

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

КАФЕДРА СИСТЕМ СВЯЗИ

В.А. Вострикова, В.Г. Шаталов

**Однопролетная ЦРРС, на примере
оборудования NEC Pasolink V.4 ,
диапазона 38 ГГц.**

Методические указания к лабораторной работе № 3
По дисциплине « Спутниковые и наземные системы радиосвязи »

Самара, 2017

УДК 621.395.4

В.А. Вострикова, В.Г. Шаталов

Однопролетная ЦРРС, на примере оборудования NEC Pasolink V.4, диапазона
38 ГГц: методические указания по лабораторным работам /

Вострикова В.А., Шаталов В.Г. – Самара: ФГБОУ ВО ПГУТИ, ИУНЛ, 2017. 20 с.

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине

«Спутниковые и наземные системы радиосвязи», для направлений подготовки:

11.03.02-Инфокоммуникационные технологии системы связи;

11.05.01- Радиоэлектронные системы и комплексы;

11.03.01-Радиотехника.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

© Вострикова В.А. , Шаталов В.Г.

2017

Лабораторная работа

Однопролетная ЦРРС, на примере оборудования NEC Pasolink V.4., диапазона 38 ГГц

1. Цель работы

Изучение принципов работы современных цифровых РРЛ для организации последней мили. Экспериментальное исследование влияния замираний на пролете РРЛ на качественные характеристики канала связи.

Получение практических навыков работы с оборудованием РРЛ и программой удаленного управления PNMT (Pasolink Network Management Terminal).

2. План работы

- 1) По указанной методической разработке изучить:
 - назначение основных элементов РРЛ ;
 - назначение элементов лабораторного стенда;
 - структурную схему внешнего блока оборудования РРЛ NEC Pasolink
- 2) Ознакомиться со структурой меню программы удаленного управления PNMT (Pasolink Network Management Terminal).
- 3) Получить у преподавателя допуск, для выполнения практической части лабораторной работы. Для этого :
 - подготовить таблицы для записи результатов измерений
 - выполнить домашнее задание (задача выбирается преподавателем).
- 4) Выполнить необходимые измерения для построения графика зависимости коэффициента ошибок от ослабления.
- 5) Оформить отчет и сделать выводы о проделанной работе.
- 6) Защитить лабораторную работу.

3. Содержание вопросов для допуска к выполнению работы

- 1) Дайте определение радиорелейной связи.
- 2) Преимущества и недостатки РРЛ перед ВОЛП.
- 3) Место РРЛ в организации сотовой связи стандарта GSM.
- 4) Какую скорость передачи можно достичь в современных ЦРРС ?
Пояснить почему.
- 5) С какой целью на ЦРРЛ применяют многоуровневые методы

манипуляции.

- б) Назначение и состав радиоблока (наружного блока ODU).
Его функции при передаче (приеме) сигнала.
- 7) Назначение и состав внутреннего блока (IDU).Его функции при передаче (приеме) сигнала.
- 8) Поясните назначение основных элементов структурной схемы ЦРРС.
- 9) Способы резервирования оборудования РРЛ.
- 10) Что входит в состав основного оборудования?
- 11) Что входит в состав вспомогательного оборудования

4. Содержание вопросов для отчета после выполнения работы

- 1) Поясните назначение основных элементов структурной схемы стенда.
- 2) Что представляет собой Служебный терминал фирмы NEC.
- 3) Что представляет собой программа PNMT.
- 4) По какой формуле можно высчитать ослабление сигнала?
- 5) Проанализировать график зависимости коэффициента ошибок от ослабления.
- 6) Описать функции используемые в лабораторной работе программы PNMT.
- 7) В чем заключается опасность негерметичного соединения волноводного тракта.
- 8) BER- что означает данная аббревиатура?

5. Содержание отчета

- 1) Цель работы.
- 2) Структурная схема внешнего блока оборудования РРЛ NEC Pasolink V.4.
- 3) Результаты измерений, сведенные в таблицу.
- 4) График зависимости коэффициента ошибок от затухания в волноводном тракте, построенный на основе измерений.
- 5) Выводы по результатам измерений.

6. Методические указания к выполнению лабораторной работы

6.1 Обобщенная структурная схема современного оборудования РРЛ

На рисунке 1 показана структурная схема оборудования, содержащая важнейшие элементы цифровой РРЛ малой, средней и большой емкости.

Современное РРЛ оборудование очень часто состоит из внутреннего и наружного модулей, соединенных одним или несколькими кабелями. Длина кабелей может составлять несколько сот метров.

