

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

**В. И. Синкевич, Н. В. Тарченко, В. Н. Урядов**

***МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ.  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ***

В 2-х частях

Часть 1

*Рекомендовано УМО вузов Республики Беларусь  
по образованию в области информатики и радиоэлектроники  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений, обеспечивающих получение  
высшего образования по специальности 1-45 01 01  
«Многоканальные системы телекоммуникаций»*

Минск БГУИР 2012

УДК 621.395.52(076.5)  
ББК 32.883я73  
С38

**Р е ц е н з е н т:**  
директор учебного центра «Связьинформсервис»,  
кандидат технических наук, профессор Э. А. Чуйко

профессор кафедры связи  
учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь»,  
кандидат технических наук А. А. Пилюшко

**Синкевич, В. И.**

С38 Многоканальные системы передачи. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие. В 2-х ч. Ч. 1 / В. И. Синкевич, Н. В. Тарченко, В. Н. Урядов. – Минск : БГУИР, 2012. – 98 с. : ил.  
ISBN 978-985-488-818-7.

Лабораторный практикум содержит две лабораторные работы по изучению принципов построения и функционирования оборудования гибкого мультиплексирования АГМ-32, а также изучению основных параметров сетевых стыков. Приводится информация о структуре построения оборудования гибкого мультиплексирования, работе ее составных частей и программы обслуживания. При выполнении лабораторных работ закрепляются навыки по конфигурации оборудования и измерению его основных параметров.

Для студентов специальности 1-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций».

**УДК 621.395.52(076.5)**  
**ББК 32.883я73**

**ISBN 978-985-488-818-7**

© Синкевич В. И., Тарченко Н. В.,  
Урядов В. Н., 2012

© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

	Перечень принятых сокращений и основные определения.....	4
1	Назначение и состав аппаратуры АГМ-32 .....	6
2	Устройство аппаратуры АГМ-32 и работа ее составных частей .....	8
2.1	Принцип действия .....	8
2.1.1	Структура построения аппаратуры.....	8
2.1.2	Установление соединений.....	9
2.2	Синхронизация аппаратуры .....	10
2.2.1	Узел синхронизации АГМ-32 .....	11
2.2.2	Способы синхронизации АГМ-32 .....	14
2.3	Работа составных частей аппаратуры АГМ-32 .....	25
2.3.1	Модуль питания МП-01 .....	25
2.3.2	Модуль телеметрии и сигнализации МТС-01 .....	26
2.3.3	Интерфейсный модуль МИ1 (4 порта E12, G.703 / 2048 кбит/с) ..	31
2.3.4	Интерфейсный модуль МИ2 (1 волоконно-оптический интерфейс) .....	35
2.3.5	Интерфейсный модуль МИ3 (2 порта V.35, N×64 кбит/с) .....	38
2.3.6	Интерфейсный модуль МИ4 (1 порт Ethernet 10Base-T).....	44
2.3.7	Интерфейсный модуль МИ5 (8 портов сонаправленного стыка 64 кбит/с) .....	45
2.3.8	Интерфейсный модуль МИ6 (2 интерфейса 2/4 проводных каналов ТЧ с сигнализацией E&M).....	48
3	Программа обслуживания «OkbView» .....	51
3.1	Общие сведения .....	51
3.2	Управление безопасностью .....	53
3.3	Вход в систему .....	53
3.4	Управление конфигурацией .....	54
4	Обслуживание аппаратуры АГМ-32.....	54
4.1	Общие свойства оборудования .....	55
4.2	Состав и конфигурация модулей .....	56
4.3	Конфигурирование модулей МИ1, МИ2 .....	57
4.4	Конфигурирование модуля МИ3 .....	59
4.5	Конфигурирование модуля МИ4 .....	61
4.6	Конфигурирование модуля МИ5 .....	62
4.7	Конфигурирование модуля МИ6 .....	63
4.8	Конфигурирование модуля МТС-01 .....	64
4.9	Просмотр аварийных сообщений .....	65
4.10	Просмотр сообщений об ошибках .....	65
4.11	Коммутация каналов .....	66
5	Лабораторная работа №1 Изучение принципа функционирования и основных технических характеристик оборудования АГМ-32 .....	68
6	Лабораторная работа № 2 Исследование основных характеристик первичного сетевого стыка E12 .....	76
	Литература .....	97

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

AIS	– Alarm Indication Signal – сигнал индикации аварийного состояния
BER	– Bit Error Rate – коэффициент ошибок по битам
DCE	– Data Communication Equipment – аппаратура окончания канала данных
DTE	– Data Terminal Equipment – оконечное оборудование данных
EDSS	– European Digital Subscriber Signalling – протокол абонентской сигнализации
ES	– Error Second – секунда с ошибками
MTJ	– Maximum Tolerable Jitter – максимально допустимый джиттер
ppm	– Parts per million – миллионная доля
PRC	– Primary Reference Clock
SDH	– Synchronous Digital Hierarchy – синхронная цифровая иерархия
SES	– Severely Errored Second – секунда, пораженная ошибками
АГМ	– аппаратура гибкого мультиплексирования
АТС	– автоматическая телефонная станция
ГУН	– генератор управляемый напряжением
E12	– электрический сигнал первичного цифрового потока со скоростью 2048 кбит/с
ИКМ-30	– структура цикла потока E12 с 30-ю ОЦК (E0) и сверхциклом для передачи СУВ в КИ16
ИКМ-31	– структура цикла потока E12 с 31-м ОЦК (E0), КИ16 используется для передачи ОЦК
ИС	– информационный сигнал
КИ	– временной каналный интервал цифрового потока E12
КТЧ	– канал тональной частоты
ЛВС	– локальная вычислительная сеть (LAN)
МИ	– модуль интерфейсный
МСЭ-Т	– Международный Союз Электросвязи сектор Телекоммуникации
ОС	– сигнал октетной синхронизации
ОЦК	– основной цифровой канал со скоростью 64 кбит/с (E0)
ПИ	– первичный источник электропитания (напряжение 48...60 В)
ПК	– персональный компьютер
ПЛИС	– программируемая логическая интегральная схема
ПСП	– псевдослучайная последовательность
ПЦС	– первичный цифровой стык 2048 кбит/с
СИАС	– сигнал индикации аварийного состояния
СУВ	– сигналы управления и взаимодействия (биты a, b, c, d в 16-м канальном интервале потока ИКМ-30)
СЦКК	– система цифровой кроссовой коммутации (DXC)
ТС	– сигнал тактовой синхронизации

- УАТС – учрежденческая АТС
- ФЛ – физическая линия
- ЦСС – цикловой синхросигнал первичного цифрового потока E12
- ЦФАПЧ – цифровая система фазовой автоподстройки частоты

Исходящее направление – направление распространения сигналов от портов аппаратуры АГМ-32 в сторону соединительных линий с любыми внешними устройствами.

Входящее направление – направление распространения сигналов от соединительных линий с любыми внешними устройствами в сторону портов аппаратуры АГМ-32.

Шлейф в станцию или внутренний шлейф (LpIn – Loop Inward) – подключение сигнала С ВЫХОДА НА ВХОД порта аппаратуры АГМ-32.

Шлейф в линию или линейный шлейф (LpLn – Loop Line) – подключение сигнала СО ВХОДА НА ВЫХОД порта аппаратуры АГМ-32.

FXS и FXO – порты, к которым подключаются аналоговые телефонные линии, телефонные сети общего пользования. Интерфейс FXS – порт, который дает возможность подключения абонента к аналоговой телефонной линии: выдает сигнал станции, обеспечивает батарейное питание линии и напряжение, необходимое для звонка. Интерфейс FXO – разъем, в который включается аналоговая телефонная линия, на телефонном или факсимильном аппарате или разъем на аналоговой мини-АТС.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ АППАРАТУРЫ АГМ-32

Аппаратура АГМ-32 предназначена для мультиплексирования цифровых и аналоговых сигналов и соответствующих им сигналов управления и взаимодействия пользовательских интерфейсов в выбранные каналные интервалы любого из 32-х формируемых аппаратурой первичных групповых цифровых потоков, а также для коммутации каналных интервалов этих потоков.

Аппаратура обеспечивает:

- формирование первичных цифровых потоков E12 в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т G.703/G.704;
- прием и передачу до 32-х первичных цифровых сигналов E12 с полным или частичным ( $N \times E0$ ) заполнением;
- ввод/вывод аналоговых и цифровых сигналов пользователя в выбранные каналные интервалы любого из формируемых цифровых потоков E12;
- неблокируемую коммутацию каналных интервалов и СУВ 32-х цифровых потоков E12;
- синхронизацию по внешнему синхросигналу 2048 кГц;
- синхронизацию по любому из принимаемых сигналов E12 (1 основной и 2 резервных);
- синхронизацию по любому из принимаемых сигналов V.35;
- длительное удержание частоты сигнала внешней синхронизации после пропадания последнего или переключение на синхронизацию от резервного источника;
- выход сигнала синхронизации 2048 кГц для внешних устройств;
- дистанционную установку и снятие шлейфов в целях тестирования;
- локальный контроль параметров и управление конфигурацией и режимами через порт RS232 и через порт Ethernet 10BaseT;
- удаленный контроль параметров и управление конфигурацией и режимами работы АГМ-32 (встроенный SNMP-агент) в сетях с произвольной топологией при использовании фирменной платформы управления с архитектурой «клиент-сервер»;
- дистанционное управление в режимах out-of-band (по выделенному кабелю) и in-band (по основному кабелю связи в выбранном каналном интервале 64 кбит/с);
- поддержку в каждом блоке АГМ-32 до 8 направлений маршрутизации данных контроля и управления в режиме in-band;
- мониторинг любого из портов и накопление статистики по выделяемым сетевым ресурсам;
- энергонезависимое хранение всех установок, данных о произошедших аварийных событиях и конфигурации блока АГМ-32 с автоматическим

восстановлением работоспособности после аварийного прерывания электропитания;

– питание от двух источников напряжением минус 60 В (основного и резервного).

В зависимости от набора используемых модулей возможны следующие типовые варианты применения аппаратуры АГМ-32:

– в качестве кросс-коммутатора на 32 потока Е12 – при установке в блок 8-ми модулей интерфейса G.703 на 4 потока Е12 каждый;

– в качестве кросс-коммутатора на 32 потока Е12 с выводом части каналов для местных абонентов – при установке в блок 8-ми модулей интерфейса G.703 на 4 потока Е12 каждый и дополнении оставшихся 11-ти позиций модулями абонентских интерфейсов;

– в качестве оконечного оборудования для организации межстанционных соединительных линий с УАТС или с универсальными реле соединительных линий сельских АТС – при установке 15-ти модулей интерфейсов ТЧ с сигнализацией Е&М и 1-го модуля оптического интерфейса Е12;

– в качестве терминального первичного мультиплексора на 1(2) потока Е12 – при установке 1-го (2-х) модулей оптического интерфейса Е12 и комплекта интерфейсных модулей с эквивалентной суммарной ёмкостью;

– в качестве мультиплексора вставки/выделения на линии передачи потоков Е12 – при установке 2-х модулей оптического интерфейса Е12 (или одного модуля интерфейса G.703 на 4 потока Е12) и комплекта интерфейсных модулей с меньшей суммарной ёмкостью;

– в качестве концентратора в точках доступа корпоративных сетей связи в сети общего пользования – при установке смешанного набора модулей.

Состав аппаратуры АГМ-32 представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование	Кол-во	Прим.
Аппаратура гибкого мультиплексирования АГМ-32	1	
Модуль питания МП-01	1	
Модуль телеметрии и сигнализации МТС-01	1	
Модуль интерфейсный МИ1 (4 порта ПЦС 2048 кбит/с)		До 8 шт.
Модуль интерфейсный МИ2 (один линейный оптический порт 2048 кбит/с)		До 8 шт.
Модуль интерфейсный МИ3 (два порта V.35)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ4 (один порт Ethernet 10BaseT)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ5 (восемь портов сонаправленного стыка 64 кбит/с)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ6 (два 2/4-хпроводных КТЧ с цепями передачи сигнализации Е&М тип V)		До 18 шт.

Модуль интерфейсный МИ11М (четыре порта стыка FХО с возможностью передачи индукторного вызова по цепи телефона/микрофона для подключения 4-проводных абонентских линий)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ12М (четыре порта стыка FХS с возможностью передачи индукторного вызова по цепи телефона/микрофона для подключения 4-проводных абонентских линий)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ13 (четыре порта стыка С1-ФЛ-БИ)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ14 (четыре порта для подключения 2-проводного абонентского аппарата ТА-57 в режиме МБФЛ-БИ)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ15 (пять портов 2/4-проводных каналов ТЧ)		До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ16 (четыре порта 10-проводных интерфейсов каналов дальней связи для подключения коммутатора П-209)		До 18 шт.

## 2 УСТРОЙСТВО АППАРАТУРЫ АГМ-32 И РАБОТА ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

### 2.1 Принцип действия

#### 2.1.1 Структура построения аппаратуры

Аппаратура выполнена по модульному принципу и включает три основных типа модулей: модуль питания (МП-01), модуль телеметрии и сигнализации (МТС-01), модули интерфейсов (МИ), а также базовый блок АГМ-32 с объединительной материнской платой, на которой размещены общие шины блока. Блок содержит шины питания, телеметрии, синхронизации и шину коммутатора. При установке в блок каждый модуль подключается к общим шинам.

Шина питания обеспечивает подачу напряжения 60 В от модуля питания к узлам питания модулей.

Шина телеметрии работает по протоколу I2C и обеспечивает связь всех модулей с МТС-01, что необходимо для управления и контроля текущего состояния модулей.

Шина синхронизации служит для оповещения МТС-01 о наличии портов модулей МИ1 или МИ2, назначенных в качестве источников внешней синхронизации блока, и подачи тактовых сигналов, выделенных из принятых этими портами потоков, в узел синхронизации блока, расположенный в модуле МТС-01. В обратном направлении (от МТС-01 к модулям интерфейсов)



шина синхронизации обеспечивает передачу сигналов тактовой, цикловой и сверхцикловой синхронизаций, необходимых для правильного установления коммутируемых соединений между портами модулей.

Шина коммутатора обеспечивает установление неблокируемых коммутируемых соединений канальных интервалов, содержащихся в 32 первичных потоках E12, и содержит шину данных и адресную шину.

Шина данных служит для внутренней побайтной передачи между портами модулей 1024 сигналов ОЦК с соответствующими СУВ за один цикл формирования первичного группового цифрового потока 2048 кбит/с (E12).

Адресная шина служит для передачи запросов исходящих (из блока) портов на чтение данных, принятых входящими (в блок) портами.

Модуль питания МП-01 обеспечивает фильтрацию напряжения стационарного источника минус 60 В, подаваемого на встроенные в каждый модуль DC/DC преобразователи, и их защиту.

Модуль телеметрии и сигнализации МТС-01 обеспечивает конфигурирование режимов работы модулей интерфейсов, хранение и запись в модули информации о коммутируемых соединениях, сбор аварийных состояний модулей, тактовую, цикловую и сверхцикловую синхронизацию работы всех модулей аппаратуры. МТС-01 обеспечивает также внешнюю тактовую синхронизацию блока от порта внешней синхронизации, расположенного на МТС-01, либо от одного из трёх принимаемых модулями МИ1 или МИ2 электрических или оптических сигналов 2048 кбит/с, либо от одного из принимаемых модулем МИЗ электрического сигнала V.35.

Интерфейсные модули содержат внешние порты и интерфейсные узлы для приема и передачи сигналов различных интерфейсов, а также одинаковые программируемые узлы управления шиной коммутатора и переконфигурируемую карту вставки/выделения для управления соединениями.

### 2.1.2 Установление соединений

После укомплектования блока АГМ-32 необходимым набором интерфейсных модулей с помощью терминала управления за каждым задействованным портом закрепляется номер одного из 32 внутренних виртуальных потоков 2048 кбит/с, передаваемых по шине данных коммутатора, а также, в зависимости от интерфейса порта, до 32 номеров канальных интервалов этого потока. Эти номера выполняют роль адресов канальных интервалов входящего и исходящего направлений данного порта и сохраняются в памяти адресов карты вставки/выделения данного порта на плате модуля. Кроме того, каждому адресу исходящего канального интервала порта ставится в соответствие адрес канального интервала – источника, в качестве которого выбирается номер канального интервала входящего направления порта, с которым необходимо связать конфигурируемый порт. Эти номера сохраняются в памяти адресов источников карты вставки/выделения для данного порта.

Данные, принятые входящими портами, записываются в свою буферную память. На каждом модуле схема управления шиной, синхронизированная тактовым, цикловым и сверхцикловым сигналами, полученными от МТС-01 по шине синхронизации, отсчитывает номер текущего канального интервала текущего внутреннего потока. При его совпадении с адресом канального интервала, записанном в памяти карты вставки/выделения какого-либо порта, последний формирует свой исходящий канальный интервал. При этом содержимое памяти адресов источников карты вставки/выделения данного порта, соответствующее текущему канальному интервалу, выставляется на шину адреса коммутатора, формируя запрос чтения данных из буферной памяти того порта, в памяти адресов которого содержится запрашиваемый адрес. Порт, обнаруживший совпадение одного из собственных адресов с адресом запроса, выставляет принятые (входящие в блок) данные вместе с сопровождающими их СУВ на шину данных коммутатора. Данные и СУВ забираются с шины модулем, сформировавшим запрос, и через соответствующий исходящий порт отправляются в направлении передачи блока.

Во избежание ошибок при конфигурировании блока следует учитывать, что адреса одного порта не могут иметь разные номера исходящих потоков. Однако несколько портов могут иметь адреса, содержащие номер одного исходящего потока, при этом номера присваиваемых им канальных интервалов могут быть только разными.

Память карты вставки/выделения разбита на две одинаковых страницы. Одна из них всегда активна, т. е. её содержимое определяет установленные между портами модулей соединения. Изменения текущей конфигурации блока всегда производятся на второй, неактивной странице. Изменения вступают в силу при смене страниц одновременно на всех модулях блока в момент начала очередного цикла на шине коммутатора по команде терминала управления, что исключает сбои при изменениях соединений.

## 2.2 Синхронизация аппаратуры

Безошибочная передача информации между двумя АГМ-32 обеспечивается только при условии их синхронной работы.

Нарушения синхронизации приводят к появлению весьма характерных ошибок при передаче данных, которые называют «проскальзываниями» (slip). Передаваемый по любой системе передачи сигнал представляет собой смесь сигнала данных и сигнала синхронизации, который вырабатывается генератором на передающей стороне системы. На приемной стороне сигнал синхронизации извлекается из входного потока и с помощью этого сигнала принимаемые биты данных записываются в буферную память. Далее принятый сигнал синхронизации фильтруется, очищается от помех (обычно путем синхронизации этим опорным сигналом генератора с ФАПЧ) и используется для извлечения принятых битов данных из буферной памяти. После этого данные передаются на следующий переприемный участок системы передачи.

Безошибочная работа системы передачи обеспечивается тем, что цепь ФАПЧ управляет генератором приемной стороны так, что среднее значение его частоты всегда равно среднему значению частоты генератора на передающей стороне.

При возникновении сбоев в передаче синхросигнала либо в результате неправильных действий оператора по изменению конфигурации системы передачи, либо из-за нештатных ситуаций в сети связи, когда образуются петли на пути распространения синхросигнала по сети, генератор на приемной стороне теряет опорный сигнал или получает его от неверно выбранного источника. В результате он выходит из синхронизма с генератором передающей стороны, и среднее значение его частоты отклоняется вверх, либо вниз от среднего значения частоты генератора передающей стороны. При этом считывание битов из буферной памяти начинает осуществляться либо быстрее, либо медленнее, чем необходимо. В результате в выходном потоке данных начинают появляться повторы, либо пропуски битов (байтов), что и называется «проскальзываниями».

В случае передачи структурированного (framed) потока данных с цикловой организацией (ИКМ-30 или ИКМ-31) возникновение проскальзываний обнаруживается аппаратурой АГМ-32 на приемной стороне. В случае передачи неструктурированного (unframed) потока данных проскальзывания аппаратурой не обнаруживаются и ошибки передачи могут быть выявлены только получателем информации.

Поэтому перед началом эксплуатации аппаратуры необходимо выполнять структурный анализ цепей синхронизации местной сети, по возможности оптимизировать ее структуру, правильно выбирать источники синхронизации аппаратуры и готовить резервную схему ее синхронизации на случай возникновения аварийных ситуаций.

### 2.2.1 Узел синхронизации АГМ-32

Узел синхронизации расположен в модуле МТС-01 и содержит входной и выходной порты внешней синхронизации, кварцевый генератор, управляемый напряжением (ГУН), цифровую систему фазовой автоподстройки частоты ГУН (ЦФАПЧ), селектор источников синхронизации и узел удержания частоты ГУН. Основные параметры узла синхронизации удовлетворяют требованиям рекомендации МСЭ-Т G.796.

Выходной сигнал ГУН тактирует выходной порт внешней синхронизации и формирователь сетки частот коммутатора, обеспечивая синхронную работу всех модулей блока и, при необходимости, внешних устройств.

ЦФАПЧ обеспечивает равенство частоты задающего ГУН частоте внешнего синхронизирующего сигнала с наивысшим на данный момент времени приоритетом. Минимальная ширина полосы захвата и полосы удержания составляют по  $\pm 100$  ppm ( $\pm 204$  Гц) относительно номинального значения 2048 кГц. Для эффективной фильтрации помех полоса пропускания

замкнутой петли ЦФАПЧ выбрана равной 1,2 Гц при коэффициенте демпфирования 5.

Селектор автоматически выбирает один из четырёх возможных сигналов синхронизации в качестве опорного для ЦФАПЧ в соответствии с их приоритетом. Высший приоритет имеет сигнал частоты 2048 кГц, принятый входным портом внешней синхронизации. В терминале управления этот сигнал обозначен как EXTSYNC. Следующие приоритеты в порядке убывания имеют сигналы, приходящие на вход селектора по шине синхронизации и обозначенные в терминале управления как SYNC1, SYNC2 и SYNC3. В качестве этих сигналов могут использоваться тактовые сигналы, выделенные из потоков, принятых любыми из портов модулей МИ1 или МИ2.

Процесс поиска синхронизации начинается с момента выбора опорного источника и индицируется в строке состояния окна МТС-01 в терминале сообщением «LOCKED TO SEARCH». Время поиска зависит от начальной расстройки частоты ГУН и опорной частоты и не превышает 100 сек. За момент окончания режима поиска условно принят момент времени, когда разность частот ГУН и опорного источника становится меньше 1,2 Гц. При этом ЦФАПЧ переходит в режим синхронизма, который в зависимости от выбранного источника отображается в строке состояния окна МТС-01 в терминале одним из сообщений: «LOCKED TO EXTSYNC», «LOCKED TO SYNC1», «LOCKED TO SYNC2» или «LOCKED TO SYNC3».

Использование любого из четырёх источников синхронизации может быть разрешено или запрещено путем выбора опции в терминале управления. Для источника EXTSYNC это отображается в окне МТС-01 терминала управления установленным значением опции EXTSYNC OFF (выключен)/ON(включён), а для остальных – указанием в поле источников этого же окна номеров позиций модулей (CARD) и портов (PORT), которым при конфигурации присвоены функции (имена SYNC1, SYNC2 и SYNC3) источников синхронизации. При пропадании любого из разрешённых источников МТС-01 генерирует сигнал срочной аварии, и в окне МТС-01 терминала индицируется аварийный источник. Если пропадает источник с высшим на момент аварии приоритетом, ЦФАПЧ переходит в режим поиска синхронизации от источника со следующим, более низким приоритетом. Если таковой отсутствует, управление частотой ГУН передаётся узлу удержания.

При пропадании, появлении или аварийной смене источника синхронизации внутри 15-секундного интервала, следующего за периодом устойчивой синхронизации от внешнего источника, узел удержания ограничивает выбег частоты ГУН величиной, не превышающей 7,5 ppm, и обеспечивает два режима управления задающим генератором: предварительное удержание частоты ГУН и удержание частоты ГУН. Эти режимы индицируются в строке состояния окна МТС-01 как «LOCKED TO WAIT» и «LOCKED TO HOLDOVER» соответственно. Режим удержания может быть разрешён или запрещён (по умолчанию) с помощью соответствующей опции в терминале управления.

При аварийном (или по команде оператора) отключении всех источников внешней синхронизации узел синхронизации переходит в режим предварительного удержания. В этом случае частота ГУН с точностью не хуже 0,05 ppm сохраняется равной частоте последнего активного источника. Режим предварительного удержания возникает также при отсутствии источников внешней синхронизации сразу после включения питания. При этом частота задающего генератора устанавливается равной 2048 кГц с точностью  $\pm 25$  ppm. Долговременная стабильность частоты ГУН в режиме предварительного удержания составляет  $\pm 25$  ppm.

Дальнейшее поведение узла синхронизации зависит от выбранной при конфигурации модуля МТС-01 опции режима удержания (HOLDOVER OFF/ON). Если режим удержания запрещён (HOLDOVER OFF), то предварительное удержание выполняется в течение неограниченного времени и заканчивается переходом в режим поиска при включении хотя бы одного из внешних источников. Если режим удержания разрешён (HOLDOVER ON) и в течение 100 секунд после начала предварительного удержания включается внешний источник, узел синхронизации также переходит в режим поиска. В противном случае по истечении 100-секундного интервала времени происходит переход в режим удержания.

Режим удержания обеспечивает управление частотой ГУН на основе данных, накапливаемых в энергонезависимой памяти модуля МТС-01. Есть два вида этих данных, отображаемых в окне МТС-01 терминала как PLL DEFAULT и PLL TABLE. Значение PLL DEFAULT представляется десятичным числом в диапазоне 0...16383, заносится в память набором вручную в окне МТС-01 терминала управления и определяет частоту задающего ГУН при отсутствии данных вида PLL TABLE. Изменением значения PLL DEFAULT можно изменять частоту задающего генератора в пределах  $\pm 150$  ppm ( $\pm 300$  Гц) от номинального значения 2048 кГц с шагом 0,018 ppm (0,0375 Гц). По умолчанию значение PLL DEFAULT равно 8192 и соответствует номинальной частоте с точностью  $\pm 25$  ppm. Калибровка значения PLL DEFAULT, сохраняемого в памяти узла удержания, производится путём прямого измерения частоты задающего ГУН на выходном порту внешней синхронизации при выключенных внешних источниках и сброшенных данных PLL TABLE. Долговременная стабильность частоты при использовании этого вида данных составляет  $\pm 25$  ppm.

Использование данных PLL TABLE позволяет улучшить долговременную стабильность частоты в режиме удержания до значения, не превышающего  $\pm 4,6$  ppm, что соответствует требованиям рекомендации МСЭ-T G.796. Данные этого вида представляют собой таблицу усредненных значений управляющих кодов, вырабатываемых на выходе ЦФАПЧ при синхронизации от источника EXTSYNC (и только).

Каждая строка таблицы содержит управляющий код, соответствующий определенной постоянной температуре платы генератора. Таблица покрывает диапазон температур  $0^{\circ}\text{C} \dots +125^{\circ}\text{C}$  с шагом  $0,125^{\circ}\text{C}$ . Таблица заполня-

ется автоматически в течение длительного периода синхронизации сигналом EXTSYNC, при этом наличие накопленных данных отображается в окне MTC-01 терминала строкой PLL TABLE YES. Накопленные данные могут быть удалены командой Ctrl (удерживать) – RESET в окне MTC-01 терминала, при этом строка состояния этого вида данных изменится на PLL TABLE NO, а режим удержания будет выполняться с использованием фиксированного управляющего кода PLL DEFAULT. Восстановление любого из разрешённых источников внешней синхронизации переведёт узел синхронизации из режима удержания в режим поиска и, далее, в режим синхронизма.

Для правильного выбора способов синхронизации аппаратуры АГМ-32 следует придерживаться следующих правил:

- при использовании аппаратуры в качестве кросс-коммутатора все разрешённые источники внешней синхронизации должны иметь точность не хуже  $10^{-11}$ , т. е. соответствовать классу первичных (Primary Reference Clock – PRC). При этом в качестве основного обязательно использование порта внешней синхронизации модуля MTC-01, т. е. специального синхронизационного стыка. Режим удержания должен быть разрешён. Не следует сбрасывать накопленные данные PLL TABLE;

- при доступе в сеть общего пользования аппаратура АГМ-32, выполняющая функции концентратора, должна синхронизироваться от источников этой сети или от линии связи с ней;

- подчинённые блоки АГМ-32, соединённые с кросс-коммутатором или концентратором электрическими или оптическими линиями E12 и не имеющие внешних источников PRC или ведомых от PRC, должны синхронизироваться только от этих линий. Режим удержания должен быть запрещён;

- если величина нестабильности разрешённых для внешней синхронизации источников хуже  $4,6 \times 10^{-6}$ , режим удержания должен быть запрещён;

- при конфигурировании путей синхронизации нельзя допускать их замыкания в кольцо.

### 2.2.2 Способы синхронизации АГМ-32

Аппаратура АГМ-32 может получать необходимый для работы синхросигнал от одного из нескольких возможных источников:

- внутреннего генератора;
- станционных (компонентных) портов (ОИ) E12, V.35;
- линейных (групповых) портов закрытой информации (ЗИ) E12, FO.

Два мультиплексора АГМ-32, соединённые между собой каналом связи, должны быть установлены в синхронный режим работы. Простейший канал связи, передача по которому ведётся одновременно в обоих направлениях – это две витые пары. В общем случае канал связи может также содержать последовательно включённые ретрансляторы, мультиплексоры и иные устройства. Такая система передачи может синхронизироваться от собственных

или внешних опорных генераторов и ее можно рассматривать соответственно как систему с внутренней или внешней синхронизацией.

### 2.2.2.1 Внутренняя синхронизация

#### *Передача данных через порт Ethernet 10Base-T*

На рисунке 2.1 приведена схема организации системы передачи с внутренней синхронизацией в случае передачи потока данных через порт Ethernet 10Base-T.

Один из двух АГМ-32 (DCE1) выбирается в качестве ведущего (Master), другой (DCE2) – в качестве ведомого (Slave). Для этого ведущий DCE1 устанавливается в режим синхронизации от внутреннего генератора «Holdover On», а ведомый DCE2 – в режим синхронизации от используемого линейного порта «ExtSync On» (E12).

Ведущий DCE1 принимает данные TxD и синхросигнал RxC1 от DTE1, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхросигнала TxC от внутреннего генератора G передает эти данные в канал связи.

Ведомый DCE2 выделяет из полученного по каналу сигнала сигналы тактовой синхронизации RxC и данных RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех и используется далее для синхронизации передачи в обратном направлении. Для передачи принятых данных RxD к DTE2 используется синхросигнал TxC1 вспомогательного генератора.

В обратном направлении ведомый DCE2 принимает данные TxD и синхросигнал RxC1 от DTE2, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхросигнала TxC, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE2, передает эти данные в канал связи. Таким образом, ведомый DCE, помимо прочих, выполняет функцию ретранслятора синхросигнала от генератора G.

Ведущий DCE1 выделяет из полученного по каналу сигнала сигналы тактовой синхронизации RxC и данных RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти и передаются к абоненту DTE1 под управлением синхросигнала TxC1 вспомогательного генератора.

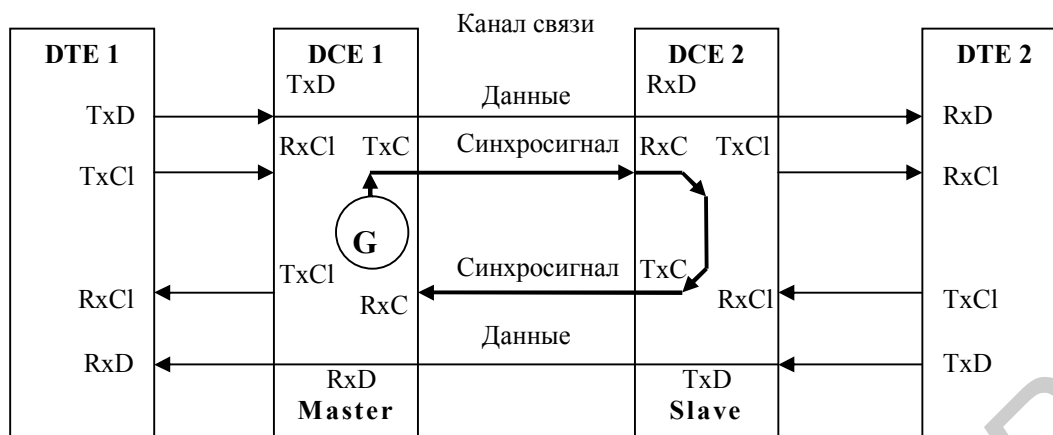


Рисунок 2.1

### *Передача данных через компонентный порт E12*

На рисунке 2.2 приведена схема организации системы передачи с внутренней синхронизацией при использовании для передачи стационарного порта E12. Корректная работа такой системы передачи с внутренней синхронизацией обеспечивается только в том случае, если оборудование DTE поддерживает режим работы с синхронизацией от принимаемого от DCE потока E12.

Один из двух мультиплексоров (DCE1) выбирается в качестве ведущего (Master), другой (DCE2) – в качестве ведомого (Slave). Для этого ведущий DCE устанавливается в режим синхронизации от внутреннего генератора «Holdover On», а ведомый DCE2 – в режим синхронизации от используемого линейного порта «ExtSync On» (E12). Оба DTE устанавливаются в режим синхронизации от принимаемого потока E12.

Ведущий DCE1 принимает данные TxD и синхросигнал RxС от DTE1, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхросигнала TxС от внутреннего генератора G передает эти данные в канал связи.

Ведомый DCE2 выделяет из полученного по каналу сигнала сигналы тактовой синхронизации RxС и данных RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxС временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех. Далее под управлением восстановленного синхросигнала, именуемого теперь TxС, данные RxD передаются из DCE2 к абоненту DTE2.

DTE2 выделяет из принятого потока E12 синхросигнал RxС, с помощью которого записывает данные RxD в свой буфер памяти, и после фильтрации использует этот восстановленный синхросигнал TxС для передачи данных TxD в обратном направлении к DCE2.



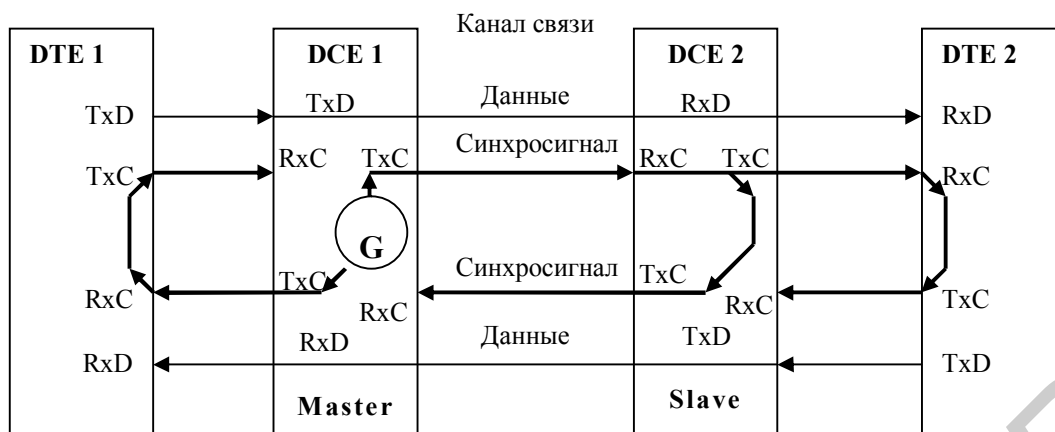


Рисунок 2.2

Соответственно ведомый DCE2 принимает данные TxD, и синхросигнал RxС от DTE2 временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхросигнала TxС, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE2, передает данные в канал связи. Таким образом, ведомый DCE помимо прочих выполняет функцию ретранслятора синхросигнала от генератора G.

