

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра систем телекоммуникаций

В. Н. Урядов, В. Н. Кийко, С. А. Лукашевич

*Исследование основных характеристик оптического
линейного терминала*

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по дисциплинам «Волоконно-оптические системы передачи»
и «Оптические системы передачи»

Минск БГУИР 2011

УДК 621.391.63 (076.5)
ББК 32.811.3я73
У73

Рецензенты:

ассистент кафедры «Защита информации» БГУИР Я. В. Рощупкин

Урядов, В. Н.
У73 Исследование основных характеристик оптического линейного терминала (2x16): лабораторный практикум по дисциплинам «Волоконно-оптические системы передачи» и «Оптические системы передачи»/ В.Н. Урядов, В. Н. Кийко, С. А. Лукашевич. – Минск: БГУИР, 2011. – 43 с.
ISBN 978-985-488-587-2.

Приводится описание лабораторной работы, позволяющей исследовать принципы группообразования плездохронных систем, параметры и характеристики их оптических интерфейсов.

Даны цель, задание, теоретические сведения по ее выполнению, а также контрольные вопросы и литература.

ISBN 978-985-488-587-2.

© Урядов В. Н., Кийко В. Н.,
Лукашевич С. А. 2011

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2011

Исследование основных характеристик оптического линейного терминала

1. Цель работы

1. Изучить плезиохронный метод группообразования в системах телекоммуникаций.
2. Исследовать основные характеристики оптического линейного терминала ОЛТ 2Х16.

2. Задание к работе

1. Изучить инструкцию по технике безопасности.
2. Изучить схему лабораторной установки и ознакомиться с правилами эксплуатации приборов.
3. Изучить принцип работы и основные характеристики линейного оптического терминала ОЛТ 2Х16.
4. Исследовать структуру плезиохронного потока Е2 (8,448 Мбит/с).
5. Исследовать структуру плезиохронного потока Е3 (34,368 Мбит/с).
6. Измерить основные параметры выходного оптического интерфейса ОЛТ 8Х34.
7. Исследовать процессы преобразования в различных точках тракта ОЛТ 2Х16.
8. Определить чувствительность оптического приемного модуля ОЛТ 2Х16 и рассчитать раскрыв глаздиagramмы при различных уровнях входного сигнала приемного оптического модуля.

3. Описание лабораторного макета

На рис.1 приведена структурная схема лабораторного макета.

В состав макета входят:

- 1) осциллограф (Tektronix 2002В);
- 2) оптический линейный терминал;
- 3) измеритель оптической мощности;
- 4) оптический аттенюатор;
- 5) отрезки волоконных световодов, оконцованные разъемами.

Осциллограф обеспечивает возможность измерять параметры сигналов во всех контрольных точках линейного оптического терминала ОЛТ 2Х16, а также рассчитывать спектры сигналов в этих точках.

Измеритель оптической мощности позволяет измерять мощность на выходе передающего оптического модуля (вход оптического аттенюатора), а также мощность на входе приемного оптического модуля, определяя таким образом чувствительность приемного оптического модуля ОЛТ 2Х16.

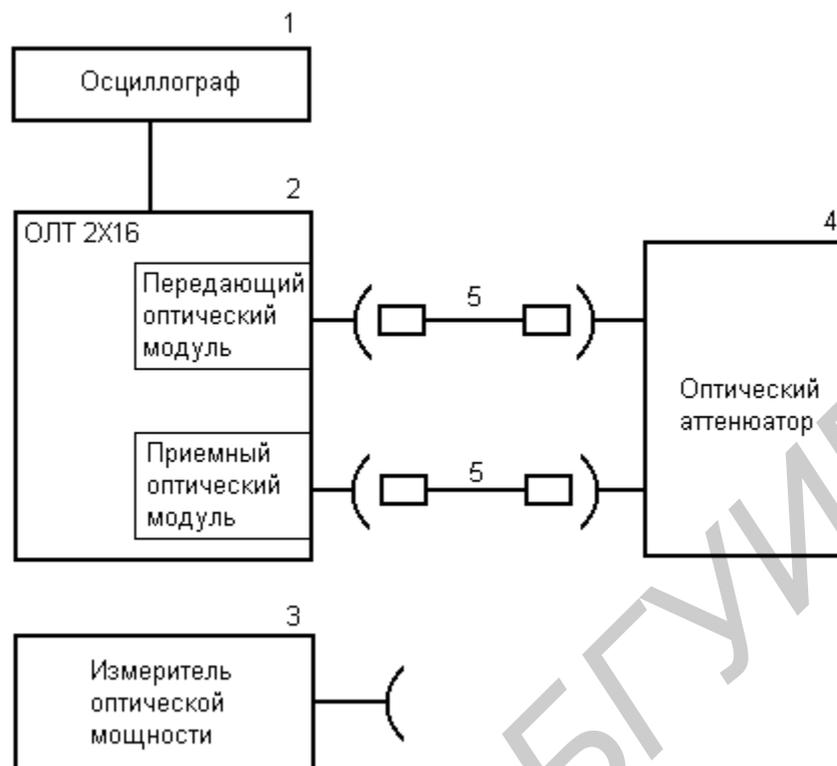


Рисунок 1. Схема лабораторного макета

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения оптического мультимплекса E1/E3 ОЛТ 2X16, содержит технические данные, сведения о составе и принципах работы, порядок установки и подготовки к работе.

При изучении модуля ОЛТ 2X16 следует руководствоваться документами, входящими в ведомость эксплуатационных документов СКЮА.0006.01.001 ЭД, ~1.

В техническом описании приняты следующие обозначения и сокращения:

СУ – схема управления и контроля;

HDB-3 – код, используемый для передачи сигналов первичного и третичного сетевых стыков в соответствии с рекомендацией G703 МСЭ-T;

MLD E1/E3 – мультиплексор 16-ти низкоскоростных потоков E1 в один высокоскоростной поток E3 и демультиплексор высокоскоростного потока E3 на 16 низкоскоростных потоков E1;

OMLD E1/E3 – мультиплексор 16-ти потоков E1 в один высокоскоростной поток E3 Передача по оптическому тракту и обратное преобразование.

ВТЧ – выделитель тактовой частоты;

СИАС – сигнал индикации аварийного состояния;

СМІ – код используемый в оптическом тракте.

Обозначение при заказе:

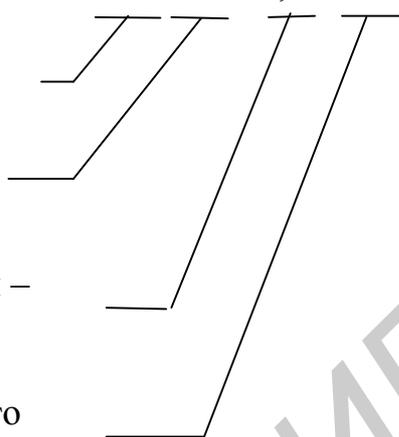
Скорость компонентного сигнала на цифровом стыке – 2 Мбит/с

Максимальное количество компонентных сигналов – 16

Длина волны оптического излучения – 1,3 или 1,5 мкм

Номинальное напряжение первичного Электропитания – 24,48 или 60 В

ОЛТ 2X16x16 – 1,3/60



4. Краткие теоретические сведения об оптическом линейном терминале

Назначение

Оптический линейный терминал (ОЛТ 2X16) предназначен для использования в качестве окончного терминала АТС или линейного терминала. В зависимости от назначения схема незначительно модифицируется.

ОЛТ 2X16 обеспечивает:

- подключение 16-ти потоков 2,048 Мбит/с;
- контроль входных потоков;
- восстановление тактовой частоты 2,048 входящего потока;
- восстановление данных входных потоков;
- линейное кодирование входного потока, т. е. преобразование восстановленных данных в код NRZ в код CMI;
- электрооптическое преобразование линейного сигнала и передача в линию;
- оптико-электронное преобразование линейного сигнала со стороны приема;
- усиление и фильтрация линейного сигнала;
- обнаружение потери принятого сигнала и посылки аварийного сигнала;
- выделение синхросигнала принятого потока;
- преобразование линейного кода в код NRZ;
- выделение служебных каналов;
- преобразование из NRZ-формата в код HDB3.

Общие функции:

- обнаружение, обработка аварийных сигналов для посылки на центральный процессорный блок;
- аварийные сигналы LD ухудшения работы лазера;
- управление служебными каналами.

ОЛТ 2Х16 предназначен для непрерывной круглосуточной работы в отапливаемых помещениях в условиях:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление не ниже 60 кПа (450 мм).