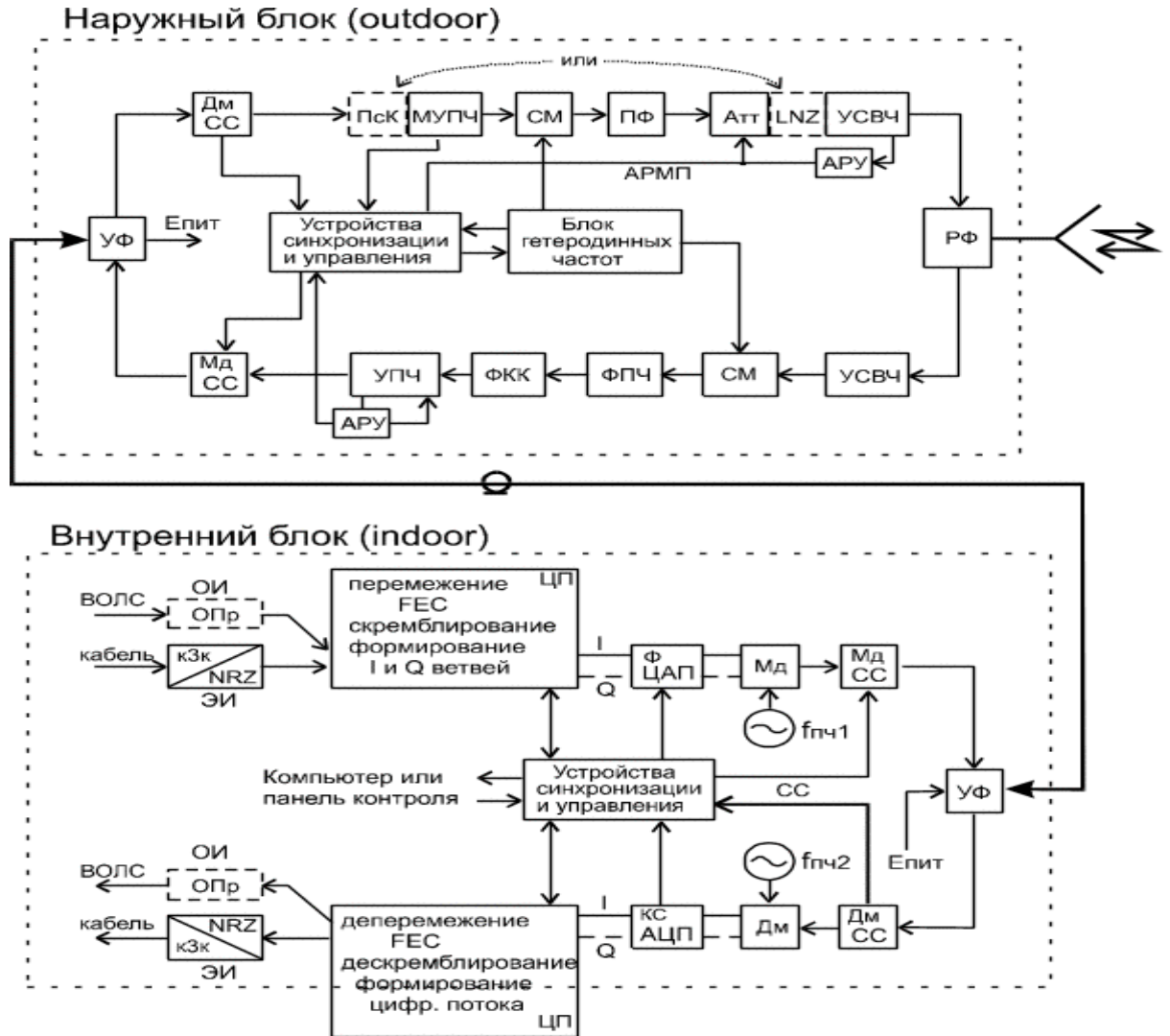


Рис.1 – Структурная схема оборудования цифровой РРЛ

Внутренний модуль, устанавливаемый в помещении, узел доступа, содержащий входные и выходные интерфейсы для исходных цифровых потоков, модемы и устройства контроля и управления. Входные и выходные интерфейсы могут быть электрическими (ЭИ) или оптическими (ОИ), причем некоторые типы аппаратуры содержат оба интерфейса или они устанавливаются по заказу.

В интерфейсах проводится согласование сигналов, поступающих по кабелям от аппаратуры мультиплексирования цифровых потоков,

преобразование кодов и выделение тактовой частоты (во входных устройствах).

Основная обработка сигналов перед модуляцией и после демодуляции осуществляется в соответствующих цифровых процессорах.