Ведущий DCE1 выделяет из полученного по каналу связи потока E12 синхросигнал RxС и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxС временно запоминаются в буферной памяти, и под управлением синхросигнала TxС генератора G передаются от DCE1 к абоненту DTE1.

Из принятого потока E12 в DTE1 выделяется синхросигнал RxС, с помощью которого данные RxD записываются в буфер памяти. После фильтрации восстановленный синхросигнал TxС используется для передачи данных TxD в прямом направлении к DCE1.

Попытка установки линейного порта E12 изделия DCE2 в режим «LpIn» или «LpOn» с целью проверки канала DCE2-DTE2 приведет к замыканию петли синхронизации DCE2 на себя. Частота его генератора выйдет за допустимые границы, что приведет к сбоям в работе DTE2. Поэтому перед выполнением такой операции необходимо предварительно перевести изделие DCE2 в режим внутренней синхронизации.

### *Передача данных через порт V.35*

На рисунке 2.3 приведена схема организации системы передачи с внутренней синхронизацией при использовании для передачи порта V.35.

Один из двух АГМ-32 (DCE1) выбирается в качестве ведущего (Master), другой (DCE2) – в качестве ведомого (Slave). Для этого ведущий DCE устанавливается в режим синхронизации от внутреннего генератора «Holdover On», а ведомый DCE2 – в режим синхронизации от используемого линейного порта «ExtSync On» (E12).

Кроме того, на обоих DCE порты V.35 должны быть установлены в режим «DCE Clock113 Off».

Ведущий DCE1 подает на DTE1 сигнал TxCl синхронизации, который получен путем деления частоты внутреннего генератора G в соответствии с количеством канальных интервалов 64 кбит/с, передаваемых через стык V.35, принимает от DTE1 данные TxD, и под действием синхросигнала TxC генератора G с частотой 2048 кГц передает эти данные в канал связи. Таким образом, в канал связи поступает смесь данных с синхросигналом.

Ведомый DCE2 выделяет из полученного по каналу сигнала сигналы тактовой синхронизации RxС и данных RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxС временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех и используется далее для синхронизации передачи в обратном направлении. Данные RxD передаются из буферной памяти к DTE2 при помощи синхросигнала TxCl, который вырабатывается путем деления частоты восстановленного сигнала TxC в соответствии с количеством канальных интервалов 64 кбит/с, передаваемых через стык V.35.

DTE2 с помощью синхросигнала RxCl записывает данные RxD в свой буфер памяти.

Передачу данных TxD в обратном направлении DTE2 ведет под управлением синхросигнала TxCl, получаемого от DCE2.

Ведомый DCE2 принимает данные TxD от DTE2 и при помощи синхросигнала TxC, полученного с приемного направления и восстановленного в DCE2, передает данные в канал связи. Таким образом, ведомый DCE2, помимо прочего, выполняет функцию ретранслятора синхросигнала от генератора G.

Ведущий DCE1 выделяет из полученного по каналу связи потока E12 синхросигнал RxС и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxС временно запоминаются в буферной памяти, а затем под управлением синхросигнала TxCl данные RxD передаются из DCE1 к абоненту DTE1.



Рисунок 2.3

#### 2.2.2.2 Внешняя синхронизация от стационарных (компонентных) портов

##### *Передача данных через стационарный порт E12*

На рисунке 2.4 приведена схема организации системы передачи с внутренней синхронизацией при использовании для передачи компонентного

порта E12. Корректная работа такой системы передачи с внешней синхронизацией обеспечивается только в том случае, если оборудование DTE поддерживает два режима работы – с синхронизацией от внутреннего генератора и с синхронизацией от принимаемого от DCE потока E12.

Один из двух абонентов (DTE1) выбирается в качестве ведущего (Master), другой (DTE2) – в качестве ведомого (Slave). Для этого ведущий DTE устанавливается в режим синхронизации от внутреннего генератора, а ведомый DTE – в режим синхронизации от принимаемого потока E12.

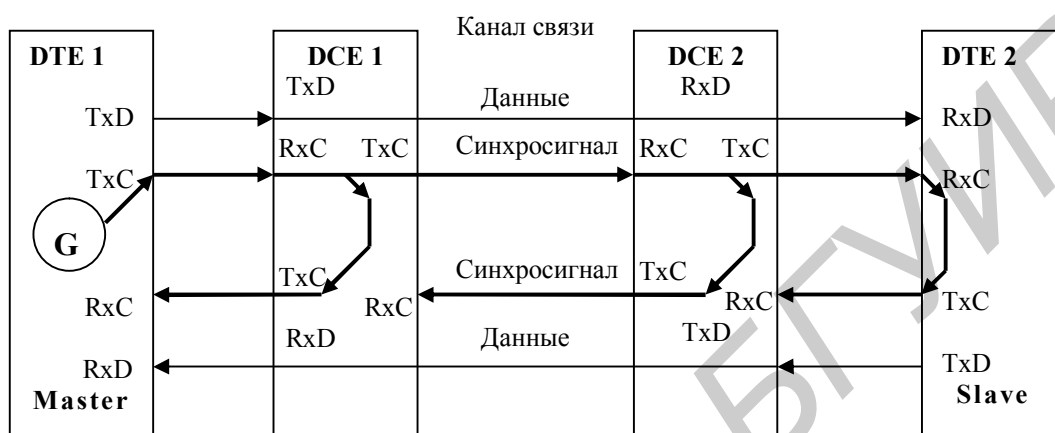


Рисунок 2.4

Мультиплексор АГМ-32 (DCE1) устанавливается в режим синхронизации «ExtSync On» от стационарного порта E12, а мультиплексор DCE2 – в режим синхронизации «ExtSync On» от используемого линейного порта E12.

DCE1 принимает данные TxD и синхросигнал RxC от DTE1. Данные TxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех. Далее под управлением восстановленного синхросигнала, именуемого теперь TxС, данные TxD передаются от DCE1 в канал связи.

DCE2 работает совершенно аналогично и под управлением восстановленного синхросигнала TxС отправляет данные RxD от DCE2 к абоненту DTE2.

DTE2 выделяет из принятого потока E12 синхросигнал RxC, с помощью которого записывает данные RxD в свой буфер памяти, и после фильтрации использует этот восстановленный синхросигнал TxС для передачи данных TxD в обратном направлении к DCE2.

Соответственно DCE2 принимает данные TxD и синхросигнал RxC от DTE2, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхросигнала TxС, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE2, передает данные в канал связи.

DCE1 аналогичным образом выделяет из полученного по каналу связи потока E12 синхросигнал RxC и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти, а затем пере-

даются из DCE1 к абоненту DTE1 под управлением синхросигнала TxС, полученного от DTE1 и восстановленного в DCE1.

Из принятого потока E12 в DTE1 выделяется синхросигнал RxС, с помощью которого данные RxD записываются в буфер памяти, откуда они считываются под управлением сигналом генератора G.

Попытка установки стационарного порта E12 DCE1 в режим «LpIn» или «LpOn» с целью проверки канала DCE1-DCE2-DTE2 приведет к замыканию петли синхронизации DCE1 на себя. Частота генератора G выйдет за допустимые границы, что приведет к сбоям в работе DCE2 и DTE2. Поэтому перед выполнением такой операции необходимо предварительно перевести DCE1 в режим внутренней синхронизации.

Попытка установки стационарного порта E12 DCE2 в режим «LpIn» или «LpOn» с целью проверки канала DCE2-DTE2 приведет к замыканию петли синхронизации DCE2 на себя, что приведет к сбоям в работе DTE2. Поэтому перед выполнением такой операции необходимо предварительно перевести DCE2 в режим внутренней синхронизации.

### Передача данных через порт V.35

На рисунке 2.5 приведена схема организации системы передачи с внешней синхронизацией при использовании для передачи порта V.35.

Один из двух источников данных (DTE1) выбирается в качестве ведущего (Master), другой (DTE2) – в качестве ведомого (Slave).

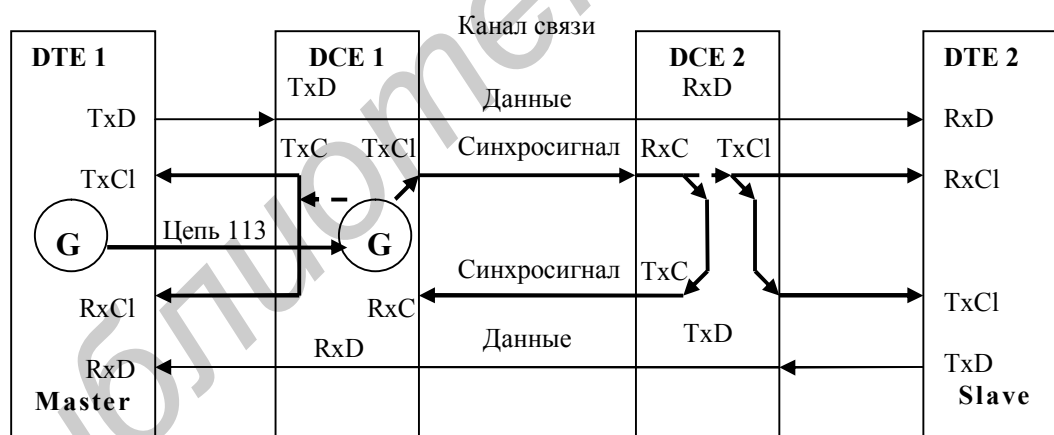


Рисунок 2.5

Один АГМ-32 (DCE1) устанавливается в режим синхронизации от порта V.35 «DCE Clock113 On», а другой (DCE2) – в режим синхронизации от используемого линейного порта E12 «ExtSync On». Кроме того, в DCE2 порт V.35 должен быть установлен в режим «DCE Clock113 Off».

Ведущий DTE1 по цепи 113 выдает на DCE1 синхросигнал от собственного генератора. Частота этого сигнала соответствует количеству канальных интервалов 64 кбит/с, передаваемых от DTE1 через стык V.35. Внутренний генератор DCE1 синхронизируется принятым по цепи 113 сигналом, вырабатывает сигнал TxС частотой 2048 кГц и сигнал TxCl, частота которого

равна частоте синхросигнала, полученного по цепи 113, и который подается обратно на DTE1 для синхронизации передающего и приемного устройств DTE1.

DCE1 принимает от DTE1 данные TxD и под действием синхросигнала TxC генератора G передает эти данные в канал связи.

DCE2 выделяет из полученной по каналу сигнала сигнал тактовой синхронизации RxC и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех и используется далее для синхронизации передачи в обратном направлении. Данные RxD передаются из буферной памяти к DTE2 при помощи синхросигнала TxCl, который вырабатывается путем деления частоты восстановленного сигнала TxC в соответствии с количеством канальных интервалов 64 кбит/с, передаваемых через стык V.35.

DTE2 с помощью синхросигнала RxC1 записывает данные RxD в свой буфер памяти.

Передачу данных TxD в обратном направлении DTE2 ведет под управлением синхросигнала TxCl, получаемого от DCE2.

DCE2 принимает данные TxD от DTE2 и при помощи синхросигнала TxC, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE2, передает данные в канал связи.

DCE1 выделяет из полученного по каналу связи потока E12 синхросигнал RxC и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти, а затем передаются от DCE1 к абоненту DTE1 под управлением синхросигнала TxCl.

### 2.2.2.3 Внешняя синхронизация от линейных портов

Использование режима внешней синхронизации от линейных портов имеет смысл только тогда, когда два АГМ-32 связаны друг с другом через транспортную систему передачи, которая использует первичные или вторичные источники сетевой синхронизации, качество которых заведомо выше качества внутреннего генератора АГМ-32. Такие транспортные системы, как правило, располагают как основным, так и резервными трактами передачи, переключение на которые производится автоматически при возникновении аварийных ситуаций в основном тракте.

#### *Передача данных через порт Ethernet 10Base-T*

На рисунке 2.6 приведена схема организации связи при работе оборудования АГМ-32 в режиме с внешней синхронизацией от линейного порта E12 в случае передачи потока данных абонента через порт Ethernet 10Base-T. Узлы транспортной системы SDH синхронизируются от первичного синхрогенератора PRC.

Оба АГМ-32 (DCE) устанавливаются в режим синхронизации от используемого линейного порта E12 «ExtSync On».

DCE1 принимает данные TxD и синхросигнал RxC1 от DTE1, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхро-

сигнала TxС, полученного путем фильтрации сигнала RxС, выделенного с приемного направления порта E12 от оборудования SDH, передает эти данные в канал связи.

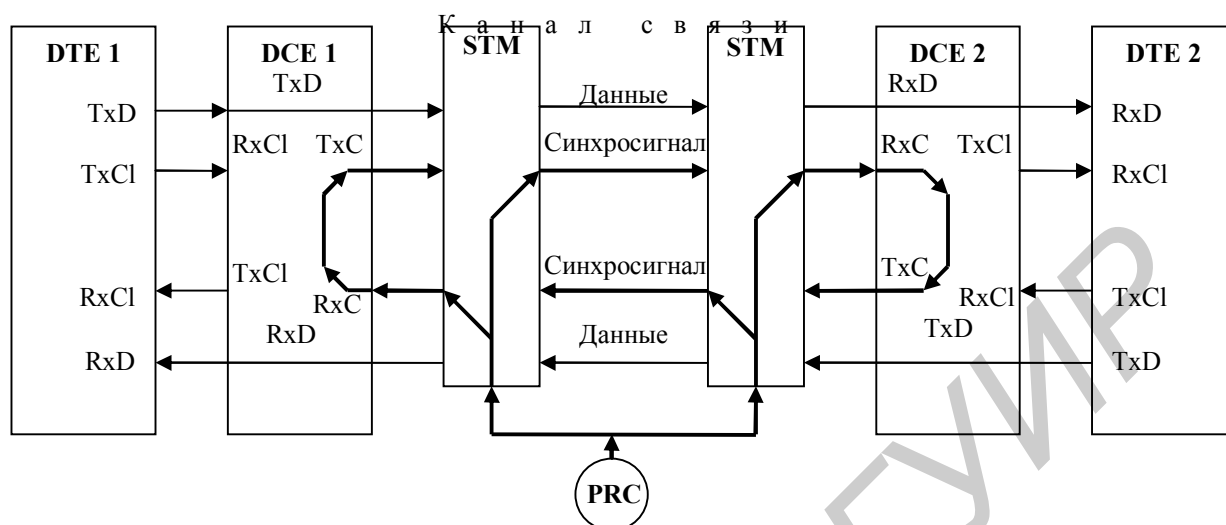


Рисунок 2.6

DCE2 выделяет из полученного по каналу сигнала сигналы тактовой синхронизации RxС и данных RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxС временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех и используется далее для синхронизации передачи в обратном направлении. Для передачи принятых данных RxD к DTE2 используется синхросигнал TxС1 вспомогательного генератора.

В обратном направлении DCE2 принимает данные TxD и синхросигнал RxCl от DTE2, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхросигнала TxС, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE2, передает эти данные в канал связи.

DCE1 выделяет из полученного по каналу сигнала синхросигнал RxС и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxС временно запоминаются в буферной памяти, а затем передаются от DCE1 к абоненту DTE1 под управлением синхросигнала TxС1 вспомогательного генератора.

### *Передача данных через стационарный порт E1*

На рисунке 2.7 приведена схема организации связи при работе оборудования АГМ-32 в режиме с внешней синхронизацией от линейного порта E12 при использовании для передачи данных абонента компонентного порта E12. Корректная работа такой системы передачи с внешней синхронизацией обеспечивается только в том случае, если оборудование DTE поддерживает режим работы с синхронизацией от принимаемого от DCE потока E12. Узлы транспортной системы SDH синхронизируются от первичного синхрогенератора PRC.

Оба АГМ-32 (DCE) устанавливаются в режим синхронизации от используемого линейного порта E12 «ExtSync On».

DTE устанавливаются в режим синхронизации от принимаемого потока E12.

DCE1 принимает данные TxD и синхросигнал RxC от DTE1, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем под действием синхросигнала TxC, полученного путем фильтрации сигнала RxC, выделенного с приемного направления, передает эти данные в канал связи.

DCE2 выделяет из полученного по каналу сигнала сигналы тактовой синхронизации RxC и данных RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех и используется далее для синхронизации передачи в обратном направлении и для передачи принятых данных RxD к DTE2.

DTE2 после фильтрации принятого синхросигнала RxC использует его для передачи данных TxD к DCE2.

DCE2 принимает от DTE2 данные TxD и синхросигнал RxC, временно запоминает данные в буферной памяти, а затем передает их в канал связи под действием синхросигнала TxC, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE2.

DCE1 выделяет из полученного по каналу сигнала сигналы тактовой синхронизации RxC и данных RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти и передаются от DCE1 к абоненту DTE1 под управлением синхросигнала TxC, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE1.

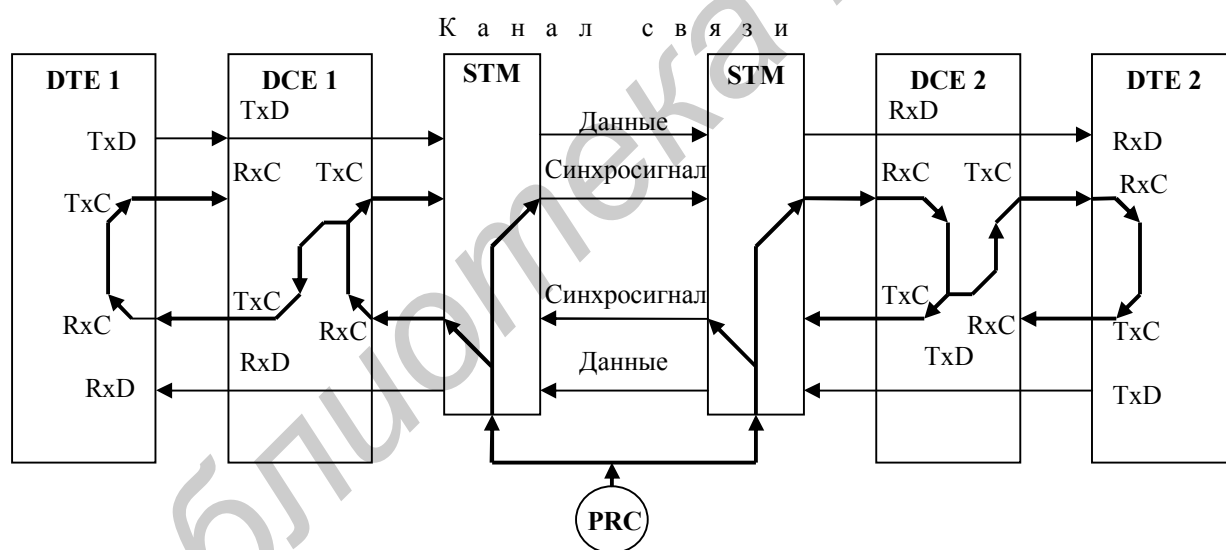


Рисунок 2.7

Из принятого потока E12 в DTE1 выделяется синхросигнал RxC, с помощью которого данные RxD записываются в буфер памяти. После фильтрации восстановленный синхросигнал TxC используется для передачи данных TxD в прямом направлении к DCE1.

Попытка установки линейного порта E12 DCE1 или DCE2 в режим «LpIn» или «LpOn» приведет к замыканию петли синхронизации DCE1 (DCE2) на себя, что приведет к сбоям в работе DTE1 (DTE2). Поэтому перед выполнением такой операции необходимо предварительно перевести DCE1 (DCE2) в режим внутренней синхронизации.

## Передача данных через порт V.35

На рисунке 2.8 приведена схема организации связи при работе оборудования АГМ-32 в режиме внешней синхронизации от линейного порта E12 при использовании для передачи данных абонента компонентного порта V.35. Узлы транспортной системы SDH синхронизируются от первичного синхрогенератора PRC. Оба АГМ-32 (DCE) устанавливаются в режим синхронизации от используемого линейного порта E12 «ExtSync On». Кроме того, на обоих DCE порты V.35 должны быть установлены в режим DCE Clock113 Off.

DCE1 принимает данные TxD и синхросигнал RxC от DTE1, временно запоминает эти данные в буферной памяти, а затем передает эти данные в канал связи под действием синхросигнала TxС, полученного путем фильтрации сигнала RxC, выделенного с приемного направления канала связи.

DCE1 подает на DTE1 сигнал синхронизации TxCl, который получен из синхросигнала TxС от транспортной системы SDH путем деления его частоты в соответствии с количеством канальных интервалов 64 кбит/с, передаваемых через стык V.35, принимает от DTE1 данные TxD, и под действием синхросигнала TxС с частотой 2048 кГц передает эти данные в канал связи.

DCE2 выделяет из полученного по каналу сигнала синхросигнал RxC и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxC временно запоминаются в буферной памяти, синхросигнал очищается от помех и используется далее для синхронизации передачи в обратном направлении. Данные RxD передаются из буферной памяти к DTE2 при помощи синхросигнала TxCl, который вырабатывается путем деления частоты восстановленного сигнала TxС в соответствии с количеством канальных интервалов 64 кбит/с, передаваемых через стык V.35.

DTE2 с помощью синхросигнала RxC1 записывает данные RxD в свой буфер памяти. Передачу данных TxD в обратном направлении DTE2 ведет под управлением того же синхросигнала TxCl, подаваемого от DCE2.

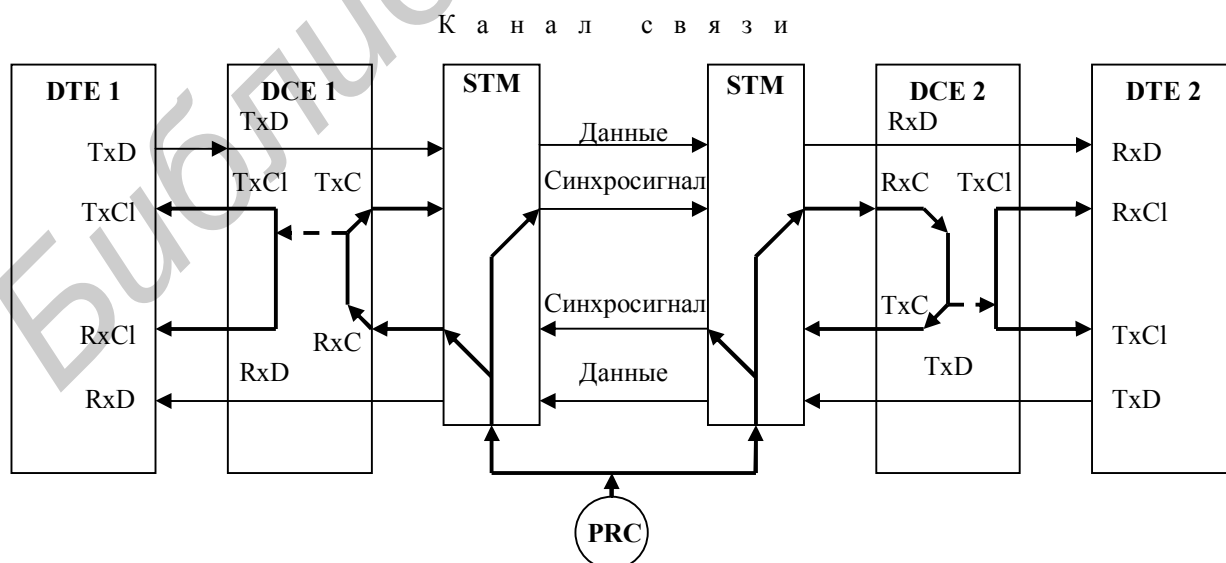


Рисунок 2.8



DCE2 принимает данные TxD от DTE2 и при помощи синхросигнала TxС, полученного с приемного направления канала связи и восстановленного в DCE2, передает данные в канал связи.

DCE1 выделяет из полученного по каналу связи потока E12 синхросигнал RxС и данные RxD. Данные RxD с помощью синхросигнала RxС временно запоминаются в буферной памяти, а затем под управлением синхросигнала TxС1 данные RxD передаются из DCE1 к абоненту DTE1.

## 2.3 Работа составных частей аппаратуры АГМ-32

### 2.3.1 Модуль питания МП-01

Модуль питания МП-01 предназначен для фильтрации стационарного питания минус 24/48/60В по портам А и Б, защиты блока АГМ-32 от перенапряжения и короткого замыкания, а также для вывода аварийной информации на стоечную сигнализацию через соответствующий порт. Размещение элементов для внешних подключений модуля МП-01 показано на рисунке 2.9.

Аварийное состояние модуля питания МП-01 отображается светодиодами:

- при подключении к одному из портов А или Б стационарного питания в состоянии «ВЫКЛ» тумблера ВКЛ/ВЫКЛ горит «красный» светодиод;

- при переводе тумблера в состояние «ВКЛ» гаснет «красный» и горит «зелёный» светодиод;

- при понижении стационарного питания ниже 18 В гаснет «зелёный» и горит «красный» светодиод и только при повышении стационарного питания до 20 В гаснет «красный» и горит «зелёный» светодиод;

- при повышении стационарного питания выше 75 В гаснет «зелёный» и горит «красный» светодиод и только при понижении стационарного питания до 72 В гаснет «красный» и горит «зелёный» светодиод.

Структурная схема модуля питания МП-01 приведена на рисунке 2.10.



Рисунок 2.9 – Внешний вид модуля МП- 01



Рисунок 2.10. Структурная схема модуля питания МП-01

Станционное питание по основному и резервному фидерам поступает на порты А и Б. Коммутатор, выбирая большее по величине напряжение, подаёт его на сетевой фильтр. Отфильтрованное станционное питание поступает на устройство защиты и ограничения, которое обеспечивает защиту от перегрузки по току, защиту от низкого (менее 18 В) или высокого (более 75 В) напряжения. С устройства защиты и ограничения станционное питание поступает на блочную шину питания 24/60 В.

На модуль питания МП-01 по шине управления подается информация об аварийных состояниях блока АГМ-32 для передачи на стоечную сигнализацию через узел сопряжения.

### 2.3.2 Модуль телеметрии и сигнализации МТС-01

Модуль МТС-01 предназначен для контроля и управления всеми модулями блока АГМ-32, а также для организации в выбранных канальных интервалах цифровых потоков 2048 кбит/с, формируемых другими модулями, до 8 каналов телеметрии со скоростью 64 кбит/с (порты 0..7), которые используются для связи с удалёнными блоками АГМ-32.

Модуль МТС-01 выполняет следующие функции:

- осуществляет контроль и управление работой модулей при помощи программы эмуляции терминала ANSI или VT100 (например, Hyper Terminal – hypertrm.exe, которая входит в стандартный комплект операционной системы Windows 95, 98, XP);

- выполняет конфигурирование модулей блока АГМ-32 после их включения в соответствии с установками, предварительно введенными оператором с помощью ПК и хранящимися в энергонезависимой памяти;

- каждую секунду выполняет цикл опроса модулей в соответствии с составом блока, заданным с ПК. Имеющийся в каждом модуле узел телеметрии обеспечивает сбор и передачу информации о состоянии данного модуля в

МТС-01 по двухпроводной внутривыводной шине телеметрии. Протокол обмена по шине соответствует интерфейсу I2C при скорости обмена около 100 кбит/с;

- обеспечивает связь с удалёнными блоками АГМ-32 по каналам телеметрии 64 кбит/с через 8 внутренних портов (порт 0...порт 7), которые активируются конфигурированием карты вставки/выделения модуля МТС-01;

- по результатам опроса осуществляет световую индикацию при наличии аварийных состояний на подконтрольных модулях, управляет световой и звуковой индикацией об авариях на стойке и сохраняет информацию о произошедших авариях срочного характера в энергонезависимой памяти;

- осуществляет тактовую, цикловую и сверхцикловую синхронизацию работы всех модулей блока;

- синхронизирует работу блока от источников внешней синхронизации.

Модуль МТС-01 может работать на любом месте в блоке, при этом его адрес (позиция) определяется автоматически. Адрес МТС-01 может принимать значения 1...21. Структурная схема модуля МТС-01 приведена на рисунке 2.11.

Основой модуля МТС-01 является микропроцессор фирмы Thomson ST10R172 с рабочей частотой до 50 МГц, 16-разрядной шиной данных и 24-разрядной шиной адреса. Время выполнения одной инструкции составляет 2 такта рабочей частоты. Может одновременно работать как с 16-разрядными устройствами, так и с 8-разрядными. Микропроцессор объединяет все остальные элементы модуля, контролирует и управляет модулями блока АГМ-32.

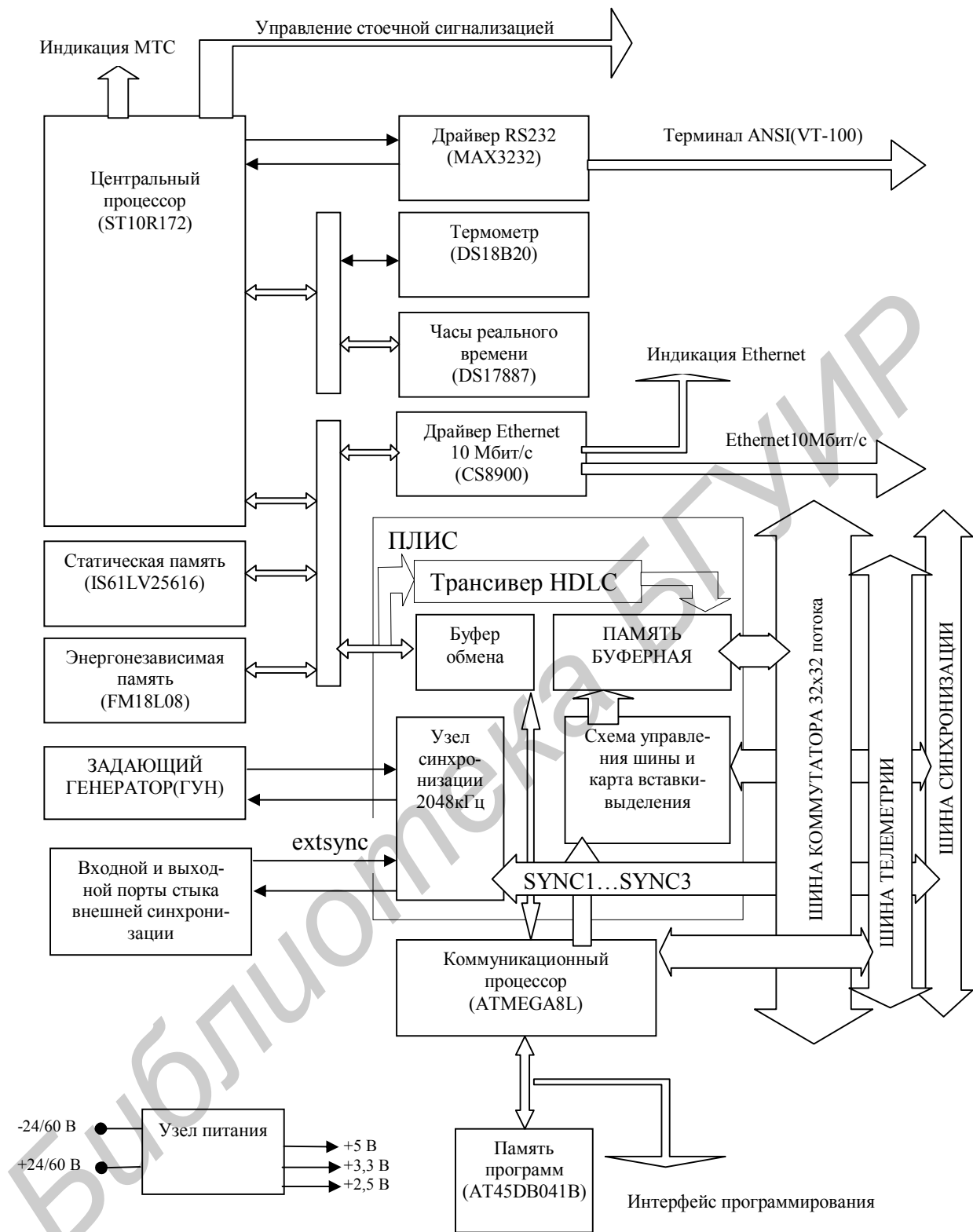


Рисунок 2.11. Структурная схема модуля МТС-01

Модуль содержит два типа памяти. 16-разрядная быстрая (время доступа менее 15 нс) статическая память IS61LV25616 предназначена для оперативной работы процессорного устройства. Энергонезависимая ферроэлектрическая память FM18L08 (Ramtron) служит для хранения установок блока и данных о произошедших аварийных событиях (до 1500 записей). Данная

память обеспечивает неограниченное количество циклов записи-чтения, не имеет внутренней батареи и сохраняет данные при отключенном питании в течение 10 лет.

Часы реального времени собраны на микросхеме DS17887 (Atmel), которая содержит батарею питания, кварцевый генератор и другие элементы, необходимые для автономной работы часов при выключенном внешнем напряжении. Микросхема связана с процессором через 8-разрядную мультиплексированную шину.

Микросхема термометра DS18B20 (Dallas) измеряет температуру на поверхности платы. Процессор имеет доступ к ней через однопроводную фирменную шину.

ПЛИС фирмы Xilinx содержит устройства организации работы шины коммутации каналов и шины синхронизации, узел синхронизации блока с внешним задающим кварцевым генератором, а также трансивер HDLC и буферную память для организации восьми внутренних портов каналов телеметрии.

Коммуникационный контроллер ATMEGA8L выполняет конфигурирование ПЛИС при включении питания, обслуживает внутриблочную шину I2C и шину связи с реализованными в ПЛИС узлами. Обмен данными с центральным процессором организован через буфер обмена в ПЛИС.

Связь процессора с внешним миром осуществляется через два интерфейса. Для локального управления служит интерфейс RS232. Универсальный асинхронный приемопередатчик (UART) содержится внутри процессора. Драйвер RS232 согласует уровни интерфейса и процессора. Скорость обмена информацией по этому интерфейсу составляет 19,2 кбит/с.

Второй интерфейс предназначен для удаленного управления и реализован на микросхеме CS8900 (Cirrus Logic), которая выполняет функции драйвера Ethernet со скоростью обмена 10 Мбит/с. Во входящем направлении внутренних портов 0..7 (от Ethernet драйвера в сторону удалённых блоков АГМ-32) данные каналов управления через HDLC трансивер записываются в буферную память внутренних портов. Схема управления анализирует запросы исходящих портов на чтение буферной памяти, приходящие по шине адреса коммутатора от модулей, через которые обеспечиваются каналы связи с удалёнными блоками. При совпадении запроса с одним из адресов, занесённых при конфигурировании в память карты вставки/выделения модуля МТС-01, по команде схемы управления данные из соответствующей ячейки буферной памяти выставляются на шину данных коммутатора.