ОЛТ 2х16 сохраняет свои параметры после: пребывания при температуре минус 50 и плюс 50 °С и при пониженном давлении 12 кПа (90 мм рт.ст.) при температуре минус 50 °С.

4.1. Первичный сетевой стык.

Основные параметры первичного сетевого стыка приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры стыка соответствуют G703 МСЭ-Т	
Количество входных/ выходных потоков	16
Скорость передачи информационного сигнала	2048(1± 50·10 ⁻⁶) кбит/с
Код стыка	HDB-3
Стыковая цепь	Симметричная пара с волновым сопротивлением 120 Ом. Коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 ± 0,75 Ом
Затухание стыковой цепи	От 0 до 6 дБ на частоте 1024 кГц
Номинальное напряжение при наличии импульса	3,0 ± 0,3 В для 120 Ом 2,37 ± 0,237 В для 75 Ом
Номинальное напряжение при отсутствии импульса	0 ± 0,3 В для 120 Ом 0 ± 0,237 В для 75 Ом
Длительность импульсов положительной и отрицательной полярностей на уровне 0.5 амплитуды	224 ± 25 нс

Параметры стыка соответствуют G703 МСЭ-Т	
Отношение амплитуд импульсов разной полярности в середине тактового интервала	от 0,95 до 1,05
Отношение длительности импульсов разной полярности на уровне половины номинальной амплитуды	от 0,95 до 1,05
Затухание несогласованности на входе сигнала первичного сетевого стыка	Не менее 12 дБ в диапазоне частот от 51 до 102 кГц не менее 18 дБ, в диапазоне частот от 102 до 2048 кГц не менее 14 дБ, в диапазоне частот от 2048 до 3072 кГц
Допустимое фазовое дрожание	Соответствует рекомендации G823 МСЭ-Т
Защита от перенапряжения	Соответствует требованиям прил. В рекомендации G703 МСЭ-Т
Тип разъема	Вилка DB25
Маркировка разъемов	«ИКМ 1-4», «ИКМ 5-8», «ИКМ 9-12», «ИКМ 13-16»

4.2. Третичный сетевой стык

Основные параметры третичного сетевого стыка приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры стыка соответствуют G703 МСЭ-Т	
Скорость передачи информационного сигнала	34368($1 \pm 30 \cdot 10^{-6}$) кбит/с
Код стыка	HDB-3
Стыковая цепь	Коаксиальный кабель с волновым сопротивлением $75 \pm 0,75$ Ом
Затухание стыковой цепи	От 0 до 6 дБ на частоте 17,184 кГц

Параметры стыка соответствуют G703 МСЭ-Т	
Номинальное напряжение при наличии импульса	$1,0 \pm 0,1$ В
Номинальное напряжение при отсутствии импульса	$0 \pm 0,1$ В
Длительность импульсов положительной и отрицательной полярностей на уровне 0.5 амплитуды	14,55 нс
Отношение амплитуд импульсов разной полярности в середине тактового интервала	От 0,95 до 1,05
Отношение длительности импульсов разной полярности на уровне половины номинальной амплитуды	От 0,95 до 1,05
Затухание несогласованности на входе сигнала вторичного сетевого стыка	<p>Не менее 12 дБ в диапазоне частот от 860 до 1720 кГц</p> <p>Не менее 18 дБ в диапазоне частот от 1720 до 34368 кГц</p> <p>Не менее 14 дБ в диапазоне частот от 34368 до 51530кГц</p>
Допустимое фазовое дрожание	Соответствует рекомендации G823 МСЭ-Т
Защита от перенапряжения	Соответствует требованиям прил. В к рекомендации G703 МСЭ-Т
Маркировка разъемов	«Вх. Е3», «Вых. Е3»

4.3. Линейный оптический стык

Технические характеристики оптического стыка приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименования параметра	Значение
Рабочая длина волны оптического излучения (в зависимости от варианта исполнения)	1,30 ± 0,03 мкм 1,55 ± 0,05 мкм
Уровень средней мощности оптического излучения, измеренный на разъеме «ПД»	Не менее минус 3 дБм при $\lambda=1,3$ мкм Не менее минус 3 дБм при $\lambda=1,55$ мкм
Код линейного сигнала	СМІ
Коэффициент ошибок при передаче по линейному тракту предельной длины при уровне входного оптического сигнала минус 41 дБм	Не превышает 10^{-10}
Среда передачи	Одномодовое оптическое волокно
Диапазон АРУ (автоматическая компенсация изменения затухания участка регенерации за счет разброса длины)	Не менее 35 дБ
Тип разъема	FC
Маркировка разъемов	ПД – передача в линию ПР – прием сигнала с линии

4.4. Синхронизация

В оборудовании может быть использовано три вида синхронизации, которая устанавливается с помощью переключек:

- от внутреннего генератора,
- от внешнего источника,

- от тактовой частоты, выделенной из входного цифрового сигнала одного из 16 (на выбор) каналов 2048 кбит/с, на выбор

Технические характеристики стыка внешней тактовой синхронизации приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование параметра	Значение
Стыковая цепь (устанавливается перемычками)	Симметричная пара с волновым сопротивлением 120 Ом; Коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом
Максимальное напряжение сигнала (пиковое значение)	1,9 В
Минимальное напряжение сигнала (пиковое значение)	1,0 В
Максимальное фазовое дрожание, измеренное в пределах диапазона частот от 20 Гц до 100 Гц	0,05 тактового интервала (от пика до пика)
Затухание стыковой цепи на частоте 2048 кГц	В пределах от 0 до 6 дБ
Тип разъема	Розетка ТЈ6Р6С
Маркировка разъема	«ВН.СИНХР»

4.5. Контроль и сигнализация

Система контроля обеспечивает:

- 1) контроль работоспособности ОЛТ, включая показатели качества передачи линейного сигнала, с помощью светодиодной индикации;
- 2) передачу сигналов (с контактов реле) о срочной (авария) и несрочной (предавария) авариях оборудования ОЛТ 2Х16 на разъем **СТАТИВ**;
- 3) формирование сигнала индикации аварийного состояния (СИАС) с частотой $(2048,0 \pm 0,1)$ кГц:
 - а) в сторону линии – при пропадании входного сигнала на любой из 16-ти цифровых стыках ИКМ;
 - б) в сторону станции на выходах всех 16-ти стыков ИКМ в случаях пропадания входного сигнала на оптическом стыке и при Кош $\geq 10^{-3}$;

4) автоматическое отключение излучателя при пропадании входного сигнала на оптическом стыке;

5) контроль работоспособности оборудования с помощью персонального компьютера, подключенного по стыку RS-232-C (разъем – розетка RJ45 T16-8P8C с маркировкой – **РС**);

6) контроль оборудования с противоположных участков линейного тракта по сетевой шине контроля, подключение к которой осуществляется по стыку RS-485 (разъем-розетка T16P6C с маркировкой – **RS.485**).

4.6. Электропитание

Первичное электропитание осуществляется от источников питания постоянного тока с напряжением питания в пределах от 19 до 36 В для модификаций ОЛТ2х16-1,3/24 и ОЛТ2х16-1,55/24 и в пределах от 36 до 72 В для модификаций ОЛТ2х16-1,3/48/60 и ОЛТ2х16-1,55/48/60, с заземленным положительным полюсом.

Потребляемая мощность – не более 12 Вт.

4.7. Габариты и масса

1. Габаритные размеры – 483х300х44 мм.
2. Масса – 3 кг.

4.8. Устройство и состав

Конструктивно ОЛТ 2Х16 выполнен в виде модуля, внешний вид которого с лицевой и задней сторон показан на рис. 1, назначение элементов приведено в табл. 5.

