения, эффектов затенения от зданий и растительности.

Запас на замирание зависит от заданных требований к степени готовности системы. Коэффициент готовности определяется как период времени (в процентах за год), в течение которого линия связи надежно функционирует (распознает сигнал с величиной BER не более  $10^{-9}$ ). В таблице ниже приводится соответствие времени простоя за год различным коэффициентам готовности.

Таблица 40: Готовность / время простоя в год	
Коэффициент готовности (%)	Время простоя в год
99,9	8,8 часов
99,99	53 минуты
99,999	5,3 минуты
99,9999	32 секунды

При расчетах рекомендуется задавать коэффициент готовности линии связи не ниже 99,99%. Приложение для расчета энергетического потенциала автоматически исходит из этой величины при оценке запаса на замирание по дальности.

Другим преимуществом системы Nateks-Multilink 3 является применение разнообразных схем модуляции, включая QPSK, 16QAM, and 64QAM. В системе можно независимо устанавливать схемы модуляции для входящего и исходящего потоков. Эти схемы могут динамично подстраиваться к изменяющимся условиям распространения сигнала, что позволяет оптимизировать спектральную эффективность системы. Схемы модуляции высшего порядка (64 QAM) обычно используются на небольших расстояниях, а схемы модуляции низшего порядка - для больших расстояний.

Ключевым преимуществом системы Nateks-Multilink 3 является наличие механизма управления передачей – так называемого автоматического запроса на повторную передачу

(Automatic Repeat Request, ARQ). Этот механизм обеспечивает на низком уровне автоматическую повторную передачу неподтвержденных данных.

Необходимо отметить, что при расчетах не учитывалось влияние сферичности земной поверхности, из-за которого условия прямой видимости могут оказаться частично либо полностью заблокированы. Ниже дается уравнение для расчета расстояния, на котором сигнал полностью блокируется сферической поверхностью Земли – так называемое уравнение горизонта радара.

$$D = 4,12 * (\sqrt{h1} + \sqrt{h2}),$$

где  
D – дальность связи (км)  
h1 - высота терминала 1 (м)  
h2 - высота терминала 2 (м)

Рис.62: Уравнение горизонта

*Примечание. Приведенное уравнение горизонта справедливо для сферы с эквивалентным радиусом 8500 км, что соответствует стандартной положительной рефракции с  $K=4/3$ . Для радиуса Земли 6370 км без учета рефракции формула имеет вид  $D = 3,57 * (\sqrt{h1} + \sqrt{h2})$ .*

## 9.6 Способы развертывания сети

Система может быть развернута в совместной (например, на крыше одного здания) либо смежной (соединения «точка-точка») конфигурациях.

### 9.6.1 Расположение в одной точке

Развертывание нескольких систем в одной точке позволяет поддерживать множество пользовательских соединений. Однако при одновременной работе двух систем в одном частотном канале возникает взаимная интерференция между сигналами на входах этих систем. Чтобы избежать данного эффекта, обеих систем в окне следует выбирать разные частотные каналы. Можно использовать соседние частоты при условии, что коэффициент отношения сигнала несущей к сигналу интерференционной помехи (C/I) не ниже заданной величины.

### 9.6.2 Расположение в смежных зонах

В процессе установки системы необходимо убедиться в отсутствии помех от других систем, развернутых по соседству. На Рис. 63 представлена простая схема размещения, которая иллюстрирует возможность появления интерференционных помех от источников в смежных областях (Пользователи 1-4 на Рис. 63). Свести к минимуму влияние интерференции от внешних сигналов можно при помощи надлежащего выбора частотных каналов и применения антенны с узкой диаграммой направленности.

Например, пусть необходимо установить связь между Терминалом 1 и Терминалом 2. Для избежания помех от существующего канала между Пользователем 1 и Пользователем 2, система должна работать в смежном с ними частотном канале. В то же время система может работать на одном (общем) канале с Пользователем 3 и Пользователем 4, т.к. они находятся вне зоны действия (приема/передачи) направленных антенн обоих терминалов.

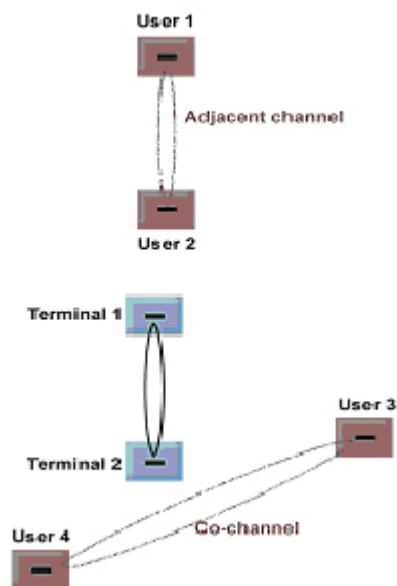


Рис.63. Методы построения сети