В исходящем направлении внутренних портов 0..7 модуля МТС-01 (от удалённой аппаратуры к местному управляющему порту Ethernet) синхронизированная тактовым, цикловым и сверхцикловым сигналами схема управления отсчитывает текущий номер временного интервала шины коммутатора. При совпадении последнего с одним из адресов, занесённых при конфигурировании порта в память карты вставки/выделения, по команде схемы управления на шину адреса выставляется запрос на чтение данных из буферной

памяти входящего порта-источника модуля, через который обеспечивается данный канал связи с удалённым блоком. Эти данные через буферную память и HDLC-приёмник поступают на драйвер Ethernet местной сети управления. Внешний вид модуля показан на рисунке 2.12.

Два светодиода позволяют судить о работе интерфейса ETHERNET:

- «TD/RD» (жёлтый) – индикация обмена данными с сегментом LAN;
- «LINK» (зеленый) – индикация целостности соединения с сегментом LAN;

На передней панели МТС-01 установлены следующие элементы:

– разъемы для подключения интерфейсных кабелей:

- порт 1 «ETHERNET» – интерфейс ETHERNET;
- порт 2 «TERMINAL» – интерфейс RS232;
- порт 3 «Вход внешней синхронизации»;
- порт 4 «Выход внешней синхронизации»;

– светодиоды для оперативного контроля за работой блока:

«СРОЧНАЯ» (красный) – на подконтрольных модулях срочная авария;

«ОТЛОЖЕННАЯ» (жёлтый) – на подконтрольных модулях отложенная авария;

авария;

«РАБОТА» (зеленый) –

на модуль МТС-01 подано питание;

– кнопка «СБРОС»:

- при кратковременном нажатии (менее 3 с) сбрасывает звуковую стоечную сигнализацию при появлении новой срочной аварии;

- при длительном нажатии (более 4 с) засвечивает светодиоды модуля МТС, светодиоды на подконтрольных модулях блока, индикаторы на стойке, а также включает звуковую стоечную сигнализацию.

Опции, задаваемые при конфигурировании модуля МТС-01 с помощью терминала управления, приведены в таблице 2.1

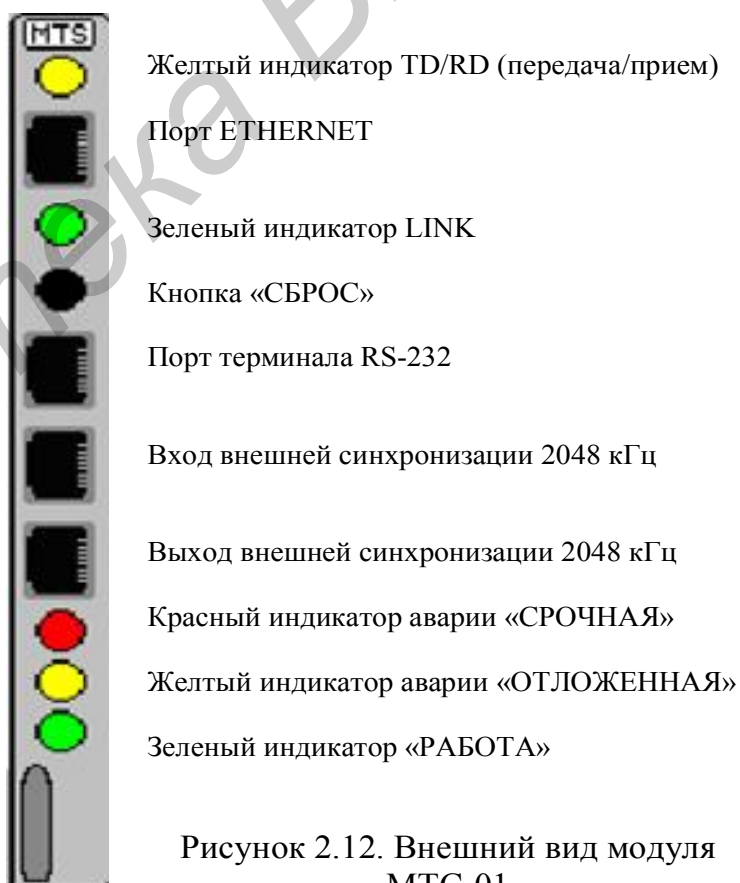


Рисунок 2.12. Внешний вид модуля МТС-01

Таблица 2.1

Тип	Опции	Описание
Входной порт внешней синхронизации	ExtSync OFF	Входной порт внешней синхронизации выключен
	ExtSync ON	Входной порт внешней синхронизации включён
Режим удержания частоты ГУН	Holdover OFF	Режим удержания частоты ГУН запрещён
	Holdover ON	Режим удержания частоты ГУН разрешён
Калибровка частоты ГУН	PLL Default	Десятичное значение постоянного управляющего кода ГУН 0...16383

### 2.3.3 Интерфейсный модуль МИ1 (4 порта E12, G.703 / 2048 кбит/с)

Интерфейсный модуль МИ1 предназначен для передачи и приёма до четырёх первичных цифровых потоков E12 (порты 0E12...3E12) в формате ИКМ30, ИКМ31 (МСЭ-Т Rec. G.703, G.704, G.706) или неструктурированных потоков (без циклового синхросигнала) со скоростью 2048 кбит/с, а также для обмена данными и сигналами СУВ с другими интерфейсными модулями и с модулем телеметрии и сигнализации МТС-01 со скоростью кратной 64 кбит/с, а также для выявления ошибок и неисправностей в первичных цифровых потоках E12. В АГМ-32 могут быть установлены до восьми модулей МИ1 для работы с тридцатью двумя первичными цифровыми потоками.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.13.

Кросс-коммутация каналов 64 кбит/с с СУВ или каналов N×64 кбит/с может выполняться между любыми временными интервалами входящего и исходящего направлений портов любых интерфейсов (с учётом их емкости и функционального назначения). При этом модуль МИ1 может выполнять функции:

- оконечного первичного мультиплексора, т. е. осуществлять сборку потоков E12 из сигналов, принятых другими портами АГМ-32;

- мультиплексора вставки/выделения (add/drop), т. е. осуществлять транзит части каналов между двумя портами E12 с ответвлением остальных каналов на другие порты АГМ-32;

- кросс-коммутатора (DXC), т. е.



Рисунок 2.13. – Внешний вид модуля МИ1

произвольным образом изменять порядок следования каналов между входящими и исходящими направлениями любых из 32 портов E12.

Модуль МИ1 осуществляет связь с другими модулями АГМ-32 по шине данных, шине адреса, шине синхронизации, шине I2C и шине питания 24/60 В.

Конфигурирование, работа, контроль и управление модулем МИ1 осуществляется через модуль МТС-01 при помощи терминальной программы оператора.

На модуле МИ1 аварийное состояние сконфигурированных входных портов 0E12...3E12 отображается красным светодиодом, а также дублируется на модуле МТС-01 красным светодиодом для срочной или жёлтым для отложенной аварии. Для каждого сконфигурированного входного порта E12 фиксируются следующие аварийные состояния:

- потеря входного сигнала («InputLos»);
- приём всех единиц во входном сигнале («AIS»);
- для структурированных сигналов ИКМ30, ИКМ31:
  - потеря цикловой синхронизации во входном сигнале («Frame»);
  - потеря синхронизации по CRC-4 («CRC LOS»);
  - коэффициент ошибок во входном сигнале выше порога («Error Thr»);
  - авария приёма на удалённой стороне («Dist»);
- для структурированных сигналов ИКМ30:
  - потеря сверхцикловой синхронизации в 16 канальном интервале («MF»);
  - приём всех единиц в 16 канальном интервале («MF AIS»);
  - авария приёма сверхцикла на удалённой стороне 2048 кбит/с («MF Dist»).

Структурная схема модуля МИ1 приведена на рисунке 2.14. Входные порты (0E12...3E12) интерфейсов E12 предназначены для приема и передачи сигналов первичного цифрового потока (2048 кбит/с). Электрические параметры портов соответствуют рекомендации МСЭ-Т G.703 для симметричной линии с волновым сопротивлением 120 Ом.

Через драйвер входного порта E12 цифровой поток поступает на программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС), где декодируется линейный код HDB3, и в зависимости от структуры цифрового потока (ИКМ30, ИКМ31, без цикла) определяются положения цикловой и сверхцикловой групп. Принятые данные поканально записываются в буферную память порта. Схема управления анализирует запросы исходящих портов на чтение буферной памяти, приходящие по шине адреса коммутатора. При совпадении запроса с одним из адресов, занесённых при конфигурировании в память карты вставки/выделения, по команде схемы управления данные из соответствующей ячейки буферной памяти выставляются на шину данных



коммутатора. В исходящем направлении синхронизированная тактовым, цикловым и сверхцикловым сигналами схема управления отсчитывает текущий номер временного интервала шины коммутатора. При совпадении последнего с одним из адресов, занесённых при конфигурации порта в память карты вставки/выделения, по команде схемы управления на шину адреса выставляется запрос на чтение данных из буферной памяти входящего порта-источника. В интерфейсном узле ПЛИС эти данные вставляются в текущий временной интервал формируемого потока и после линейного кодирования кодом HDB3 поступают на драйвер выходного порта.

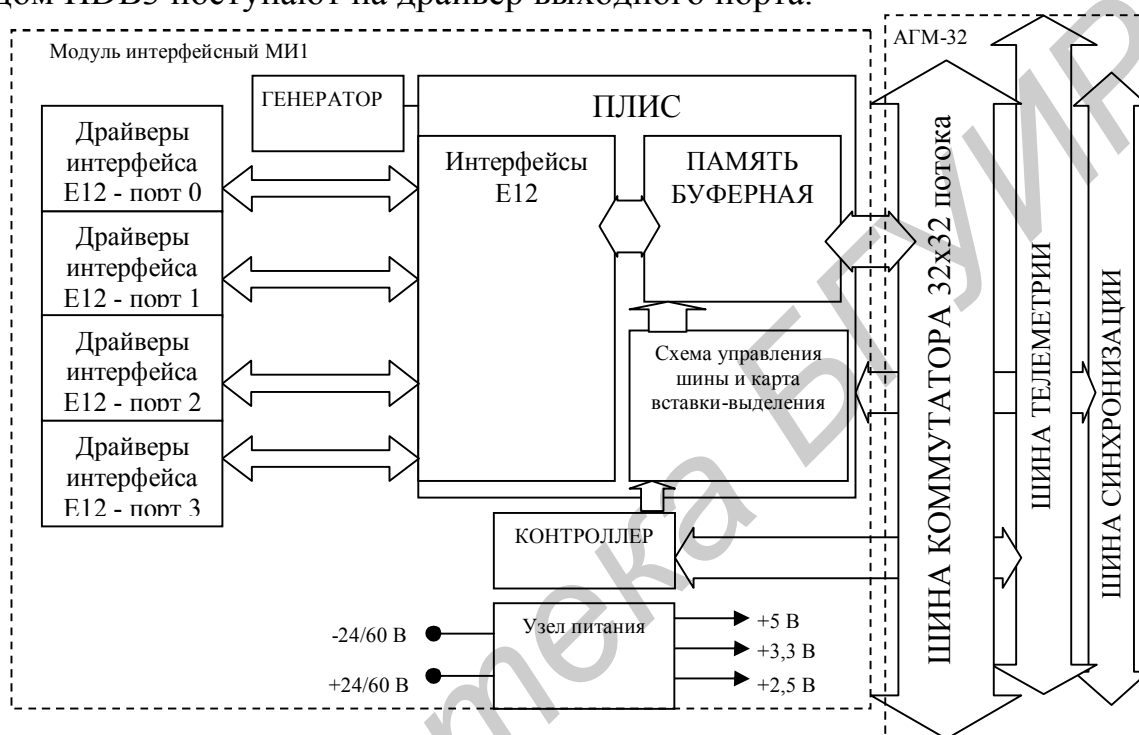


Рисунок 2.14. – Структурная схема модуля МИ1

В процессе конфигурирования один из входящих портов E12 может быть назначен в качестве источника внешней синхронизации блока АГМ-32. В этом случае восстановленный из принимаемого цифрового потока тактовый сигнал 2048 кГц, а также сигнал оповещения о назначении порта по шине синхронизации передаются в узел синхронизации модуля МТС-01.

Генератор предназначен для внутренней работы ПЛИС.

Напряжение с шины 24/60 В поступает на преобразователь DC/DC, предназначенный для получения питающих напряжений, необходимых для работы модуля.

Микроконтроллер обеспечивает загрузку конфигурации ПЛИС, а также связан по шине I2C с модулем МТС-01 для управления и обмена информацией о конфигурации и состоянии МИ1.

Для подключения внешних сигналов к портам модуля МИ1 используются экранированные вилки типа TPS5-8P8C.

Опции, задаваемые при конфигурировании каждого порта модуля МИ1 с помощью терминала управления, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Тип	Опция	Описание
Вид цифрового потока	Framed	Установить для данного порта поток структуры ИКМ30, ИКМ31
	Unframed	Установить для данного порта структуру потока без цикла
Тип структуры потока	PCM30	Установить для данного порта цикл ИКМ30 со сверхциклом в 16 канальном интервале
	PCM31	Установить для данного порта цикл ИКМ31 без сверхцикла в 16 канальном интервале
Процедура CRC	CRCon	Включить процедуру CRC-4 для данного порта
	CRCoff	Выключить процедуру CRC-4 для данного порта
Порог ошибок	CRC10E3	Установить для данного порта порог ошибок $10^{-3}$
	CRC10E4	Установить для данного порта порог ошибок $10^{-4}$ по ошибкам процедуры CRC-4
	CRC10E5	Установить для данного порта порог ошибок $10^{-5}$ по ошибкам процедуры CRC-4
	CRC10E6	Установить для данного порта порог ошибок $10^{-6}$ по ошибкам процедуры CRC-4
Синхронизация	SyncOff	Запретить синхронизацию блока АГМ-32 от восстановленного такта для данного порта
	Sync1	Выставить первый приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного такта для данного порта
	Sync2	Выставить второй приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного такта для данного порта
	Sync3	Выставить третий приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного такта для данного порта
Шлейф	LpOff	Выключены все петли для данного порта
	LpOn	Включить двухстороннюю петлю (одновременно включаются петля в линию и петля в станцию) для данного порта
	LpIn	Включить внутреннюю петлю (петля в станцию) для данного порта
	LpLn	Включить линейную петлю (петля в линию) для данного порта
Работа порта	Off	Выключить данный порт из аварийного опроса и отсоединить его от внутрисистемных шин, в то же время можно производить переконфигурацию данного порта
	On	Включить данный порт в аварийный опрос и присоединить его к внутрисистемным шинам
Пар-ры ошибок	ES SES Off	Оценка параметров ошибок для порта выключена
	ES SES On	Оценка параметров ошибок для порта включена

### 2.3.4 Интерфейсный модуль МИ2 (1 волоконно-оптический интерфейс)

Интерфейсный модуль МИ2 предназначен для передачи и приёма через оптический интерфейс (порт 0) одного первичного цифрового потока в формате ИКМ30, ИКМ31 (МСЭ-Т Rec. G.704, G.706) или неструктурированного потока (без цикла) со скоростью 2048 кбит/с для обмена данными и сигналами СУВ с другими интерфейсными модулями и с модулем телеметрии и сигнализации МТС-01 со скоростью кратной 64 кбит/с, а также для выявления ошибок и неисправностей во входящем цифровом потоке. В АГМ-32 могут быть установлены до 19 модулей МИ2.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.15.

Кросс-коммутация каналов 64 кбит/с с СУВ или каналов  $N \times 64$  кбит/с может выполняться между любыми временными интервалами входящего и исходящего направлений портов любых интерфейсов (с учётом их ёмкости и функционального назначения). При этом модуль МИ2 может выполнять функции:

- оконечного первичного мультиплексора, т. е. осуществлять сборку потоков Е12 из сигналов, принятых другими портами АГМ-32;

- мультиплексора вставки/выделения (add/drop), т. е. осуществлять транзит части каналов между двумя портами Е12 с ответвлением остальных каналов на другие порты АГМ-32;

- кросс-коммутатора (DXC), т. е. произвольным образом изменять порядок следования каналов между входящими и исходящими направлениями любых из 32 портов Е12.

Модуль МИ2 осуществляет связь с другими модулями АГМ-32 по шинам данных, адреса, синхронизации, I2C и питания 24/60 В.

Конфигурирование, работа, контроль и управление модулем МИ2 осуществляются через модуль МТС-01 при помощи терминальной программы оператора. Аварийное состояние сконфигурированного входного порта 0 модуля МИ2 отображается на экране ПК красным светодиодом и дублируется на модуле МТС-01 красным светодиодом для срочной или жёлтым для отложенной аварии.



Порт 0 оптического интерфейса 2048 кбит/с

Красный индикатор аварии

Рисунок 2.15 – Внешний вид модуля МИ2

Для сконфигурированного входного порта фиксируются следующие аварийные сообщения:

- потеря входного оптического сигнала («InputLos»);
- приём всех единиц во входном сигнале («AIS»);
- для структурированных сигналов ИКМ30, ИКМ31:
- потеря цикловой синхронизации во входном сигнале («Frame»);
- потеря синхронизации по CRC-4 («CRC LOS»);
- коэффициент ошибок во входном сигнале выше порога («Error Thr»);
- авария приёма на удалённой стороне («Dist»);
- для структурированных сигналов ИКМ30:
- потеря сверхцикловой синхронизации в 16 канальном интервале («MF»);
- приём всех единиц в 16 канальном интервале («MF AIS»);
- авария приёма сверхцикла на удалённой стороне 2048 кбит/с («MF Dist»).

Структурная схема модуля МИ2 приведена на рисунке 2.16.

Оптический приёмопередатчик предназначен для преобразования двоичного электрического сигнала цифрового потока 2048 кбит/с в линейный оптический сигнал исходящего направления и обратного преобразования сигнала входящего направления порта 0. Линейный кодек скремблирует и дополнительно кодирует двоичный сигнал для уменьшения в линейном сигнале уровня низкочастотных компонент и увеличения относительного уровня спектральной составляющей с частотой 4096 кГц. При приёме это снижает интенсивность ошибок при изменениях загрузки потока и облегчает восстановление сигнала тактовой частоты. Двоичная «1» кодируется линейным символом «1100», а двоичный «0» – символом «1010». Скорость передачи порта составляет, таким образом, 8192 кбод/с. В интерфейсе линейного кодера происходит также формирование цикловой структуры потока в исходящем направлении и синхронизация к основному циклу и сверхциклам входящего направления.

Остальные узлы модуля МИ2 и их работа аналогичны модулю МИ1.

Для внешних соединений порта применяют одномодовое волокно, которое подсоединяется через оптический разъём типа «LC».

При конфигурации входящий порт модуля МИ2 может быть назначен в качестве источника внешней синхронизации блока АГМ-32. В этом случае восстановленный из принимаемого оптического сигнала сигнал тактовой синхронизации 2048 кГц, а также сигнал оповещения о назначении порта по шине синхронизации передаются в узел синхронизации модуля МТС-01.

Опции, задаваемые при конфигурировании оптического порта модуля МИ2 с помощью терминала управления, приведены в таблице 2.3.

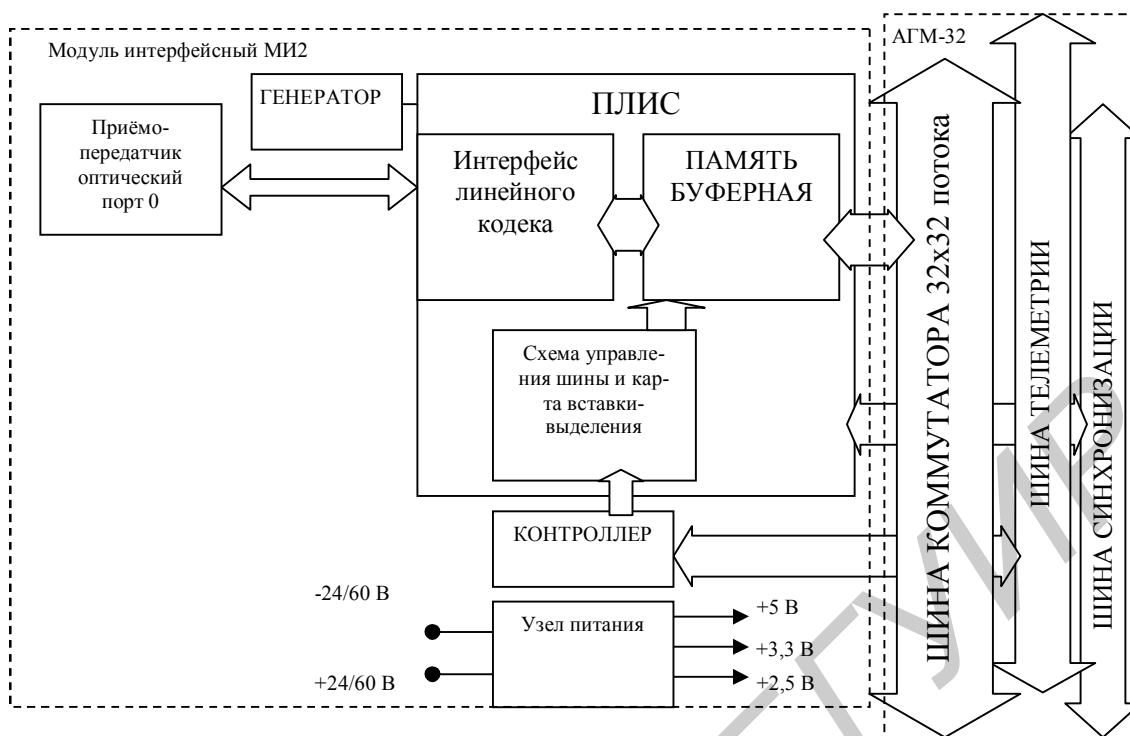


Рисунок 2.16 – Структурная схема модуля МИ2

Таблица 2.3

Тип	Опция	Описание
Вид потока	Framed	Установить для порта тип структуры потока ИКМ30, ИКМ31
	Unframed	Установить для порта неструктурированный поток
Тип структуры потока	PCM30	Установить ИКМ30 со сверхциклом в 16-канальном интервале для порта
	PCM31	Установить ИКМ31 без сверхцикла в 16-канальном интервале для порта
Процедура CRC	CRCon	Включить процедуру CRC-4 для порта
	CRCoff	Выключить процедуру CRC-4 для порта
Порог ошибок	CRC10E3	Установить порог ошибок $10^{-3}$ по ошибкам цикла
	CRC10E4	Установить порог ошибок $10^{-4}$ по ошибкам CRC-4
	CRC10E5	Установить порог ошибок $10^{-5}$ по ошибкам CRC-4
	CRC10E6	Установить порог ошибок $10^{-6}$ по ошибкам CRC-4
Параметры ошибок	ES_SES Off	Оценка параметров ошибок для порта выключена
	ES_SES On	Оценка параметров ошибок для порта включена
Шлейф	LpOff	Выключены все петли по данному порту
	LpOn	Включить для порта двухстороннюю петлю (одновременно включаются петля в линию и петля в станцию)
	LpIn	Включить внутреннюю петлю (в станцию) для порта
	LpLn	Включить линейную петлю (в линию) для порта

Продолжение таблицы 2.3

Тип	Опция	Описание
Синхронизация	SyncOff	Запретить синхронизацию блока АГМ-32 от восстановленного от порта такта
	Sync1	Выставить первый приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного от порта такта
	Sync2	Выставить второй приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного от порта такта
	Sync3	Выставить третий приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного от порта такта
Работа порта	Off	Выключить порт из аварийного опроса и отсоединить его от внутрисистемных шин, в тоже время можно производить переконфигурацию порта
	On	Включить порт в аварийный опрос и присоединить его к внутрисистемным шинам

### 2.3.5 Интерфейсный модуль МИЗ (2 порта V.35, N×64 кбит/с)

Модуль предназначен для передачи и приёма сигналов двух синхронных цифровых портов (порты 0 и 1) с электрическими параметрами, соответствующими рекомендациям МСЭ-Т V.35, V.10, RS-530A, V.11, X.21, V.36 со скоростями N×64 кбит/с с целочисленным N от 1 до 32, V.28 со скоростями 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200, 128000, 256000 бод, а также мультиплексирования этих сигналов в выбранные каналные интервалы потоков E12, формируемых модулями МИ1 или МИ2.

При использовании асинхронного типа стыка V.24-V.28/RS232, в схеме интерфейса происходит преобразование асинхронного потока в синхронный по алгоритму рекомендаций МСЭ-Т V.14, V.43. При работе с асинхронным стыком для порта следует таким образом конфигурировать число каналных интервалов 64 кбит/с, чтобы скорость передачи синхронного канала через мультиплексор превышала линейную скорость по асинхронному стыку.

На модуле МИЗ аварийные состояния сконфигурированных входных портов отображаются красным светодиодом, а также дублируются на модуле МТС-01 красным светодиодом для срочной или жёлтым для отложенной аварии. Внешний вид модуля показан на рисунке 2.17.

Для сконфигурированных входных портов фиксируются следующие аварийные сообщения:

- потеря входного сигнала цепи 103 при состоянии цепи 105 «ВКЛЮЧЕНО» («InputLos»);
- потеря тактового сигнала цепи 113 при включённой опции «DCEClock113On» («ClockLos»).

Структурная схема модуля приведена на рисунке 2.18. Драйверы портов содержат программируемые линейные приемопередатчики стыка V.35. Интерфейсы можно конфигурировать на следующие стыки: V.10/RS-423, RS-530A, V11/RS-530, X.21, V.35, V.36/RS-449, V.28/RS-232.

После включения питания и подключения узлов порта к шинам АГМ-32 и при наличии сигналов на шине синхронизации командой терминала управления узел интерфейса V.35 переводит цепи 107 и 109 порта в состояние «Включено», оповещая DTE о готовности DCE.

Через 500 мкс после запроса DTE на передачу по цепи 105 порт переводит цепь 106 в состояние «ВКЛЮЧЕНО», разрешая DTE передавать данные по цепи 103. Через входной порт эти данные записываются в буферную память ПЛИС.



Рисунок 2.17 – Внешний вид модуля МИЗ

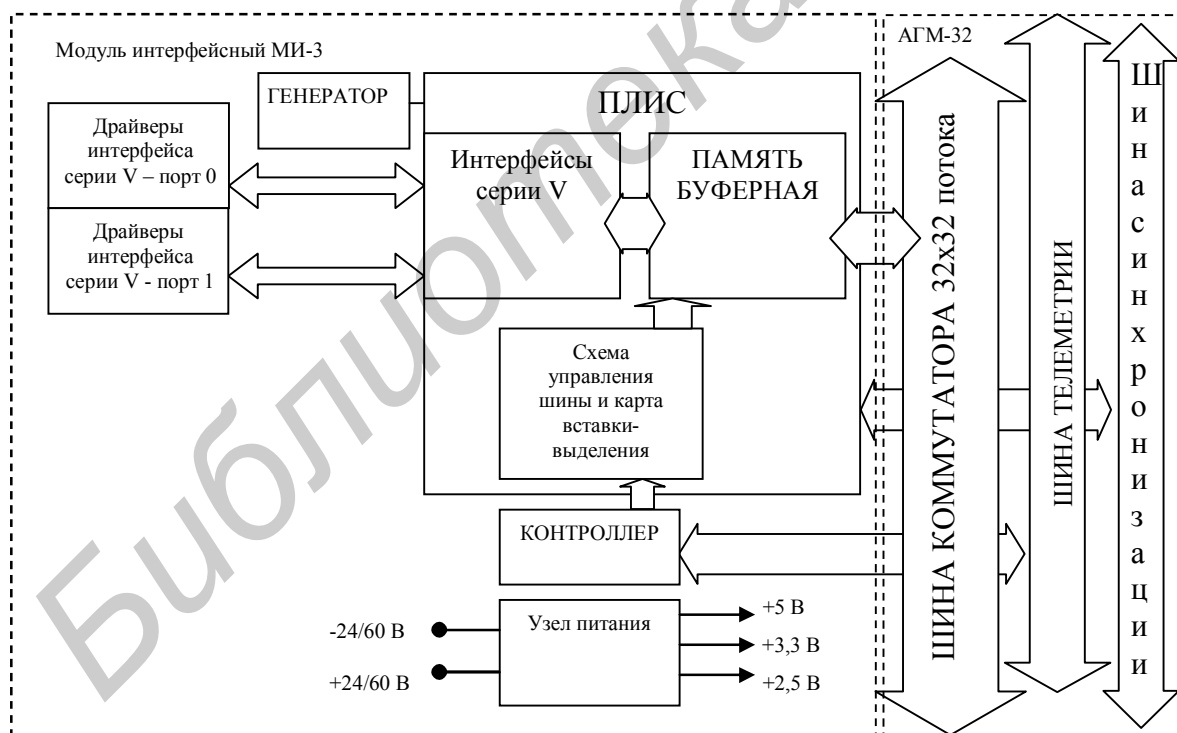


Рисунок 2.18 – Структурная схема модуля МИЗ

Схема управления анализирует запросы исходящих портов на чтение буферной памяти, приходящие по шине адреса коммутатора. При совпадении запроса с одним из адресов, занесённых при конфигурировании порта в па-

мать карты вставки/выделения, по команде схемы управления данные из соответствующей ячейки буферной памяти выставляются на шину данных коммутатора. Если при этом цепь 105 порта V.35 находится в состоянии «ВЫКЛЮЧЕНО», на шину данных коммутатора выставляются единицы.

В исходящем направлении синхронизированная тактовым, цикловым и сверхцикловым сигналами схема управления отсчитывает текущий номер временного интервала шины коммутатора. При совпадении последнего с одним из адресов, занесённых при конфигурировании порта в память карты вставки/выделения, по команде схемы управления на шину адреса выставляется запрос на чтение данных из буферной памяти входящего порта-источника. Модуль считывает эти данные с шины, а интерфейсный узел ПЛИС вставляет их в текущий временной интервал формируемого модулем МИЗ потока. Через драйвер выходного порта данные исходящего направления порта V.35 поступают в сторону DTE по цепи 104.

Данные исходящего и входящего направлений тактируются передаваемыми в сторону DTE сигналами цепей 115 и 114, синтезированными из тактового сигнала узла синхронизации блока АГМ-32. При необходимости данные входящего направления порта (данные передачи от DTE, цепь 103) могут тактироваться по цепи 113, для чего имеется соответствующая опция в термине управления.

Вместо принимаемых данных по цепи 104 исходящего направления порта V.35 узел интерфейса ПЛИС может отправлять тестовую ПСП длиной  $2^{15}-1$ . При этом к цепи 103 входящего направления подключается анализатор этой последовательности. Тестовая последовательность подается на выход интерфейса DCE (цепь 104) со скоростью потока, определяемой числом сконфигурированных канальных интервалов. Поток с шины мультиплексора заворачивается обратно на шину. Любая ошибка в принимаемой последовательности (или её отсутствие) вызывает сообщение «Error» в окне сообщений.

Рабочая скорость порта определяется в модуле МИЗ автоматически по количеству временных интервалов, выделенных для данного порта при его конфигурации. При известной требуемой скорости порта необходимое количество временных интервалов определяется делением её значения на 64 кбит/с. Если поступающие на порт данные имеют скорость 2048 кбит/с и при этом коммутируются на один из портов модулей МИ1 или МИ2, последние должны быть сконфигурированы для работы с неструктурированным сигналом E12 (опция «unframed»).

Состоянию «ВКЛЮЧЕНО» цепей данных порта V.35 соответствует двоичное состояние «0» в потоке E12, состоянию «ВЫКЛЮЧЕНО» – двоичная «1».

Генератор обеспечивает подачу тактовой частоты на ПЛИС.

Напряжение с шины 24/60 В поступает на преобразователь DC/DC, предназначенный для получения питающих напряжений, необходимых для работы модуля МИЗ.



Микроконтроллер обеспечивает загрузку конфигурации ПЛИС, а также связан по шине I2C с модулем МТС-01 для управления и обмена информацией о конфигурации и состоянии МИ1.

Для сконфигурированного порта МИ3 детектируются следующие аварийные сообщения:

- «InputLos» – потеря входного сигнала – анализируется при включённой цепи RTS (срочная);
- «ClockLos» – потеря входного синхросигнала (цепь 113) – анализируется только при включённой опции «DCE Clock113 On» (срочная);
- «RTS Off» – цепь RTS выключена;
- «Error» – наличие ошибок технологического анализатора ошибок, при включённой опции технологического теста (см. PortOn-Test в таблице 2.4).

#### *Тайминг синхронных стыков*

При соединении синхронных портов различных типов аппаратуры необходимо учитывать направленность цепей соединяемых цифровых стыков, которые представлены двумя видами: стык DTE (Оконечное Оборудование Данных) и стык DCE (Аппаратура Передачи Данных). «Нормальное» соединение приведено на рисунке 2.19. Однако на практике часто возникает необходимость выполнять нестандартные соединения вида DTE – DTE, или DCE – DCE. В таких случаях следует принимать во внимание следующие сведения.

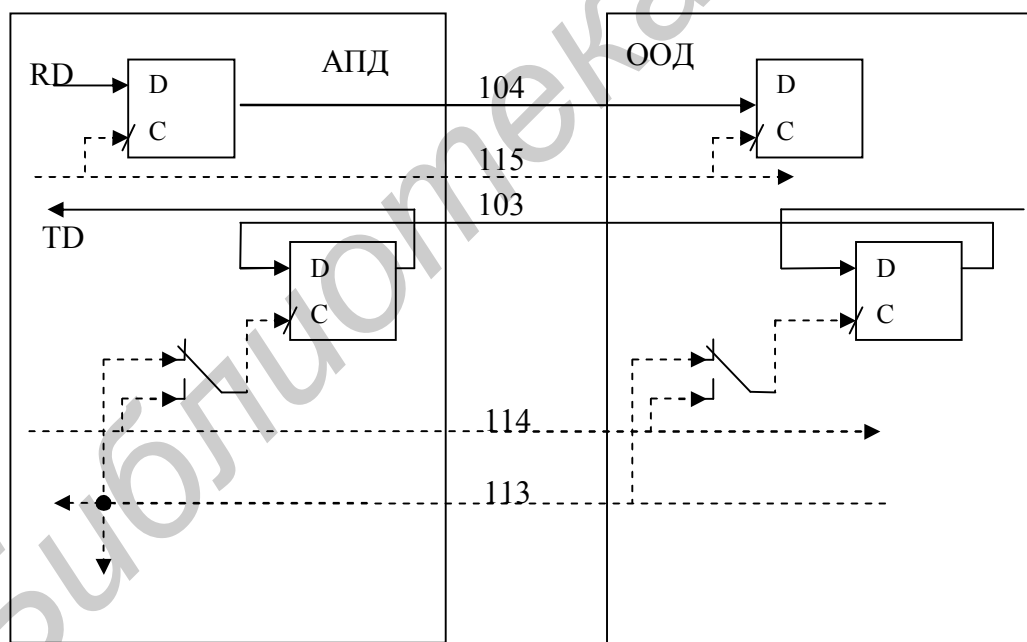


Рисунок 2.19 – Соединение DTE и DCE в нормальном режиме работы

В соответствии с требованиями стандартов, DTE (Оконечное Оборудование Данных) может тактировать данные на передачу (цепь 103) либо своим внутренним тактом (цепь 113), либо внешним тактом цепи 114 от DCE. В свою очередь, DCE (Аппаратура Передачи Данных) тактирует свои выходные данные (цепь 104) только своим тактом (цепь 115).