Таблица 5

Наименование	Назначение
Лицевая панель	
Тумблер ВКЛ.ПИТ	Включение первичного электропитания ОЛТ 2Х16
Предохранитель « 1А »	Установлен в цепи первичного электропитания
Светодиод АВАРИЯ (красного цвета)	Включение светодиода означает аварию оборудования

Наименование	Назначение
Лицевая панель	
Светодиод +5 В (зеленого цвета)	Включается при наличии электропитания плюс 5 В
Светодиод -5 В (зеленого цвета)	Включается при наличии электропитания минус 5 В
Тумблер ВКЛ.ИЗЛ	Включение излучателя в рабочее состояние (независимо от наличия входного оптического сигнала)
Кнопка ОТКЛ.ЗВ (без фиксации)	Выключение внутренней и внешней звуковой аварийной сигнализации
Кнопка ИНД (без фиксации)	Проверка исправности светодиодов
Светодиоды ИКМ 1, 2, ... , 16 (красного цвета)	Включение светодиодов означает пропадание сигнала на 1, 2, ... , 16 входах ИКМ
Светодиод ВН.СИНХР (желтого цвета)	Включение светодиода означает пропадание сигнала внешней тактовой синхронизации
Светодиод ИЗЛ (желтого цвета)	Включение светодиода означает, что мощность излучателя отклонилась от номинальной величины на более чем на 25 %
Светодиод ОЛС (красного цвета)	Включение светодиода означает пропадание сигнала на оптическом входе
Светодиод 10⁻³ (красного цвета)	Включение светодиода означает, что коэффициент ошибок линейного сигнала больше либо равен 10 ⁻³
Светодиод 10⁻⁶ (желтого цвета)	Включение светодиода означает, что коэффициент ошибок линейного сигнала больше либо равен 10 ⁻⁶

Наименование	Назначение
Задняя панель	
Многопозиционный переключатель АДРЕС	Предназначен для установки адреса ОЛТ 2Х16 на сети электросвязи и установки нагрузки по шине технического обслуживания
Разъем RS.485	Для подключения к шине технического обслуживания
Разъем РС	Для подключения персонального компьютера
Разъем ВН.СИНХР	Для подключения внешней тактовой синхронизации
Кнопка СБРОС	Для перегрузки микропроцессора в случае зависания программы или при смене адреса ОЛТ 2Х16 на сети электросвязи
Разъем ПД	Для подключения оптического кабеля для передачи сигнала в линию
Разъем ПР	Для подключения оптического кабеля для приема сигнала с линии
Разъем ИКМ 1-4	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 1 по 4 канал
Разъем ИКМ 5-8	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 5 по 8 канал
Разъем ИКМ 9-12	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 9 по 12 канал
Разъем ИКМ 13-16	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 13 по 16 канал
Клеммник ПИТАНИЕ	Для подключения первичного электропитания
Разъем СТАТИВ	Для подключения к внешней аварийной сигнализации

Наименование	Назначение
Задняя панель	
Разъем Вх ЕЗ	Для подключения к аппаратуре SDH
Разъем Вых ЕЗ	Для подключения к аппаратуре SDH

Конструкция предусматривает установку и эксплуатацию модуля в 19” станине. Модуль устанавливается в станину по направляющим и фиксируется с помощью винтов, отверстия для которых предусмотрены на лицевой панели модуля. Для удобства установки модуль снабжен ручками.

Выбор режимов работы ОЛТ 2Х16 осуществляется с помощью установки переключателей на определенные позиции соединителей типа PLD-02, расположенных внутри корпуса на «материнской» плате ОЛТ 2Х16. Для доступа к плате необходимо снять крышку.

5. Описание работы

5.1. Оптический передатчик

В оптическом передатчике осуществляется контроль мощности излучателя, величины тока накачки и температуры излучателя.

При отклонении мощности излучателя от номинальной величины более чем на 25 % формируется сигнал «Предвария излучателя» и включается светодиод **ИЗЛ**.

При **увеличении** температуры излучателя выше допустимой величины, увеличении тока накачки излучателя и пропадании сигнала СМІ на передаче формируется сигнал «Авария» и включается светодиод **АВАРИЯ**.

В передатчике предусмотрено автоматическое отключение излучателя при отсутствии оптического сигнала на входе приемника.

На практике возникают ситуации, например, пусконаладочные работы на линии или ремонт оборудования, когда оптический передатчик включают в режим постоянного излучения. Это можно сделать двумя способами :

1) вручную с помощью тумблера **ИЗЛ**, установив его в положение **ВКЛ**. Данная установка на персональном компьютере отобразится активизацией сообщения **Включить излучатель**;

2) с помощью персонального компьютера, подав команду **Включить излучатель**.

В процессе эксплуатации тумблер **ИЗЛ** должен находиться в выключенном положении.

5.2. Синхронизация

Синхронизация оборудования может осуществляться тремя способами:

- от внутреннего генератора;
- от внешнего источника тактовой синхронизации;
- от передающего тракта, причем от любого из 16-ти каналов первичного сетевого стыка.

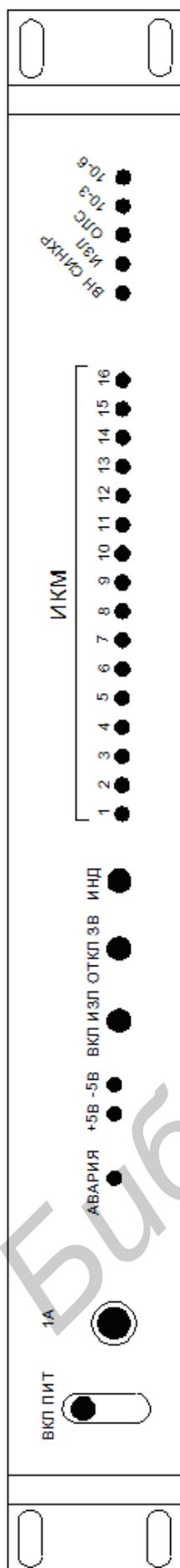
Способ синхронизации и номер канала – 1, 2 ... 16 – при синхронизации от передающего тракта 2048 кбит/с и сопротивлении стыковой цепи внешней тактовой синхронизации выбираются с помощью переключателей на «материнской» плате. В разд. 6 «Порядок установки и подготовка к работе» даны указания по установке переключателей.

5.3. Формирование СИАС

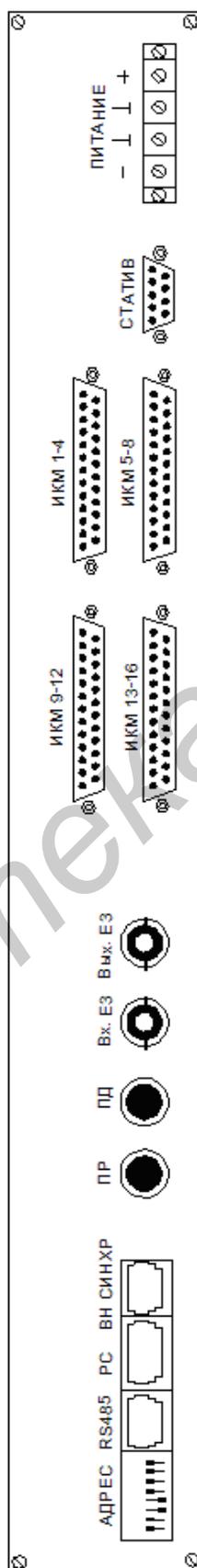
Оборудование обеспечивает формирование сигнала индикации аварийного состояния (СИАС) в сторону линии и сторону станции. В сторону линии СИАС формируется при пропадании сигнала 2048 кбит/с на цифровом входе. В сторону станции СИАС формируется на выходах всех 16-ти стыков 2048 кбит/с в двух случаях:

- при пропадании сигнала на оптическом входе;
- при превышении коэффициента ошибок линейного сигнала значения 10^{-3} .

СИАС представляет собой сигнал, состоящий из «единиц». Частота СИАС составляет $2048,0 \pm 0,1$ кГц.



а



б

Рисунок 1. ОЛТ 2X16

а - лицевая сторона панели; б - задняя сторона панели

5.4. Шлейфование сигналов

В оборудовании применяются пять видов шлейфования:

1) шлейфование сигнала на первичном стыке (далее – аналоговый шлейф), при котором сигнал с выхода интерфейса 2048 кбит/с подключается ко входу цифрового интерфейса 2048 кбит/с;

2) шлейфование сигнала на первичном цифровом стыке (далее – удаленный шлейф E1), при котором сигналы с приема E1 подключаются на передачу E1;

3) шлейфование сигнала на третичном стыке (далее – цифровой шлейф E3), при котором сигналы с выхода цифрового стыка E3 подключаются к цифровому входу стыка E3;

4) шлейфование сигнала на третичном стыке (далее – удаленный шлейф E3), при котором сигналы с приема E3 подключаются на передачу E3.

Эти шлейфы устанавливаются через меню персонального компьютера путем подачи соответствующей команды;

5) шлейфование сигнала на оптическом стыке (далее – оптический шлейф). Устанавливается путем соединения оптического выхода (разъем ПД) с оптическим входом (разъем ПР) с помощью оптического кабеля.

Шлейфы применяются при пусконаладочных работах на объекте, при проверке работоспособности ОЛТ в режиме «на себя» и при работе нескольких ОЛТ 2X16 в оптическом кольце.

5.5 Контроль

Контроль работоспособности ОЛТ 2X16 осуществляется по светодиодной индикации, расположенной на лицевой панели. Перечень контролируемых сигналов приведен в таблице 6.