В передающей части внутреннего модуля цифровой процессор выполняет следующие операции:

- перемежение кодовых последовательностей (для защиты от длительных пакетных ошибок);
- предкоррекция ошибок (FEC) с использованием сверточных или блочных корректирующих кодов;
- скремблирование (для улучшения статистических свойств цифровых сигналов);
- формирование цифровых потоков синфазных (I) и квадратурных (Q) каналов для последующей многоуровневой модуляции.

В цифро-аналоговом преобразователе (ЦАП) происходит формирование многоуровневых сигналов из цифровых потоков I и Q каналов в соответствии с применяемым видом модуляции. К примеру, при модуляции 4ФМ используются 2-уровневые сигналы, а при 16КАМ – четырехуровневые. Эти сигналы поступают в модулятор, где управляют колебаниями промежуточной частоты.

Модулированный сигнал промежуточной частоты проходит по коаксиальному кабелю на внешний блок через устройство фильтрации (УФ). Предварительно сигнал промежуточной частоты дополнительно модулируется различной служебной информацией и цифровыми данными управления системой.

В приемной части внутреннего модуля проводятся операции, обратные произведенным в передающей части. На вход приемной части поступают сигнал промежуточной частоты от внешнего блока по коаксиальному кабелю. Для устранения взаимных влияний в кабеле сигналы промежуточной частоты передачи и приема выбираются различными (на передачу - 300 - 800 МГц, на прием, чаще всего, 70 МГц).

По центральной жиле и оплетке того же кабеля подается питание (20 - 80 В постоянного тока) на внешний модуль оборудования.

Внешний модуль содержит передатчик и приемник и устанавливается на антенной опоре в непосредственной близости от антенны или пристыковывается к ней.

Передатчик преобразует сигнал промежуточной частоты в рабочий диапазон частот и обеспечивает необходимую мощность выходного излучения. В данном примере структурной схемы тракт передатчика начинается с демодулятора служебной связи, в котором выделяются сигналы

для управления работой внешнего модуля и контроля его параметров. Основной сигнал промежуточной частоты поступает через мощный усилитель ПЧ (МУПЧ) на вход преобразователя частоты, состоящего из смесителя (СМ) и задающего генератора. Колебания задающего генератора образуются в блоке гетеродинных частот.

Полученный в процессе преобразования сигнал, состоящий из несущей частоты задающего генератора и двух боковых полос, поступает через полосовой фильтр (ПФ) на блок усиления СВЧ (УСВЧ). Полосовой фильтр выделяет из преобразованного сигнала одну из боковых полос. Обычно в современной аппаратуре перед УСВЧ устанавливается управляемый аттенюатор, предназначенный для регулирования излучаемой мощности передатчика. Часто этот аттенюатор обеспечивает работу системы адаптивной регулировки мощности передатчика (АРМП) в зависимости от условий распространения сигнала на трассе.

Для улучшения линейности амплитудной характеристики передатчика применяются компенсаторы искажений по третьей гармонике, которые могут устанавливаться в тракте ПЧ (ПсК) или в тракте СВЧ (LNZ).

Сигнал с выхода передатчика проходит к антенне через блоки разделительных фильтров (РФ), выполняющих следующие функции:

- разделение сигналов различных радиочастот при многоствольной работе;
- обеспечение работы приемников и передатчиков через одну антенну;
- разделение сигналов различных поляризаций при соканальных частотных планах;
- обеспечение согласования приемников, передатчиков и антенн.

Приемник преобразует сигнал из рабочего диапазона частот в промежуточную частоту и усиливает этот сигнал до необходимого уровня.

6.2 Структурная схема внешнего блока оборудования DMR NEC Pasolink V.4

Структурная схема наружного блока оборудования NEC Pasolink V.4. приведена на рисунке 2.

Наружный блок (Outdoor Unit, OU) состоит из следующих узлов:

- Радиоаппаратура
- Блок направления
- Антенна

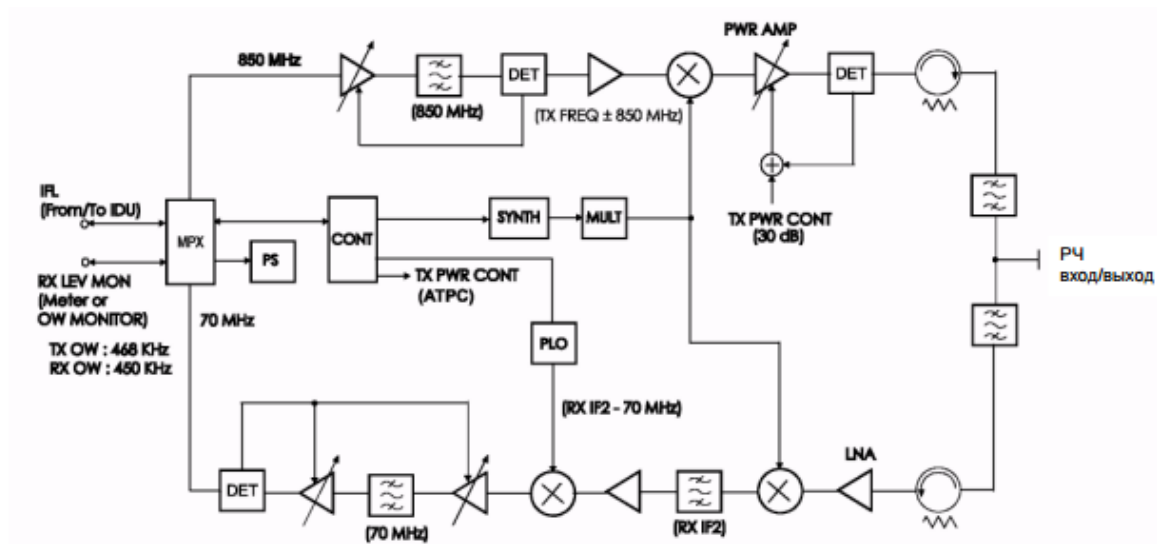


Рис. 2 – Структурная схема наружного блока оборудования NEC
Pasolink V.4

Наибольший интерес для изучения представляет блок радиоаппаратуры так как в нем происходят основные этапы обработки радиосигналов.

В направлении передачи сигналы образуются с помощью сигнального генератора GUNN, работающего по окончательной частоте, модулируемого непосредственно с помощью сигнала группового спектра. В направлении передачи промежуточных частот - нет.

Приёмник является устройством двух промежуточных частот, где местным гетеродином первой промежуточной частоты является модулированный сигнал передачи.

Блок радиоаппаратуры в наружном блоке содержит следующие узлы (Рисунок 2):

- Блок СВЧ (MWU = Microwave Unit)
- Синтезатор (SYNTH)
- Блок промежуточных частот (IFU)
- Модем CPM (CPM MODEM)
- Блок соединения кабелей (CI)
- Соединители промежуточных кабелей
- Стык измерения частоты кристалла 120 МГц (SYNMON)
- Разъём для внешнего источника электропитания (AUXВАТТ)
- Разъём для измерения напряжения АРУ (AGCMON)
- Источник электропитания

- Корпус устройства

Блок СВЧ (MWU)

Блок СВЧ (MWU = Microwave Unit) предназначен для формирования сигналов передачи, формирования сигналов промежуточных частот (RXIF) для приемника, выделения сигналов передатчика и приёмника (разветвление антенны), формирования вспомогательной промежуточной частоты (AUXIF), образованной на основе частоты (REF3G), передаваемой синтезатором к блоку. Сигналы передачи проходят через аттенюатор, регулируемый механическим способом. В ветви передачи аппаратуры PPC типа DMR 18W и DMR 23W имеется малошумящий усилитель (LNA = Low Noise Amplifier) и фильтр частоты зеркального канала.

Синтезатор (SYNTH)

Синтезатор (SYNTH = Synthesizer) обеспечивает блок СВЧ эталонными сигналами на частоте 3 ГГц, с помощью которых можно сформировать вспомогательную промежуточную частоту (AUXIF) в блоке СВЧ. Канальные частоты радиоаппаратуры задаются синтезатором и промежуточной частотой.

Блок промежуточной частоты (IFU)

В блоке промежуточной частоты (IF) выполняется основное усиление и преобразование по ПЧ. В результате образуется вторая промежуточная частота 140 МГц. В блоке промежуточной частоты образуются также эталонные сигналы, частота которых соответствует среднему значению вспомогательной промежуточной частоты, и с помощью которых осуществляется смещение вспомогательной промежуточной частоты к групповой частоте. Данные сигналы используются для фазовой синхронизации генератора сигналов передачи. Кроме того, в блоке промежуточной частоты имеется детектор частоты/фазы, предназначенный для измерения отношений вспомогательной промежуточной частоты и эталонных сигналов, позволяющий ускорить синхронизацию генератора сигналов передачи во время запуска.

Модем (MODEM)

Модем предназначен для управления и модуляции сигнального генератора блока СВЧ, а также для контроля фазы сигналов передачи. Для направления приёма предусмотрены секция промежуточной частоты 140 МГц и функции детектора. В составе модема имеется также микропроцессор для контроля и управления работой наружного блока, а также для передачи информации и сообщения аварийной сигнализации между комнатным блоком и наружным блоком по служебной шине (ТСВ).