Входные данные от DTE (цепь 103) DCE может тактировать либо своим внутренним тактом (цепь 114), либо внешним тактом от DTE по цепи 113. Таким образом, при соединении вида DCE - DCE, цепь 115 одного порта должна быть соединена с цепью 113 другого и наоборот, а порты обеих DCE должны быть установлены в режим с тактированием данных передачи по цепи 113. В таком случае для модуля МИЗ следует установить опцию «DCEClock113On». Цепи 104 и 103 также должны быть взаимно «скрещены». Кроме того, при использовании цепей 105 и 109, цепь 105 порта одной DCE следует соединить с цепью 109 порта другой DCE и наоборот (т. н. нуль-модем для соединения одноимённых портов). Такие же соединения цепей можно использовать на стыке DTE – DTE.

Опции, задаваемые при конфигурировании портов модуля МИЗ с помощью терминала управления, приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Тип	Опции	Описание
Тип пользовательского стыка	V.10/RS-423	Высокоскоростной, симметричный, синхронный стык (скорость N×64 кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов)
	RS-530A	Высокоскоростной, симметричный, синхронный стык (скорость N×64 кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов)
	V11/RS-530	Высокоскоростной, симметричный, синхронный стык (скорость N×64 кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов)
	X.21	Синхронный стык N×64 кбит/с (прозрачная трансляция взаимодействия)
	V.35	Симметричный, синхронный стык N×64 кбит/с
	V.36/RS-449	Симметричный, синхронный стык N×64 кбит/с
	V.28/RS-232	Асинхронный или синхронный стык со стартовой передачей символов, с выбором скорости передачи
Режим оборудования данных на стыке	DCE Clock113 Off	Режим оборудования передачи данных, с тактированием данных передачи внутренним тактом DCE – цепь 114
	DCE Clock113 On	Режим оборудования передачи данных, с тактированием данных передачи внешним тактом (от DTE) – цепь 113
Шлейфы	LpOff	Шлейф отключен
	LpOn	Шлейф в станцию и в линию
	LpIn	Шлейф в станцию
	LpLn	Шлейф в линию

Продолжение таблицы 2.4

Тип	Опции	Описание
Скорость передачи данных (только для типа стыка V.24-V.28/RS232)	300 bps	Скорость передачи данных по стыку 300 бит/с
	600 bps	-//- 600 бод
	1200 bps	-//- 1200 бод
	2400 bps	-//- 2400 бод
	4800 bps	-//- 4800 бод
	9600 bps	-//- 9600 бод
	14400 bps	-//- 14400 бод
	19200 bps	-//- 19200 бод
	38400 bps	-//- 38400 бод
	57600 bps	-//- 57600 бод
	115200 bps	-//- 115200 бод
	128000 bps	-//- 128000 бод
256000 bps	-//- 256000 бод	
Количество бит на символ (только V.24-V.28/RS232)	5 byt symbol	5 бит в символе
	6 byt symbol	6 бит в символе
	7 byt symbol	7 бит в символе
	8 byt symbol	8 бит в символе
Тип паритета в символе (только V.24-V.28/RS232)	None Parity	Без паритета
	Even Parity	Чётный паритет
Режим работы порта	Off	Порт выключен
	PortOn	Порт включен. Взаимодействие по стыку с нормальной логикой сигналов всех цепей
	PortOn-Test	Порт включен с опцией технологического теста (ПСП 215-1). Тестовая последовательность подается на выход интерфейса DCE со скоростью потока определяемой числом сконфигурированных канальных интервалов. Поток с шины мультиплексора заворачивается обратно на шину. Анализатор последовательности подключается ко входу интерфейса DCE. Любая ошибка в принимаемой последовательности (или её) отсутствие вызывает сообщение «Error» в окне сообщений

### 2.3.6 Интерфейсный модуль МИ4 (1 порт Ethernet 10Base-T)

Модуль предназначен для передачи и приёма сигналов ЛВС по протоколу Ethernet 10Base-T и мультиплексирования этих сигналов в выбранные канальные интервалы потоков E12, формируемых модулями МИ1 или МИ2. Модуль МИ4 имеет один порт (рисунок 2.20).

Модуль не имеет индикации аварийных состояний. Режимы работы модуля отображаются индикаторами на его лицевой стороне:

– «TD/RD» (жёлтый) – индикация обмена данными с сегментом LAN;

– «LINK» (зеленый) – индикация целостности соединения с сегментом LAN;

– «Переполнение буфера пакетов» (красный) – не является аварийным оповещением.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 2.21. Мост порта Ethernet 10Base-T обеспечивает физический и логический интерфейс для подключения модуля к ЛВС.

Интерфейс согласования ПЛИС синтезирует из тактового сигнала шины синхронизации тактовые сигналы с частотой  $N \times 64$  кГц для упорядоченного перемещения данных из памяти моста в ячейки буферной памяти ПЛИС и обратно. Скорость канала, предоставляемого модулем МИ4 для передачи пакетов ЛВС, определяется модулем МИ4 автоматически по количеству временных интервалов  $N$ , выделенных для данного порта при его конфигурировании, и составляет  $N \times 64$  кбит/с.

Опции, задаваемые при конфигурировании порта модуля МИ4 с помощью терминала управления, приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Тип	Опция	Описание
Режим дуплекса	Half Duplex	Включён режим полудуплекса
	Duplex	Включён режим дуплекса
Режим фильтрации MAC	Filter Off	Режим фильтрации выключен
	Filter On	Режим фильтрации включен
Режим компрессии	Compression Off	Режим компрессии выключен
	Compression On	Режим компрессии включен

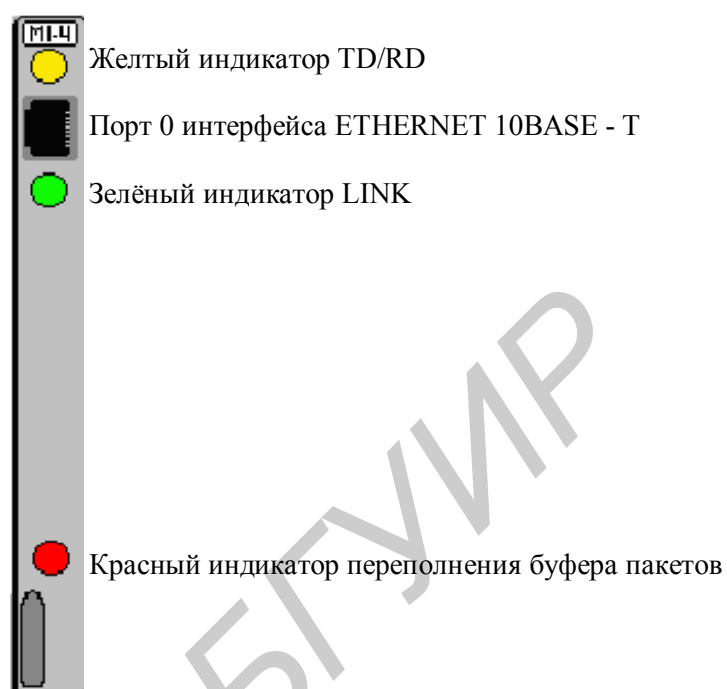


Рисунок 2.20 – Внешний вид модуля МИ4

Продолжение таблицы 2.5

Тип	Опция	Описание
Работа порта	Off	Порт выключен
	On	Порт включён

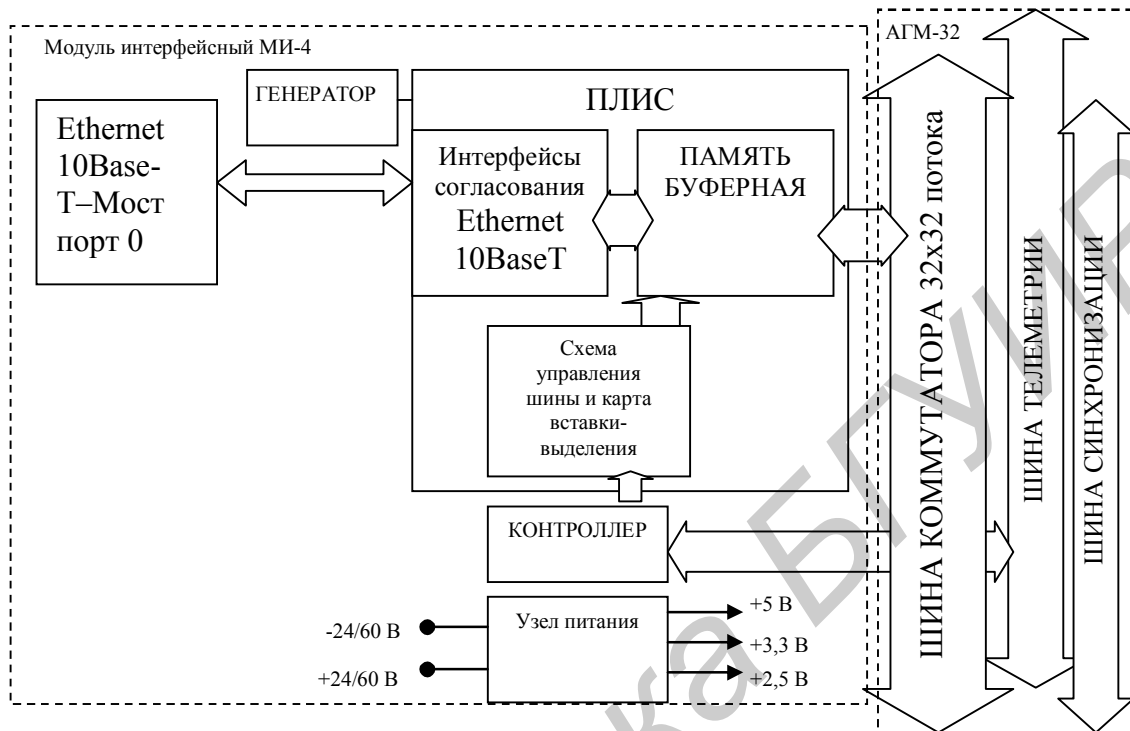


Рисунок 2.21 – Структурная схема модуля МИ4

2.3.7 Интерфейсный модуль МИ5 (8 портов сонаправленного стыка 64 кбит/с)

Модуль предназначен для передачи и приёма сигналов сонаправленного стыка 64 кбит/с ОЦК в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т G.703 и мультиплексирования этих сигналов в выбранные каналные интервалы потоков E12, формируемых модулями МИ1 или МИ2. Модуль имеет 8 портов. Скорость передачи сигналов каждого порта составляет  $64 \cdot (1 \pm 100 \cdot 10^{-6})$  кбит/с. В сонаправленном стыке ОЦК тактовый сигнал (ТС) и октетный сигнал (ОС) передаются совместно с информационным сигналом (ИС) в одном направлении с ним (рисунок 2.22).

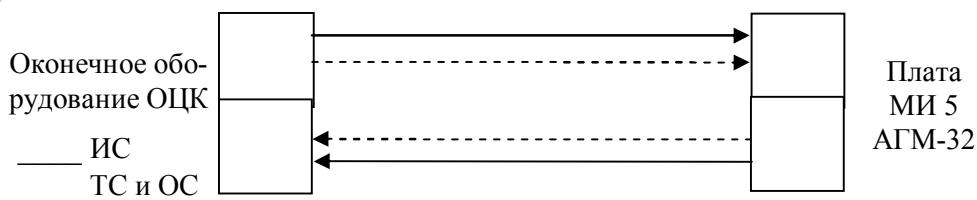


Рисунок 2.22 – Направление передачи сигналов при сонаправленном стыке

Для входящего направления ИС, передаваемый от оконечного оборудования ОЦК, должен быть синфазен с ТС и ОС, передаваемыми в сторону порта модуля МИ5 аппаратуры АГМ-32.

В исходящем направлении ИС, передаваемый от АГМ-32 в сторону оконечного оборудования ОЦК, должен быть синфазен с ТС и ОС, передаваемыми в том же направлении.

Начальные фазы ТС и ОС обоих направлений могут быть разными, однако их частота для входящего направления должна быть привязана к тактовой частоте работы АГМ-32 для исключения потери информации из-за проскальзываний (слипов).

В сонаправленном стыке ИС, ТС и ОС передаются в виде единого сигнала, представляющего собой модификацию квазитроичного сигнала с чередованием полярности импульсов и формируемого по следующему алгоритму (рисунок 2.23):

- тактовый интервал ИС (64 кбит/с) делится на четыре подынтервала;
- двоичная единица информационного сигнала представляется в виде блока из четырёх символов 1100;
- двоичный нуль информационного сигнала представляется в виде блока из четырёх символов 1010;
- полученный таким образом двоичный сигнал преобразуется в квазитроичный путём последовательного чередования полярностей 4-символьных блоков;
- ОС передаётся путём введения нарушения закона чередования полярностей для каждого восьмого блока. Блок, нарушающий чередование полярностей, соответствует последнему биту в октете.

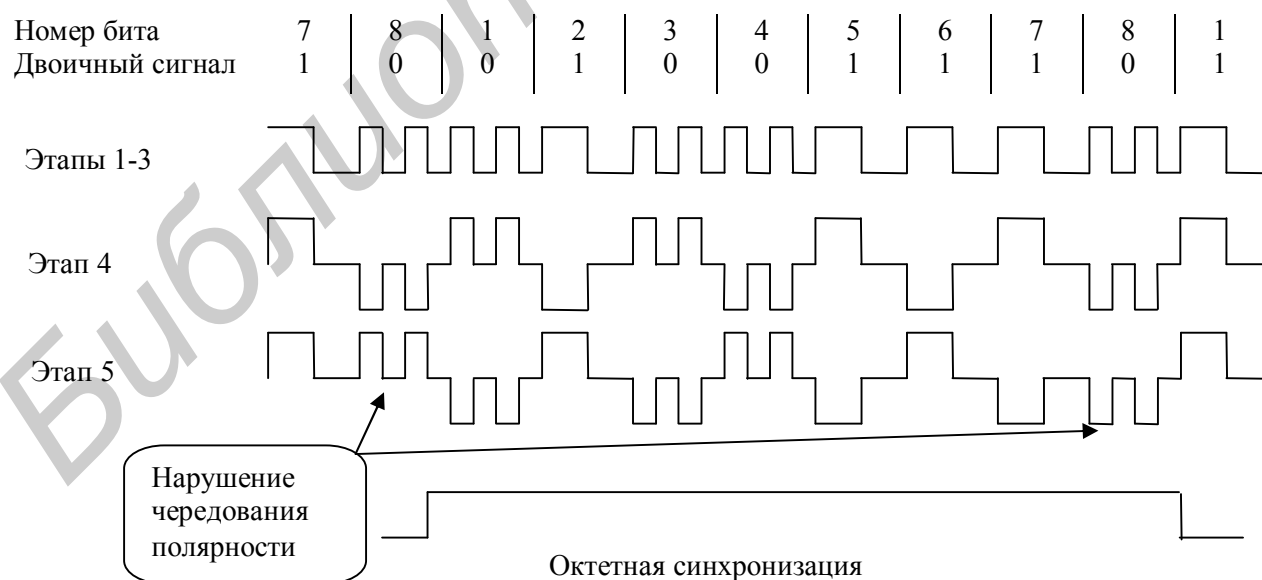


Рисунок 2.23 – Алгоритм квазитроичного кодирования ОЦК

Структурная схема модуля приведена на рисунке 2.24. Драйверы портов обеспечивают электрические параметры стыков ОЦК. Интерфейс сона-

правленного стыка содержит линейные кодеки для прямого и обратного преобразования линейных сигналов портов в сигналы кода NRZ, восстанавливает тактовую и октетную частоту входящих линейных сигналов и ресинхронизирует сигнал входящего направления к рабочей тактовой частоте шины коммутатора, генерирует линейные тактовые сигналы с октетной синхронизацией для исходящего направления, а также обеспечивает запись и чтение данных ОЦК в буферную память модуля МИ5.

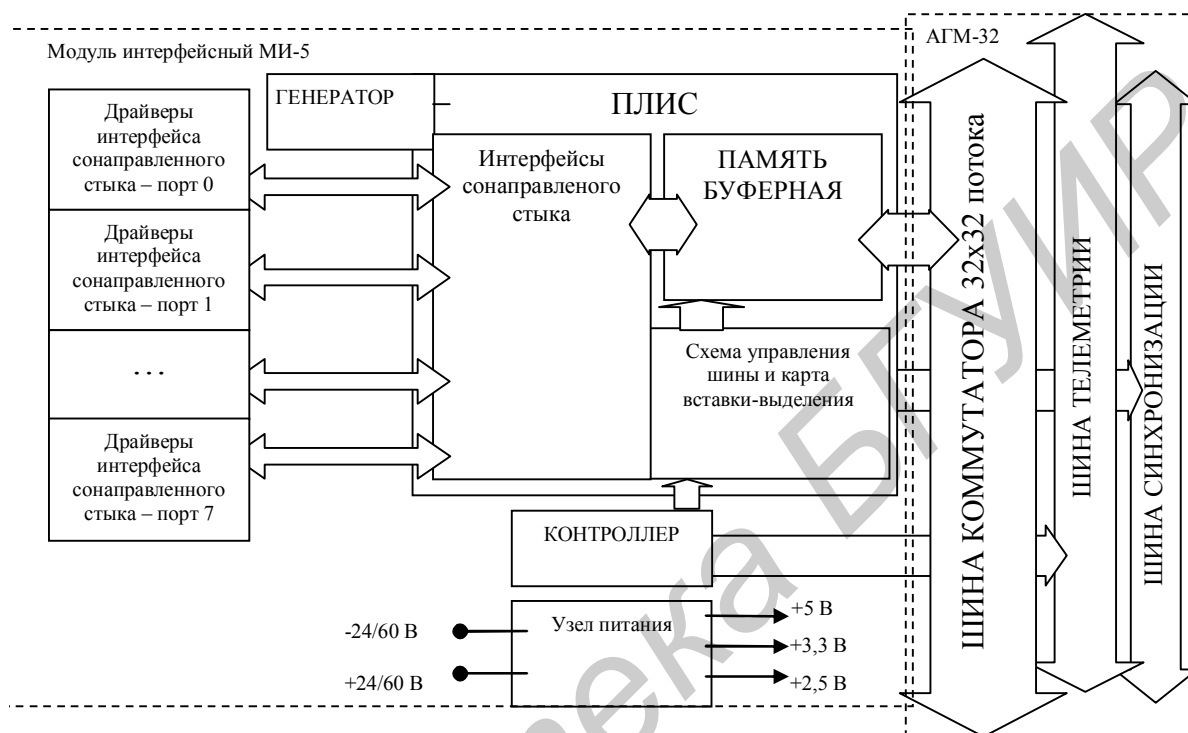


Рисунок 2.24 – Структурная схема модуля МИ5

Остальные узлы модуля МИ5 и их работа аналогичны модулю МИ3.

Для каждого сконфигурированного порта модуль детектирует аварийное состояние потери входного сигнала («InputLos»), которое отображается красным индикатором на лицевой стороне (рисунок 2.25) и дублируется красным индикатором срочной аварии на модуле МТС-01.

Опции, задаваемые при конфигурировании портов модуля МИ5 с помощью терминала управления, приведены в таблице 2.6.

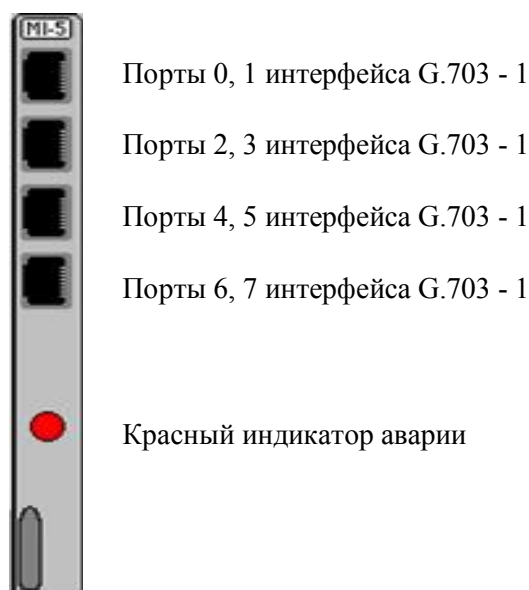


Рисунок 2.25 – Внешний вид модуля МИ5

Таблица 2.6

Тип	Опции	Описание
Шлейф	LpOff	Шлейф отключен
	LpOn	Шлейф в станцию и в линию
	LpIn	Шлейф в станцию
	LpLn	Шлейф в линию
Технологический тест	Test On	Тест отключен
	Test Off	Тест включен
Работа порта	Off/On	Порт выключен/ включён

### 2.3.8 Интерфейсный модуль МИ6 (2 интерфейса 2/4проводных каналов ТЧ с сигнализацией E&M)

Модуль интерфейсный МИ6 предназначен для организации передачи 2-х каналов ТЧ с сигнализацией E&M (тип V) и мультиплексирования этих сигналов в выбранные канальные интервалы потоков E12, формируемых модулями МИ1 или МИ2. На модуле МИ6 расположены два 2/4-проводных окончания канала ТЧ с двумя детекторами М и двумя ключами Е в каждом канале ТЧ (рисунок 2.26).

Состояние сигнальных цепей М1 и М2 каждого канала преобразуется в состояние СУВ передачи (биты а и b направления передачи 16-го КИ). Состояние СУВ приема (биты а и b направления приема 16-го КИ) преобразуется в состояние сигнальных цепей E12, E2. Активному состоянию детекторов М1 и М2 (протекание тока) соответствует активное состояние СУВ передачи. Активному состоянию СУВ приема соответствует активное состояние ключей Е1 и Е2 (ключи включены). Номера канальных интервалов (КИ), занимаемых каналами ТЧ в первичном групповом цифровом потоке 2,048 Мбит/с и тип окончания канала ТЧ (двух- или четырехпроводное), присваиваются при конфигурировании мультиплексора АГМ-32 с терминальной программы. Уровни входного и выходного сигнала интерфейса МИ6 для четырехпроводного и двухпроводного режимов ТЧ представлены в таблице 2.7.



Рисунок 2.26 – Внешний вид модуля МИ6



Таблица 2.7 – Уровни входного и выходного сигнала интерфейса МИ6

Режим работы	Уровень входного сигнала тракта передачи, дБ	Уровень выходного сигнала тракта приема, дБ
Четырехпроводный режим канала тональной частоты:		
четырехпроводный оконечный (4 пр. ОК)	-13	4,3
четырехпроводный оконечный, инверсный (4 пр. ОК ИНВ)	4,3	-13
четырехпроводный транзит (4 пр. ТР)	-3,5	-3,5
Двухпроводный режим ТЧ:		
двухпроводный оконечный (2 пр. ОК)	0	-7
двухпроводный транзит (2 пр. ТР)	-3,5	-3,5

Структурная схема модуля интерфейса МИ6 приведена на рисунке 2.27.

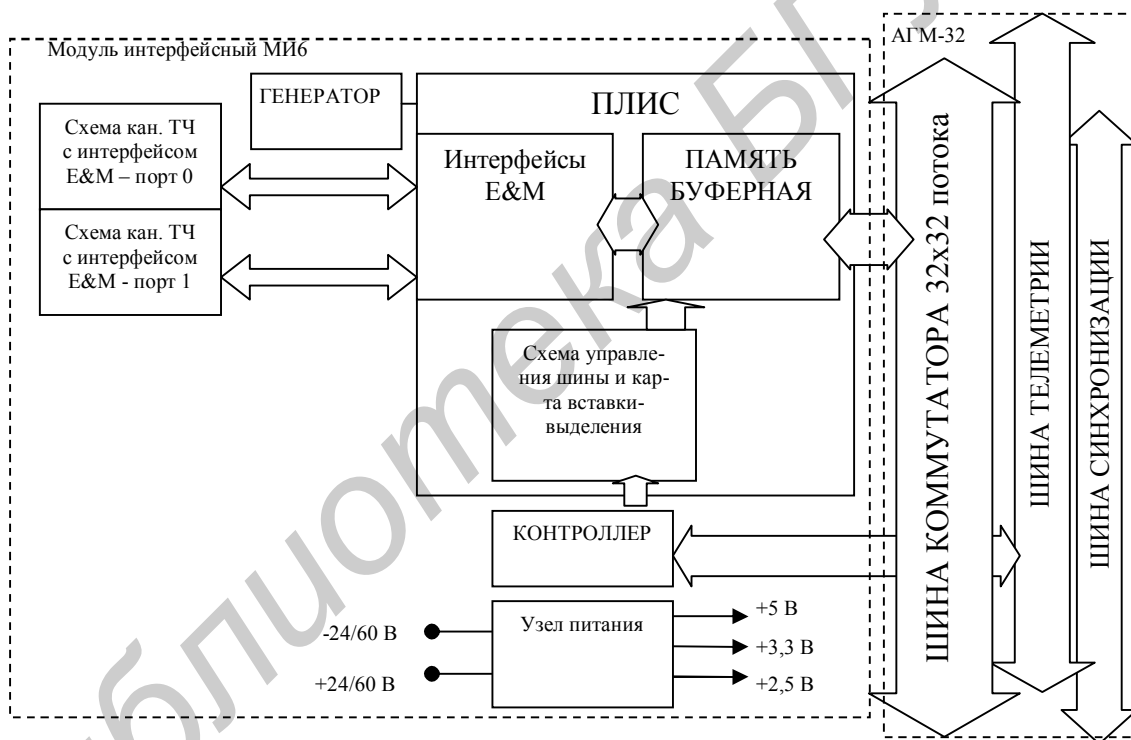


Рисунок 2.27 – Структурная схема модуля МИ6

Модуль интерфейса МИ6 состоит из следующих основных функциональных узлов:

– ПЛИС – микросхема программируемой логики. ПЛИС содержит узлы взаимодействия модуля МИ6 с другими модулями мультиплексора АГМ-32 по шинам синхронизации и интерфейсов коммутатора 32×32 потока Е12, узлы контроля состояния детекторов цепей М с формированием СУВ передачи и управления ключами цепей Е по состоянию СУВ приема, узлы управления режимами работы каналов ТЧ, взаимодействия с микроконтроллером, дешифраторы адреса канальных интервалов, приемные и передающие регистры;

– микроконтроллер – однокристалльная микро-ЭВМ. Микроконтроллер выполняет загрузку программного обеспечения ПЛИС при включении питания и обеспечивает взаимодействие модуля МИ6 с модулем МТС-01 по шине телеметрии для обмена данными телеметрии, а также осуществляет передачу данных управления в ПЛИС и прием данных о состоянии функциональных узлов модуля от ПЛИС;

– схемы каналов ТЧ с интерфейсами E&M портов 0 и 1 (каналов 1 и 2 соответственно). Схемы каналов ТЧ с интерфейсами E&M портов 0 и 1 содержат детекторы тока, протекающего по цепям М1 и М2, ключи для коммутации цепей E1 и E2 на корпус, кофидеки с программируемыми коэффициентами усиления, аналоговые коммутаторы для выбора двух- или четырехпроводного окончания каналов ТЧ и развязывающие трансформаторы. Сигналы с выхода детекторов тока поступают на обработку в ПЛИС. Сигналы управления ключами формируются ПЛИС. Управление аналоговыми коммутаторами и программирование кофидеков выполняется ПЛИС. В режиме двухпроводного окончания трансгибридный баланс обеспечивается электронной дифференциальной системой, встроенной в кофидеки;

– генератор – формирует опорную тактовую частоту, необходимую для работы ПЛИС;

– конвертер DC-DC – формирует из первичного напряжения 24/60 В вторичные напряжения +5 В, –5 В, +3.3 В и +2.5 В, необходимые для работы всех узлов модуля.

Работа модуля при установлении коммутируемых соединений происходит аналогично работе модуля МИЗ.

Терминал управления позволяет контролировать текущее состояние портов модуля МИ6. Возможные состояния портов приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Состояния портов модуля МИ6

Состояние	Сообщение	Описание
Перегрузка ключей E1, E2	E1 overload E2 overload	Перегрузка по току ключа E1 Перегрузка по току ключа E2
Состояние ключей E1, E2	E1 On/Off E2 On/Off	Ключ E1 вкл/выкл (отображается состояние вкл.) Ключ E2 вкл/выкл (отображается состояние вкл.)
Состояние детекторов M1, M2	M1 On/Off M2 On/Off	Цепь M1 вкл/выкл (отображается состояние вкл.) Цепь M2 вкл/выкл (отображается состояние вкл.)

Для подготовки МИ6 к работе необходимо:

- установить модуль МИ6 в любое место с 1 по 21 в корзине;
- с помощью терминальной программы сконфигурировать модуль МИ6 в составе мультиплексора АГМ-32. Для этого выполнить следующие действия:
  - прописать модуль МИ6 на установленном месте;

- для портов 0 и 1 назначить номера их исходящих потоков и номера формируемых ими КИ, а также номера потоков и КИ портов-источников;
- прописать назначенные портам 0 и 1 номера формируемых ими исходящих потоков и КИ в позициях адресов источников тех портов, с которыми необходимо установить соединения;
- сконфигурировать порты в двух- или четырехпроводном окончании и выбрать режим работы для заданного окончания;
- включить сконфигурированный порт.

Свечение красного светодиода на модуле МИ6 (рисунок 2.26) индицирует перегрузку по току любого из ключей E1 или E2 любого порта. Порог перегрузки по току определяется величиной тока 85 мА. Одновременно авария дублируется на модуле МТС-01 жёлтым светодиодом как отложенная.

После подключения внешних цепей модуль МИ6 готов к работе.

В процессе эксплуатации необходимость в обслуживании возникает только при появлении неисправности и при проведении профилактических работ.

Для проверки работоспособности портов E&M необходимо установить соединение через сконфигурированные порты.

Опции, задаваемые при конфигурировании портов модуля МИ6 с помощью терминала управления, приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Конфигурация портов модуля МИ6

Тип	Опции	Описание
Режимы работы 4-проводного канала ТЧ	Terminal	4-проводный оконечный режим
	Mirror terminal	4-проводный оконечный инверсный режим
	Tranzit	4-проводный транзит
Режимы работы 2-проводного канала ТЧ	Terminal	2-проводный оконечный режим
	Tranzit	2-проводный транзит
Коэффициенты усиления	Ktx	Установка коэффициента усиления тракта передачи с шагом +0,5дБ
	Krx	Установка коэффициента усиления тракта приема с шагом +0,5дБ
Работа порта	Off / On	Порт выключен / Порт включён

### 3 ПРОГРАММА ОБСЛУЖИВАНИЯ «ОКВVIEW»

#### 3.1 Общие сведения

Программа «OkbView» предназначена для управления режимами работы, локализации неисправностей и сбора статистических данных от обслуживаемого оборудования связи. Требования к ПК для установки программы:

- OS Windows XP/2003;
- не менее 128 ОЗУ;
- не менее 3 Мбайт свободного дискового пространства;
- монитор не менее 17”.

Связь управляющей машины и оборудования осуществляется по протоколу SNMP через порт Ethernet на панели оборудования.

Внешний вид стартового окна программы показан на рисунке 3.1. Окно содержит:

- рабочее окно, в которое помещается карта с расположенными на ней объектами обслуживания;
- окно со списком объектов обслуживания;
- окно сообщений, поступающих от оборудования.

В окно сообщений выводятся:

- порядковый номер сообщения;
- время поступления сообщения;
- наименование источника сообщения;
- сообщение.

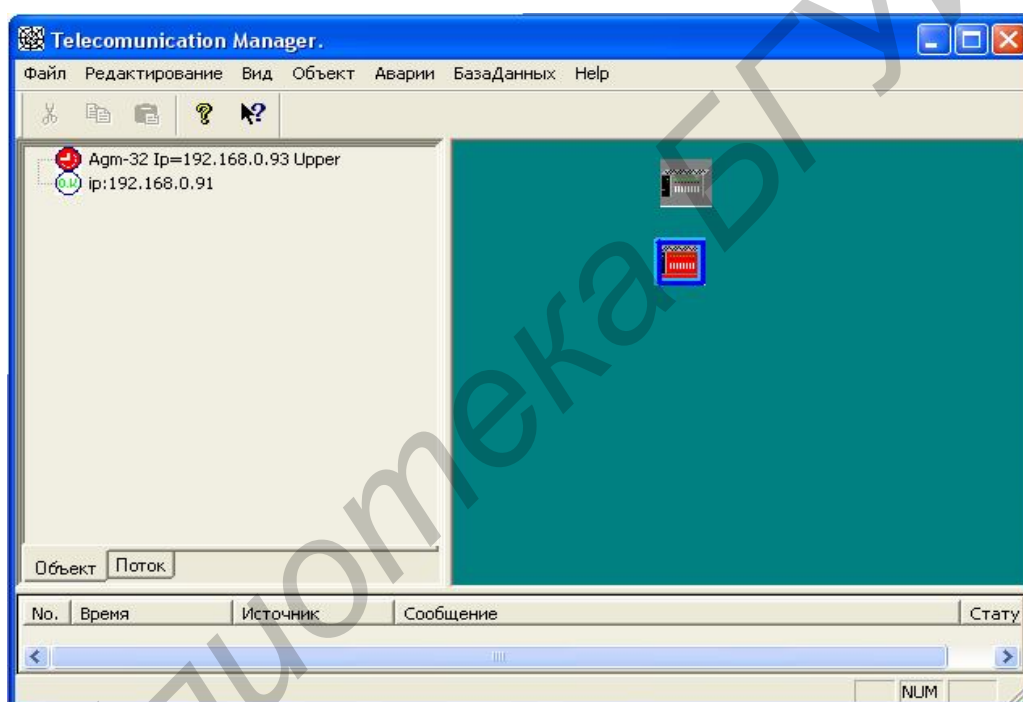


Рисунок 3.1 – Вид главного диалогового окна OkbView

Для указания срочности сообщения используются общепринятые цветовые обозначения.

Контроль оборудования программа может обеспечивать в двух режимах:

- прием TRAP-сообщения от оборудования;
- периодический опрос состояния оборудования.

При поступлении любого из этих сообщений оно анализируется, и изображение оборудования на рабочем поле и в браузере объектов окрашивается в соответствующий цвет. Для обозначения срочности аварии приняты следующие цвета:

- красный – оповещение о срочной аварии;
- желтый – оповещение об отложенной аварии;

- серый либо белый – отсутствие связи с объектом;
- зеленый – нормальная работа оборудования.