Таблица 6

Наименование неисправности	Индикация
Аварийные сигналы (светодиоды красного цвета)	
1. Пропадание входного сигнала на 1-м цифровом стыке	ИКМ 1
2. Пропадание входного сигнала на 2-м цифровом стыке	ИКМ 2
3. Пропадание входного сигнала на 3-м цифровом стыке	ИКМ 3
4. Пропадание входного сигнала на 4-м цифровом стыке	ИКМ 4

Наименование неисправности	Индикация
Аварийные сигналы (светодиоды красного цвета)	
5. Пропадание входного сигнала на 5-м цифровом стыке	ИКМ 5
6. Пропадание входного сигнала на 6-м цифровом стыке	ИКМ 6
7. Пропадание входного сигнала на 7-м цифровом стыке	ИКМ 7
8. Пропадание входного сигнала на 8-м цифровом стыке	ИКМ 8
9. Пропадание входного сигнала на 9-м цифровом стыке	ИКМ 9
10. Пропадание входного сигнала на 10-м цифровом стыке	ИКМ 10
11. Пропадание входного сигнала на 11-м цифровом стыке	ИКМ 11
12. Пропадание входного сигнала на 12-м цифровом стыке	ИКМ 12
13. Пропадание входного сигнала на 13-м цифровом стыке	ИКМ 13
14. Пропадание входного сигнала на 14-м цифровом стыке	ИКМ 14
15. Пропадание входного сигнала на 15-м цифровом стыке	ИКМ 15
16. Пропадание входного сигнала на 16-м цифровом стыке	ИКМ 16
17. Пропадание входного сигнала на стыке ЕЗ	ОЛС
18. Коэффициент ошибок линейного сигнала больше либо равен 10^{-3}	10^{-3}
19. Авария ОЛТ	АВАРИЯ

Предварительные сигналы (светодиоды желтого цвета)	
1. Отклонение мощности излучателя от номинальной величины более чем на 25 %	ИЗЛ
2. Пропадание входного сигнала внешней тактовой синхронизации	ВН. СИНХР.
3. Коэффициент ошибок линейного оптического сигнал больше или равен 10^{-6}	10^{-6}

Для передачи аварийных сигналов на внешнюю сигнализацию используется разъем **СТАТИВ**. Формирование сигналов, передаваемых на разъем **СТАТИВ**, показано на рис. 2.

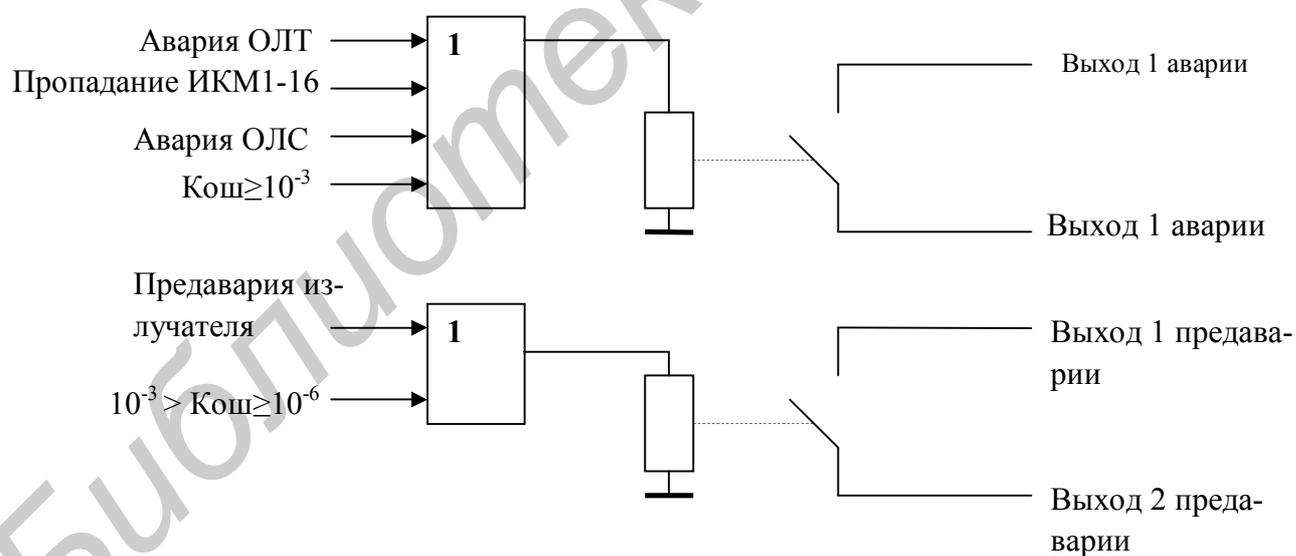


Рис. 2. Формирование сигналов, передаваемых на разъем СТАТИВ

Контроль исправности светодиодов производится нажатием на кнопку ИНД.

5.6. Контроль с помощью персонального компьютера

Подключение персонального компьютера дает возможность контролировать работоспособность оборудования на ближнем и удаленном конце линейного тракта, а также управлять оборудованием по сетевой шине. Организация контроля сети электросвязи и порядок работы с персональным компьютером приведен в руководстве пользователя. Перечень контролируемых сигналов и команд управления для ОЛТ 2Х16 приведен в таблице 7.

Таблица 7

Объект	Управление	Контроль	Примечания
1. Интерфейс E1	1. ON / OFF LLOOP1i 2. ON / OFF RLOOP1	Нет <i>i</i> -го сигнала на входе E1 (задан по конфигурации)	URG
2. Интерфейс E3	1. ON / OFF LLOOP3 2. ON / OFF RLOOP3i 3. ON / OFF усилителя приема	1. Нет сигнала на входе E3 (задан по конфигурации) 2. '111...1' на входе E3 3. Ошибка FRAME LOSS при обработке кадра 4. Принят сигнал 'извещение' на входе E3 5. Сбой вых. Драйвера E3 6. Уровень ошибок на входе E3 BER $\geq 10^{-3}$	URG NURG NURG NURG URG URG

Объект	Управление	Контроль	Примечания
3. Оптический интерфейс	1. ON / OFF LLOOP3 2. ON / OFF RLOOP3i	1. Ток смещения лазера больше нормы 2. Нет опт. сигнала на входе (задан по конфигурации) 3. '111...1' на входе E3 4. Ошибка FRAME LOSS при обработке кадра 5. Принят сигнал 'извещение' на входе E3 6. Уровень ошибок на входе оптич.тракта $BER \geq 10^{-3}$ 7. Уровень ошибок на входе оптич.тракта $BER \geq 10^{-6}$	NURG URG NURG NURG NURG URG NURG
4. Общие	1. Установить конфигурацию системы (наличие сигналов E1) 2. Прочитать конфигурацию системы	Потеря внешней синхронизации	NURG

Примечания:

1. i – составляющая 2048 кбит/с интегрированного потока 34 368 кбит/с;
 $i = 1 - 16$.
2. URG – срочная авария
3. NURG – отложенная авария

При приеме электрических сигналов контролируются сигналы положительных и отрицательных единиц. Когда отсутствует одна из этих последовательностей, вводится в действие сигнал «Потеря входа». Контролируют-

ся также ошибки стыкового кода HDB3 и вводится для сигнала $BER10^{-3}$ и $BER10^{-6}$

Ошибка 10^{-3} вводится в действие, если коэффициент ошибки больше 10^{-3} , а ошибка 10^{-6} – если коэффициент ошибки больше 10^{-6} .

При приеме сигнала AIS (СИАС) он регистрируется. Сигнал AIS вводится в поток со стороны приема, если обнаруживается потеря входного сигнала или ошибки стыкового кода больше 10^{-3} . Лазер контролируется по двум параметрам: по току смещения и импульсному току накачки. Аварийный сигнал ухудшения работы лазера вводится, если ток смещения лазера увеличивается на 25 % по сравнению с номинальным значением или наблюдается потеря выходной мощности вводится сигнал аварии LF (Повреждение лазера).

При приеме оптического сигнала контролируется наличие оптического сигнала, и в случае отсутствия сигнала вводится аварийный сигнал O.IN, по которому запрещается работа передающего оптического модуля. Работа ПОМ может быть возобновлена кнопкой на передней панели или командой с компьютера.

Ошибки линейного сигнала контролируются в кодере по двум критериям: потеря настройки цикла (OFLOS) и ошибки линейного кода BER. Ошибки линейного кода по уровню 10^{-3} вводят в действие аварийный сигнал $BER10^{-3}$, блокируют систему и выдают AIS на электрические выходы ОЛТ 2X16.

Контролируется правильность настройки цикла, и если цикл потерян, то выдается сигнал OFLOS.

Функции управления и контроля сведены в табл. 7, в примечании указаны обозначение аварий и статус аварии.