Блок соединения кабелей (CI)

Блок соединения кабелей (CI = Cable Interface unit) находится рядом со стыком коаксиальных кабелей (кабелей IU-OU), подведённых от комнатного

блока. В данном блоке имеется защита от перенапряжения, а также компоненты, обеспечивающие изоляцию между данными и электропитанием. Кроме того, в блоке соединения кабелей предусмотрена защита соединения внешнего источника питания (AUXBATT), стыка измерения АРУ, соединений передачи данных от перенапряжения и ЭМС.

Через блок соединения кабелей распределяются выработанные источником питания рабочие напряжения к разным блокам секции радиоаппаратуры. Через него проходит также часть управляющих/аварийных сигналов блоков.

Источник питания

Источник питания обеспечивает рабочее электропитание и требуемое напряжение для отдельных узлов наружного блока либо на основе электропитания, поступающего по кабелям IU-OU от комнатного блока, либо на основе источника электропитания, обеспечивающего питание через разъём внешнего источника электропитания (AUXBATT). В источнике электропитания предусмотрена возможность выбора способа электропитания и напряжения запуска, а также преобразование напряжения в форму, позволяющую вести измерение с помощью микропроцессора. Ещё в источнике питания имеются фильтры ЭМС.

Разъём внешнего источника электропитания (AUXBATT)

Разъём внешнего источника электропитания (AUXBATT) является прочным двухконтактным разъёмом электропитания по постоянному напряжению, встроенного в корпус соединений наружного блока, который обеспечивает альтернативный путь электропитания для наружного блока. Электропитание, подключённое к разъёму, подвергается фильтрации помех и снабжается защитой от перенапряжения непосредственно после разъёма.

Разъём АРУ (AGCMON)

Разъём АРУ (AGCMON) состоит из двух соединителей штекерного типа, находящихся в корпусе соединений. Сигналы АРУ, включённые к разъёму, используются для определения направления на антенну ответного полуконспекта. Сигналы подвергаются фильтрации от помех.

Разъём SYNMON

Кварцевая частота местного сигнального генератора в синтезаторе измеряется по миниатюрному (байонетному) соединителю (SYNMON), находящемуся в корпусе соединений. Данный разъём позволяет измерить третье гармоническое значение (около 360 МГц) кварцевой частоты (около 120 МГц).

Корпус

Корпус является механической защитой блока радиоаппаратуры наружного блока от атмосферного влияния и защитой ЭМС.

6.3 Служебный терминал

Служебный терминал фирмы NEC Pasolink V.4 – это персональный компьютер с программным обеспечением PNMT для контроля и настройки, которое может быть использовано со всеми типами мультиплексоров и передающего оборудования NEC.

7 Программа PNMT (Pasolink Network Management Terminal)

Программа PNMT фирмы NEC является эмулятором служебного терминала (Service Terminal) написанным специально для ПК под управлением операционной системой (ОС) Windows компании Microsoft. Эта программа была создана компанией NEC (рисунок 3).

Главным и единственным недостатком программы PNMT является то, что для ее работы необходимо иметь ПК с предустановленной операционной системой Windows компании Microsoft. Но в настоящее время огромное распространение получили портативные ПК, что привело к значительному снижению цен на них и, в совокупности с относительно низкими системными требованиями программы, позволило приобрести портативный ПК с небольшими затратами. Также функции программы PNMT позволяют производить удаленный мониторинг оборудования посредством шины Q1 или других сетевых протоколов.