### 3.2 Управление безопасностью

К функциям управления безопасностью относятся функции ограничения или разграничения доступа к управлению объектами, обеспечение конфиденциальности информации о настройках и режимах работы оборудования, управление доступом к базам данных и, наконец, к самим объектам управления.

Для управления, в программе телеметрии «OkbView» подразумевается наличие следующих уровней доступа, различающихся по их возможностям и обязанностям в целях обслуживания сети связи:

- администратор – субъект управления, несущий полную ответственность за функционирование системы. В целях управления он имеет право добавлять (удалять) оборудование в установленную систему связи, изменять любые ее настройки, планировать и проводить тестирующие и статистические измерения, добавлять (удалять) пользователей программы управления сетью;
- инженер – субъект управления, имеющий право изменять некоторые рабочие настройки системы, проводить рабочие измерения;
- оператор – субъект управления, имеющий право только наблюдать за системой и ее основными параметрами.

Все пользователи запоминаются и хранятся в системе под своим паролем. Идентификация пользователей осуществляется по паролю. При этом никто, кроме самого пользователя, в том числе и администратор не может изменить пароль. Администратор может только удалить пользователя. Наиболее критические действия, производимые при управлении объектами, записываются в журнал, который сохраняется в течение одного месяца.

### 3.3 Вход в систему

Идентификация пользователя и допуск к системе осуществляется по паролю. Для этого необходимо выбрать команду меню «Файл/Войти» и в появившемся диалоговом окне (рисунок 3.2) ввести пароль.

Для изменения имени пользователя и пароля необходимо:

- войти в систему со своим паролем;
- выбрать пункт меню «Файл/Пользователь»;
- в появившемся списке пользователей выделить свое имя;
- вызвать контекстное меню на удаляемом пользователе.
- выбрать пункт меню «Изменить пароль», затем ввести свой старый пароль, а затем – новый пароль.
- выйти из диалога, нажав кнопку «Ok».



Рисунок 3.2 – Диалоговое окно «Файл/Войти»

### 3.4 Управление конфигурацией

К функциям управления конфигурациями относятся функции, затрагивающие структуру сети передачи данных, сети телеметрии, состава обслуживаемого оборудования. В силу того, что программа обслуживает достаточно разнородное оборудование передачи данных, имеющее разный уровень сервиса, конкретные функции по управлению конкретным типом оборудования описаны в соответствующих разделах, относящихся к каждому типу оборудования.

К функциям управления конфигурацией, затрагивающим всю сеть, относятся:

- создание сети передачи данных;
- создание сети телеметрии с указанием основного и резервного маршрутов (если необходимо);
- создание основного и резервного (по необходимости) центра управления и синхронизация их работы.

## 4 ОБСЛУЖИВАНИЕ АППАРАТУРЫ АГМ-32

Для работы с мультиплексором необходимо выделить объект (иконка должна слегка посинеть, по крайней мере по краям), выбрать пункт контекстного меню «Открыть».

В окне (рисунок 4.1) более подробно отображается текущее состояние аппаратуры:

- если в какой-либо позиции выявлено несоответствие установленного и необходимого модулей, в этой позиции показывается модуль, который должен стоять, а сама позиция обводится красным цветом;
- если модуль в какой-нибудь позиции «не в опросе», то индикатор аварии на модуле окрашивается в черный цвет;
- если в модуле обнаружена срочная авария, то аварийный индикатор окрашивается в красный цвет. Аварийное состояние дублируется на модуле телеметрии и сигнализации МТС-01 красным индикатором;

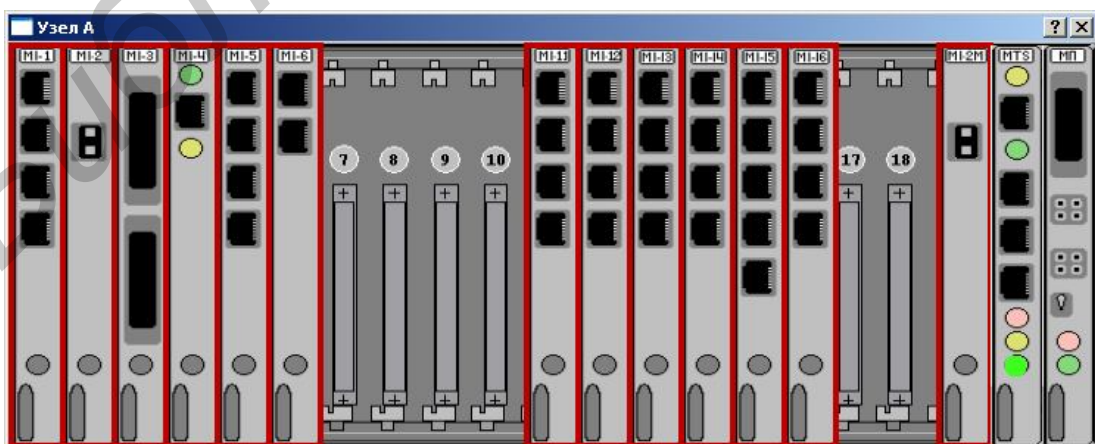


Рисунок 4.1 – Диалог «Объект/Открыть»

– если в модуле (блоке) присутствует отложенная авария, то на модуле телеметрии и сигнализации МТС-01 загорается желтая лампочка.

Следует заметить, что цветовая сигнализация работает только для индикаторов, отображающих аварийные состояния, и не распространяется на остальные индикаторы, установленные на модулях.

#### 4.1 Общие свойства оборудования

Страница свойств объекта обслуживания предназначена для просмотра (редактирования) основных свойств объекта обслуживания. Кроме адреса устройства и адресов основного и резервного менеджера, ни одно из этих свойств не влияет на поддержание работоспособности устройства, но дает дополнительную информацию, которая помогает ориентироваться при обслуживании.

В колонке «Имя параметра» указывается название параметра, в колонке «Величина параметра» – его значение, в колонке «Доступ» – возможно ли изменение данного параметра пользователем. Параметры, разрешенные для изменения пользователем, помечены как «RW».

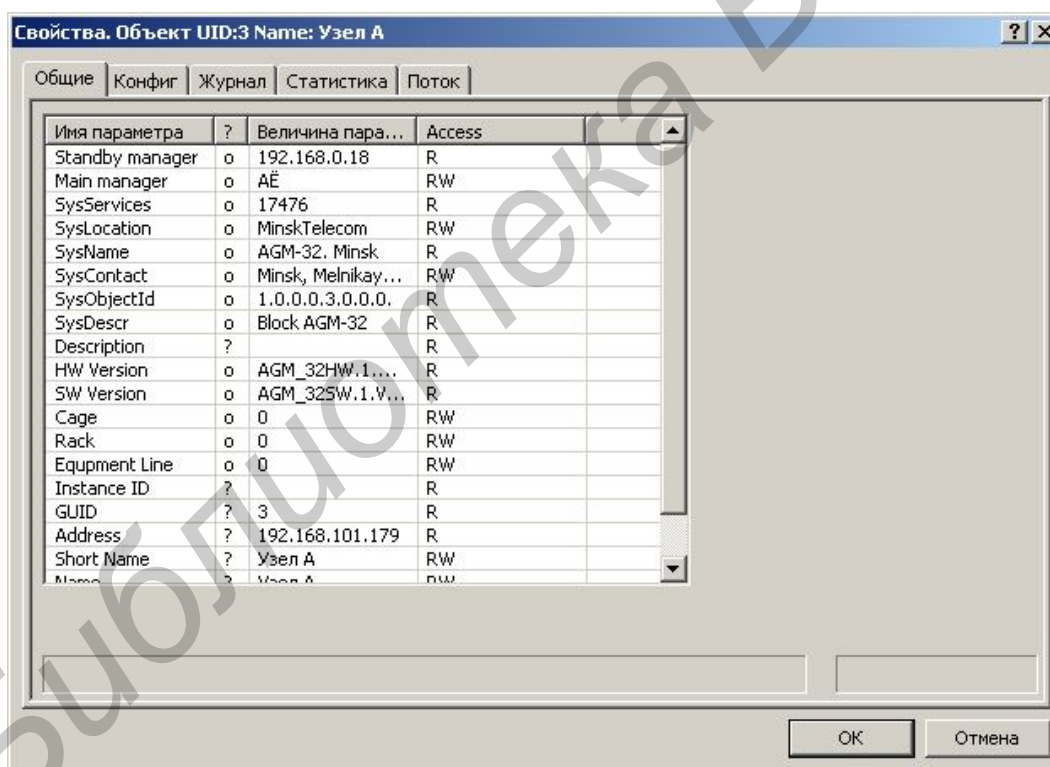


Рисунок 4.2 – Диалог «Объект/Открыть»

Страница свойств объекта обслуживания предназначена для просмотра (редактирования) основных свойств объекта обслуживания:

- SysUpTime – время, когда устройство было инициализировано;
- Name – длинное имя объекта, задаваемое пользователем;

- Short Name – короткое имя объекта, задаваемое пользователем. Короткое имя может содержать не более 14 символов;
- Address – IP адрес объекта обслуживания;
- GUID – уникальный идентификатор оборудования, задаваемый программой обслуживания для однозначной идентификации его в базах данных и программе;
- Instance ID – идентификатор обслуживающей программы;
- Equipment Line – номер ряда оборудования, в котором установлен данный блок. Задается пользователем;
- Rack – номер стойки оборудования, в котором установлен данный блок. Задается пользователем;
- Cage – номер места в стойке, где установлен данный блок. Задается пользователем;
- SW Version – номер версии программного обеспечения данного блока;
- HW Version – заводской номер данного блока, записанный при изготовлении;
- Description – краткое описание особенностей блока и выполняемых функций;
- SysDescr – назначение блока, данное производителем;
- SysObjectId – идентификатор объекта обслуживания в базе данных MIB. Он может быть указан в полной либо в краткой форме.
- SysContact – справочная информация о местонахождении ответственного за данное оборудование лица, его фамилия, контактные телефоны и т. д.;
- SysName – имя объекта обслуживания, заданное при производстве;
- SysLocation – как правило, указывает местонахождения данного объекта;
- SysServices – список сервисов, поддерживаемых данным устройством. В блоках AGM-32 он не используется;
- Main Manager – IP адрес основного менеджера (управляющего компьютера).
- Standby Manager – IP адрес резервного менеджера (управляющего компьютера).

Для изменения параметров блока необходимо вызвать окно редактирования двойным кликом на редактируемом параметре, после внесения изменений – завершить редактирование нажатием кнопки «мыши» в списке.

#### 4.2 Состав и конфигурация модулей


Страница конфигураций объекта обслуживания (рисунок 4.3) предназначена для комплектования блока различными платами и установки режимов их работы как при инициализации, так и при эксплуатации. В списке перечислены, по возрастанию адресов, установленные в блок модули и их состояния.


Состояние модулей отображается следующими символами:





– модуль установлен и работает нормально;



 (красный цвет) – в модуле обнаружена срочная авария;

 (желтый цвет) – в модуле обнаружена отложенная авария;

 – несоответствие установок в оборудовании и в программе модулей;

 – модуль не контролируется системой телеметрии.

Для добавления модуля необходимо:

- выделить позицию, в которую устанавливается новый модуль;
- вызвать контекстное меню «Insert»;
- выбрать тип устанавливаемого модуля.

Для удаления модуля необходимо:

- выделить позицию, в которую устанавливается новый модуль;
- вызвать контекстное меню «Delete».

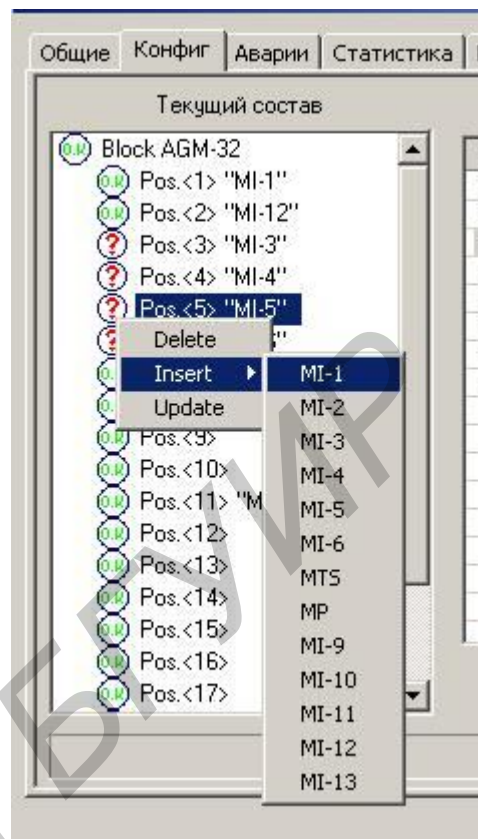


Рисунок 4.3 – Диалог задания набора плат

### 4.3 Конфигурирование модулей МИ1, МИ2.

Окно конфигурирования модулей МИ1 и МИ2 показано на рисунке 4.4.

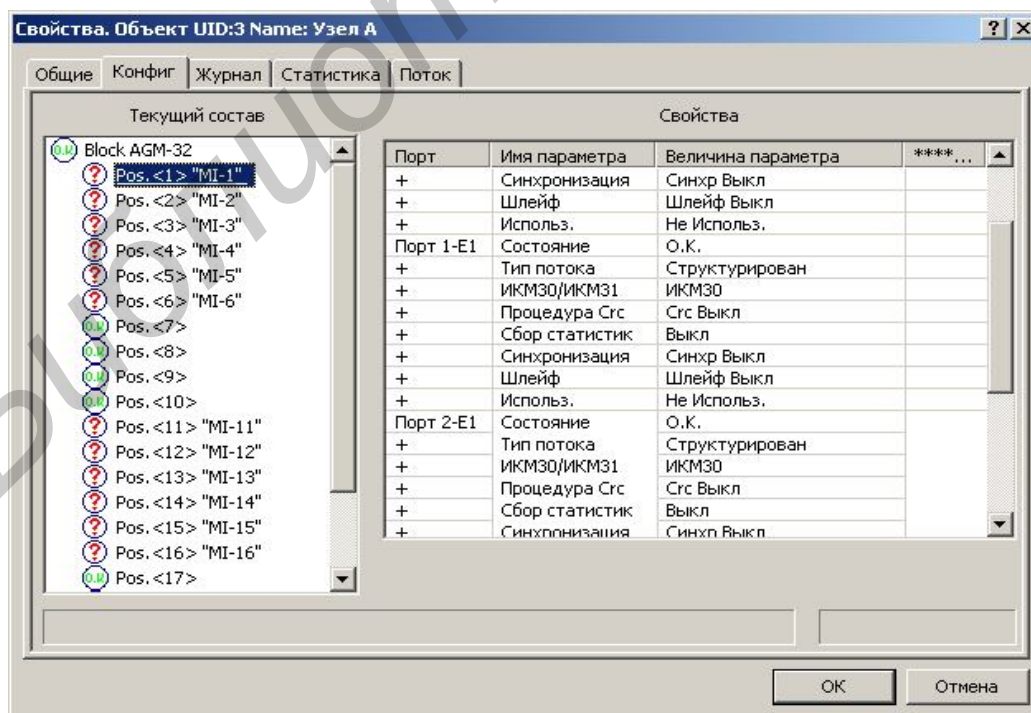


Рисунок 4.4 – Диалог конфигурирования МИ1

#### Устанавливаемые опции:

- Тип потока:
  - неструктурирован – поток без цикловой структуры;
  - структурирован – поток с цикловой структурой в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т G.704.
- ИКМ30/ИКМ31 – тип структуры потока
  - ИКМ30 – структура цикла ИКМ30 со сверхциклом в 16 канальном интервале;
  - ИКМ31 – структура цикла ИКМ31 без сверхцикла в 16 канальном интервале;
- Процедура CRC – порог ошибок:
  - CRC Выкл – выключен;
  - CRC3 – устанавливает порог ошибок  $10^{-3}$ ;
  - CRC4 – устанавливает порог ошибок  $10^{-4}$ ;
  - CRC5 – устанавливает порог ошибок  $10^{-5}$ ;
  - CRC6 – устанавливает порог ошибок  $10^{-6}$ ;
- Сбор статистик – накопление статистики:
  - Выкл – накопление статистики выключено;
  - Вкл – накопление статистики включено;
- Синхронизация – источник синхронизации:
  - Синхр Выкл – выключена синхронизация блока АГМ-32 от восстановленного такта (работа от собственного генератора);
  - Синхр1 – установить первый приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного такта;
  - Синхр2 – установить второй приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного такта;
  - Синхр3 – установить третий приоритет для синхронизации блока АГМ-32 от восстановленного такта;
- Шлейф – состояние шлейфов:
  - Шлейф Выкл – выключены все петли по данному порту;
  - Шлейф Оп – включить двухстороннюю петлю (одновременно включаются петля в линию и петля в станцию);
  - Шлейф In – включить внутреннюю петлю (петля в станцию);
  - Шлейф Ln – включить линейную петлю (петля в линию);
- Исполз – состояние использования:
  - Исполз – порт используется;
  - Не Исполз – порт не используется.

#### Отображаемые аварийные состояния:

- «Потеря входа» – потеря входного сигнала;
- «Потеря цикла» – потеря цикловой синхронизации по входному потоку для порта с установленным типом потока «Framed»;
- «Порог ошибок» – коэффициент ошибок на входе порта выше порога аварийного оповещения;

- «CRC LOS» – потеря или отсутствие синхронизации по сверхциклу процедуры CRC-4;
- «MF» – потеря синхронизации по сверхциклу в 16-канальном (сигнальном) интервале при установленной опции ИКМ30;
- «AIS» – приём всех единиц во входном сигнале 2048 кбит/с;
- «Удаленная авария» – авария по приёму на дальней стороне;
- «Ошибки» – одиночные ошибки на входе порта;
- «MF AIS» – приём всех единиц в 16-канальном (сигнальном) интервале при установленной опции ИКМ30;
- «MF Dist» – авария приёма в 16-канальном (сигнальном) интервале на дальней стороне при установленной опции ИКМ30.

#### 4.4 Конфигурирование модуля МИЗ

Окно конфигурирования модуля МИЗ представлено на рисунке 4.5. В этом окне устанавливаются опции:

- Режим:
  - V.10/RS-423 – высокоскоростной симметричный синхронный стык (скорость  $N \times 64$  кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов);
  - RS-530A – высокоскоростной симметричный синхронный стык (скорость  $N \times 64$  кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов);
  - V11/RS-530 – высокоскоростной симметричный синхронный стык (скорость  $N \times 64$  кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов);
  - X.21 – синхронный стык (скорость  $N \times 64$  кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов, прозрачная трансляция взаимодействия);
  - V.35 – симметричный, синхронный стык (скорость  $N \times 64$  кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов);
  - V.36/RS-449 – симметричный синхронный стык (скорость  $N \times 64$  кбит/с, согласно выбранному числу канальных интервалов);
  - V.28/RS-232 – асинхронный или синхронный стык со стартовой передачей символов. Для выбора скорости передачи по стыку служит опция «Скорость передачи данных».
- Синхронизация:
  - DCE Clock113 Off – режим оборудования передачи данных, с тактированием данных передачи внутренним тактом DCE – цепь 114;
  - DCE Clock113 On – режим оборудования передачи данных, с тактированием данных передачи внешним тактом (от DTE) – цепь 113;
- Шлейф – состояние шлейфов:
  - Шлейф Выкл – выключены все петли по данному порту;
  - Шлейф On – включить двухстороннюю петлю (одновременно включаются петля в линию и петля в станцию);
  - Шлейф In – включить внутреннюю петлю (петля в станцию);

- Шлейф Ln – включить линейную петлю (петля в линию);
  - Скорость – скорость передачи данных (300 бит/с...256000 бит/с) (для асинхронного RS232);
  - Бит на Симв – количество бит (5,6,7 или 8) на символ (только для стыка V.24-V.28/RS232);
  - Четность – тип паритета в символе (только для стыка V.24-V.28/RS232):
    - None Parity – без паритета;
    - Even Parity – четный паритет;
  - Использов – состояние использования:
    - Использов – порт используется;
    - Не Использов – порт не используется;
    - Использов Тест – порт включен с опцией технологического теста.
- Тестовая последовательность (ПСП 2<sup>15</sup>-1) подается на выход интерфейса.

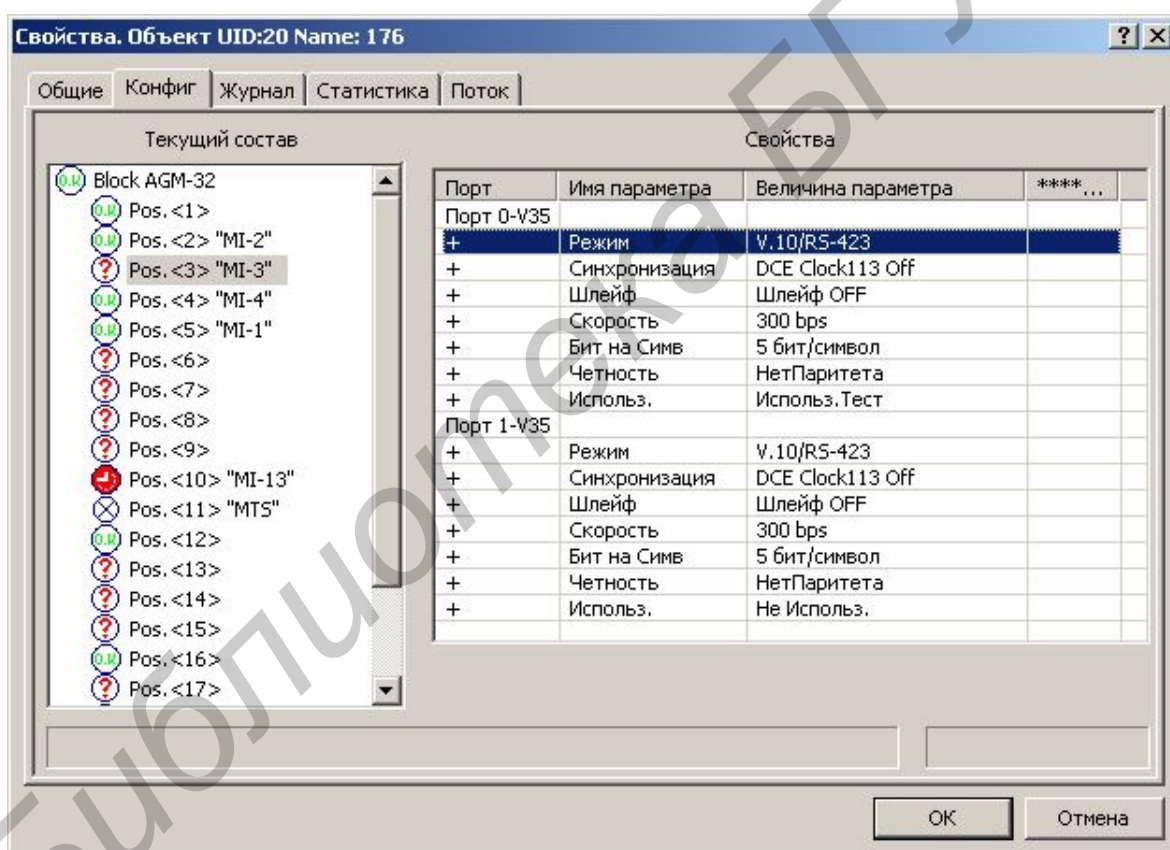


Рисунок 4.5 – Диалог конфигурирования МИЗ

Отображаемые аварийные состояния:

- «InputLos» – потеря входного сигнала (анализируется только при включённой цепи RTS);
- «ClockLos» – потеря входного синхросигнала (цепь 113) (анализируется только при включённой опции «DCE Clock113 On»).

Отображаемые неаварийные состояния:

- «RTS Off» – (сообщение) цепь RTS выключена;
- «Error» – (сообщение) наличие ошибок технологического анализатора ошибок, при включённой опции технологического теста (см. состояние «In Use-Test»).

#### 4.5 Конфигурирование модуля МИ4

Окно конфигурирования модуля МИ4 представлено на рисунке 4.6.

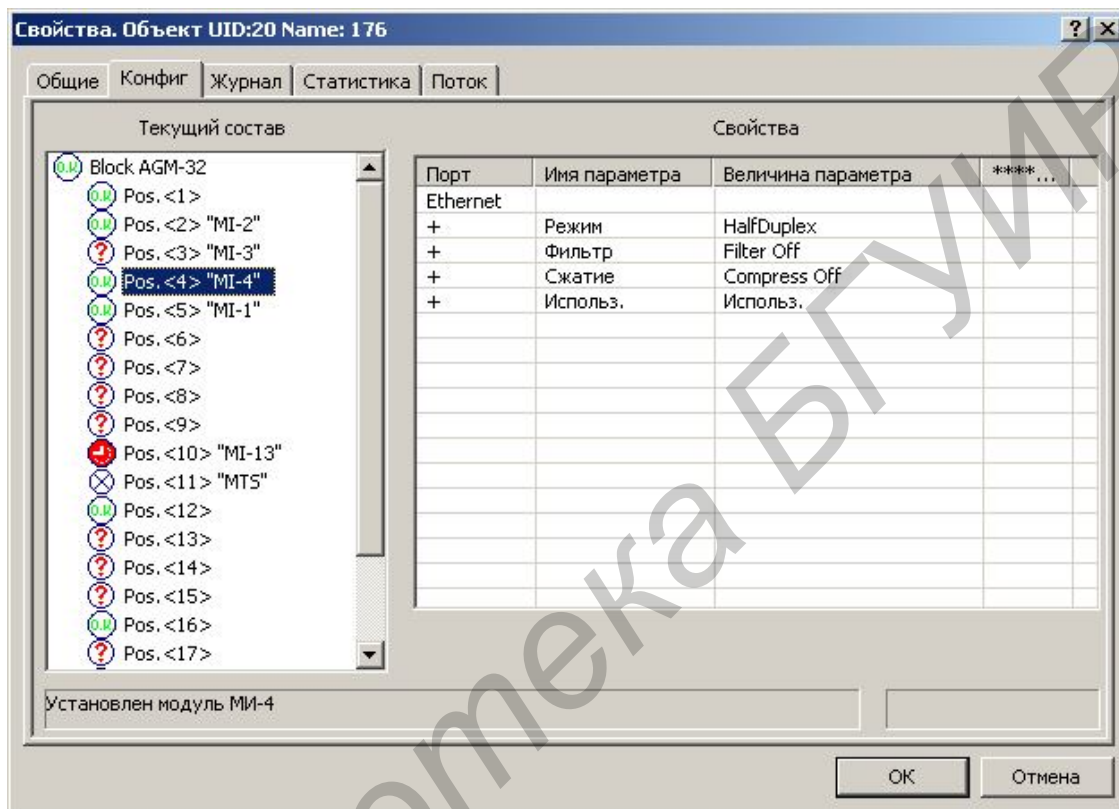


Рисунок 4.6 – Диалог конфигурирования МИ4

Устанавливаемые опции:

- Режим – режим передачи данных:
  - Duplex – дуплексный режим LAN;
  - HalfDuplex – полудуплексный режим LAN;
- Фильтр – режимы работы:
  - Off – без фильтрации (прозрачный режим);
  - On – с фильтрацией;
- Сжатие:
  - Off – режим компрессии выключен;
  - On – режим компрессии включен;
- Исполыз. – состояние использования:
  - In Use – порт используется;
  - Disabled – порт не используется.

Отображаемое неаварийное состояние: «BufOFlow» – буфер переполнен.

## 4.6 Конфигурирование модуля МИ5

Окно конфигурирования модуля МИ5 представлено на рисунке 4.7.

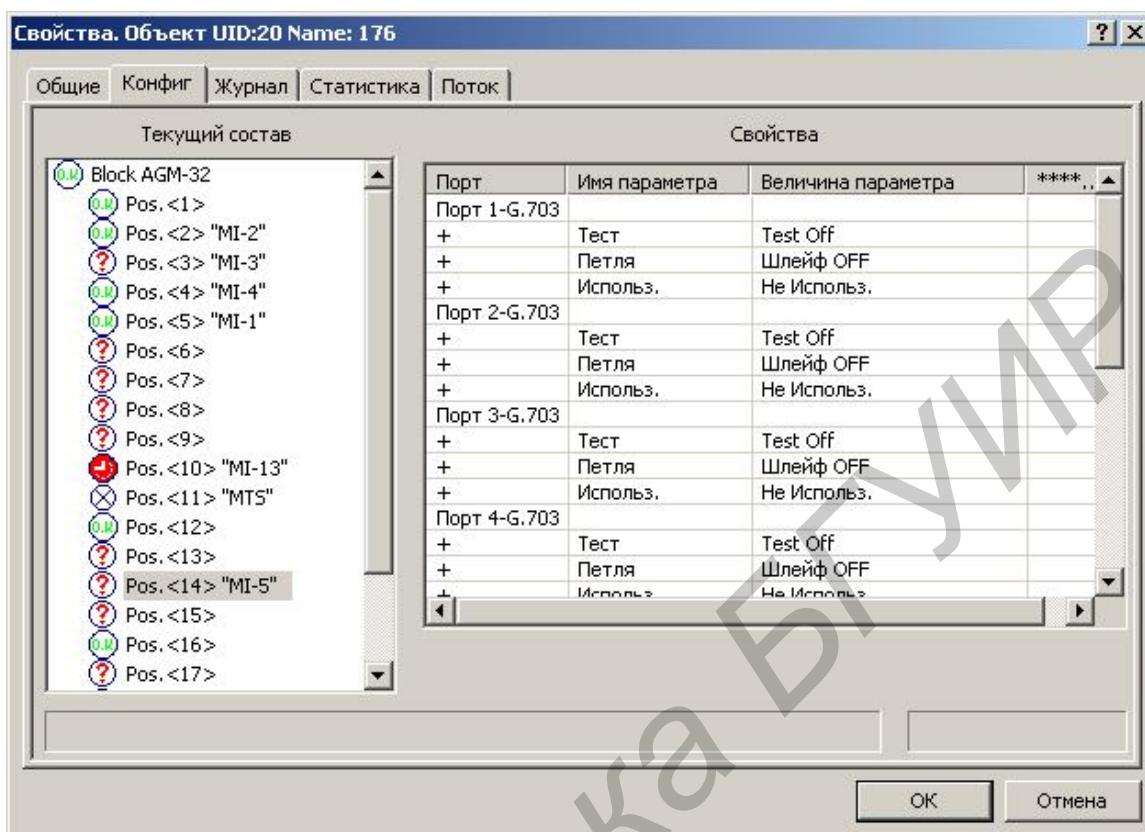


Рисунок 4.7 – Диалог конфигурирования МИ5

Устанавливаемые опции:

- Шлейф – состояние шлейфов:
  - Шлейф Выкл – выключены все петли по данному порту;
  - Шлейф On – включить двухстороннюю петлю (одновременно включаются петля в линию и петля в станцию);
  - Шлейф In – включить внутреннюю петлю (петля в станцию);
  - Шлейф Ln – включить линейную петлю (петля в линию);
- Тест – технологический тест:
  - Test Off – тест отключен;
  - Test On – тест включен;
- Использ – состояние использования:
  - Использ – порт используется;
  - Не Использ – порт не используется.

Отображаемое аварийное состояние: «InputLos» – потеря входного сигнала.

Отображаемое неаварийное состояние: «Error» – наличие ошибок технологического анализатора ошибок при включённой опции «Test On».

## 4.7 Конфигурирование модуля МИ6

Окно конфигурирования модуля МИ6 представлено на рисунке 4.8.

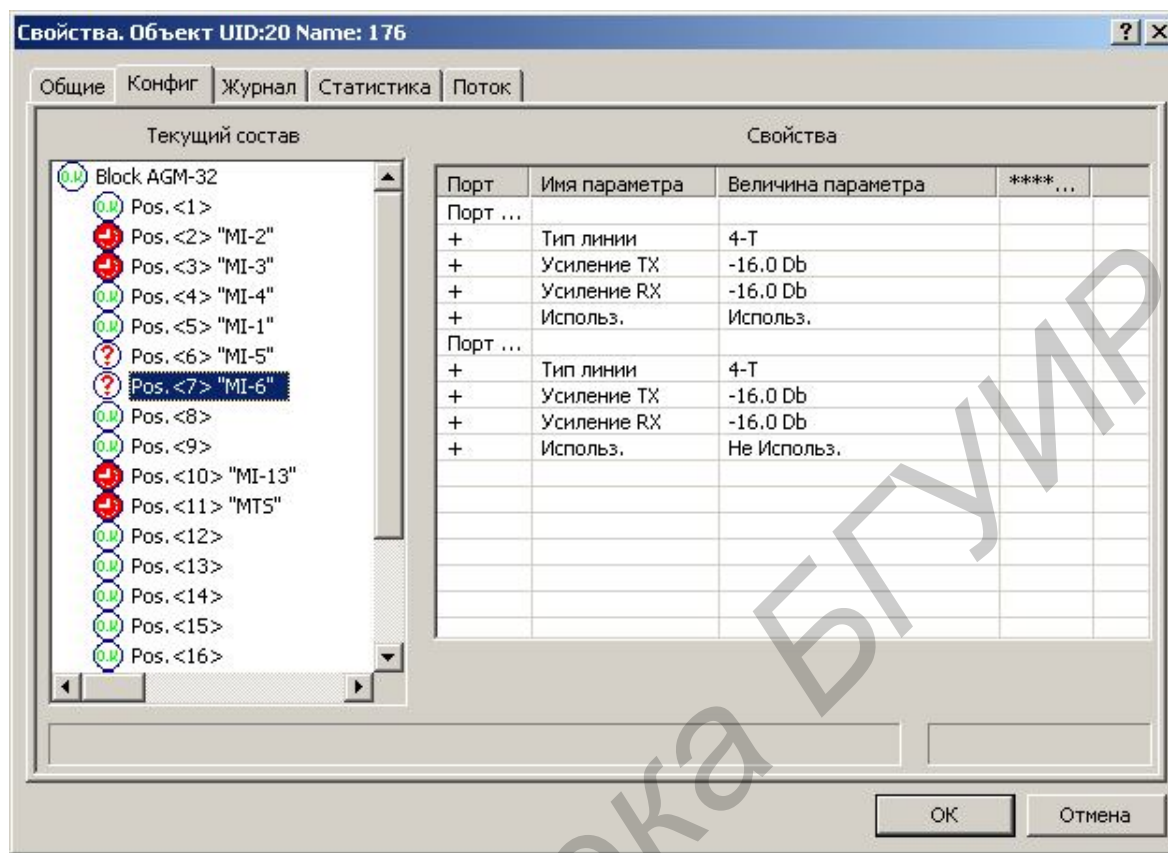


Рисунок 4.8 – Диалог конфигурирования МИ6

Устанавливаемые опции:

– Тип линии:

- 2-T – 2-проводный режим;
- 4-T – 4-проводный режим;

– Усиление TX – установка коэффициента усиления тракта передачи с шагом 0,5дБ;

– Усиление RX – установка коэффициента усиления тракта приема с шагом 0,5дБ.

Отображаемые аварийные состояния:

- «E1 overload» – (отложенная авария) перегрузка по току ключа E1;
- «E2 overload» – (отложенная авария) перегрузка по току ключа E2.