6. Порядок установки и подготовка к работе

6.1. Общие указания

Установка модуля должна производиться в отапливаемом и сухом помещении. Перед установкой необходимо:

1. Произвести внешний осмотр модуля с целью выявления механических повреждений корпуса и установочных элементов.
2. Проверить комплектность согласно паспорту.
3. Проверить наличие предохранителя и соответствие его номинала маркировке.
4. Перед подключением к модулю соединительных кабелей необходимо установить требуемый режим работы модуля. Выбор режима осуществляется с помощью установки перемычек на определенные позиции соедини-

телей, расположенных на «материнской плате» ОЛТ 2Х16. Для доступа к этим соединителям необходимо открутить 14 крепежных винтов (8 сверху и по 3 с боковых сторон) и снять крышку с модуля. На рис. 3 показан общий вид платы ОЛТ 2Х16 и группы соединителей, предназначенных для установки того или иного режима работы.

5. Перед подключением соединительных кабелей необходимо установить тумблеры **ПИТ** и **ИЗЛ** в положение **ВЫКЛЮЧЕНО**.

6. В случае установки модуля в станив, необходимо предварительно проложить в станиве все необходимые электрические и станционные оптические кабели. Соединение станционных и линейных оптических кабелей производится специалистами, производящими пусконаладочные работы. Однако во избежание повреждения станционных оптических кабелей при прокладке и подключении необходимо соблюдать следующие указания:

1. *Защитные колпачки с наконечников не снимать до непосредственного подключения к разъемам.*

2. *Радиус изгиба не должен быть менее 15 мм.*

6.2. Установка сопротивления стыковой цепи стыка 2048 кбит/с

На предприятии-изготовителе установлен режим, при котором сопротивления стыковых цепей 2048 кбит/с – 120 Ом. Сопротивления стыковых цепей 75 Ом установите с помощью перемычек по рис. 4.

6.3. Установка режима внешней синхронизации

При доставке оборудование установлено в режим внутренней синхронизации.

Для обеспечения режима внешней синхронизации:

1) установите перемычки согласно рисунку 4.

2) проверьте наличие перемычек на соединителях, обеспечивающих сопротивление стыковой цепи внешней синхронизации 120 или 75 Ом (см. рис. 4).

3) подключите соединительный кабель к разъему **ВН.СИНХР.**(см. подразд.6.7.)

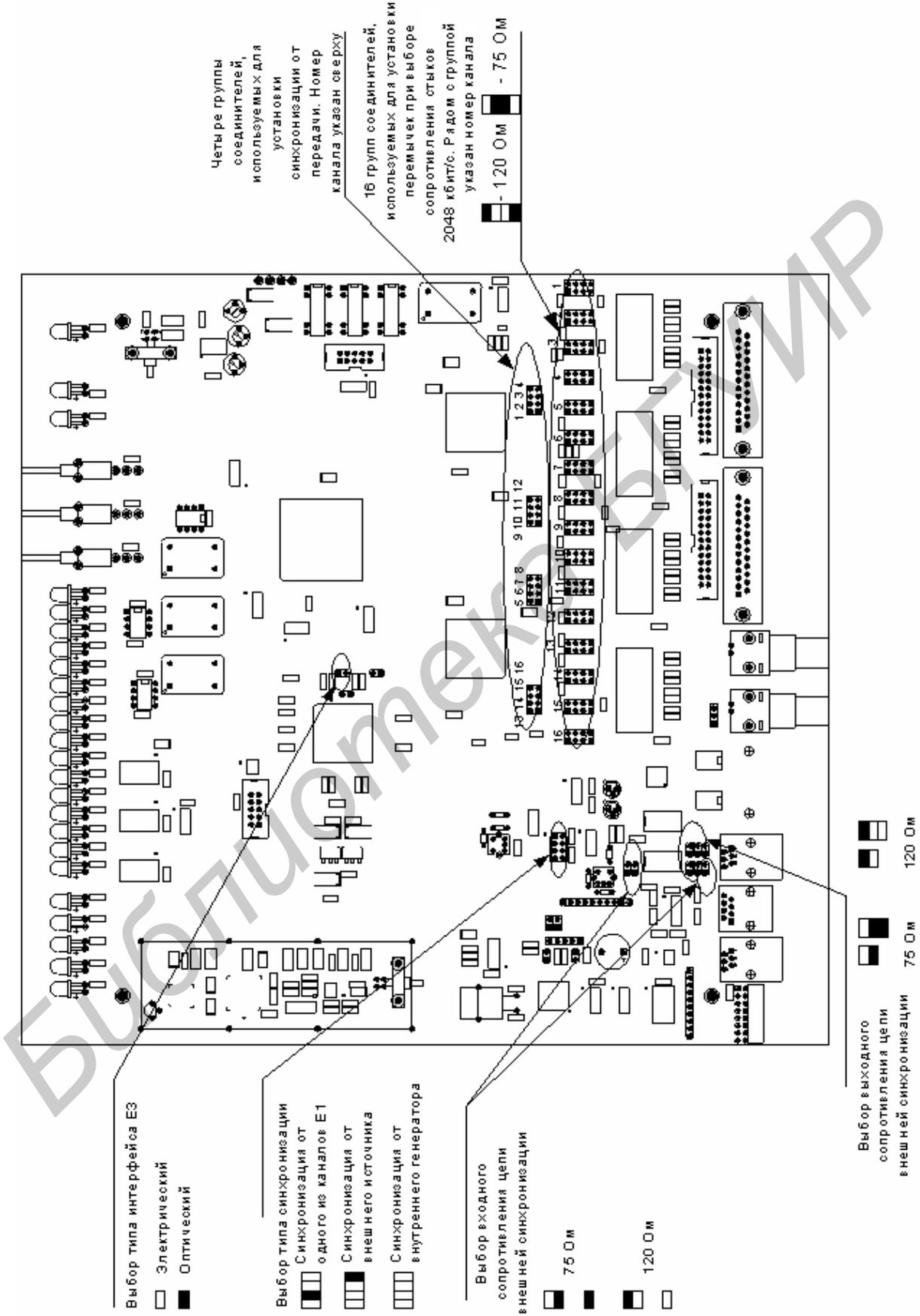


Рисунок 3. Размещение элементов на печатной плате ОЛТ 2x16

6.4. Установка режима синхронизации от передачи одного из каналов 2048 кбит/с

При поставке оборудование установлено в режим внутренней синхронизации.

Для обеспечения режима синхронизации от передачи необходимо, используя рис. 3, установить переключку на соединитель, номер которого соответствует номеру канала от которого необходимо синхронизироваться.

6.5 Установка адреса модуля ОЛТ на сети электросвязи

Адрес ОЛТ на сети электросвязи устанавливается с помощью микропереключателя АДРЕС по табл. 16, приведённой в подразд. 8.6. Микропереключатель АДРЕС расположен на задней панели модуля. Для установки адреса используются движки микропереключателя с 1 по 6 позиции. На рис. 4 приведены примеры установки адресов «0» и «1». Рекомендуется присваивать адрес, начиная с минимального незанятого номера. Необходимо помнить, что на сети электросвязи не должно быть изделий с одинаковым адресом!



Рис. 4. Примеры установки адресов «0» и «1»

6.6. Подключение соединительных кабелей к разъёмам ИКМ1-4, ИКМ5-8, ИКМ9-12, ИКМ13-16

Для подключения к разъёмам ИКМ1-4, ИКМ5-8, ИКМ9-12, ИКМ13-16 рекомендуется использовать:

- симметричный экранированный кабель для модулей, цифровой стык которых имеет волновое сопротивление 120 Ом. Для распайки разъёма реко-

мендуется использовать скрученную экранированную пару. Экран каждой пары («Вход 1» и «Вход 1И», «Выход1» и «Выход1И» и т. д.) рекомендуется подсоединить к ближайшим контактам «Земля»;

- коаксиальный кабель РК75 для модулей, цифровой стык которых имеет волновое сопротивление 75 Ом. Экран кабеля распаять на ближайший контакт «Земля» и соединить с контактом инверсного сигнала (инверсный сигнал – с индексом «И»).

Назначение контактов разъёмов приведено в табл. 8 – 11.