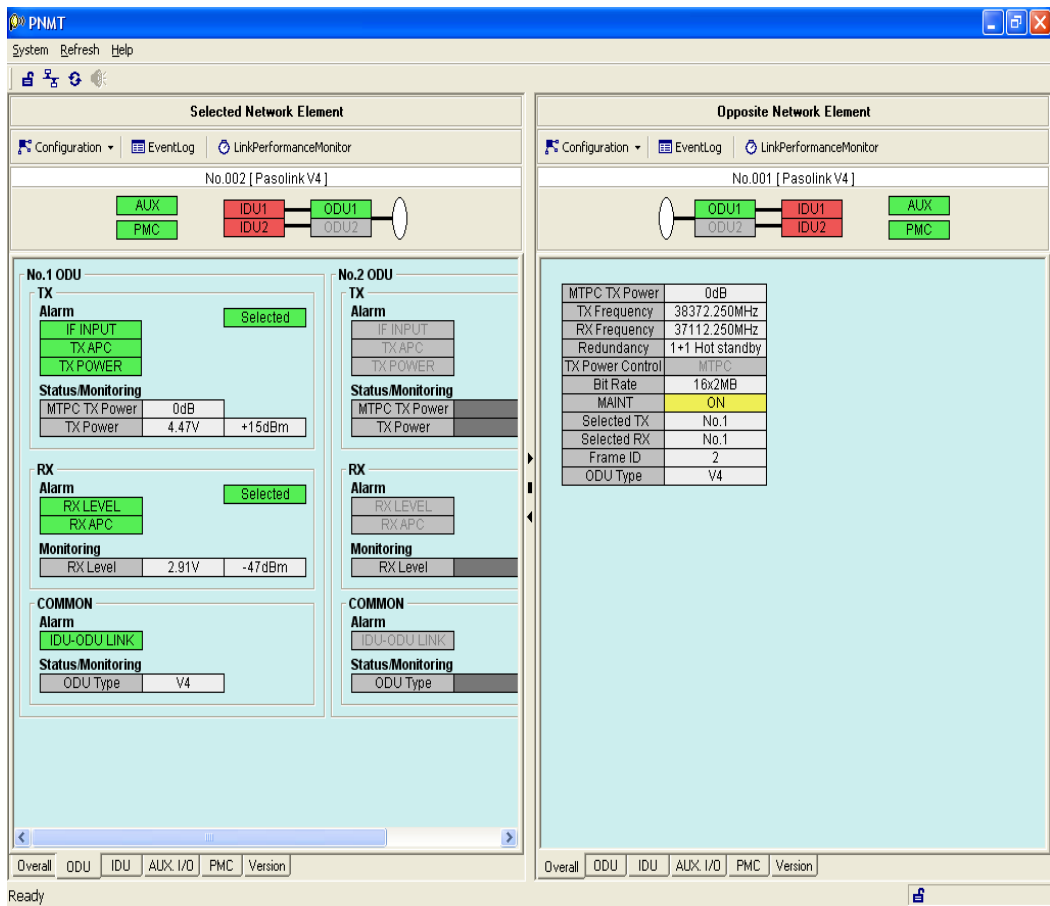


Рис.- 3 Внешний вид главного окна программы PNMT

8 Особенности лабораторной установки

Лабораторная установка (Рисунки 4а, 4б) для исследования оборудования NEC Pasolink V.4 содержит:

- персональный компьютер с предустановленной операционной системой Windows компании Microsoft и программой PNMT (ПК);
- 2 внешних блока РРЛ оборудования NEC Pasolink V.4 (ВБ1 и ВБ2);
- волноводный тракт с одним аттенуатором грубой подстройки (Ат1) и одним аттенуатором плавной подстройки (Ат2);
- источник постоянного тока Б5-21 (БП);
- кабель VGA (RS-232) - COM (RS-232) .

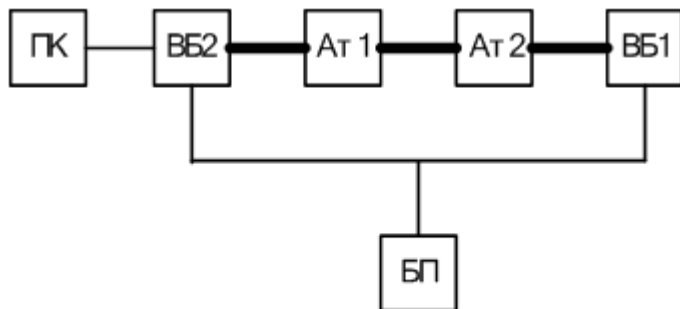


Рис.4а – блок схема лабораторной установки.



Рисунок 4б – внешний вид лабораторной установки.

9 Порядок выполнения работы

1. Убедиться, что макет соединен с измерительными приборами в соответствии со схемой.

2. Получив разрешение преподавателя, включить макет оконечного устройства тумблером «Сеть» на передней панели.

4. Установить на имитаторе пролета значение множителя ослабления – 41 дБ, (наибольшее ослабление).

9.1 Включение лабораторной установки

Внимательно изучите блок схему лабораторной установки, проверьте наличие всех необходимых приборов и правильность их соединения непосредственно на лабораторной установке. Включите источник постоянного тока Б5-21, включите ПК.

9.2 Исследование влияния затухания в волноводном тракте на работоспособность оборудования РРЛ

9.2.1 Исследование зависимости коэффициента ошибок от затухания в волноводном тракте

1. Выставить значение ослабления вносимого аттенюатором $A_{т1}$ на 35 дБ, а значение аттенюатора $A_{т2}$ на 0 дБ.

2. Запустить программу РNMT (ярлык находится в меню пуск) и с ее помощью установить связь с внешним блоком оборудования NEC Pasolink (рисунок 5).