Отображаемые неаварийные состояния:

- «E1 On» – ключ E1 включен;
- «M1 On» – цепь M1 включена;
- «E2 On» – ключ E2 включен;
- «M2 On» – цепь M2 включена.

## 4.8 Конфигурирование модуля МТС-01

Окно конфигурирования модуля МТС-01 представлено на рисунке 4.9.

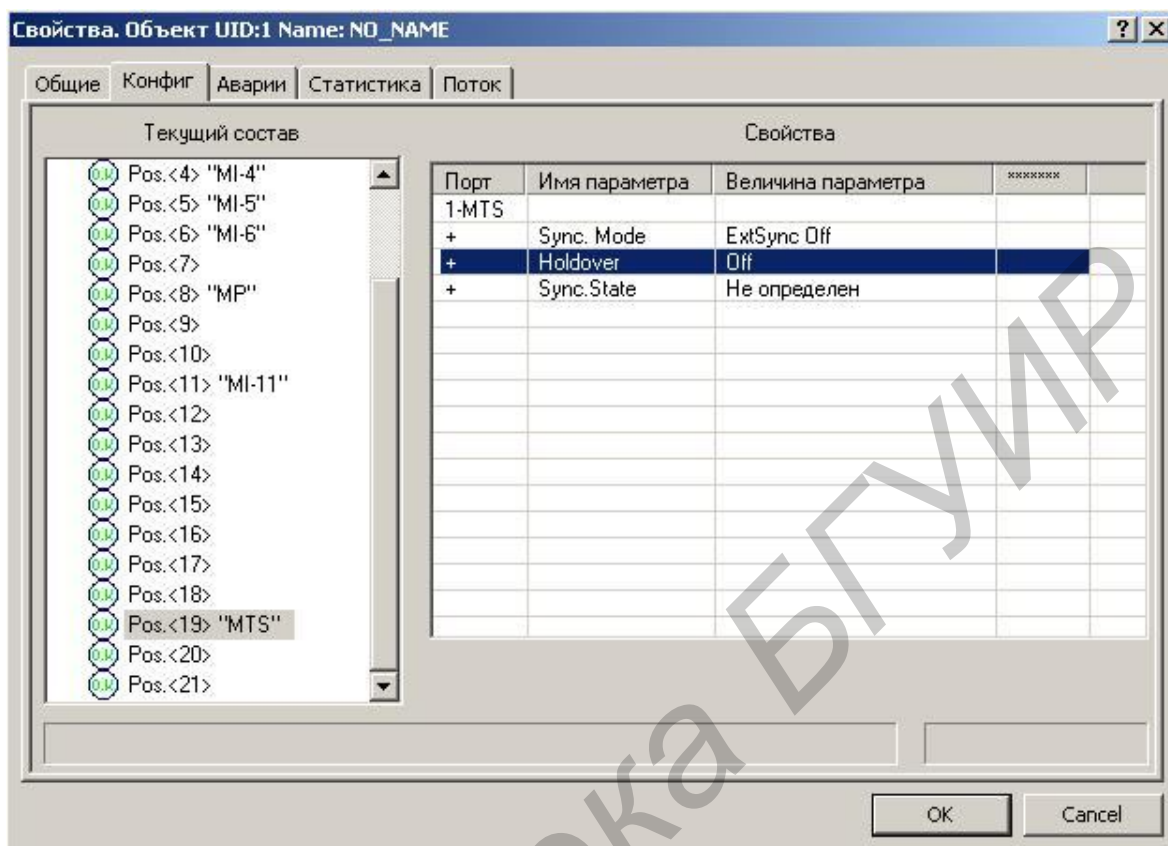


Рисунок 4.9 – Диалог конфигурирования МТС-01

Устанавливаемые опции:

- Sync.Mode – выбор внешней синхронизации;
  - ExtSync Off – источник внешней синхронизации выключен;
  - ExtSync On – источник внешней синхронизации включен;
- Holdover – режимы работы синхронизации:
  - Holdover Off – режим удержания частоты задающего генератора с использованием таблицы корректирующих кодов выключен;
  - Holdover On – режим удержания частоты задающего генератора с использованием таблицы корректирующих кодов включен.

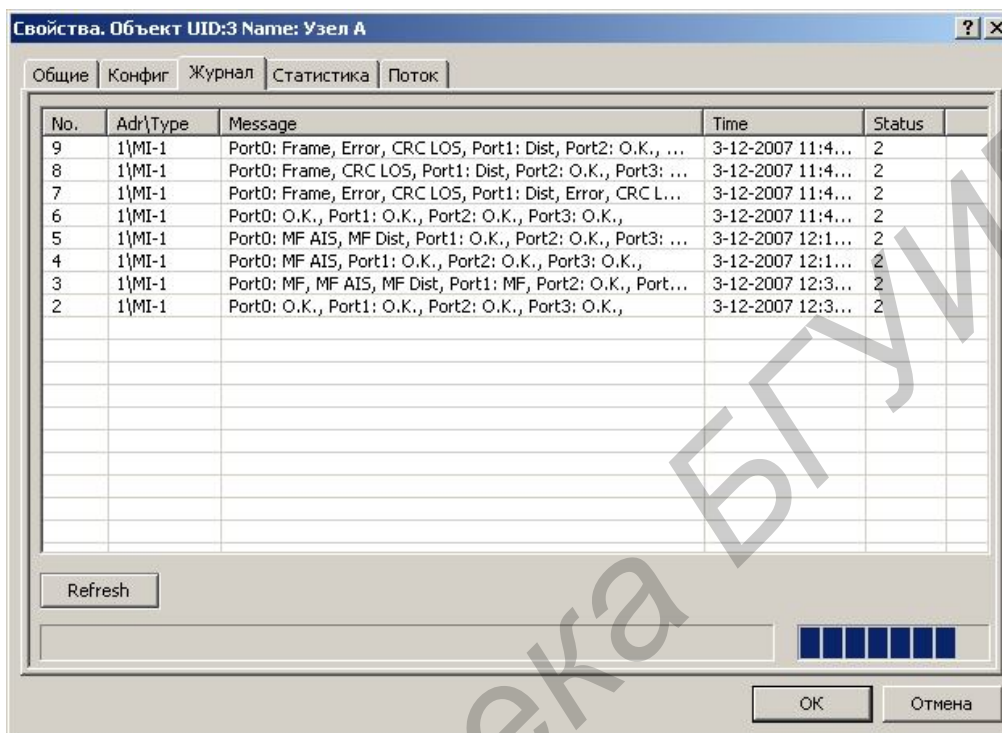
Отображаемые аварийные состояния:

- «ExtSync» – авария источника внешней синхронизации;
- «Sync 1» – авария источника синхронизации Sync 1;
- «Sync 2» – авария источника синхронизации Sync 2;
- «Sync 3» – авария источника синхронизации Sync 3.



## 4.9 Просмотр аварийных сообщений

Страница аварий («Alarm») предназначена для просмотра аварийных сообщений, записанных в энергонезависимой памяти блока АГМ-32, и содержит следующие столбцы: «Номер сообщения», «Адрес/Тип», «Сообщение», «Время», «Статус сообщения» (рисунок 4.10).



Свойства. Объект UID:3 Name: Узел А

Общие | Конфиг | Журнал | Статистика | Поток

No.	Adr\Type	Message	Time	Status
9	1\MI-1	Port0: Frame, Error, CRC LOS, Port1: Dist, Port2: O.K., ...	3-12-2007 11:4...	2
8	1\MI-1	Port0: Frame, CRC LOS, Port1: Dist, Port2: O.K., Port3: ...	3-12-2007 11:4...	2
7	1\MI-1	Port0: Frame, Error, CRC LOS, Port1: Dist, Error, CRC L...	3-12-2007 11:4...	2
6	1\MI-1	Port0: O.K., Port1: O.K., Port2: O.K., Port3: O.K.,	3-12-2007 11:4...	2
5	1\MI-1	Port0: MF AIS, MF Dist, Port1: O.K., Port2: O.K., Port3: ...	3-12-2007 12:1...	2
4	1\MI-1	Port0: MF AIS, Port1: O.K., Port2: O.K., Port3: O.K.,	3-12-2007 12:1...	2
3	1\MI-1	Port0: MF, MF AIS, MF Dist, Port1: MF, Port2: O.K., Port...	3-12-2007 12:3...	2
2	1\MI-1	Port0: O.K., Port1: O.K., Port2: O.K., Port3: O.K.,	3-12-2007 12:3...	2

Refresh

OK Отмена

Рисунок 4.10 – Журнал сообщений страницы «Аварии»

По умолчанию в окне выводятся только основные сообщения (аварии). Если на фоне основной аварии имеются второстепенные аварии, то в столбце «Номер сообщения» напротив основного сообщения отображается символ «+». Двойным кликом по строке можно ее развернуть для просмотра второстепенных сообщений. Второстепенные сообщения имеют двойную нумерацию, например: 2.1, 2.2 и т. д., запись в столбце «Время» у них отсутствует.

Если для объекта обслуживания в программе «OkbView» установлен режим уведомления, то возникающие аварии выводятся в реальном масштабе времени. В противном случае для обновления ситуации необходимо нажать кнопку «Обновить».

## 4.10 Просмотр сообщений об ошибках

В блоке АГМ-32 существует возможность накопления и просмотра статистических данных о качестве работы оборудования (рисунок 4.11).

No.	Время	Адрес	Порт	AT%	UT%	SES%	ES%
0	04-12-2005 13:00:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
1	04-12-2005 13:15:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
2	04-12-2005 13:30:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
3	04-12-2005 13:45:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
4	04-12-2005 14:00:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
5	04-12-2005 14:15:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
6	04-12-2005 14:30:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
7	04-12-2005 14:45:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
8	04-12-2005 15:00:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
9	04-12-2005 15:15:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
10	04-12-2005 15:30:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
11	04-12-2005 15:45:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
12	04-12-2005 16:00:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
13	04-12-2005 16:15:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
14	04-12-2005 16:30:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
15	04-12-2005 16:45:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
16	04-12-2005 17:00:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
17	04-12-2005 17:15:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000
18	04-12-2005 17:30:00	17	0	100.00	0.00	0.0000	0.0000

Рисунок 4.11 – Журнал сообщений страницы «Статистика»

При установленном режиме накопления статистик в модулях МИ1, МИ2, каждые 15 минут в память устройства записываются результаты интегральной оценки качества работы каналов связи. К числу показателей работы относятся: SES – секунды, пораженные ошибками, ES – секунды с ошибками, AT – время готовности канала, UT – время неготовности канала.

#### 4.11 Коммутация каналов

Таблица коммутации каналов (рисунок 4.12) предназначена для просмотра схемы коммутации каналов и для их ручного переключения. Диалоговое окно представлено в виде вертикального и горизонтального списков установленных в АГМ-32 модулей. Для каждого модуля отображены порты, присутствующие в данном модуле, а для каждого порта в соответствии с его емкостью – каналы по 64 кбит/с каждый (тайм-слоты).

Для удобства просмотра и коммутации все установленные в блок модули (а вместе с ними порты и тайм-слоты) условно разделены на выходные, расположенные слева, и входные, расположенные справа. Для того чтобы развернуть модуль до уровня тайм-слотов, необходимо дважды кликнуть мышкой на «входных» или «выходных» портах выбранного модуля.

Оборудование АГМ-32 предоставляет широкие возможности по коммутации каналов и организации двунаправленных и однонаправленных соединений.


Кнопки управления:


– «Connected» – позволяет отображать в окне только установленные соединения.


– «Free» – позволяет отображать в окне только свободные соединения.

– «Synchronous» – при выборе в левом окне (OUT) скомутированного тайм-слота, в правом окне будет отображаться, куда скомутирован данный канальный интервал.

При отображении соединений приняты следующие условные обозначения:

 – данный тайм-слот используется;

 – данный тайм-слот не используется;

 – данный тайм-слот скомутирован на модуль, отсутствующий в блоке.

Для установления нового соединения необходимо:

- выделить в левом окне тайм-слот;
- удерживая левую кнопку мыши, перетащить выбранный тайм-слот в выбранный тайм-слот в правом окне;
- нажать кнопку «Write».

Для удаления существующего соединения необходимо:

- выделить в левом окне тайм-слот;
- Удерживая левую кнопку мыши, перетащить выбранный тайм-слот в «корзину»;
- нажать кнопку «Write».

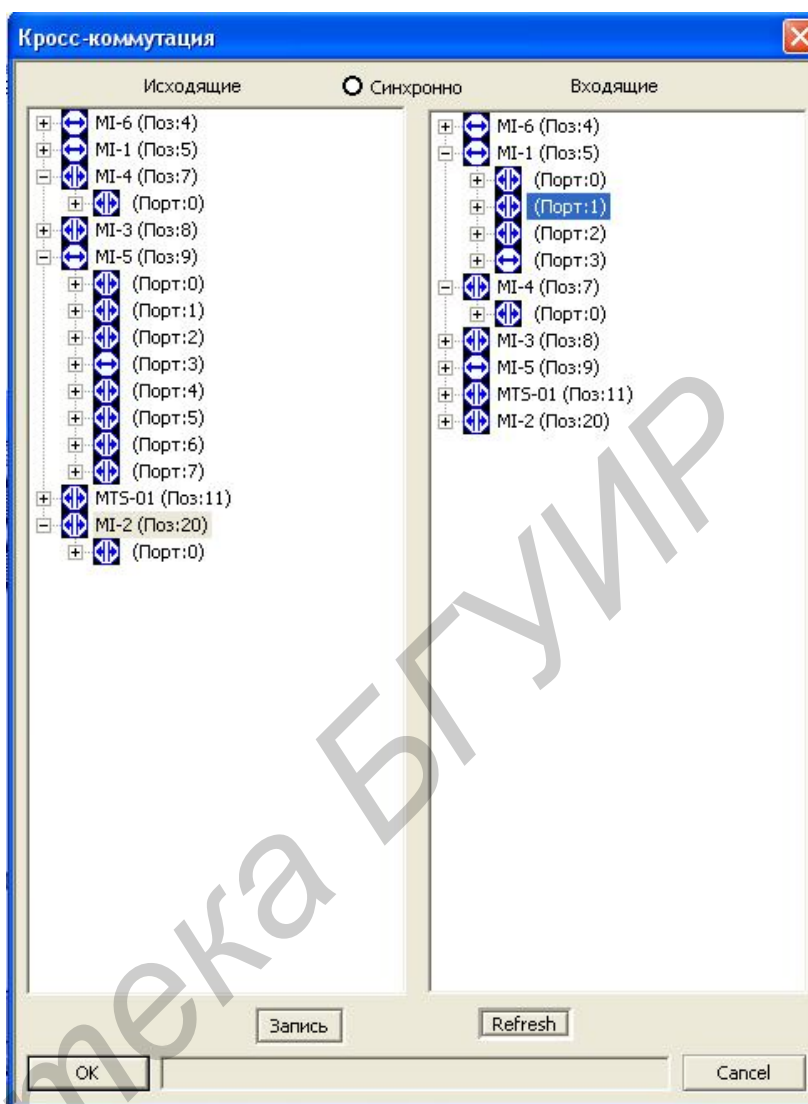


Рисунок 4.12 – Таблица коммутации каналов

## 5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

### ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБОРУДОВАНИЯ АГМ-32

#### ***Цель лабораторной работы***

1 Изучение структурной схемы и основных принципов функционирования аппаратуры гибкого мультиплексирования АГМ-32.

2 Изучение основных методов управления аппаратурой гибкого мультиплексирования.

#### ***Порядок выполнения лабораторной работы***

1 Изучить теоретическую часть работы.

2 Получить у преподавателя вариант задания на выполнение лабораторной работы. Пример вариантов задания приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Варианты заданий на выполнение лабораторной работы №1

Вариант	АГМ-32 №3	АГМ-32 №1	Структура сигнала E12	Канальные интервалы	Заполнение КИ
1	Порт 1 платы МИ1 скоммутировать на порт 0 платы МИ2	Порт 0 платы МИ2 скоммутировать на порт 3 платы МИ1	ИКМ-30С	2, 3, 4	11110000
2	Порт 2 платы МИ1 скоммутировать на порт 0 платы МИ2	Порт 0 платы МИ2 установить в режим «шлейф в линию»	ИКМ-30	8, 9, 10	00001111
3	Порт 3 платы МИ1 скоммутировать на порт 0 платы МИ2 Порт 0 платы МИ2 установить в режим «шлейф в станцию»		ИКМ-31	17, 18, 19	11001100

3 Подключить выход генератора-анализатора первичного сетевого стыка АФК-3 к осциллографу Tektronix TDS 2012B, используя кабель с согласованной нагрузкой 120 Ом. Включить АФК-3. Установить следующий режим работы АФК-3.

После загрузки прибора в окне «Генератор» (рисунок 5.1) установить линейный код АМІ и нажать «Формир. потока».

В появившемся окне «Формирование потока» (рисунок 5.2) установить структуру сигнала в соответствии с вариантом задания, нажать клавишу «Установки».

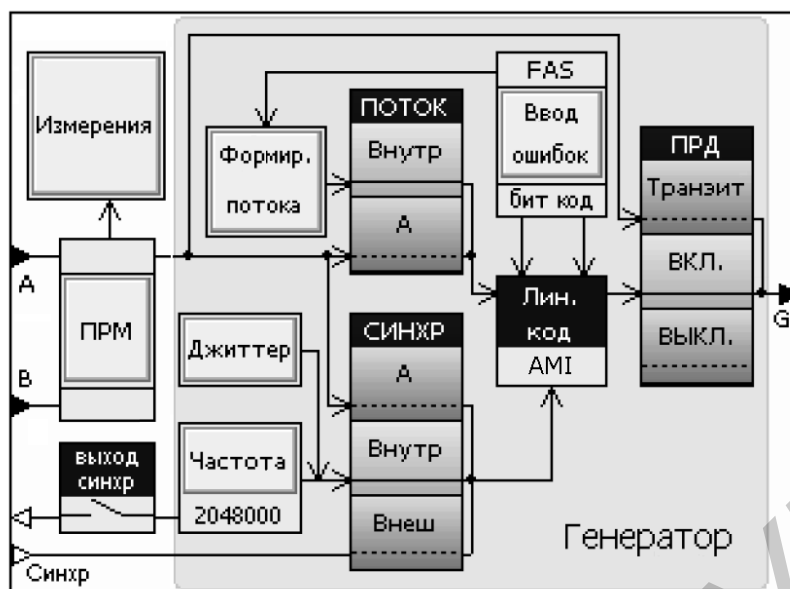


Рисунок 5.1 – Структурная схема АФК-3

В окне «Установки» (рисунок 5.3) нажать «Исходные», а в поле TS ввести кодовое слово 00000000, нажать кнопку «Назад».

В окне «Установки» приняты следующие обозначения (сокращения):

- FAS – информация, передаваемая в КИ0 циклов, содержащих синхросигнал цикловой синхронизации;
- NFAS – информация, передаваемая в КИ0 циклов, не содержащих синхросигнал цикловой синхронизации;
- MFAS – информация, передаваемая в КИ16 циклов, содержащих синхросигнал сверхцикловой синхронизации;
- TS – информация, передаваемая в речевых КИ всех циклов;
- abcd – информация, передаваемая в общих тетрадах КИ16 циклов, не содержащих синхросигнал сверхцикловой синхронизации.

В окне «Формирование потока» нажать «Ввод информации».



Рисунок 5.2 – Окно «Формирование потока»

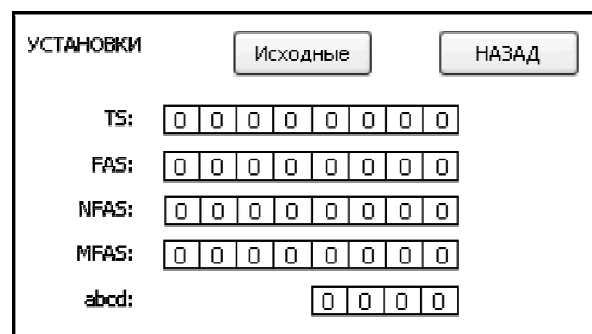


Рисунок 5.3 – Окно «Установки»

В появившемся окне «Ввод информации» (рисунок 5.4) в поле «Вводимая информация» выбрать «const». Использовать заполнение для «const» в соответствии с вариантом задания.

Нажать кнопку «КИ». В появившемся окне «Выбор канального интервала» отметить (выделяется цветом) канальные интервалы в соответствии с вариантом (рисунок 5.5).

Вернуться назад и нажать кнопку «Цикл». В появившемся окне «Выбор цикла» нажать кнопку «Выбрать все» (рисунок 5.6).

Указанные настройки позволяют в выбранных КИ всех циклов сигнала E12, генерируемого прибором, передавать заданную кодовую комбинацию.

Включить осциллограф. Зафиксировать осциллограмму сигнала в масштабе цикла. Отметить на осциллограмме начало цикла, измерить длительность цикла, указать четность цикла, отметить КИ16, указать канальные интервалы, в которых, в соответствии с вариантом, передается детерминированная информация.

4 В окне «Генератор» АФК-3 (см. рисунок 5.1) установить линейный код HDB-3.

5 Собрать лабораторную установку в соответствии с вариантом. Для этого подключить выход генератора АФК-3 к плате МИ1 (порт в соответствии с вариантом), а осциллограф к плате МИ1 этого или другого мультиплексора (в соответствии с вариантом).

6 Для организации тракта E12 между указанными физическими портами необходимо произвести соответствующие настройки (коммутации) в оборудовании АГМ-32. Для этого надо подключить порт Ethernet ПК к соответствующему порту платы МТС-01 мультиплексора АГМ-32 номер 3 (93). В присутствии преподавателя или инженера лаборатории включить питание мультиплексора и ПК.

7 Открыть программу OkbView.exe (ярлык на рабочем столе ПК). Появляется окно «Telecommunication Manager» (рисунок 5.7). Мультиплексор, к плате МТС которого подключен ПК, окрашен красным цветом.

Рисунок 5.4 – Окно «Ввод информации»

Рисунок 5.5 – Окно «Выбор канального интервала»

Рисунок 5.6 – Окно «Выбор цикла»

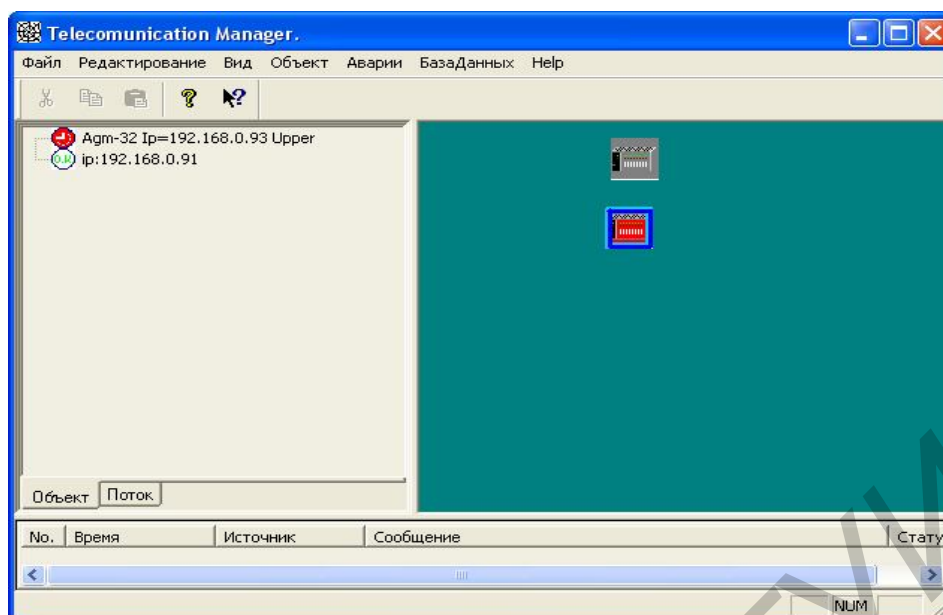


Рисунок 5.7 – Окно «Telecommunication Manager»

8 Для того чтобы получить доступ к управлению мультиплексором, в появившемся окне «Telecommunication Manager» (см. рисунок 5.7) в пункте меню «Файл» выбрать строку «Войти». В открывшемся окне «Войти в систему» в соответствующей строке ввести пароль 321456, нажать кнопку «ОК».

Для работы с мультиплексором двойным щелчком кликнуть по иконке исследуемого мультиплексора. Появляется окно «Agm-32 IP 192.168.0.93» (рисунок 5.8), которое отображает состав мультиплексора: занятые позиции (Card) и установленные на этих позициях платы.

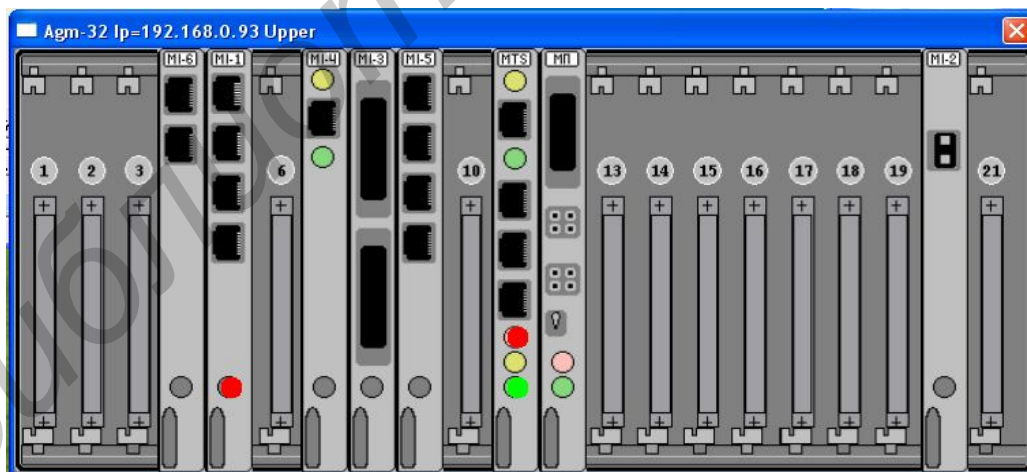


Рисунок 5.8 – Состав мультиплексора

Двойной клик по изображению платы активизирует окно «Dialog», в котором содержатся настройки соответствующих плат мультиплексора.

Для активизации портов (каналов) плат МИ1 и МИ2, нумерация которых начинается с нуля, необходимо в окнах «Dialog» (рисунки 5.9 и 5.10) в

каналах, определенных вариантом задания, осуществить соответствующие настройки. Недействующие каналы (порты) должны быть выключены.

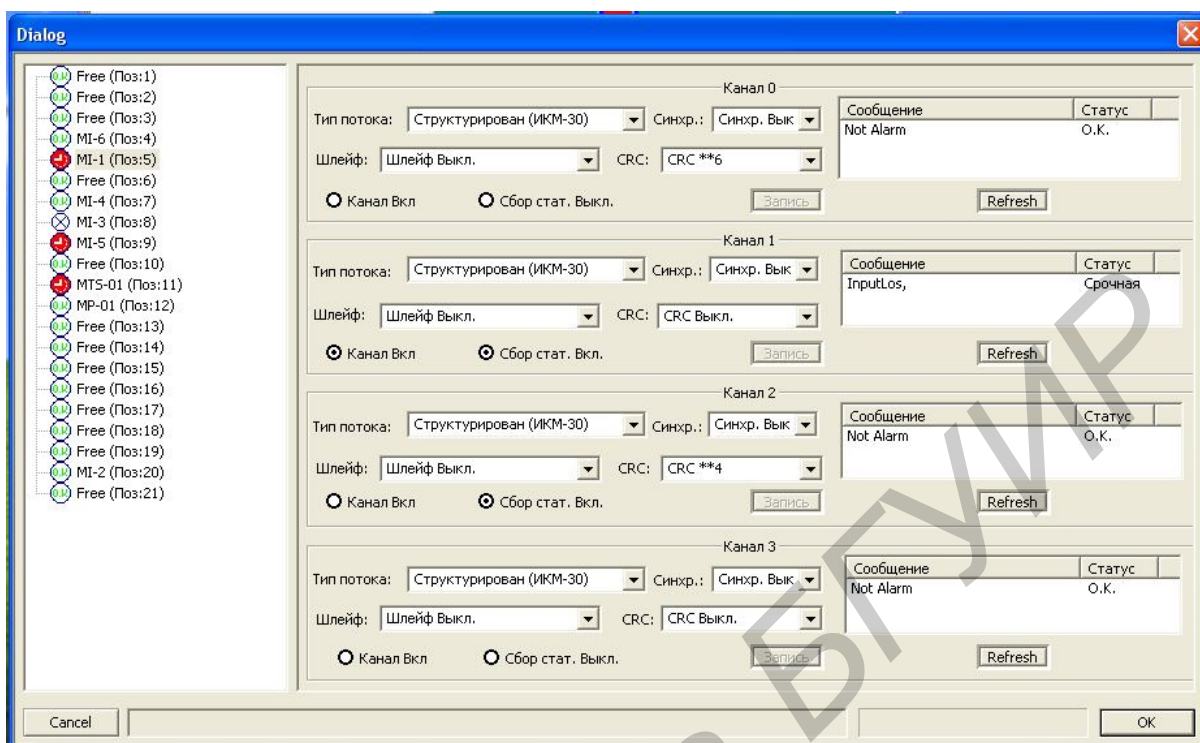


Рисунок 5.9 – Окно платы МИ1

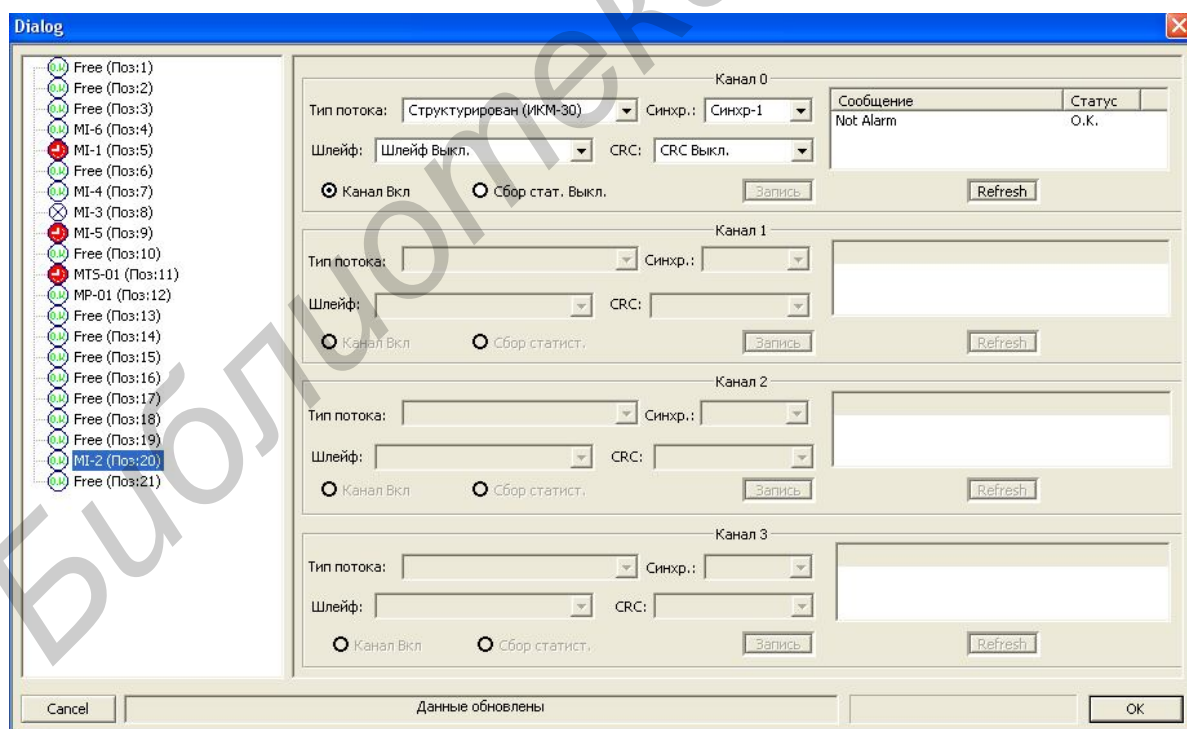


Рисунок 5.10 – Окно платы МИ2

Для модуля МИ1 соответствующий варианту порт (канал) должен быть включен, сигнал – структурирован в соответствии с вариантом, шлейф – выключен.




Для модуля МИ2 – порт 0 (канал 0) должен быть включен, сигнал – структурирован в соответствии с вариантом, шлейф установлен в соответствии с вариантом.


Записать установки для каждого из портов в отчет.


9 Для проведения кросс-коммутации портов мультиплексора необходимо «кликнуть» правой кнопкой мыши. В появившемся меню (рисунок 5.11) выбрать строку «Кросс-коммутация». Появляется окно «Кросс-коммутация» (рисунок 5.12). Работа с таблицей коммутации подробно представлена в п. 4.11.

Для того чтобы развернуть модуль до тайм-слотов, необходимо кликнуть дважды мышкой на соответствующий порт выбранного модуля на «исходящих» или «входящих» портах.

В программе приняты следующие условные обозначения:

 – модуль, порт, тайм-слот соединен (двунаправленное соединение);

 – модуль, порт, тайм-слот не соединен;

 – модуль, порт, тайм-слот соединен сам с собой (петля);


 – модуль, порт, тайм-слот соединен (однаправленное соединение).