Таблица 8

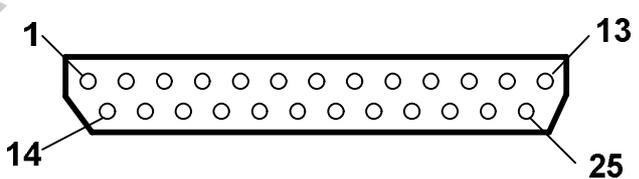
Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъёма
13	Вход 4	24	Выход 4	<p>Вилка DB25M «ИКМ1-4» (вид со стороны задней панели)</p> 
25	Вход 4И	11	Выход 4И	
12	Земля	23	Земля	
10	Вход 3	21	Выход 3	
22	Вход 3И	8	Выход 3И	
9	Земля	20	Земля	
7	Вход 2	18	Выход 2	
19	Вход 2И	5	Выход 2И	
6	Земля	17	Земля	
4	Вход 1	15	Выход 1	
16	Вход 1И	2	Выход 1И	
3	Земля	14	Земля	
1	–			

Таблица 9

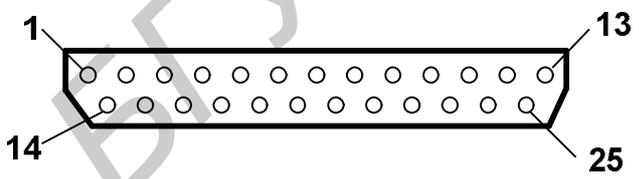
Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъема
13	Вход 8	24	Выход 8	<p>Вилка DB25M ИКМ5-8 (вид со стороны задней панели)</p> 
25	Вход 8И	11	Выход 8И	
12	Земля	23	Земля	
10	Вход 7	21	Выход 7	
22	Вход 7И	8	Выход 7И	
9	Земля	20	Земля	
7	Вход 6	18	Выход 6	
19	Вход 6И	5	Выход 6И	
6	Земля	17	Земля	
4	Вход 5	15	Выход 5	
16	Вход 5И	2	Выход 5И	
3	Земля	14	Земля	
1	–			

Таблица 10

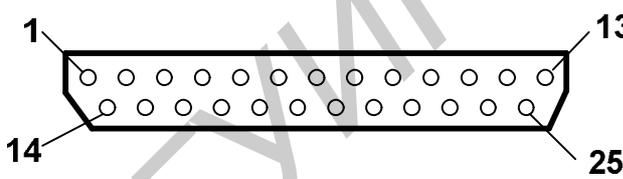
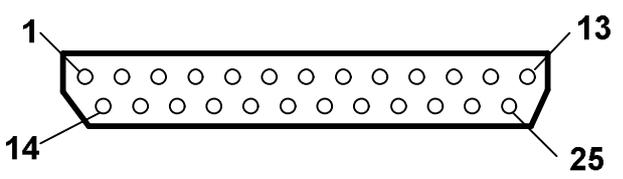
Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъема
13	Вход 12	24	Выход 12	<p>Вилка DB25M «ИКМ9-12» (вид со стороны задней панели)</p> 
25	Вход 12И	11	Выход 12И	
12	Земля	23	Земля	
10	Вход 11	21	Выход 11	
22	Вход 11И	8	Выход 11И	
9	Земля	20	Земля	
7	Вход 10	18	Выход 10	
19	Вход 10И	5	Выход 10И	
6	Земля	17	Земля	
4	Вход 9	15	Выход 9	
16	Вход 9И	2	Выход 9И	
3	Земля	14	Земля	

Таблица 11

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъема
13	Вход 16	24	Выход 16	<p>Вилка DB25M ИКМ13-16 (вид со стороны задней панели)</p> 
25	Вход 16И	11	Выход 16И	
12	Земля	23	Земля	
10	Вход 15	21	Выход 15	
22	Вход 15И	8	Выход 15И	
9	Земля	20	Земля	
7	Вход 14	18	Выход 14	

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъема
19	Вход 14И	5	Выход 14И	
6	Земля	17	Земля	
4	Вход 13	15	Выход 13	
16	Вход 13И	2	Выход 13И	
3	Земля	14	Земля	
1				

6.7 Подключение соединительного кабеля к разъему «ВН.СИНХР.»

Для распайки кабеля рекомендуется использовать:

- симметричный экранированный кабель при сопротивлении стыка 120 Ом. Экран каждой пары («Вход 2048-СА» и «Вход 2048-СВ», «Выход 2048-СА» и «Выход 2048-СВ») рекомендуется присоединить к ближайшим контактам «Земля»;

- коаксиальный кабель РК75 при сопротивлении стыка 75 Ом. Экран кабеля распаять на ближайший контакт «земля» и соединить контактом инверсного сигнала (инверсный сигнал – с индексом «СВ»). Назначение контактов разъема **ВН.СИНХР.** приведено в табл. 12.

Таблица 12

Контакт	Сигнал	Внешний вид разъема
1	Вход 2048-СА	<p>Вн.синхр. (розетка ТЈ6Р6С) (вилка 6Р6СRЈ12)</p> 
2	Вход 2048-СВ	
3	Земля	
4	Выход 2048-СА	
5	Выход 2048-СВ	
6	Земля	

6.8. Подключение стационарных оптических кабелей

При подключении стационарных оптических кабелей рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

- 1) снять защитные колпачки с оптических разъемов;
- 2) протереть оптические поверхности разъемов ватой, смоченной этиловым спиртом, проверить чистоту линз, чтобы избежать потерю оптической мощности на разъемах;
- 3) вставить вилки оптических кабелей вплотную в розетки и зафиксировать до упора гайкой.

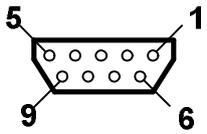
6.9. Подключение электропитания и заземления

Номинал источника первичного напряжения оборудования указан на фирменной планке. Подключение электропитания 24, 48 или 60 В осуществляется через клеммник **ПИТАНИЕ**. Рекомендуется использовать витую пару «+» с «-», «+» соединить с одной из клемм « \perp ». Вторую клемму « \perp » соединить с шиной «земля».

6.10. Подключение модуля к цепям сигнализации статива

Установку модуля в статив необходимо производить по инструкции, прилагаемой к стативу. Винты для крепления модуля в стативе поставляются в комплекте с модулем. Назначение контактов разъема **СТАТИВ** приведено в табл. 13.

Таблица 13

Контакт	Сигнал	Внешний вид разъема
1	Предавария («1» контакт реле)	Розетка DB9F « СТАТИВ » (вид со стороны задней панели) 
6	Предавария («2» контакт реле)	
2	Авария («1» контакт реле)	
7	Авария («2» контакт реле)	
3	Резерв	

Контакт	Сигнал	Внешний вид разъема
8	Резерв	
4, 5, 9	свободный	

6.11. Подключение персонального компьютера

Персональный компьютер подключается к оборудованию через разъем РС (интерфейс RS-232-C). На персональном компьютере для подключения оборудования используются порты СОМ-1 или СОМ-2. Назначение контактов разъема РС приведено в табл. 14. При этом нагрузка порта RS-485 должна быть выключена.

Одновременное использование портов RS-232 и RS-485 невозможно.

Таблица 14

Контакт	Сигнал	Наименование и внешний вид разъема
5	TxD	Розетка TJ8P8C РС Вилка 8P8C RJ-45 (кабельная часть) 
3	RxD	
8	CTS	
2	RTS	
4	DCD	
6	DSR	
1, 7	Земля	

Внимание! Во избежание выхода из строя входных/выходных портов оборудования ОЛТ и компьютера подключение к разъему «РС» следует производить при включенном питании компьютера.

Для работы оператора по обслуживанию сети электросвязи в персональный компьютер необходимо загрузить программное обеспечение сер-

висного обслуживания систем телекоммуникаций и использовать прилагаемое к нему руководство пользователя.

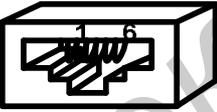
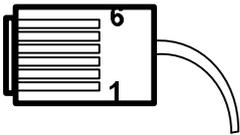
Программное обеспечение вместе с руководством поставляются по отдельному заказу.

6.12. Подключение к разъему «RS. 485»

Разъём **RS.485** является интерфейсом сетевой шины контроля с одноименным стандартом.

Назначение контактов разъема **RS. 485** приведено в табл. 15.

Таблица 15

Контакт	Сигнал	Наименование и внешний вид разъёма	
3	RS.485- В	Розетка ТJ6P6C «RS.485» (на модуле) 	Вилка 6P6C RJ-12 (на кабеле) 
4	RS.485- А		
2, 5	Общий		

Стандарт RS.485 предусматривает для интерфейса нагрузку 150 Ом в случае, если длина соединительного кабеля между разъёмами **RS.485** превышает ~10 м. Нагрузка устанавливается с помощью микропереключателя АДРЕС – движки позиций 7 и 8 – так, как показано на рис. 5.