Рис. 5- Первоначальный запуск ПО (PNMT).

После запуска программы, и автоподключения к блоку управления, открывается главное окно программы .

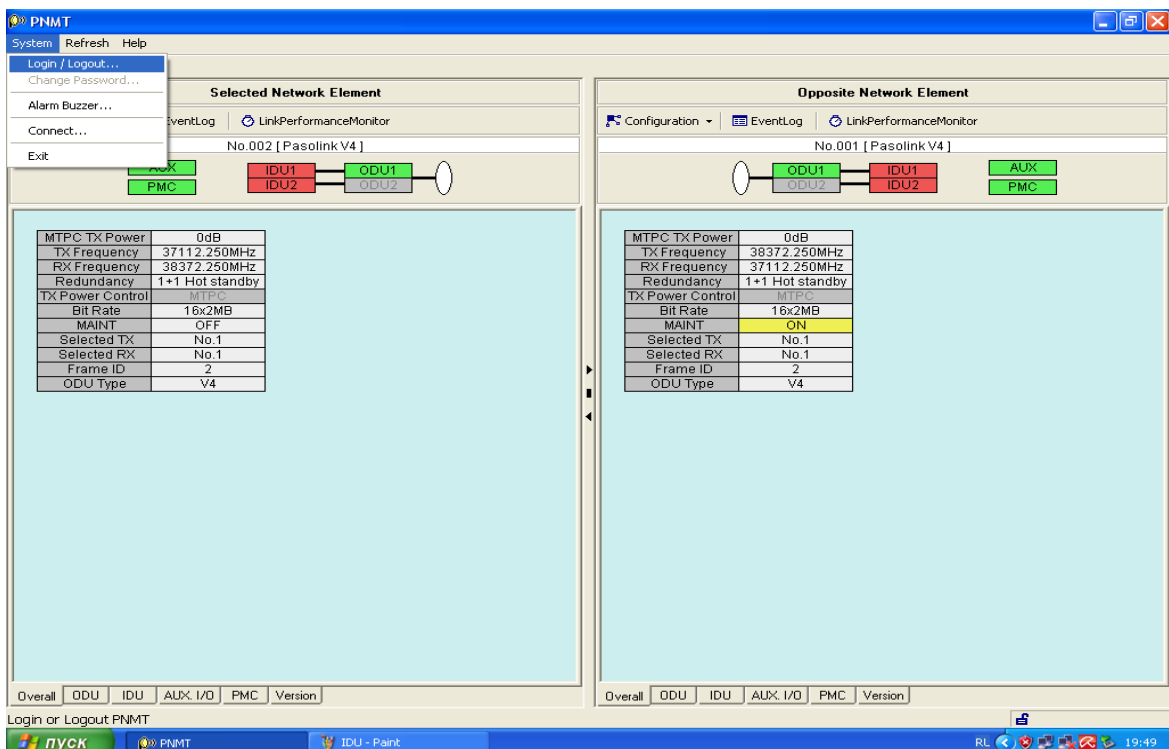


Рис. 6 – Основные данные пролета РРЛ.

Для того чтобы пронаблюдать уровень затухания необходимо перейти во вкладку ODU, RX Level - уровень затухания сигнала в пролете.

The screenshot displays the PNMT (Performance Network Monitor Tool) interface. It is divided into two main sections: 'Selected Network Element' (No.002 [Pasolink V4]) and 'Opposite Network Element' (No.001 [Pasolink V4]).

Selected Network Element (No.002 [Pasolink V4]):

- TX Alarm:** IF INPUT (Selected), TX APC, TX POWER.
- Status/Monitoring:**

MTPC TX Power	0dB
TX Power	4.47V +15dBm
- RX Alarm:** RX LEVEL (Selected), RX APC.
- Monitoring:**

RX Level	2.91V -47dBm
----------	--------------
- COMMON Alarm:** IDU-ODU LINK.
- Status/Monitoring:**

ODU Type	V4
----------	----

Opposite Network Element (No.001 [Pasolink V4]):

- Status/Monitoring Table:**

MTPC TX Power	0dB
TX Frequency	38372.250MHz
RX Frequency	37112.250MHz
Redundancy	1+1 Hot standby
TX Power Control	MTPC
Bit Rate	16x2MB
MAINT	ON
Selected TX	No.1
Selected RX	No.1
Frame ID	2
ODU Type	V4

At the bottom, there are navigation tabs: Overall, ODU, IDU, AUX, I/O, PMC, Version. The status bar shows 'Ready'.

Рис. 7 - Уровень затухания сигнала.

3. Открыть диалоговое окно Link Performance Monitor.