Таблица коммутации представляет собой двумерный массив размерностью 32·32 (условно 32 виртуальных потока E12 по 32 тайм-слота в каждом). Коммутацию можно производить в любом из потоков. Для коммутации каналов необходимо:

- выделить тайм-слот выбранного модуля и порта;

- перетащить левой кнопкой мыши его в правую часть на выбранный тайм-слот;

- в появившемся окне «Коммутация» указать номера виртуальных потоков и тайм-слотов, которые будут соответствовать портам выбранных модулей;

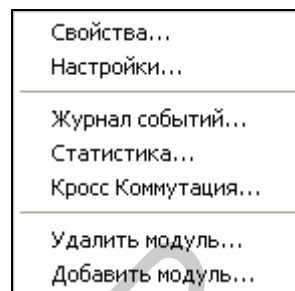


Рисунок 5.11 – Меню мультиплексора

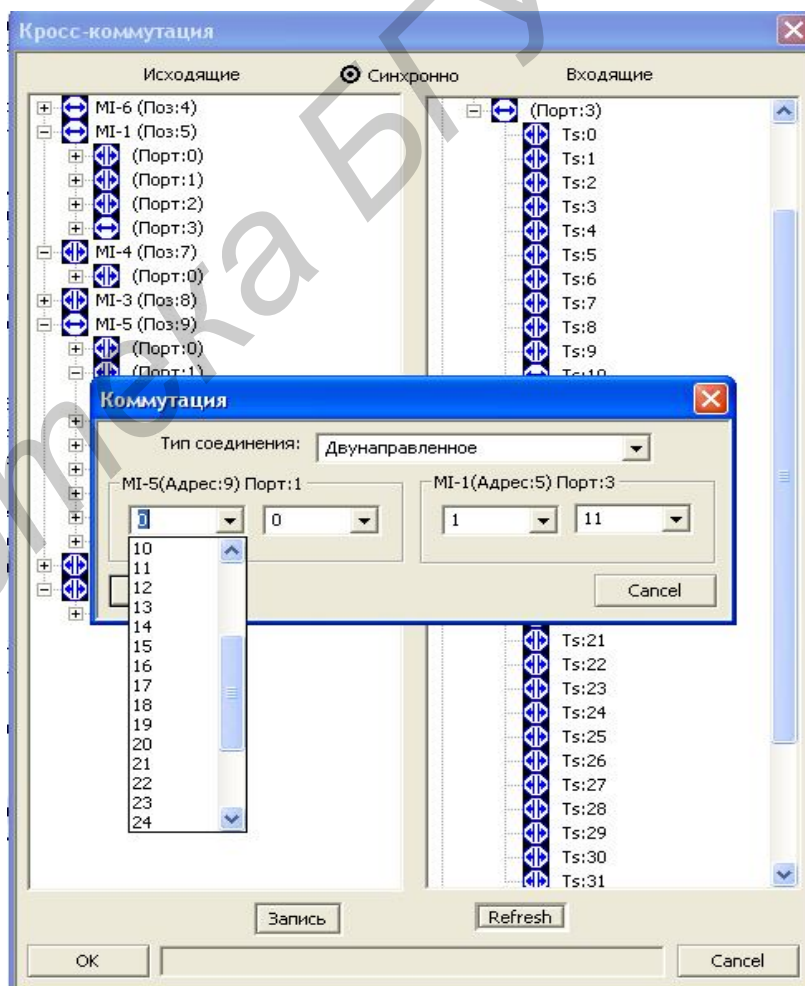


Рисунок 5.12 – Таблица коммутации

- повторить предыдущие два пункта для нужных тайм-слотов, если их коммутируется несколько;
- нажать кнопку «Запись»;
- дождаться, пока не обновится диалог и в строке состояния не появится надпись, подтверждающая запись, и обновление.

Для удаления соединения необходимо выполнить следующее:

- выделить необходимый порт или тайм-слот;
- вызвать контекстное меню «Удалить соединение» на выделенном объекте;
- подтвердить свой выбор;
- повторить предыдущие два пункта для нужных тайм-слотов;
- нажать кнопку «Запись»;
- дождаться, пока не обновится диалог и в строке состояния не появится надпись, подтверждающая запись, и обновление.

Таким образом, при перетаскивании тайм-слота 0 порта 1 модуля МИ5 в правую часть на тайм-слот 10 порта 3 модуля МИ1, информация из TS0 порта 1 модуля МИ5 будет скоммутирована на TS10 порта 3 модуля МИ1 и наоборот.

После этого мультиплексор готов к проведению измерений.

10 Подключить соответствующим кабелем выход порта (канала) ко входу А прибора АФК-3. В главном окне нажать кнопку «Прм». В окне «Прием» (рисунок 5.13) указать структуру сигнала в соответствии с вариантом, линейный код – HDB-3. Зафиксировать информацию, передаваемую в нулевом и первом канальных интервалах, а также в канальных интервалах в соответствии с вариантом. Выбор канального интервала производится в закладке «КИ», просмотр информации – в закладке «Доступ». Информацию закладки «Доступ» представить в отчете.

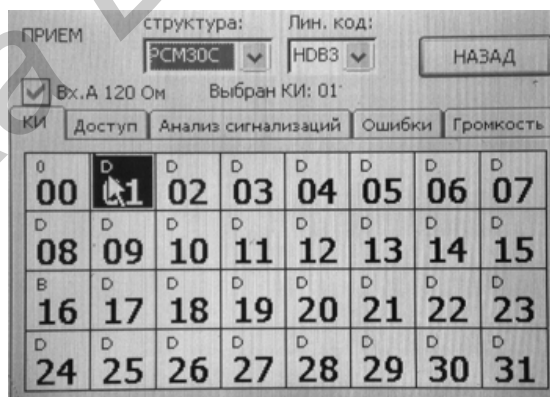


Рисунок 5.13 – Окно ПРИЕМ анализатора АФК-3

Просмотреть закладку «Ошибки». Убедиться в отсутствии ошибок. Изменить код приема на «АМІ». Просмотреть закладку «Ошибки». Сделать выводы.

### **Содержание отчета**

1. Структурная схема организации тракта – в соответствии с вариантом задания.
2. Рабочая конфигурация портов МИ1 и МИ2.
3. Осциллограммы сигналов – п. 3.
4. Результаты измерений – по п. 10.
5. Выводы по лабораторной работе.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое первичный мультиплексор?
2. Назначение и состав аппаратуры АГМ-32.
3. Пояснить структуру построения аппаратуры АГМ-32.
4. Какие виды информации можно передавать, используя оборудование АГМ-32?
5. Каковы особенности использования аппаратуры АГМ-32 в сети, построенной по топологии «точка-точка»?
6. Каковы особенности использования аппаратуры АГМ-32 в сети, построенной по топологии «кольцо»?
7. Каковы особенности использования аппаратуры АГМ-32 в сети, построенной по топологии «цепь»?
8. Какие режимы синхронизации возможны при работе аппаратуры АГМ-32.
9. К чему приводит сбой тактовой синхронизации при работе аппаратуры АГМ-32.
10. Пояснить работу аппаратуры АГМ-32 в режиме синхронизации от внутреннего генератора.
11. Пояснить работу аппаратуры АГМ-32 в режиме синхронизации от стационарных портов E12.
12. Пояснить работу аппаратуры АГМ-32 в режиме синхронизации от линейных портов E12.
13. Пояснить назначение и структуру модуля МТС-01.
14. Пояснить назначение и структуру интерфейсного модуля МИ1.
15. Пояснить назначение и структуру интерфейсного модуля МИ4.
16. Пояснить назначение и структуру интерфейсного модуля МИ5.
17. Пояснить назначение и структуру интерфейсного модуля МИ6.
18. В чем отличие интерфейсных модулей МИ1 и МИ2?
19. Что такое кросс-коммутация и как она реализуется в оборудовании АГМ-32?
20. Дать определение понятия «шлейф». Что будет наблюдаться на выходе порта МИ1 при установке шлейфа в линию?
21. Дать определение понятия «шлейф». Что будет наблюдаться на выходе порта МИ1 при установке шлейфа в станцию?

## 6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРВИЧНОГО СЕТЕВОГО СТЫКА E12

#### *Цель лабораторной работы*

- 1 Изучение основных характеристик первичного сетевого стыка.
- 2 Изучение норм на основные характеристики первичного сетевого стыка.
- 3 Изучение методики измерения основных характеристик первичного сетевого стыка.
- 4 Экспериментальное исследование основных характеристик первичного сетевого стыка.

#### *Краткие теоретические сведения*

##### *Стыки цифровых каналов*

Стыки цифровых каналов передачи и групповых трактов первичной сети связи предназначены для соединения основного, первичного, вторичного, третичного, четверичного цифровых каналов и трактов при организации транзитов (образования составных каналов передачи из простых), переключений (организации обходных путей, замене неисправных каналов и групповых трактов на резервные), а также подключений на их окончаниях источников и приемников сигналов аппаратуры первичной сети связи (для трактов), аппаратуры вторичных сетей связи и аппаратуры потребителей (для каналов).

На каждой скорости передачи сигналов стыки являются унифицированными.

Типовым цифровым каналам передачи и групповым трактам должны соответствовать следующие стыки:

- стык ОЦК;
- первичный стык;
- вторичный стык;
- третичный стык;
- четверичный стык.

На стыках ОЦК осуществляется обмен тремя видами синфазных сигналов: информационными (ИС), тактовыми сигналами (ТС) и октетными сигналами (ОС) в соответствующих сочетаниях для конкретных схем включения.

На первичном, вторичном, третичном, четверичном стыках осуществляется обмен синфазными ИС и ТС. Для кодирования стыковых сигналов используются:

- модификация кода АМІ (alternation mark inversion) для стыков ОЦК;
- код НДВ-3 (High density bipolar) для первичного, вторичного, третичного стыков;
- код СМІ (Coding mark inversion) для четверичного стыка.

Стыки цифровых каналов передачи и групповых трактов первичной сети связи должны удовлетворять следующим общим требованиям:

- затухание стыковой цепи нормируют на определенной частоте (полутактовой или тактовой). Зависимость от частоты затухания цепи в децибелах должна подчиняться закону  $f^{1/2}$ ;
- затухание стыковой цепи должно включать в себя потери, обусловленные наличием устройства подключения между передающей и приемной сторонами стыка;
- качество передачи цифровых сигналов на стыках не должно зависеть от статистических свойств информационного сигнала;
- качество передачи цифровых сигналов на стыках ОЦК и первичного стыка не должно зависеть от прямого или скрещенного включения проводов стыковой цепи.

### ***Параметры первичного сетевого стыка***

Первичный стык предназначен для обмена следующими синфазными сигналами:

- ИС со скоростью передачи 2048 кбит/с;
- ТС с частотой 2048 кГц.

На первичном стыке используется код HDB-3 с 50 % заполнением тактового интервала. Код HDB-3 формируется следующим образом.

Двоичные информационные импульсы передаются в формате с 50 % заполнением тактового интервала, причем при передаче двоичных единиц на соседних тактах должно быть чередование полярностей импульсов. Двоичные нули ИС передаются пассивными паузами, если их непрерывное количество не больше трех.

В случае появления в двоичном сигнале четырех подряд следующих нулей, каждая комбинация из четырех последовательных нулей заменяется комбинацией импульсов, имеющих условное обозначение 000V или V00V. При выборе конкретного вида вставки исходят из следующих условий: полярность импульса V всегда противоположна полярности предшествующего импульса, полярность импульса V всегда совпадает с полярностью предшествующего импульса (нарушает правило чередования полярностей). Если в двоичном сигнале между двумя соседними сериями с числом нулей  $n=4$  прошло четное число единиц, то замещение второй серии производится вставкой V00V, если число единиц между сериями нечетное, то замещение производится вставкой 000V.

Это правило обеспечивает попеременную инверсию следующих друг за другом нарушений чередования полярностей с тем, чтобы не ввести постоянную составляющую. Второй и третий двоичные нули всегда передаются пассивными паузами. Последний двоичный нуль из четырех всегда передается как импульс, полярность которого такова, что она нарушает правило чередования полярностей. Алгоритм формирования сигнала HDB-3 приведен на рисунке 6.1.

К стыковой цепи первичного стыка предъявляются следующие требования:

- в каждом направлении передачи стыковая цепь организуется по симметричной паре с волновым сопротивлением 120 Ом;
- затухание стыковой цепи, которое увеличивается пропорционально квадратному корню из частоты, не должно превышать 6 дБ на частоте 1024 кГц.

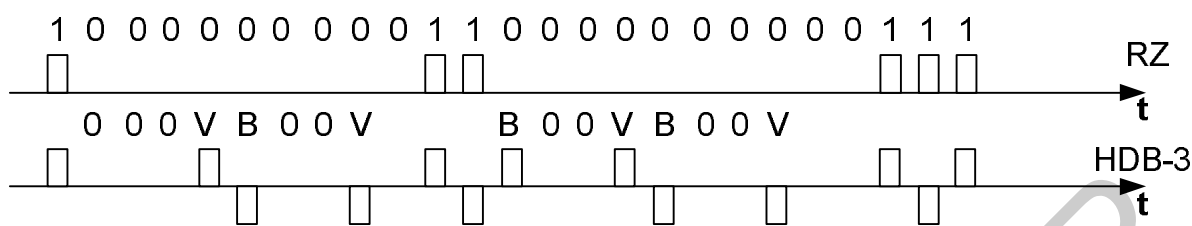


Рисунок 6.1 – Алгоритм линейного кодирования HDB-3

Все требования к параметрам первичного стыка оговорены в рекомендации МСЭ-Т G.703 и приведены ниже. Проверка на соответствие этим требованиям выполняется в обязательном порядке при проведении сертификационных и приемо-сдаточных испытаний всех образцов аппаратуры, в которых имеется хотя бы один порт первичного сетевого стыка E12.

#### **Требования к выходным параметрам первичного стыка**

Параметры выходной цепи (передающего устройства) порта первичного сетевого стыка должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Требования к параметрам выходной цепи порта стыка E12

Наименование параметра	Значение параметра
Код передачи	HDB-3
Номинальная форма импульса прямоугольная. Маска сигнала представлена на рисунке 6.2	
Измерительное нагрузочное сопротивление	120±1,2 Ом, активное
Амплитуда импульса стыкового сигнала любой полярности на нагрузочном сопротивлении	3,0±0,3 В
Пиковое напряжение любой полярности в отсутствие импульса стыкового сигнала на нагрузочном сопротивлении	0±0,3 В
Номинальное значение длительности импульса	244 нс
Отношение амплитуд импульсов разной полярности в середине импульса (по длительности)	0,95...1,05
Отношение длительности импульсов разной полярности на уровне половины номинальной амплитуды	0,95...1,05
Предельно допустимое отклонение скорости выходного цифрового потока	2048±0,102 кбит/с
Предельно допустимый размах фазового дрожания, измеренный с использованием полосового фильтра с граничными частотами 20 Гц и 100 кГц и спадом 20 дБ на декаду	Не более 1,5 тактовых интервалов (1 ТИ равен 488 нс)

Продолжение таблицы 6.1

Наименование параметра	Значение параметра
Предельно допустимый размах фазового дрожания, измеренный с использованием полосового фильтра с граничными частотами 18 кГц и 100 кГц и спадом 20 дБ на декаду	Не более 0,2 тактового интервала
Затухание асимметрии на выходе порта в диапазоне частот от 103 до 2048 кГц	Не менее 34 дБ

### ***Требования ко входным параметрам первичного стыка***

Параметры входной цепи (приемного устройства) порта первичного сетевого стыка должны соответствовать следующим требованиям:

1 Номинальное входное сопротивление  $120 \pm 1,2$  Ом.

2 Приемная часть стыкового устройства должна обеспечивать безошибочный прием первичного сетевого цифрового сигнала в коде HDB-3 с номинальной скоростью 2048 кбит/с, ослабленного прохождением через эквивалент соединительного кабеля, затухание которого увеличивается пропорционально квадратному корню из частоты и составляет не менее 6 дБ на частоте 1024 кГц.

3 Приемная часть стыкового устройства должна обеспечивать безошибочный прием первичного сетевого цифрового сигнала в коде HDB-3 с номинальной скоростью 2048 кбит/с, ослабленного прохождением через эквивалент соединительного кабеля с затуханием 6 дБ на частоте 1024 кГц при одновременном воздействии сигнала асинхронной помехи в виде ПСП  $2^{15}-1$  в коде HDB-3 с уровнем на 18 дБ ниже уровня полезного сигнала.

4 Приемная часть стыкового устройства должна обеспечивать безошибочный прием первичного сетевого цифрового сигнала в коде HDB-3 при отклонении его скорости в пределах  $2048 \pm 0,102$  кбит/с.

5 Приемная часть стыкового устройства должна обеспечивать безошибочный прием первичного цифрового сигнала в коде HDB-3, модулированного фазовым дрожанием и фазовым дрейфом по синусоидальному закону  $A/2 * \sin 2\pi ft$ . Размах  $A$  должен быть не меньше величин, определяемых шаблоном, приведенным на рисунке 6.3. Испытательный сигнал – псевдослучайная последовательность с периодом  $2^{15}-1$ .

6 Затухание несогласованности на входе порта первичного стыка должно составлять в диапазоне частот:

- от 51 до 102 кГц – не менее 12 дБ;
- от 102 до 2048 кГц – не менее 18 дБ;
- от 2048 до 3072 кГц – не менее 14 дБ.

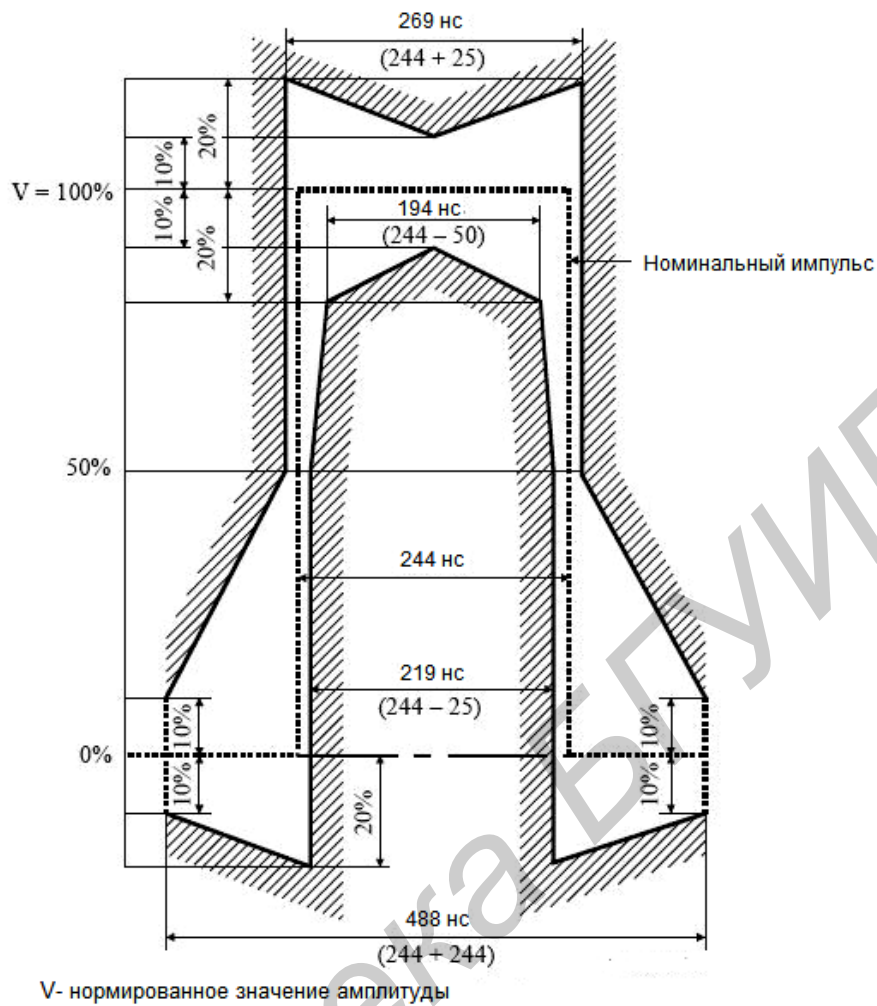


Рисунок 6.2 – Поле допуска на форму выходного сигнала стыка 2048 кбит/с

Фазовое дрожание  
в тактовых интервалах  
(логарифмическая шкала)

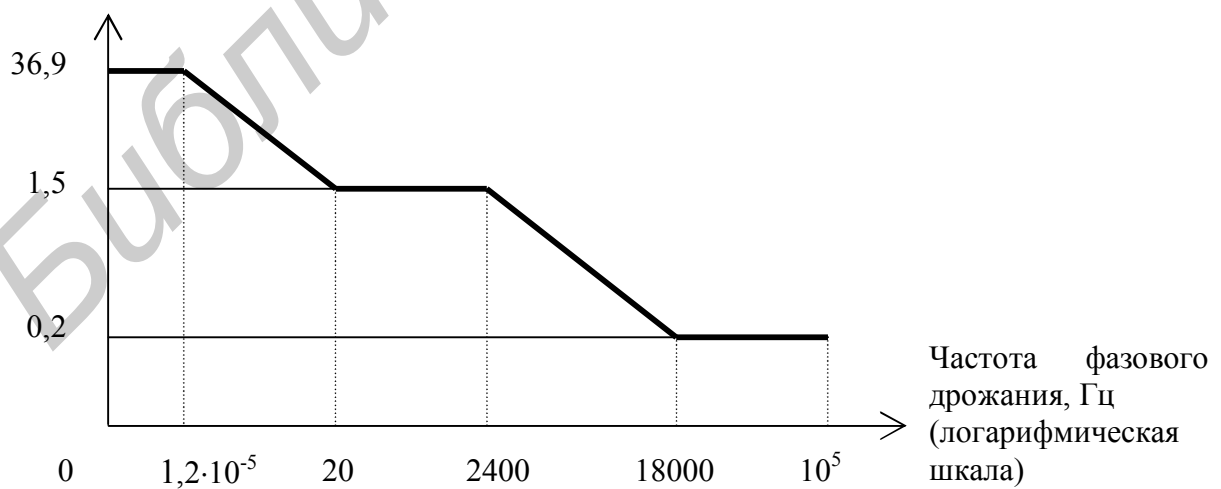


Рисунок 6.3 – Пределы допустимого фазового дрожания на входе порта стыка E12



### **Описание лабораторной установки**

Лабораторная установка включает:

- мультиплексор АГМ-32;
- анализатор первичного сетевого стыка АФК-3;
- два приборных кабеля (приемный и передающий) к АФК-3 (рисунок 6.4);
- цифровой осциллограф Tektronix 2012В;
- переходник к осциллографу с согласующей нагрузкой 120 Ом (рисунок 6.5);
- аттенюатор 6 дБ/18 дБ (рисунок 6.6);
- соединительный кабель для измерений TxRx-TxRx («прямой») (рисунок 6.7);
- соединительный кабель для АГМ-32 TxRx-RxTx («накрест») (рисунок 6.8);

– персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением и кабелем управления (Ethernet).

Прибор АФК-3, являющийся источником детерминированного структурированного сигнала со скоростью 2,048 Мбит/с и анализатором этого же сигнала, подключается к модулю интерфейсов МИ1. Данный модуль позволяет подключать до 4 потоков первичного цифрового стыка 2,048 Мбит/с.

Цифровой осциллограф Tektronix TDS 2012В подключается к модулю интерфейсов МИ1 через переходник с согласующей нагрузкой 120 Ом. Переходник позволяет согласовать симметричный выход стыка E12 с двумя высокоомными несимметричными входами осциллографа, что необходимо для безыскаженного отображения на экране осциллографа выходного сигнала стыка E12.

Аттенюатор 6 дБ/18 дБ подключается между выходом анализатора АФК-3 и входом исследуемого стыка E12. При подключении выхода аттенюатора ко входу исследуемого стыка E12 с номинальным входным сопро-

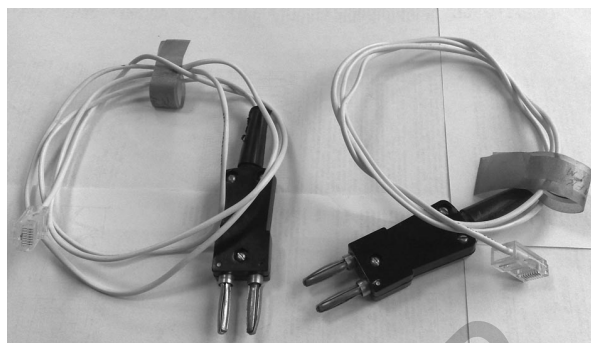


Рисунок 6.4 – Приборные кабели к анализатору АФК-3



Рисунок 6.5 – Переходник к осциллографу с согласующей нагрузкой 120 Ом

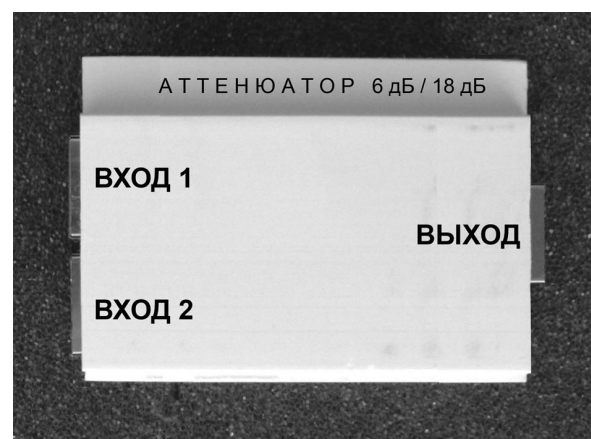


Рисунок 6.6 – Аттенюатор 6 дБ/18 дБ

тивлением 120 Ом, входное сопротивление каждого из двух входов аттенюатора равно 120 Ом. Аттенюатор обеспечивает на разъеме «ВЫХОД» ослабление поданного на «ВХОД 1» полезного сигнала на 6 дБ. На разъем «ВХОД 2» подается сигнал асинхронной помехи, уровень которого на разъем «ВЫХОД» на 18 дБ ниже уровня полезного сигнала. Поскольку входные и выходные разъемы аттенюатора соединяются по схеме «накрест» (TxRx-RxTx), выход аттенюатора следует подключать ко входу порта E12 АГМ-32 соединительным кабелем для АГМ-32 TxRx-RxTx («накрест») (рисунок 6.8). При этом номера контактов Tx и Rx на входах аттенюатора соответствуют номерам одноименных контактов порта E12 АГМ-32.

«Прямой» соединительный кабель TxRx-TxRx (см. рисунок 6.7) предназначен только для подключения порта АГМ-32 к измерительной аппаратуре, но не для соединения портов АГМ-32 между собой, поскольку при этом выход передающего устройства одного порта соединяется с выходом передающего устройства другого порта, а вход приемного устройства первого порта соединяется со входом приемного устройства второго порта, что недопустимо.

Соединительный кабель «накрест» TxRx-RxTx (см. рисунок 6.8) предназначен не только для измерений, но и для соединения портов АГМ-32 между собой. При этом выход передатчика (Tx) одного порта соединяется со входом приемника (Rx) другого порта, а вход приемника первого порта соответственно соединяется с выходом передатчика второго порта.

Персональный компьютер (ПК) подключается кабелем «Ethernet» к модулю телеметрии и сигнализации МТС-01 мультиплексора АГМ-32.

### **Описание анализатора АФК-3**

Анализатор потока АФК-3 предназначен для наладки, тестирования и обслуживания систем передачи PDH и SDH, работающих по стыку E12 с симметричным интерфейсом на скорости 2048 кбит/с. Прибор является полноценным анализатором измерительного класса с генератором, двумя прием-



Рисунок 6.7– Кабель TxRx-TxRx («прямой») для измерений



Рисунок 6.8 – Кабель TxRx-RxTx («накрест») для АГМ-32

никами, возможностью анализа джиттера, битовых и кодовых ошибок, сигнализацией OKC7 и EDSS. АФК-3 включает в себя генератор испытательных сигналов, два входа для одновременного анализа потоков E12, тестера для измерения коэффициента битовых ошибок, функцию измерения тактовой частоты, джиттера и уровня сигнала. АФК 3 оборудован цветным жидкокристаллическим сенсорным экраном для отображения информации и выбора режимов работы.

В режиме измерения пределов допустимого фазового дрожания на входе порта стыка E12 (см. рисунок 6.3) анализатор работает следующим образом. Заданное пользователем количество точек (10, 20 или 50) определяет дискретное число точек по оси частот, в которых будут производиться измерения. При нажатии кнопки «старт» анализатор формирует на выходе тестовый цифровой поток E12 (псевдослучайную последовательность) со скоростью 2048 кбит/с и вводит в него джиттер минимального размаха с частотой, соответствующей первой заданной точке. Данный поток подается на вход испытуемого порта, проходит через весь тракт и с его выхода поступает на вход приемника А анализатора АФК-3. Приняв этот поток, анализатор проверяет его на наличие битовых ошибок, и, если они отсутствуют, увеличивает размах вводимого на передачу джиттера на определенную дискретную величину.

Такая операция пошагового увеличения размаха вводимого джиттера повторяется до тех пор, пока в принимаемом потоке анализатор не обнаружит появление ошибок. Это остановит процесс измерений на данной частоте, результаты будут зафиксированы и анализатор перейдет к измерениям в следующей точке по оси частот.

Исходя из этого, следует учитывать, что при измерении в области низкочастотного джиттера (дрейфа) анализатору может понадобиться значительный интервал времени.

Технические характеристики АФК-3:

Приемник

- интерфейс G.703 (2048 кбит/с) симметричный, 120 Ом и высокоомный;
- чувствительность – минус 36 дБм;
- измерение скорости и уровня линейного сигнала;
- BER – тестирование в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т G.821, G.826, M.2100.

– анализ джиттера:

- измерение величины;
- осциллограмма джиттера (выход фазового детектера);
- гистограмма джиттера;
- характеристика устойчивости (G.823);
- переходная характеристика (G.735);
- контроль превышения порога;

– анализ и индикация:

- битовых и кодовых ошибок;

- CRC-4;
  - аварийных сигналов и извещений;
  - анализ структуры: доступ к канальной информации и прослушивание;
  - анализ сигнализаций: CAS, CCS, EDSS.
- Генератор:
- интерфейс G.703 (2048 кбит/с), симметричный, 120 Ом;
  - тестовая последовательность: со структурой ИКМ30, ИКМ31, с CRC-4 и без, неструктурированный и от входного потока;
  - введение информации в канальные интервалы:
    - константа;
    - ПСП;
    - комбинация частот;
  - введение аварийных сигналов и извещений;
  - введение ошибок FAS, битовых, кодовых (однократных и по коэффициенту);
  - синхронизация:
    - внутренняя (с регулировкой частоты);
    - внешняя;
    - от входящего потока;
  - введение синусоидального джиттера.

### ***Порядок выполнения лабораторной работы***

- 1 Изучить теоретическую часть работы.
- 2 Получить у преподавателя вариант задания на выполнение лабораторной работы. Пример вариантов задания приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Варианты заданий на выполнение лабораторной работы

Вариант	Номер основного (исследуемого) порта платы МИ1 АГМ-32	Номер вспомогательного порта платы МИ1 АГМ-32
1	0	1
2	1	2
3	2	3
4	3	0

### 3 Задание конфигурации АГМ-32.

Для выполнения лабораторной работы необходимо сконфигурировать блок АГМ-32 таким образом, чтобы основной порт платы МИ1 был скоммутирован на вспомогательный порт. Для этого необходимо выполнить следующие операции.

Подключить порт Ethernet ПК к соответствующему порту платы МТС-01 мультимплексора АГМ-32. В присутствии преподавателя или инженера лаборатории включить питание мультимплексора и ПК.

Открыть программу OkbView.exe (ярлык на рабочем столе ПК). Появляется окно «Telecommunication Manager» (рисунок 6.9). Мультиплексор, к плате МТС которого подключен ПК, окрашен красным цветом.

Чтобы получить доступ к управлению мультиплексором, в появившемся окне «Telecommunication Manager» (рисунок 6.9) в пункте меню «Файл» выбрать строку «Войти». В открывшемся окне «Войти в систему» в соответствующей строке ввести пароль **321456**, нажать кнопку «ОК».

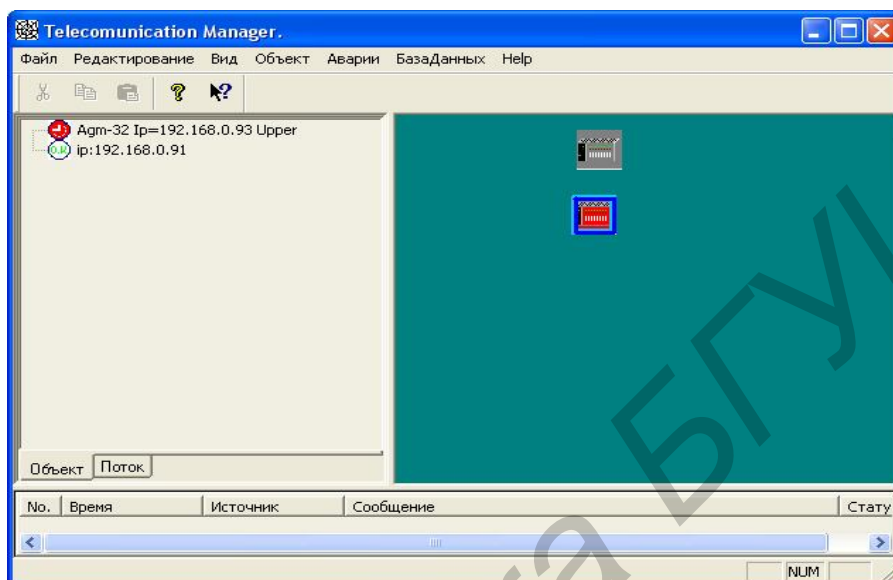


Рисунок 6.9 – Окно «Telecommunication Manager»

Для работы с мультиплексором двойным щелчком кликнуть по иконке исследуемого мультиплексора. Появляется окно «Agm-32 192.168.0.93» (рисунок 6.10), которое отображает состав мультиплексора: занятые позиции (Card) и установленные на этих позициях платы.

Двойным кликом по изображению платы МИ1 необходимо активизировать окно «Dialog», в котором содержатся настройки платы МИ1 мультиплексора.

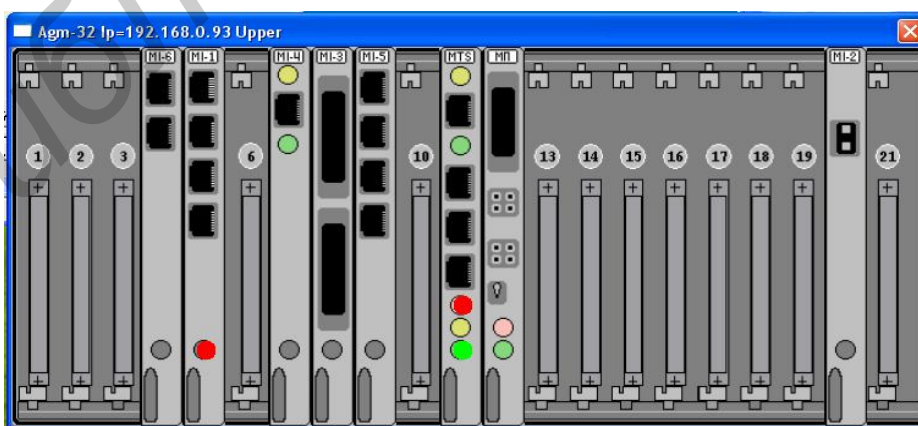


Рисунок 6.10 – Состав мультиплексора

Для активизации портов (каналов) платы МИ1 необходимо в окне «Dialog» (рисунок 6.11) в каналах, определенных вариантом задания, осуществить соответствующие настройки. Недействующие каналы (порты) должны быть выключены.

Для модуля МИ1 соответствующие варианту основной и вспомогательный порты (каналы) должны быть включены, задан тип потока – неструктурированный, процедура CRC – выключена, шлейф – выключен. По синхронизации для основного порта должен быть задан режим «Синхр.1», для вспомогательного – «Синхр. выкл.». Это обеспечит синхронизацию задающего генератора АГМ-32 от поступающего на основной порт потока E12. По завершении установок следует нажать кнопку ОК.

Для проведения кросс-коммутации портов мультиплексора необходимо кликнуть правой кнопкой мыши. В появившемся меню (рисунок 6.12) выбрать строку «Кросс-коммутация». Появляется окно «Кросс-коммутация» (рисунок 6.13).