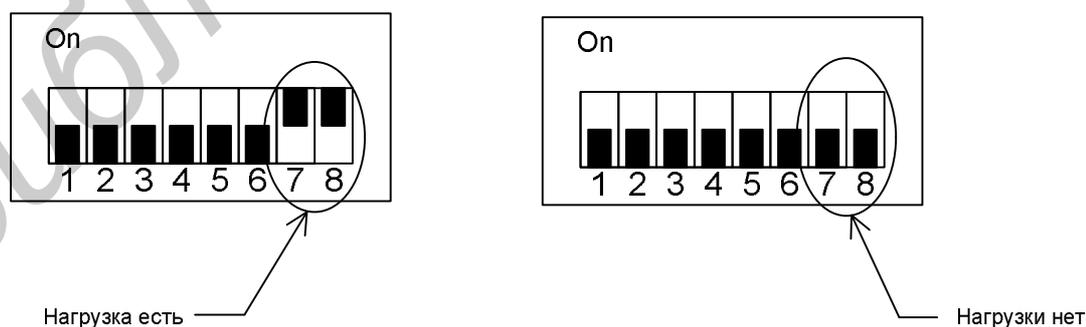


Рисунок 6. Микропереключатель АДРЕС

Максимальная длина соединительного кабеля между разъёмами **RS.485** не должна превышать 1000 м.

7. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

7.1. Установить тумблер **ВКЛ. ПИТ** в положение **ВКЛЮЧЕНО**, тумблер **ВКЛ. ИЗЛ** – в положение **ВЫКЛЮЧЕНО**.

7.2. Убедиться в нормальной работе ОЛТ 2Х16 по светодиодной индикации.

7.3. В процессе работы ОЛТ 2Х16 не требует регулировок. Контроль работоспособности оборудования ОЛТ и линейного тракта осуществляется:

- с помощью светодиодной индикации;
- с помощью сигнализации статива;
- с помощью персонального компьютера.

7.4. Проверку исправности светодиодов производить нажатием кнопки **ИНД**.

7.5. В случае возникновения неисправностей обратитесь к разд. 8 «Возможные неисправности и способы их устранения» или к специалистам предприятия-поставщика оборудования.

8. Возможные неисправности и способы их устранения

8.1. Отсутствует индикация «+5В» и «-5В»

Возможные причины неисправности:

1. Пропало напряжение первичного питания на входе модуля ОЛТ.
2. Сгорел предохранитель по первичному питанию номиналом 1 А.
3. Пропало напряжение плюс 5 В и минус 5 В на выходах блока питания.

Действия: проверить исправность предохранителя источника первичного питания.

Предохранитель сгорел?

Да: заменить.

Нет: проверить исправность предохранителя на модуле ОЛТ.

Предохранитель сгорел?

Да: заменить.

Нет: заменить блок питания.

8.2 Включена индикация «ИКМ 1...16»

Возможные причины неисправности:

1. Отсутствие соединения на соответствующем номеру стыка разъеме **ИКМ**.
2. Неисправно оборудование, с которого поступает сигнал на разъеме **ИКМ**.
3. Неисправен входной порт блока ОЛТ.

Действия: проверить соединение на разъеме.

Индикация погасла?

Да: причина аварии была в отсутствии или плохом соединении на разъеме **ИКМ**.

Нет: установить шлейф на цифровом стыке.

Индикация погасла?

Да: неисправно оборудование, с которого поступает сигнал.

Нет: неисправен входного порт блока ОЛТ, необходим ремонт блока ОЛТ.

Замечание: при попадании сигнала на цифровом стыке в оборудовании формируется СИАС в сторону линии.

8.3. Включена индикация «ОЛС»

Возможные причины неисправности:

1. Отсутствует или нарушено соединение на оптическом разъеме **ПР** или **ЕЗ ВХ**.
2. Неисправен передатчик на противоположной стороне.
3. Обрыв кабеля: линейного или станционного.

Действия: проверить соединение на разъеме.

Индикация погасла?

Да: причина неисправности в отсутствии или плохом соединении на разъеме.

Нет: неисправно или оборудование удаленного узла, или произошел обрыв оптического кабеля.

Замечания:

1. В случае, если местный ОЛТ 2Х16 не принимает оптический сигнал, его излучатель автоматически отключается. Вследствие этого, на удаленном узле также произойдет отключение излучателя. После устранения неисправности излучатели автоматически включаются.

2. При попадании сигнала на оптическом или электрическом стыке в оборудовании формируется СИАС в сторону станции.

8.4. Включена индикация 10^{-3} .

Возможные причины неисправности:

1. Неисправно оборудование на удалённом узле линии связи.
2. Высокие потери оптического сигнала на участке линии.
3. Неисправность оптических разъёмов.
4. Неисправность приёмного устройства блока ОЛТ.

Действия:

Очистить поверхности линз оптических разъёмов (блочную и кабельную часть) на соответствующем участке линии с помощью ваты, смоченной этиловым спиртом, тщательно проверить чистоту линз. Индикация погасла?

Да: были загрязнены оптические разъёмы.

Нет: измерить уровень входной мощности.

Уровень входной мощности в норме?

Да: заменить блок ОЛТ 2Х16.

Нет: причина аварии в оборудовании удалённого узла.

Замечание: при данном виде аварии в сторону станции передаётся СИАС.

8.5. Включена индикация 10^{-6} .

Возможные причины неисправности:

1. Неисправно оборудование на удалённом узле линии связи.
2. Высокие потери оптического сигнала на участке линии.
3. Неисправность оптических разъёмов.
4. Неисправность приёмного устройства блока.

Действия:

Очистить поверхности линз оптических разъёмов (блочную и кабельную часть), на соответствующем участке линии, с помощью ваты, смоченной этиловым спиртом, тщательно проверить чистоту линз. Индикация погасла?

Да: были загрязнены оптические разъёмы.

Нет: измерить уровень входной мощности.

Уровень входной мощности в норме?

Да: заменить блок ОЛТ 2Х16.

Нет: причина аварии в оборудовании удалённого узла.

8.6 Установка адреса оборудования на сети электросвязи

Таблица 16

Адрес ОЛТ 2x16	Номер и положение движ- ка многопозиционного пе- рекключателя АДРЕС						Адрес ОЛТ 2x16	Номер и положение движ- ка многопозиционного пе- рекключателя АДРЕС					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
0	On	On	On	On	On	On	32	On	On	On	On	On	Off
1	Off	On	On	On	On	On	33	Off	On	On	On	On	Off
2	On	Off	On	On	On	On	34	On	Off	On	On	On	Off
3	Off	Off	On	On	On	On	35	Off	Off	On	On	On	Off
4	On	On	Off	On	On	On	36	On	On	Off	On	On	Off
5	Off	On	Off	On	On	On	37	Off	On	Off	On	On	Off
6	On	Off	Off	On	On	On	38	On	Off	Off	On	On	Off
7	Off	Off	Off	On	On	On	39	Off	Off	Off	On	On	Off
8	On	On	On	Off	On	On	40	On	On	On	Off	On	Off
9	Off	On	On	Off	On	On	41	Off	On	On	Off	On	Off
10	On	Off	On	Off	On	On	42	On	Off	On	Off	On	Off
11	Off	Off	On	Off	On	On	43	Off	Off	On	Off	On	Off
12	On	On	Off	Off	On	On	44	On	On	Off	Off	On	Off
13	Off	On	Off	Off	On	On	45	Off	On	Off	Off	On	Off
14	On	Off	Off	Off	On	On	46	On	Off	Off	Off	On	Off
15	Off	Off	Off	Off	On	On	47	Off	Off	Off	Off	On	Off
16	On	On	On	On	Off	On	48	On	On	On	On	Off	Off
17	Off	On	On	On	Off	On	49	Off	On	On	On	Off	Off

Адрес ОЛТ 2x16	Номер и положение движка многопозиционного переключателя АДРЕС						Адрес ОЛТ 2x16	Номер и положение движка многопозиционного переключателя АДРЕС					
	On	Off	On	On	Off	On		On	Off	On	On	Off	Off
18	On	Off	On	On	Off	On	50	On	Off	On	On	Off	Off
19	Off	Off	On	On	Off	On	51	Off	Off	On	On	Off	Off
20	On	On	Off	On	Off	On	52	On	On	Off	On	Off	Off
21	Off	On	Off	On	Off	On	53	Off	On	Off	On	Off	Off
22	On	Off	Off	On	Off	On	54	On	Off	Off	On	Off	Off
23	Off	Off	Off	On	Off	On	55	Off	Off	Off	On	Off	Off
24	On	On	On	Off	Off	On	56	On	On	On	Off	Off	Off
25	Off	On	On	Off	Off	On	57	Off	On	On	Off	Off	Off
26	On	Off	On	Off	Off	On	58	On	Off	On	Off	Off	Off
27	Off	Off	On	Off	Off	On	59	Off	Off	On	Off	Off	Off
28	On	On	Off	Off	Off	On	60	On	On	Off	Off	Off	Off
29	Off	On	Off	Off	Off	On	61	Off	On	Off	Off	Off	Off
30	On	Off	Off	Off	Off	On	62	On	Off	Off	Off	Off	Off
31	Off	Off	Off	Off	Off	On	63	Off	Off	Off	Off	Off	Off

9. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

9.1. Исследовать временные характеристики вторичного цикла (E_2). Для этого подключить осциллограф к гнезду E_2 , а вход внешней синхронизации осциллографа к гнезду «Синхр.».