В появившемся Диалоговом окне строка BER показывается вероятность ошибки.

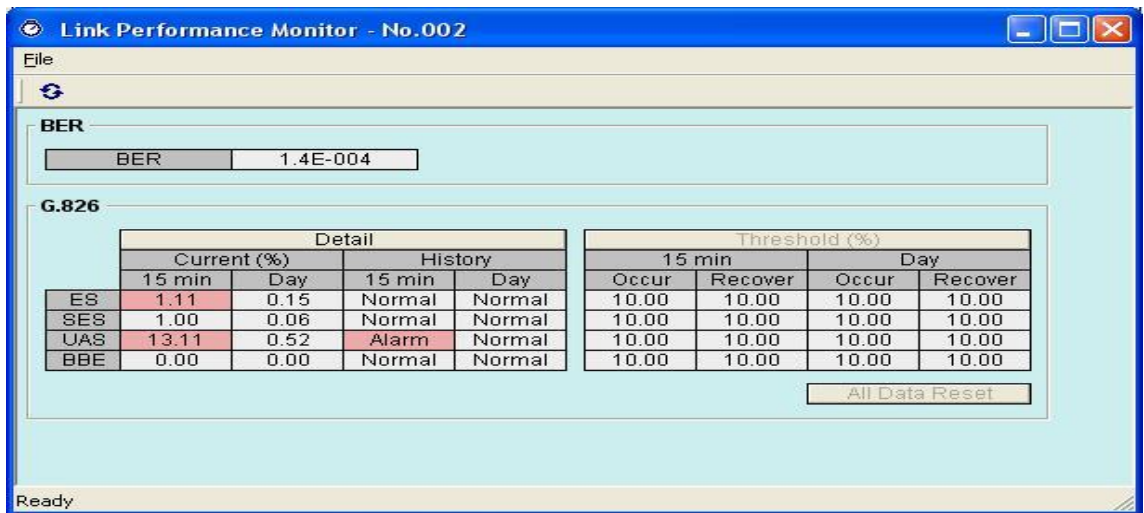


Рис 8 - Окно вероятностей ошибок.

4. Далее необходимо увеличивать ослабление на аттенюаторе Ат1 на 1 дБ до получения ненулевых значений коэффициента BER. Записать значение ослабления, при котором появились первые ошибки. Затем необходимо увеличивать значение ослабления на 0,25 дБ и получаемые измерения свести в таблицу 1.

Таблица 1.

№ измерения	Значение ослабления, дБ	Значение коэффициента ошибок BER

Измерения необходимо вести до получения значения коэффициента BER равного 10^{-6} , которое является пороговым для поддержания связи с приемлемым качеством (на усмотрение преподавателя студенты могут продолжить измерения для получения более наглядного графика).

9.2.2 Определение ослабления вносимого волноводным трактом при котором пропадает связь.

1. Выставить значение ослабления аттенюатора At1 на 40 дБ, а значение ослабления вносимого аттенюатором At2 на 0 дБ.

2. Увеличивая уровень затухания по 2 дБ, необходимо дожидаться отображения изменения уровня сигнала в графе RX Level. (программа имеет задержку приблизительно в 10-15 сек).

3. При достижении сильного затухания и большой вероятности ошибки, программа PNMT поменяет цвет индикатора IDU, в верхней части окна, на красный. Это будет означать что при увеличении затухания связь будет прервана.

4. Плавно увеличивая затухание на At1, достичь разрыва связи. При отключении связи, правая сторона диалогового окна программы пропадет и появится надпись "Not Connection".

9.2.3 Подготовка отчета

Подготовить отчет с данными о выполнении проведенной работы сведенными в таблицу, по которой необходимо построить график зависимости коэффициента BER от ослабления в волноводном тракте. Записать значение ослабления, при котором произошел обрыв связи. Сделать выводы о проделанной работе.

Список литературы.

1) Сайт компании NEC. Описание моделей оборудования Pasolink/ [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://ru.nec.com/ru_RU/global/prod/nw/pasolink/index.html/ , свободный.

2) Информационный портал Система управления сетью PPS PASOLINK [Электронный ресурс]: – Режим доступа <http://www.telegrany.ru/product/pr1/index.html> , свободный.

3) Берлин, А.Н. Телекоммуникационные сети и устройства [Электронный ресурс]:/А.Н.Берлин; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ).Электрон. текстовые данные <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?&id=52197>

4) Тихвинский, В.О. Подвижная связь третьего поколения. Экономика и качество услуг/ В. О. Тихвинский, Е. Е. Володина; под ред.: Ю. Б. Зубарева. – Москва: Радио и связь, 2005. – 240 с.