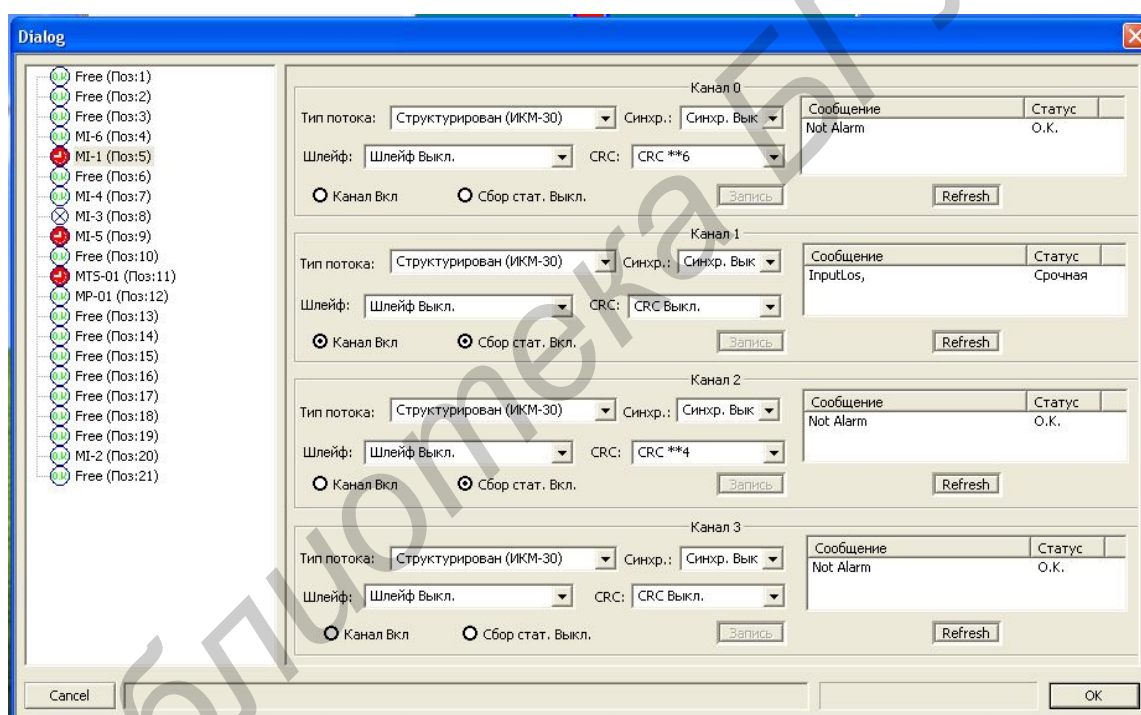


Рисунок 6.11 – Окно платы МИ1

Работа с таблицей коммутации каналов подробно описана в пункте 4.11, стр. 65–66.

Осуществить кросс-коммутацию в соответствии с вариантом задания.

Для коммутации портов необходимо:

- выделить основной порт модуля МИ1;
- перетащить левой кнопкой мыши его в правую часть на вспомогательный порт модуля МИ1;

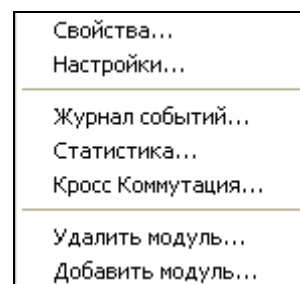


Рисунок 6.12 – Меню мультиплексора

- в появившемся окне «Коммутация» указать тип соединения – двунаправленное и номера виртуальных потоков, которым будут соответствовать сигналы основного и вспомогательного портов;
- нажать кнопку «Запись»;
- дождаться, пока не обновится диалог и в строке состояния не появится надпись, подтверждающая запись и обновление.

Таким образом, при перетаскивании, к примеру, порта 1 модуля МИ1 в правую часть на порт 2 модуля МИ1, двунаправленный цифровой поток E12 порта 1 модуля МИ1 будет скоммутирован на порт 2 модуля МИ1.

После этого мультиплексор готов к проведению измерений.

4 Измерение параметров сигнала на выходе стыка E12.

При помощи «прямого» соединительного кабеля подключить симметричный выход основного порта платы МИ1, номер которого соответствует заданному варианту, ко входу переходника с согласующей нагрузкой 120 Ом, а два его выходных кабеля подключить к первому и второму входу осциллографа Tektronix 2012B. Включить осциллограф. Установить на осциллографе режим вычитания для каналов 1 и 2. Режим вычитания позволяет получить на экране безыскаженное изображение сигнала, передаваемого по симметричной двухпроводной линии.

Поскольку на выходе основного порта должен присутствовать сигнал, подаваемый на вход вспомогательного порта, а на входе последнего сигнал отсутствует, то на выходе основного порта должен наблюдаться сигнал индикации аварийного состояния AIS (Alarm Indication Signal) – все «1» в коде HDB-3.

Получить на экране осциллографа изображение одного импульса и сравнить его с шаблоном (см. рисунок 6.2). Зарисовать форму полученного импульса и привести границы допустимых значений в соответствии с шаблоном. Привести рисунок в отчете.

Измерить основные параметры полученного импульса и занести результаты в таблицу 6.3.

Отключить кабель от основного порта МИ1 и выключить осциллограф.

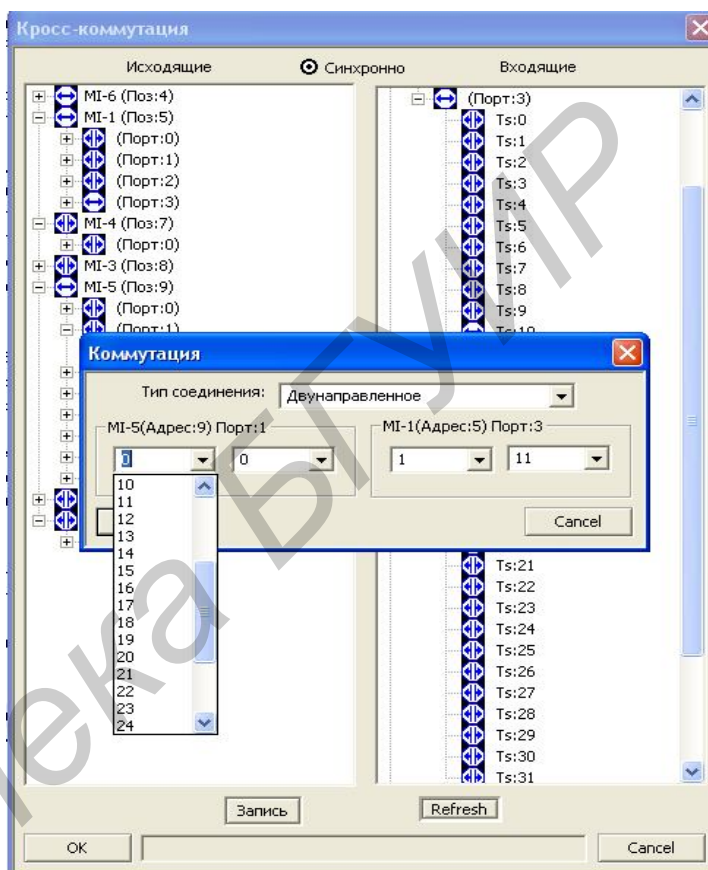


Рисунок 6.13 – Таблица коммутации

Таблица 6.3

Наименование параметра	Номинальное значение	Измеренное значение	Вывод о соответствии
Амплитуда импульса сигнала любой полярности на нагрузочном сопротивлении			
Пиковое напряжение любой полярности в отсутствие импульса стыкового сигнала на нагрузочном сопротивлении			
Значение длительности импульса			
Отношение амплитуд импульсов разной полярности в середине импульса (по длительности)			
Отношение длительности импульсов разной полярности на уровне половины номинальной амплитуды			

5 Измерение отклонения скорости на выходе стыка E12.

Реализованное в пункте 4 соединение портов МИ1 обеспечивает генерацию блоком АГМ-32 сигнала AIS на выход основного порта. Поскольку на входе этого порта, который задан в качестве синхронизирующего для АГМ-32, сигнал отсутствует, то аварийный сигнал AIS вырабатывается под действием задающего генератора АГМ-32, работающего в режиме свободных колебаний. Поэтому, измеряя скорость сигнала AIS, можно определить, укладывается ли в допустимые пределы скорость выходного цифрового потока, генерируемого блоком АГМ-32.

Измерение скорости выходного потока производится при помощи измерения тактовой частоты линейного сигнала анализатором АФК-3. Для проведения измерений необходимо выполнить следующие действия.

Подключить с помощью приборного кабеля АФК-3 выход основного порта МИ1 ко входу А приемного устройства анализатора АФК-3.

Включить анализатор АФК-3. На экране появится главное окно, показанное на рисунке 6.14.

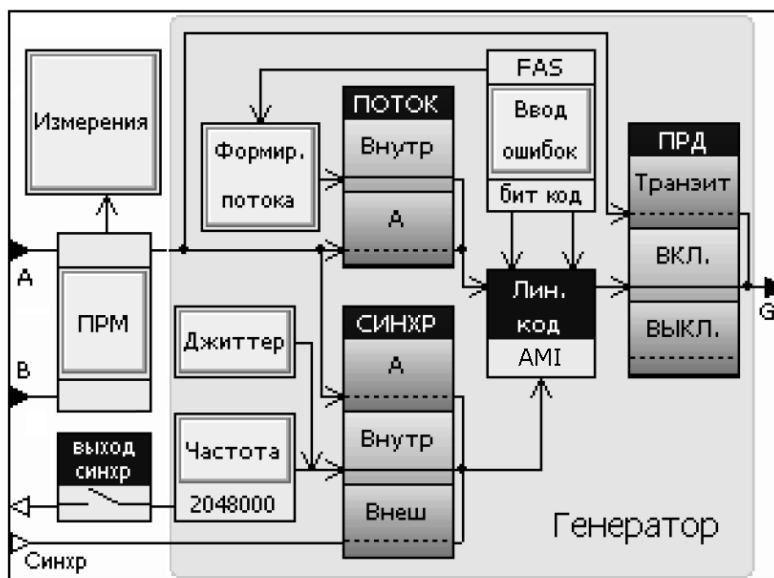


Рисунок 6.14 – Главное окно анализатора АФК-3



В главном окне в поле «СИНХР» нажать кнопку «Внутр» – это включит синхронизацию передачи от внутреннего генератора тактовой частоты. В поле «Лин. код» установить линейный код HDB-3. Нажать кнопку «Измерения». В открывшемся окне «Измерения» (рисунок 6.15), кликнуть в поле «Вх. А 120 Ом», чтобы подключить согласующую нагрузку. Нажать кнопку «Параметры линейного сигнала». Откроется окно, показанное на рисунке 6.16.

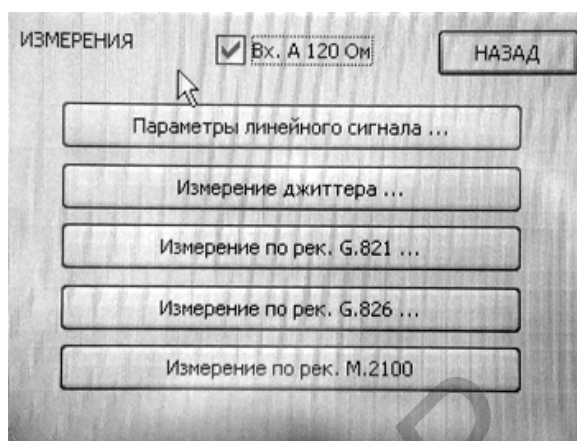


Рисунок 6.15 – Окно «Измерения»

Измерения начинаются непосредственно при вхождении в режим и выполняются непрерывно.

Выполнять измерения в течение 5 минут.

Зафиксировать максимальное и минимальное значения измеренной частоты и записать результаты в таблицу 6.4.

Нажать кнопку «Назад» для выхода в окно «Измерения».

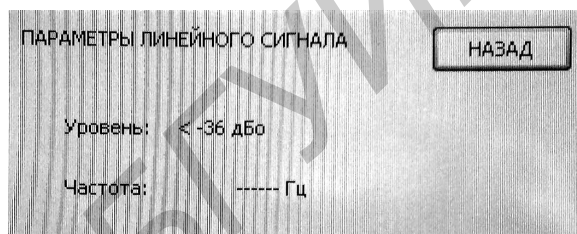


Рисунок 6.16 – Окно «Параметры линейного сигнала»

Таблица 6.4

Наименование параметра	Номинальное значение	Измеренное значение	Вывод о соответствии
Скорость выходного цифрового потока			

#### 6 Измерение фазовых дрожаний на выходе стыка E12.

Не изменяя подключения оборудования, в окне «Измерения» (см. рисунок 6.15) нажать кнопку «Измерение джиттера». Откроется соответствующее окно, показанное на рисунке 6.17.

Нажать в окне кнопку «Измерить» – откроется окно «Измерение джиттера», показанное на рисунке 6.18.

В поле «Период» установить период измерения 10 секунд.

Нажать кнопку «Старт». Начнется непрерывное измерение фазового дрожания на выходе основного порта МИ1.

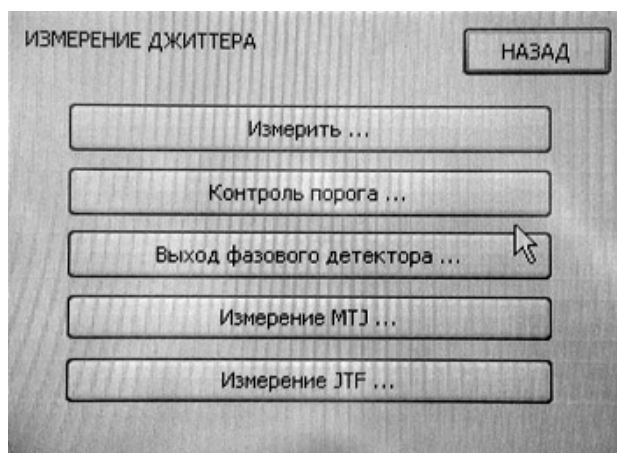


Рисунок 6.17 – Окно «Измерение джиттера»

Период измерения определяется временем, установленным в поле «Период». По окончании каждого периода выводится результат измерения. Результат измерения представлен для двух полос частот: 20 Гц – 100 кГц и 18 кГц – 100 кГц. Выполнять измерения в течение 5 минут.

Нажать кнопку СТОП. С помощью полосы прокрутки просмотреть весь список результатов. Зафиксировать максимальное и минимальное значения амплитуды фазовых дрожаний, заполнить таблицу 6.5.

В окне «Измерение джиттера» нажать кнопку ГРАФИК. Откроется окно с графическим представлением результатов измерений, показанное на рисунке 6.19. Привести график в отчете.

Нажать кнопку НАЗАД для выхода в главное окно анализатора АФК-3.

Отключить приборный кабель АФК-3 от основного порта МИ1.

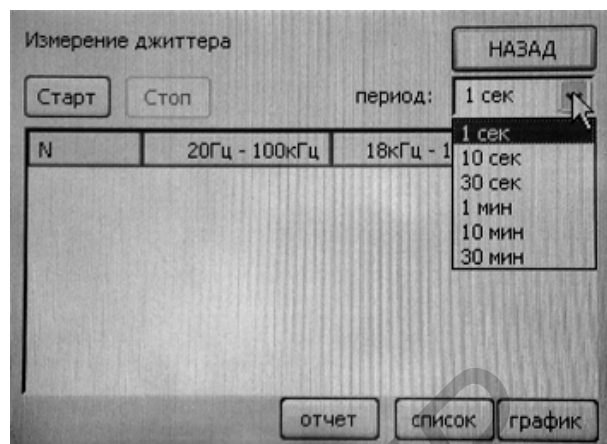


Рисунок 6.18 – Окно «Измерение джиттера»/«Измерить»

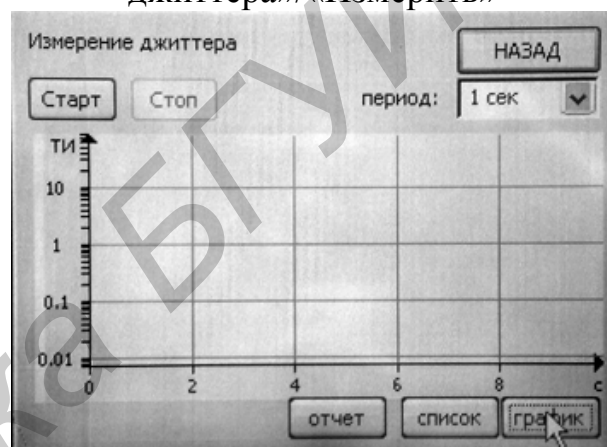


Рисунок 6.19 – Окно «Измерение джиттера»/ «График»

Таблица 6.5

Наименование параметра	Номинальное значение	Измеренное значение	Вывод о соответствии
Размах фазового дрожания, измеренный с использованием полосового фильтра с граничными частотами 20 Гц и 100 кГц и спадом 20 дБ на декаду			
Размах фазового дрожания, измеренный с использованием полосового фильтра с граничными частотами 18 кГц и 100 кГц и спадом 20 дБ на декаду			

7 Проверка входных цепей стыка на устойчивость к затуханию сигнала и к воздействию асинхронной помехи.

7.1 Подключить с помощью приборного кабеля выход анализатора АФК-3 ко входу 1 аттенюатора. Выход аттенюатора с помощью соединительного кабеля для АГМ-32 TxRx-RxTx («накрест») (см. рисунок 6.8) подключить ко входу основного порта платы МИ1, номер которого соответствует заданному варианту. Выход заданного номером варианта вспомогательного порта платы МИ1 подключить приборным кабелем ко входу А анализатора АФК-3.

Далее необходимо сконфигурировать анализатор АФК-3 так, чтобы он формировал на передачу поток ИКМ-30 с CRC-4 (PCM30C) с двоичным содержанием ПСП  $2^{23}-1$  в первом канальном интервале, и анализировал ошибки на приеме. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

Нажать в главном окне кнопку «Формирование потока», откроется окно, показанное на рисунке 6.20.

В поле «Структура» установить «PCM30C». Нажать кнопку «Установки» – откроется окно, показанное на рисунке 6.21.

Нажать кнопку «Исходные». Передаваемые комбинации отобразятся в окне. Нажать кнопку «Назад» и в появившемся окне «Формирование потока» (см. рисунок 6.20) нажать кнопку «Ввод информации» – откроется соответствующее окно, показанное на рисунке 6.22.

В поле «Вводимая информация» установить ПСП  $2^{23}-1$ . В поле «Выбор» нажать кнопку КИ – откроется окно «Выбор канального интервала», показанное на рисунке 6.23.

Выбрать первый КИ, нажав кнопку 01. Последовательно нажимая кнопку «Назад», выйти в главное окно (см. рисунок 6.14).

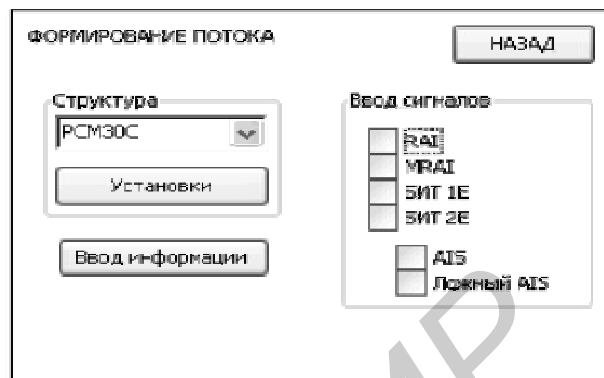


Рисунок 6.20 – Окно «Формирование потока»

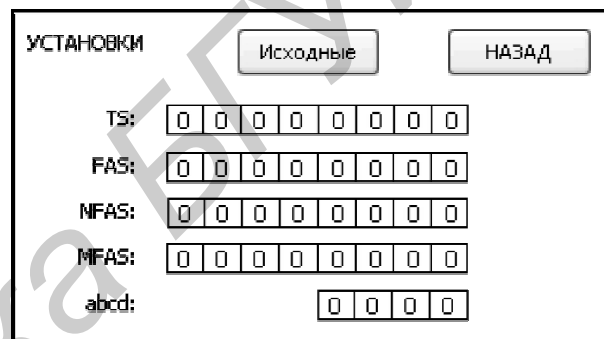


Рисунок 6.21 – Окно «Установки»



Рисунок 6.22 – Окно «Ввод информации»

Нажать кнопку «Прм» – откроется окно «Прием», показанное на рисунке 6.24. В поле «Структура» выбрать РСМ30С, в поле «Лин. код» – НДВ3. Установить флажок в поле «Вх.А 120 Ом». Выбрать первый каналный интервал, нажав кнопку 01.

Выбрать закладку «Ошибки» – появится окно, показанное на рисунке 6.25. Нажать кнопку «Сброс счетчиков».

Нажимая кнопку «Назад», вернуться в главное окно (см. рисунок 6.14) и в поле «Прд» нажать кнопку «Вкл», что включит передачу тестового сигнала. Снова нажать кнопку «Прм» и выбрать закладку «Ошибки», что позволит наблюдать количество регистрируемых анализатором кодовых ошибок.

Поскольку испытуемый основной порт МИ1 должен без ошибок принимать ослабленный аттенуатором на 6 дБ тестовый сигнал анализатора, рассчитайте интервал времени, необходимый для обнаружения анализатором одной битовой ошибки в предположении, что АГМ-32 обеспечивает обработку тестового потока 64 кбит/с в первом каналном интервале с коэффициентом ошибок не хуже  $10^{-11}$ .

По окончании измерений, которые должны проводиться в течение рассчитанного интервала времени, представить результаты в виде таблицы 6.6.

Таблица 6.6

Наименование параметра	Затухание 6 дБ	Помеха – 18 дБ
Продолжительность периода измерений (минут)		
Измеренное количество кодовых ошибок		
Измеренное значение коэффициента ошибок		



Рисунок 6.23 – Окно «Выбор каналного интервала»



Рисунок 6.24 – Окно «Прием» анализатора АФК-3

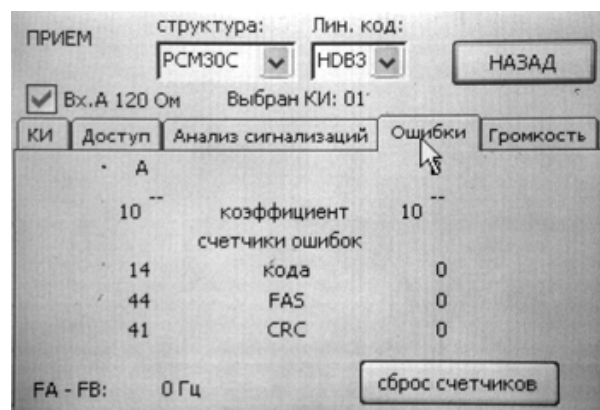


Рисунок 6.25 – Закладка «Ошибки» окна «Прием»

## 7.2 Измерение коэффициента ошибок при наличии мешающего сигнала.

Подключить с помощью приборного кабеля выход генератора-анализатора ИКО-2-5 ко входу 2 аттенюатора.

Включить питание ИКО-2-5. При этом по умолчанию генерируется необходимый для измерений цифровой поток 2048 кбит/с (псевдослучайная последовательность ПСП  $2^{15}$ -1, код передачи – HDB-3).

На закладке «Ошибки» анализатора АФК-3 нажать кнопку «Сброс счетчиков», что позволит начать новый цикл измерений и наблюдать количество регистрируемых анализатором кодовых ошибок при воздействии на основной порт МИ1 асинхронной помехи от генератора ИКО-2-5.

По окончании измерений занести полученные данные в таблицу 6.6.

Отключить приборный кабель генератора ИКО-2-5 от аттенюатора и выключить генератор. Отключить аттенюатор от анализатора АФК-3 и основного порта платы МИ1.

## 8 Измерение пределов допустимого отклонения скорости цифрового потока на входе стыка E12.

Подключить с помощью приборного кабеля выход анализатора АФК-3 ко входу основного порта платы МИ1, номер которого соответствует заданному варианту. Выход заданного номером варианта вспомогательного порта платы МИ1 подключить приборным кабелем ко входу А анализатора АФК-3.

Анализатор АФК-3 остается в прежнем режиме, т. е. формирует на передачу поток E12 с тестовой последовательностью в КИ1 (ПСП  $2^{23}$ -1) и анализирует ошибки на приеме.

На закладке «Ошибки» (см. рисунок 6.25) анализатора АФК-3 нажать кнопку «Сброс счетчиков», что позволит начать новый цикл измерений и наблюдать количество регистрируемых анализатором кодовых ошибок при подаче на основной порт МИ1 тестового потока с отклонениями скорости передачи.

Нажать кнопку «Назад» – откроется главное окно (см. рисунок 6.14).

Нажать кнопку «Частота» – откроется соответствующее окно, показанное на рисунке 6.26. Окно позволяет изменять значение тактовой частоты генератора АФК-3 в пределах от 2 047 800 Гц до 2 048 200 Гц.

Нажать кнопку «Номинал» для установки номинального значения частоты генератора 2 048 000 Гц. Убедиться в отсутствии ошибок в принимаемом АФК-3 от АГМ-32 тестовом потоке, о чем должны свидетельствовать зеленый цвет свечения индикаторов CRC-4, M.FRAME, FRAME и отсутствие свечения индикатора ERROR на лицевой панели АФК-3 (колонка А), как показано на рисунке 6.27.

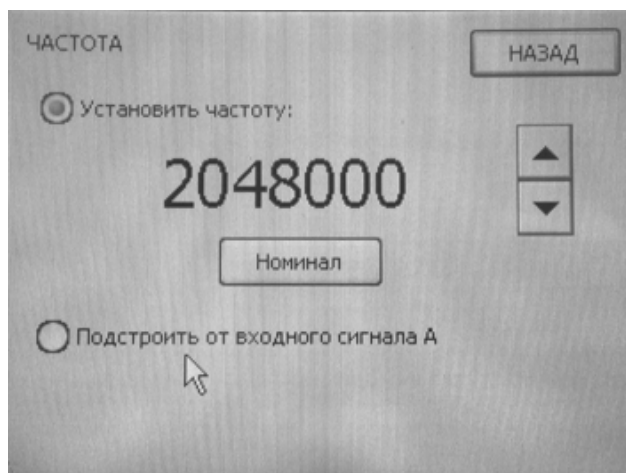


Рисунок 6.26 – Окно «Частота» анализатора АФК-3

После этого, нажимая верхнюю стрелку в окне «Частота», постепенно увеличивать текущее значение частоты выходного потока до тех пор, пока на лицевой панели АФК-3 не появится индикация ERROR желтого цвета, либо зеленый цвет одного или нескольких из индикаторов CRC-4, M.FRAME, FRAME не начнет сменяться желтым. Это будет свидетельствовать об обнаружении ошибок в тестовом потоке.



Рисунок 6.27 – Индикация ошибок на лицевой панели АФК-3

Уменьшить частоту до максимально возможного значения, при котором ошибки еще не фиксируются и записать величину верхнего предела допустимого отклонения частоты в таблицу 6.7.

Таблица 6.7

Наименование параметра	Номинальное значение	Измеренное значение	Количество ошибок	Вывод о соответствии
Допустимое отклонение скорости входного цифрового потока	+ 102 Гц		Кода: FAS: CRC:	
	- 102 Гц		Кода: FAS: CRC:	

Нажать кнопку «Назад» – откроется главное окно (см. рисунок 6.14). Нажать кнопку «Прм», и в открывшемся окне «Прием» (см. рисунок 6.24) выбрать закладку «Ошибки» (см. рисунок 6.25). Записать количество зафиксированных ошибок в таблицу 6.7. Нажать кнопку «Сброс счетчиков».

Нажать кнопку «Назад», в появившемся главном окне нажать кнопку «Частота» и в окне «Частота» (см. рисунок 6.26), действуя аналогичным образом, выполнить измерение минимально допустимой частоты входного потока, уменьшая текущее значение частоты генератора АФК-3 относительно номинального значения. Занести величину нижнего предела допустимого отклонения частоты и количество зафиксированных анализатором ошибок в таблицу 6.7. По окончании измерений в окне «Частота» нажать кнопку «Номинал», а затем – кнопку «Назад» для выхода в главное окно.

9 Измерение пределов допустимых фазовых дрожаний цифрового потока на входе стыка Е12.

9.1 В главном окне АФК-3 (см. рисунок 6.14) нажать кнопку «Измерения» – откроется соответствующее окно (см. рисунок 6.15). Нажать в окне кнопку «Измерение джиттера» – откроется соответствующее окно (см. рисунок 6.17). Нажать кнопку «Измерение МТJ» – откроется окно, показанное на рисунке 6.28.

Установить количество точек измерения (20 или 50) в поле «Точек измерения». Нажать кнопку «Список» – откроется окно, показанное на рисунке 6.29.

Нажать в окне кнопку «Настройки» – откроется окно, показанное на рисунке 6.30. Установить флажки в полях «Битовые ошибки», «Потеря ЦС», «Ошибка CRC», «Ошибка FAS» и «AIS». В поле «Время восстановления» установить время 1,0 секунд, в поле «Время измерения» – 10 секунд. Нажать «ОК» – откроется окно «Измерение МТJ»/«Список» (см. рисунки 6.29).

Нажать кнопку «Старт». Дождаться выполнения измерений по всем заданным точкам, после чего нажать кнопку «Стоп». Записать полученные результаты для внесения в отчет. Нажать кнопку «График». Зафиксировать график для внесения в отчет.

9.2 Повторить измерения по пункту 9.1 для двух последовательно соединенных портов E12 модуля МИ1.

Для этого, используя методику, описанную в пункте 4.11, скоммутировать между собою два оставшихся свободными порта E12 платы МИ1.

Отключить приборный кабель анализатора АФК-3 от выхода вспомогательного порта платы МИ1 и подключить его к выходу одного из двух неиспользуемых ранее портов.

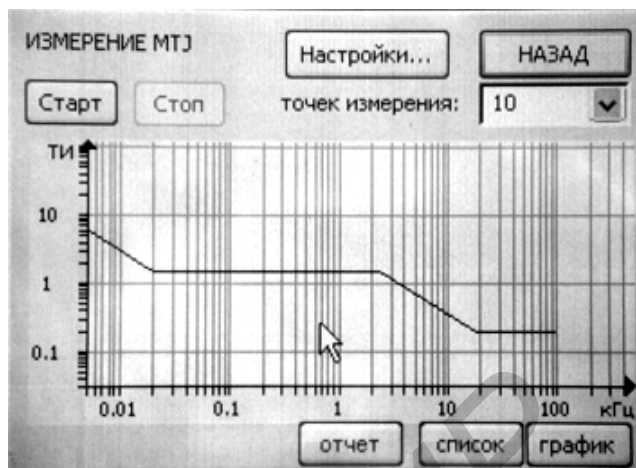


Рисунок 6.28 – Окно «Измерение МТJ»



Рисунок 6.29 – Окно «Измерение МТJ»/«Список»

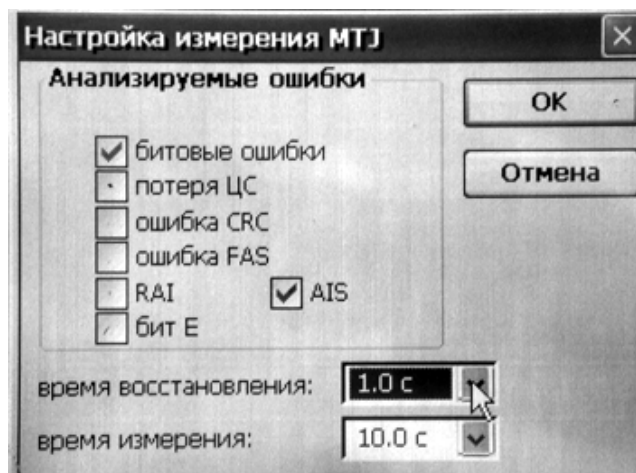


Рисунок 6.30 – Окно «Настройка измерения МТJ»

При помощи соединительного кабеля для АГМ-32 TxRx-RxTx («на-крест») соединить вспомогательный порт с последним остающимся свободным портом платы МИ1. Это обеспечит прохождение тестового сигнала АФК-3 последовательно через входные цепи двух портов Е12 платы МИ1.

Нажать кнопку «Список». В открывшемся окне нажать кнопку «Старт». Дождаться выполнения измерений по всем заданным точкам, после чего нажать кнопку «Стоп». Записать полученные результаты для внесения в отчет. Нажать кнопку «График». Зафиксировать график для внесения в отчет.

Сравнить результаты измерений по пунктам 9.1 и 9.2, сформулировать выводы.

### ***Содержание отчета***

- 1 Цель лабораторной работы.
- 2 Структурные схемы организации трактов передачи сигналов при измерениях параметров первичного стыка с учетом варианта задания.
- 3 Результаты измерений параметров первичного стыка: форма полученного импульса и границы допустимых значений в соответствии с шаблоном, таблицы 6.3 – 6.7, результаты измерений по пункту 9.
- 4 Выводы по лабораторной работе.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие требования предъявляются к стыковой цепи первичного сетевого стыка?
- 2 Каким амплитудным и временным параметрам должен соответствовать сигнал на выходе первичного сетевого стыка?
- 3 Каковы допустимые пределы отклонения скорости цифрового потока на входе и на выходе первичного цифрового стыка?
- 4 Каким входным сопротивлением должен обладать первичный сетевой стык, какое допускается отклонение от номинала?
- 5 Каким образом можно измерить скорость цифрового потока на выходе стыка Е12 с помощью частотомера?
- 6 Какие требования предъявляются к размаху фазового дрожания на выходе первичного сетевого стыка?
- 7 Какие требования предъявляются к первичному сетевому стыку по допустимому уровню входного сигнала и по устойчивости к воздействию асинхронной помехи?
- 8 Какие требования предъявляются ко входным цепям первичного сетевого стыка по приему сигнала с фазовым дрожанием и дрейфом?
- 9 Какими параметрами характеризуется фазовое дрожание цифрового потока?
- 10 Каков принцип измерения анализатором максимально допустимого фазового дрожания сигнала на входе первичного сетевого стыка?



11 Какое время понадобится анализатору для измерения максимально допустимого для потока 2048 кбит/с фазового дрейфа с частотой  $1,2 \cdot 10^{-5}$  Гц на входе первичного сетевого стыка?

## ЛИТЕРАТУРА

1 Телекоммуникационные системы и сети : учебное пособие / под ред. В. П. Шувалова. – Новосибирск : Наука, 1998. – 300 с.

2 Рекомендация МСЭ-Т G.703 (2001) Физические/электрические характеристики интерфейсов цифровой иерархии. – 62 с.

3 Тарченко, Н. В. Временное группообразование в ЦСП : учебное пособие по дисциплине «Многоканальные системы передачи» для студентов специальности «Многоканальные системы телекоммуникаций». – Минск : БГУИР, 2002. – 47 с.

4 Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с.

5 Слепов, Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. – М. : Радио и связь, 2000. – 468 с.

*Учебное издание*

**Синкевич Виктор Иванович**  
**Тарченко Надежда Владимировна**  
**Урядов Владимир Николаевич**

**МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ.  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

В 2-х частях

Часть 1

Редактор *Т. Н. Крюкова*

Корректор *А. В. Бас*

Компьютерная верстка *Ю. Ч. Ключкевич*

Подписано в печать 27.07.2012. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 5,93. Уч.-изд. л. 5,0. Тираж 75 экз. Заказ 193.

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