9.1.1 Набрать тумблерами цикловой синхронизации «Цикл. с.» структуру циклового синхросигнала потока E_2 в соответствии с табл. 17.

9.1.2 Установить тумблер E_2/E_3 в положение E_2 для обеспечения синхронизации осциллографа от циклового сигнала потока E_2 .

9.1.3 Убедиться, что в ОЛТ2х16 используется одностороннее согласование скоростей в соответствии с рекомендацией G742 МСЭ-Т.

Цикл E_2 объединяет четыре потока 2048 кбит/с в поток 8448 кбит/с. Количество символов в цикле на компонентный поток – 206, всего символов в цикле $206 \times 4 + (12 + 4 + 4 + 4) = 848$. Длительность цикла равна числу символов в цикле, поделенному на скорость агрегатного потока: $848/8448 \cdot 10^3 = 100,38$ мкс. В каждом цикле передачи в компонентный поток может быть введена вставка, т. е. число символов в цикле на компонентный поток может быть или 206, или 205. Тогда максимальная скорость согласования на компонентный поток определится как $[(206 - 205) / 206] \cdot 2048 \cdot 10^3 = 10$ кбит/с. Чтобы обеспечить номинальную скорость передачи компонентного потока цикл содержит $(2048 / 8448) \cdot 848 = 205,576$ символов, приходящихся на компонентный поток. При этом номинальная скорость согласования составляет 4,2 кбит/с, а номинальный коэффициент цифрового согласования (отношение номинальной и максимальной скоростей согласования) – 0,424. Таким образом, процедура согласования происходит или через цикл, или в каждом цикле передачи.

Таблица 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				210	211	212	
1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	Ав	Нац									
Цикловой синхросигнал																				
I – символы КСС																				
II – символы КСС																				
III – символы КСС				Места вставок																
										Символы компонентных потоков										

9.1.4. Измерить временные характеристики потока E_2 : длительность импульсов и другие временные соотношения, описанные выше.

9.2. Исследовать временные характеристики третичного цикла E_3 . Для этого набрать тумблерами «Цикл. с.» структуру циклового синхросигнала потока E_3 в соответствии с табл. 18.

9.2.1. Установить тумблер E_2/E_3 в положение E_3 .

9.2.2. Убедиться, что структура цикла третичной цифровой системы (ОЛТ2х16) соответствует табл. 18.

9.2.3. Измерить временные характеристики третичного потока E_3 : длительность импульсов и длительность цикла, определить номинальную скорость согласования, количество бит в цикле.

Таблица 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				382	383	384
1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	Ав	Нац								
Цикловой синхросигнал																			
I – символы КСС																			
II – символы КСС										Биты компонентных потоков									
III – символы КСС		Места вставок																	

9.3. Измерить среднюю мощность на выходе передающего оптического модуля ОЛТ2х16. Для этого отключить оптический разъём отрезка 5 (см. рис. 1) от входа оптического аттенюатора и подключить его ко входу измерителя мощности (предварительно изучить инструкцию по эксплуатации используемого измерителя мощности).

9.3.1. Измерить среднюю мощность на длине волны ОЛТ2х16.

9.4. Измерить чувствительность оптического приёмного модуля ОЛТ2х16.

9.4.1. Собрать установку согласно схеме рис. 1.

9.4.2. Изменяя затухание оптического аттенюатора, добиться, чтобы светодиод « 10^{-6} » на ОЛТ2х16 загорелся, что будет означать, что коэффициент ошибок линейного сигнала 10^{-6} .

9.4.3. Отключить отрезок оптического волокна от входа приёмного оптического модуля ОЛТ2х16 и подключить его ко входу измерителя мощности.

9.4.4. Измерить мощность на входе приёмного оптического модуля (т. е. чувствительность) при коэффициенте ошибок 10^{-6} (P_{10}^{-6}).

9.4.5. Используя рис. 1, определить чувствительность приёмного оптического модуля ОЛТ2х16 при вероятности ошибки 10^{-10} по формуле

$$P_{10}^{-10} = P_{10}^{-6} + 10 \lg(Q_{10}^{-10} / Q_{10}^{-6}) \quad (9.1)$$

9.5. Исследовать прохождение сигнала в приёмном оптическом модуле ОЛТ2х16.

9.5.1. Собрать установку согласно схеме рис. 1.

9.5.2. Исследовать глаз-диаграмму в точках $k1$ – на выходе предусилителя; $k2$ – на выходе основного усилителя корректора; $k3$ – на входе решающего устройства; $k4$ – на выходе приёмного оптического модуля.

9.5.3 Зарисовать глаз-диаграмму в различных точках и определить параметры глаз-диаграммы.

9.6. Исследовать спектральные характеристики кода СМІ.

9.6.1. Подключить к выходу приёмного оптического модуля ОЛТ2х16 (*k*4) селективный вольтметр, анализатор спектра или осциллограф, имеющий БПФ преобразователь. Определить относительные уровни дискретных спектральных составляющих на частоте линейного сигнала.

9.6.2. Снять спектральные характеристики кода СМІ. Определить ширину спектральной плотности на уровне 0,1. Оценить код СМІ с позиции полосы пропускания приёмника, необходимой для приёма без искажений.

10. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Схема установки для исследований характеристик ОЛТ2х16.
2. Структуры циклов E_2 и E_3 и их временные характеристики.
3. Результаты измерения средней мощности на выходе передающего оптического модуля и чувствительности приёмного оптического модуля при вероятности ошибки 10^{-6} и 10^{-10} .
4. Результаты исследования временных характеристик глаз диаграммы.
5. Спектральные характеристики кода СМІ.
6. Результаты расчета ширины спектральной плотности.
7. Выводы по работе.

1.1. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Структура E_2 при положительном согласовании скоростей, назначение бит в структуре E_2 .
2. Структура E_3 в соответствии G751 МСЭ-Т.
3. Определить чувствительность оптического приёмного модуля.
4. Дать определение кода СМІ.
5. Что такое глаз-диаграмма и какими параметрами она характеризуется?
6. Как повысить чувствительность приёмного оптического модуля с прямым методом фотодетектирования.
7. Корректоры, минимизирующие межсимвольные искажения.
8. Основные параметры входного интерфейса ОЛТ2х16.
9. Основные параметры оптического интерфейса ОЛТ2х16.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алишев, Я. В. Оптические системы передачи. В 2 ч. / Я. В. Алишев, В. Н. Урядов. – Минск : БГУИР, 1996; 1998. – 142 с.; 96 с.
2. Волоконно-оптические системы передачи / М. М. Бутусов [и др.]; под ред. В. Н. Гомзина. – М. : Радио и связь, 1992. – 416 с.
3. Иванов, А. Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения / А. Б. Иванов. – М. : Компания «Сайрус Системс», 1999. – 671 с.
4. Скляр, О. К. Современные волоконно-оптические системы передачи, аппаратуры и элементы / О. К. Скляр. – М. : Солон-Р, 2001. – 273 с.
5. Слепов, Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. – М.: Радио и связь, 2000. – 467 с.
6. Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи / Р. Фриман. – М. : Техносфера, 2004. – 496 с.
7. Гордиенко, В. Н., Тверецкий, М. С. Многоканальные телекоммуникационные системы: учебник для вузов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с.
8. Техника оптической связи: фотоприёмники / под ред. У. Тсанга : пер. с англ. – М. : Мир, 1988. – 526 с.

Учебное издание

Урядов Владимир Николаевич
Кийко Вадим Николаевич
Лукашевич Сергей Александрович

*Исследование основных характеристик оптического
линейного терминала*

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по дисциплинам «Волоконно-оптические системы передачи»
и «Оптические системы передачи»

Редактор Н. В. Гриневич

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага офсетная
Гарнитура «Таймс»	Отпечатано на ризографе	Усл. печ. л.
Уч.-изд. л. 2,3	Тираж 70 экз.	Заказ 351

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП 02330/0494175 от 03.04.2009.

220013, Минск, П. Бровки, 6